

INTERACCIÓN ENTRE EL LOBO MARINO *Otaria byronia* Y EMBARCACIONES INDUSTRIALES EN PISCO, OTOÑO 2013

INTERACTION BETWEEN THE SOUTH AMERICAN SEA LION *Otaria byronia* AND INDUSTRIAL VESSELS IN PISCO (AUTUMN 2013)

Sofía Rivadeneyra-Villafuerte¹

<https://doi.org/10.53554/boletin.v36i1.331>

RESUMEN

RIVADENEYRA-VILLAFUERTE S. 2021. *Interacción entre el lobo marino Otaria byronia y embarcaciones industriales en Pisco, otoño 2013*. Bol Inst Mar Perú. 36(1): 282-303.- Durante mayo y junio del año 2013 se estudiaron las interacciones entre lobos marinos y los lances de pesca de anchoveta de la flota industrial en Pisco. Se obtuvieron 104 registros de lances con presencia de individuos y la interacción fue de tipo operacional. Se determinó una correlación inversa entre la cantidad de lobos marinos por lance y la distancia a las colonias, evidenciándose menor probabilidad de interferencia de los lobos marinos, cuando la flota operó más lejos. Además, la clase etaria que presentó mayor interacción con esta flota fueron los machos, lo que podría estar asociado con el término de la temporada de reproducción y con las estrategias de forrajeo. La interacción entre el lobo chusco y la flota pesquera no estuvo relacionada con la cantidad de individuos de la población, sino que se incrementó cuando las embarcaciones ingresaron a las áreas donde los lobos marinos se reproducen, alimentan y forrajean.

PALABRAS CLAVE: *Otaria byronia*, pesquería, Pisco, interacción

ABSTRACT

RIVADENEYRA-VILLAFUERTE S. 2021. *Interaction between the South American sea lion Otaria byronia and industrial vessels in Pisco (autumn 2013)*. Bol Inst Mar Peru. 36(1): 282-303.- In Pisco, we studied the interactions between South American sea lions and the anchoveta fishing hauls made by the large-scale fleet in May and June 2013. A total of 104 fishing hauls were recorded with the presence of individuals and the interaction was operational. There was an inverse correlation between the number of South American sea lions per fishing haul and the distance to the colonies, which showed that when the fleet operates further from them, it will have less probability of interference with sea lions. Furthermore, the age class that presented the greatest interaction with this fleet were males, which may be associated with the end of the reproductive season and with foraging strategies. The interaction between this species and the fishing fleet is not related to the number of individuals in the population, but increases when the vessels enter the areas where the sea lions reproduce, feed, and forage since they depend on the availability of the same resources.

KEYWORDS: *Otaria byronia*, fisheries, Pisco, interaction

1. INTRODUCCIÓN

El ecosistema marino del Perú, que comprende el segmento norte del Sistema de la Corriente de Humboldt, se caracteriza por poseer alta variabilidad y productividad biológica, gracias a condiciones físicas muy especiales, en particular, a la presencia, intensidad y persistencia de los procesos de afloramiento costero y a la dinámica oceánica (FLORES *et al.*, 2013). Estas características favorecen a las poblaciones masivas de pequeños peces pelágicos como anchoveta y sardina (BAKUN *et al.*, 2010), dos importantes recursos que sufren cambios de régimen sujetos a las variaciones interanuales y multidecadales en la física oceánica (BERTRAND *et al.*, 2011). La combinación de todos estos factores incide sobre los procesos biológicos, comportamiento, abundancia y disponibilidad de los recursos y, soportan grandes poblaciones de aves y mamíferos marinos, así como de importantes pesquerías costeras (BAKUN *et al.*, 2010).

1. INTRODUCTION

The Peruvian marine ecosystem, which includes the northern segment of the Humboldt Current System, is characterized by high biological variability and productivity, due to very special physical conditions, mainly the presence, intensity, and persistence of coastal upwelling processes and ocean dynamics (FLORES *et al.*, 2013). These characteristics support massive populations of small pelagic fish such as anchoveta and sardine (BAKUN *et al.*, 2010), two important resources that undergo regime shifts subject to interannual and multidecadal variations in ocean physics (BERTRAND *et al.*, 2011). Together, these factors affect the biological processes, behavior, abundance, and availability of the resources and support large populations of seabirds and marine mammals, as well as important coastal fisheries (BAKUN *et al.*, 2010).

¹ Instituto del Mar del Perú, Oficina de Investigaciones en Depredadores Superiores, srivadeneyra@imarpe.gob.pe

En el Perú, la pesquería industrial pelágica fue una actividad muy modesta en número y tecnología en sus inicios en la década de 1950; sin embargo, en los años posteriores la extracción de anchoveta se cuadruplicó, pasando de 3,5 a 12 millones de toneladas por año (BOUCHON *et al.*, 2000; FAO, 2018a). El colapso de la pesquería de la anchoveta en 1972 sumado al cambio a un régimen cálido con predominancia de sardina en la corriente de Humboldt a mediados de la década de 1970 (CHÁVEZ *et al.*, 2003), además de eventos El Niño de gran intensidad (1982-83, 1997-98), agravados por deficiencias en la ordenación pesquera y sobredimensionamiento de la flota, tuvo como consecuencia que la otrora pesquería de una sola especie más grande del mundo se desplomará (DEYOUNG *et al.*, 2004; SCHWARTZLOSE *et al.*, 1999; HILBORN *et al.*, 2003; CSIRKE y GUMY, 1996).

Luego de un período prolongado, recién en la década de 1990, se evidenció la recuperación de la actividad extractiva del recurso anchoveta (FAO, 2018b) y fue cuando, mediante la Ley General de Pesca - Decreto Ley No. 25977 (EL PERUANO, 1992), se dispuso que el Ministerio de la Producción determine las cuotas de captura permisible, las temporadas, las zonas de pesca, las tallas mínimas de captura, entre otras normas que fomenten la preservación y explotación racional de los recursos hidrobiológicos. A su vez, el Reglamento de esta Ley (DS No. 012-2001-PE) clasificó la extracción comercial en el ámbito marino según la capacidad de bodega, por lo que desde esa fecha se consideran tres tipos de embarcación: Artesanal, aquellas de hasta 32,6 m³ de capacidad de bodega y hasta 15 metros de eslora, con predominio de manejo manual; Menor Escala, de hasta 32,6 m³ de capacidad de bodega, con empleo de modernos equipos y sistemas de pesca y, de Mayor Escala las embarcaciones con una capacidad de bodega mayor a 32,6 m³. Luego de una década de manejo insostenible como consecuencia de un sistema de cuota de captura global, en que se desató un crecimiento desmesurado de la flota y una posterior saturación de las plantas pesqueras; se establece el Límite Máximo Total de Captura Permisible del recurso anchoveta en virtud de un sistema de cuota de captura individual por embarcación (DL No. 1084, (EL PERUANO, 2008).

Dentro del grupo de mamíferos marinos que dependen de los recursos marinos, se encuentra el lobo sudamericano o chusco *Otaria byronia* (de Blainville, 1820) (ARIAS SCHREIBER y RIVAS, 1998), que está ampliamente distribuido desde la localidad de Zorritos en Perú (3°40,01' S 80°39,50'W) hasta Torres en Brasil (29°21,25'S 49°43,83'W) (VAZ-FERREIRA, 1976; VAZ-FERREIRA, 1982; KING, 1983; SANFELICE *et al.*, 1999). Se trata de una especie gregaria que durante la temporada reproductiva suele congregarse en dos

By the 1950s in Peru, the industrial pelagic fishery was a very modest activity in terms of numbers and technology. Nevertheless, in the years that followed, anchoveta extraction quadrupled from 3.5 to 12 million tons per year (BOUCHON *et al.*, 2000; FAO, 2018a). In 1972, the collapse of the anchoveta fishery coupled with the change to a warm regime with sardine predominance in the Humboldt Current in the mid-1970s (CHÁVEZ *et al.*, 2003), in addition to high-intensity El Niño events (1982-83, 1997-98), aggravated by deficiencies in fisheries management and fleet oversizing, resulted in the loss of the once largest single-species fishery in the world (DEYOUNG *et al.*, 2004; SCHWARTZLOSE *et al.*, 1999; HILBORN *et al.*, 2003; CSIRKE & GUMY, 1996).

It was only in the 1990s, after a long period, that the recovery of anchoveta resource extraction became evident (FAO, 2018b). The General Fisheries Law - Decree-Law N° 25977 (EL PERUANO, 1992), established that the Ministry of Production would determine the allowable catch quotas, seasons, fishing zones, minimum catch sizes, among other regulations that promote the preservation and rational exploitation of hydrobiological resources. Also, the Regulation of this Law (DS N°012-2001-PE) classified the commercial extraction in the marine area according to the hold capacity, so three types of vessels are considered: Artisanal, those up to 32.6 m³ of hold capacity and up to 15 meters in length, with predominantly manual handling; Small-scale, up to 32.6 m³ of hold capacity, with the use of modern fishing gear and systems; and Large-scale, vessels with a hold capacity greater than 32.6 m³. After a decade of unsustainable management resulting from a global catch quota system, which unleashed an excessive growth of the fleet and a subsequent saturation of the fishing plants, the Total Maximum Allowable Catch Limit of the anchoveta resource is established under a system of individual catch quota per vessel (DL N° 1084, (EL PERUANO, 2008).

The South American sea lion *Otaria byronia* (de Blainville, 1820) is one of the marine mammal's dependent on marine resources (ARIAS SCHREIBER & RIVAS, 1998) and is widely distributed from Zorritos in Peru (3°40.01' S 80°39.50'W) to Torres in Brazil (29°21.25'S 49°43.83'W) (VAZ-FERREIRA, 1976; VAZ-FERREIRA, 1982; KING, 1983; SANFELICE *et al.*, 1999). It is a gregarious species that tends to congregate in two well-defined types of colonies during the reproductive season: juvenile, where there are no births or any type of reproductive activity, and mating, where about half of the individuals are

tipos bien definidos de apostaderos: de juveniles, en los que no hay nacimientos ni ningún tipo de actividad reproductiva, y los de cría, en los que alrededor de la mitad de los individuos son crías nacidas en ese lugar (CRESPO *et al.*, 2008). En el Perú, la mayoría de sitios más importantes para la dinámica poblacional del lobo sudamericano se encuentran situados en zonas de alta productividad (IMARPE, 2018), donde se desarrolla la pesca a pequeña y gran escala de especies que son también las presas más importantes de la dieta del lobo chusco, como la anchoveta (*Engraulis ringens*), merluza (*Merluccius gayi*), falso volador (*Prionotus stephanophrys*), pota (*Dosidicus gigas*) entre otros cefalópodos. La relación entre las fluctuaciones poblacionales de los lobos marinos y la abundancia de algunas especies, especialmente la anchoveta, se ve reflejada cuando se produce una disminución del número de crías, alta ocurrencia de abortos y mortalidad de hembras (ARIAS-SCHREIBER, 2000).

En el verano del año 2013 se registraron 60.177 lobos chuscos en la Región Pisco, lo que representó 39,51% del total de la población; las localidades de Morro Quemado y San Gallán, ubicadas en esa región fueron las más pobladas de todo el Perú. Esta concentración de lobos marinos sumada a la alta utilización de la zona costera por las actividades de pesca aumenta la ocurrencia de interacciones entre ambos (HARWOOD & CROXALL, 1988) y resulta en conflictos durante las operaciones de pesca (SHIMA *et al.*, 2000). Se pueden diferenciar dos tipos de interacción entre lobos marinos y actividades pesqueras: a) biológicas (indirectas) en la que existe una competencia por los alimentos y, b) operativas (directas) donde los animales ingresan a las redes para alimentarse (GONZÁLES *et al.*, 2015).

La preocupación por la protección de los lobos marinos en Perú nace en la década de 1970, lo que conllevó a la prohibición de su caza en el litoral peruano. Con los años, la norma se fue modificando, de tal modo que, en 1990, el sector Agricultura (RM No. 1082-90-AG/DGFF) (EL PERUANO, 1990) declaró la veda indefinida de su caza, captura, transporte, comercialización y exportación. En la actualidad, la legislación peruana mediante el DS N° 004-2014-MINAGRI (EL PERUANO, 2014) clasifica al lobo sudamericano como "especie vulnerable". Esta investigación aporta información importante para la conservación de los lobos marinos, pues permite obtener una visión sobre la interacción con la pesca industrial en Pisco, y podría ser la base para futuras investigaciones y acciones de manejo que reduzcan los efectos de este conflicto.

Dentro de este contexto, la presente investigación busca estimar la interacción entre el Lobo marino sudamericano y la pesquería industrial de cerco de anchoveta en Pisco.

offspring born at the site (CRESPO *et al.*, 2008). In Peru, the most important sites for the population dynamics of the South American sea lion are located in high-productivity areas (IMARPE, 2018), where small- and large-scale fishing of species that are also the most important prey in its diet, such as anchoveta (*Engraulis ringens*), Peruvian hake (*Merluccius gayi*), lumptail searobin (*Prionotus stephanophrys*), jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) among other cephalopods, is developed. We can observe the relationship between the population fluctuations of sea lions and the abundance of some species, mainly anchoveta when there is a decrease in the number of offspring, a high occurrence of abortions, and mortality of females (ARIAS-SCHREIBER, 2000).

In summer 2013, a total of 60,177 sea lions were recorded in the Pisco Province, accounting for 39.51% of the total population. In this province, the towns of Morro Quemado and San Gallán were the most densely populated in all of Peru. This concentration of South American sea lions, together with the intensive fishing activities in the coastal zone, increases the occurrence of interactions between the two (HARWOOD & CROXALL, 1988) and results in conflicts during fishing operations (SHIMA *et al.*, 2000). Two types of interaction between sea lions and fishing activities can be distinguished: a) biological (indirect) in which there is competition for food and b) operational (direct) where the animals feed on caught prey in the nets (GONZÁLES *et al.*, 2015).

Concern for the protection of *O. byronia* in Peru began in the 1970s and led to a ban on hunting sea lions along the Peruvian coast. Over the years, the regulations were modified, so that in 1990, the agricultural sector (RM N° 1082-90-AG/DGFF) (EL PERUANO, 1990) declared an indefinite ban on hunting, catching, transporting, marketing, and exporting sea lions. Currently, Peruvian legislation through DS N° 004-2014-MINAGRI (EL PERUANO, 2014) classifies the South American sea lion as a "vulnerable species". This research provides important information for the conservation of sea lions, as it gives an insight into the interaction with industrial fisheries in Pisco and could be the basis for future research and management actions to reduce the effects of this conflict.

Therefore, this research seeks to estimate the interaction between the South American sea lion and the anchoveta industrial purse seine fisheries in Pisco.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Área y periodo de estudio

El área de estudio comprendió la zona entre las latitudes 13,5°S y 14°S y desde las 10 hasta las 130 millas náuticas de distancia a la costa, frente a la ciudad de Pisco (Fig. 1). La ciudad de Pisco se ubica a 234 km al sudeste de Lima, al sur de la desembocadura del río Pisco, en la parte norte de la Región Ica. En el área de estudio se encuentran dos Áreas Naturales Protegidas (ANP), la Reserva Nacional de Paracas (RNP), que incluye a la isla San Gallán; y la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, que incluye las islas Ballestas y Chinchas (norte, centro y sur), que se encuentran frente a la península de Paracas. El lado norte de la península define una bahía muy extensa y somera, la cual alberga ecosistemas y comunidades marinas únicas para el Perú, por lo que su conservación es de vital importancia (INRENA, 2002).

El período de estudio comprendió mayo y junio 2013, durante la primera temporada de pesca de anchoveta. Se evaluaron 36 viajes, 26 durante mayo y 10 en junio. Los observadores registraron la presencia y las incidencias de lobos marinos durante las operaciones de pesca en una hoja de datos, se tomó en cuenta el lugar y la hora de la interacción del lobo marino con la actividad pesquera, así como, la frecuencia y el tipo de interacción que se ocasionó.

Tamaño y estructura de la población

Para estimar el tamaño poblacional de la zona de Pisco durante el periodo de estudio, se emplearon los datos obtenidos por los especialistas y guarda parques en la isla San Gallán y en Morro Quemado, dentro de la Reserva Nacional de Paracas.

2. MATERIAL AND METHODS

Study area and period

The study area included the zone between latitudes 13.5°S and 14°S and from 10 to 130 nautical miles off Pisco (Fig. 1). Pisco is located 234 km southeast of Lima, south of the mouth of the Pisco River, in the northern part of the Ica Region. Two Natural Protected Areas (NPAs) are located in the study area: the Paracas National Reserve (PNR), which includes San Gallán Island and the Guano Islands, Islets, and Capes National Reserve System (RNSIIPG), which includes the Ballestas and Chinchas Islands (north, center, and south), which are off the Paracas Peninsula. The northern side of the peninsula defines a very extensive and shallow bay, which harbors ecosystems and marine communities unique to Peru, so its conservation is vital (INRENA, 2002).

The study period took place between May and June 2013, during the first anchoveta fishing season. We evaluated 36 trips, 26 in May and 10 in June. Observers recorded the presence and incidences of South American sea lions during fishing operations on a datasheet, considering the place and time of sea lion interaction with the fishing activity, as well as the frequency and type of interaction caused by them.

Population size and structure

We used data obtained by specialists and park rangers on San Gallán Island and Morro Quemado, within the Paracas National Reserve, to estimate the population size in the Pisco area during the study period.

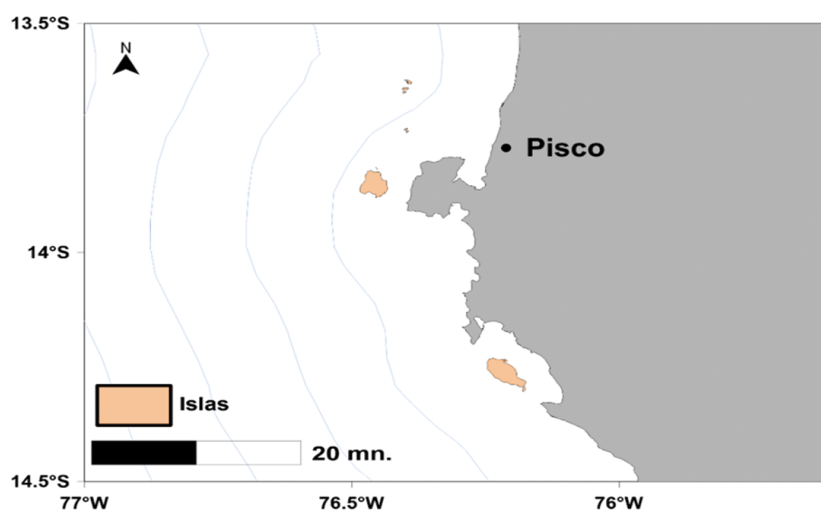


Figura 1.- Mapa del área de estudio

Figure 1. Map of the study area

Esta evaluación fue realizada por dos observadores que estiman la abundancia de lobos marinos a través de conteos directos, realizados desde tierra o desde mar (a bordo de una embarcación), en los apostaderos donde se registró presencia de lobos en años anteriores. Los horarios utilizados para los conteos fueron entre 06:00 h y 09:00 h y, entre las 16:30 h y 18:00 h, debido a que, durante esos periodos, los lobos marinos se encuentran descansando, siendo la cantidad de animales la más cercana a la población total de esa zona. Los observadores de cada grupo realizaron los conteos de manera independiente utilizando binoculares con un objetivo de 10 x, 50 mm, impermeables y con sistema anti - empañamiento. Además, emplearon contómetros manuales para registrar la cantidad de individuos contabilizados.

Observaciones a bordo

Caracterización de las embarcaciones pesqueras

Se realizaron las observaciones desde cinco embarcaciones industriales de diferentes empresas pesqueras, con capacidad de bodega no menor de 350 m³ y construidas con acero naval. Las embarcaciones tenían eslora no menor de 44,52 metros y no mayor de 57,38 metros; manga entre 9,8 y 11,16 metros. Todas las embarcaciones emplearon la red de cerco de 13 mm de tamaño de malla para capturar anchoveta.

Caracterización de los lances de pesca

Los lances de pesca se dividieron en 3 etapas: E1- antes de tirar la red al agua, E2 - cerco cerrado con capturas dentro, E3 - cerco recogido y puesta del secador (aparejo empleado para succionar el pescado y llevarlo desde la red hasta la bodega). Los observadores registraron los datos de avistamiento de lobos marinos dentro de la red de cerco durante todos los lances de pesca monitoreados, caracterizando la presencia de los lobos marinos en cada etapa y recolectando los datos de posición geográfica, variables ambientales, condiciones meteorológicas, así como hora y duración del muestreo. Las observaciones fueron anotadas en una hoja de datos.

Para categorizar a los individuos involucrados durante la interacción, se emplearon binoculares 10x50, contómetro y hojas de datos, en los lances donde no se pudo categorizar a los lobos marinos presentes, se obtuvo el número total de lobos marinos y la etapa del lance donde se observaron para realizar los análisis estadísticos.

Se registraron las especies capturadas y se anotó el número de animales muertos durante la actividad pesquera; también se identificaron las zonas de fo-

This evaluation was carried out by two observers who estimate the abundance of sea lions through direct counts, made from land or the sea (aboard a vessel), in the stations where they have been present in previous years. The times used for the counts were between 06:00 h and 09:00 h and between 16:30 h and 18:00 h since, during those periods, the sea lions are resting, and the number of animals is the closest to the total population in that area. The observers of each group conducted the counts independently using binoculars with a 10 x, 50 mm objective, waterproof, and with an anti-fogging system. In addition, they used tally counters to record the number of individuals counted.

Observations on board

Characterization of fishing vessels

Observations were made from five large-scale vessels belonging to different fishing companies, with a hold capacity of no less than 350 m³ and built with naval steel. The vessels were not less than 44.52 meters long and not more than 57.38 meters long; the beam was between 9.8 and 11.16 meters. All vessels used the 13 mm mesh size purse seine net to catch anchoveta.

Characterization of fishing hauls

The fishing hauls were divided into 3 stages: S1- before throwing the net into the water, S2 - purse seine closed with catches inside, S3 - purse seine collected and setting of the drier (gear used to suck the fish and take it from the net to the hold). Observers recorded sea lion sighting data inside the purse seine during all monitored fishing hauls, describing the presence of sea lions at each stage and collecting data on geographic position, environmental variables, weather conditions, as well as time and duration of sampling. Observations were recorded on a data sheet.

To categorize the individuals involved during the interaction, 10x50 binoculars, a tally counter, and data sheets were used. In the fishing hauls where it was not possible to categorize the sea lions present, the total number of sea lions and the stage of the fishing haul, where they were observed, were obtained for statistical analysis.

The species caught were recorded and the number of animals killed during the fishing activity was noted. We also identified the South American sea lion foraging areas, trying to determine whether the

rrajeo del lobo marino, procurando determinar si la zona de pesca se traslapó con estas zonas y la distancia a los apostaderos y a la costa.

Estimación del Esfuerzo Pesquero

El Esfuerzo Pesquero (Ep) se define como la cantidad de trabajo realizado por una unidad pesquera en determinado periodo de tiempo sobre un recurso hidrobiológico específico. Este esfuerzo puede medirse en: días de pesca, viajes con pesca, horas de arrastre, lances por viaje de pesca, etc.

Durante esta investigación se estableció que el esfuerzo pesquero equivale al número de lances por viaje de pesca (ARIAS – SCHREIBER, 1987) que se empleará para medir la magnitud de la interacción, mediante el número de lobos marinos observados ingresando a las redes por lance de pesca.

Distribución de los lances de pesca

Se determinó el rango del número de animales y la media de individuos registrados por lance de pesca. Según las observaciones se determinaron cuatro grados de interacción por lance de pesca (Adaptado de GOETZ *et al.*, 2008):

- Nulo: no se reportó ningún lobo marino durante el lance de pesca.
- Bajo: los individuos cuantificados dentro de la red de pesca, se encontraban en un rango de 1 a 50 animales.
- Medio: el rango de individuos fue mayor de 50 pero menor de 200.
- Alto: se registraron más de 200 individuos interactuando durante el lance de pesca.

Asimismo, cada lance fue georreferenciado, marcándose la latitud y longitud en el sistema de coordenadas geográficas, donde se realizó la pesca, cuando fue posible, se determinó la distancia a la costa, gracias a la información brindada por el patrón de pesca, en otros casos se empleó el paquete Fénix en el programa R, que permite estimar la distancia de un punto hasta la costa. Para comprobar si la distancia a costa marcaba alguna diferencia en el grado de interacción, se evaluó la relación entre el número de individuos por lance de pesca y la distancia a la costa de cada uno de ellos.

Abundancia y comportamiento de los lobos marinos por lance de pesca

La magnitud de la interacción fue cuantificada según los lances de pesca con presencia y cantidad

fishing area overlapped with these areas and the distance to the colonies and the coast.

Estimation of Fishing Effort

Fishing Effort (Fe) is defined as the amount of work done by a fishing unit in a given period on a specific hydrobiological resource. This effort can be measured in: fishing days, fishing trips, trawl hours, fishing haul per fishing trip, etc.

In this research, we established that fishing effort is equivalent to the number of fishing hauls per fishing trip (ARIAS – SCHREIBER, 1987). This will be used to measure the magnitude of the interaction, through the number of sea lions observed entering the nets per fishing haul.

Distribution of fishing hauls

We determined the range of the number of animals and the mean number of individuals recorded per fishing hauls. Based on the observations, four degrees of interaction were determined per fishing haul (Adapted from GOETZ *et al.*, 2008):

- Null: no sea lions were observed during the fishing haul.
- Low: the individuals quantified within the fishing net were in a range of 1 to 50 individuals.
- Medium: the range of individuals was greater than 50 but less than 200.
- High: more than 200 individuals were recorded interacting during the fishing haul.

Likewise, each fishing set was geo-referenced, by marking the latitude and longitude in the geographic coordinate system, where the fishing was carried out, and when possible, the distance to the coast was determined, based on the information provided by the fishing pattern and in other cases, we used the Fenix package in the R software, which allows us to estimate the distance from a point to the coast. To check if the distance to the coast made a difference in the degree of interaction, we evaluated the relationship between the number of individuals per fishing haul and the distance to the coast of each one of them.

Abundance and behavior of South American sea lions per fishing haul

We quantified the magnitude of the interaction according to the number of fishing haul with the presence and number of sea lions counted in each one. Also, to compare the number of individuals

de lobos marinos contados en cada lance. Asimismo, para comparar el número de individuos por lance de pesca entre mayo y junio, se normalizaron los datos, aplicando la logaritimización del número de individuos por lance ($\text{Log}(x+1)$). Dado que los datos de abundancia por lance de pesca son muy variables (rango =1 – 700), se empleó esta técnica para obtener resultados comparables para ambos meses.

Para determinar los estratos horarios, se dividieron los lances en estratos de 7 horas:

Mañana: de 06:00 a 12:00

Tarde: de 12:00 a 19:00

Madrugada: de 22:00 a 05:00

Esta división horario permitió establecer en qué momento del día se presenta la mayor interacción y la mayor cantidad de individuos por lance de pesca.

Determinación de las zonas de pesca

Las zonas de pesca se fijaron utilizando secciones de 40 millas (Fig. 2), siguiendo la estratificación de GUTIÉRREZ y PERALTILLA (1999). En este sistema se establecen Áreas Isoparalitorales (AIP) formadas por la proyección imaginaria de la línea de costa cada 10 mn, las que son cortadas cada 30 minutos por los paralelos de latitud hasta una distancia de 300 millas náuticas desde la línea de costa.

Análisis de datos

Se empleó el programa R 3.2.2 (R CORE TEAM, 2014), para las pruebas de distribución normal de Shapiro-Wilks (SHAPIRO & WILK, 1965). Este análisis fue realizado con el objetivo de evaluar si los datos se ajustaban a una distribución normal (paramétrico). Asimismo, se correlacionaron factores como la distancia a la costa, a la isla San Gallán (mayor apostadero de individuos durante el periodo de estudio), la zona de pesca, el momento del día y el mes en que ocurrieron las interacciones, la edad y sexo de los individuos involucrados.

Para analizar estos datos (ARIAS – SCHREIBER, 1987) se emplearon las pruebas de Kruskal-Wallis (KRUSKAL & WALLIS, 1952), debido a que los datos de la población mostraron ser no paramétricos y correlación de Spearman (r_s , $p < 0,05$), mediante los cuales, se establecieron las relaciones estadísticamente significativas entre las variables muestreadas y el tipo de correlación que había entre ellas.

per fishing haul between May and June, the data were normalized by applying the logarithmization of the number of individuals per fishing haul ($\text{Log}(x+1)$). Since the abundance data per fishing haul are highly variable (range =1 – 700), this technique was used to obtain comparable results for both months.

To determine the hourly strata, the fishing haul were divided into 7-hour strata:

Morning: From 06:00 to 12:00

Afternoon: From 12:00 to 19:00

Night: From 22:00 to 05:00

This time division made it possible to establish at what time of the day the greatest interaction and the greatest number of individuals per fishing haul occurred.

Determination of fishing areas

The fishing areas were established using 40-mile sections (Fig. 2), following the stratification of GUTIÉRREZ & PERALTILLA (1999). In this system, Isoparalittoral Areas are established, formed by the imaginary projection of the coastline every 10 nm, which are cut every 30 minutes by the parallels of latitude up to a distance of 300 nautical offshore.

Data analysis

We used the R software 3.2.2 (R CORE TEAM, 2014) for the Shapiro-Wilks test for normality (SHAPIRO & WILK, 1965). This analysis was performed to assess whether the data fitted a normal distribution (parametric). Also, factors such as distance to the coast, distance to San Gallán Island (the main colony during the study period), fishing area, time of day and month of the interactions, and age and sex of the individuals involved.

To analyze these data (ARIAS – SCHREIBER, 1987), we employed the Kruskal-Wallis tests (KRUSKAL & WALLIS, 1952) since the population data showed to be non-parametric and the Spearman correlation (r_s , $p < 0.05$), by which we established the statistically significant relationships between the variables sampled and the type of correlation between them.

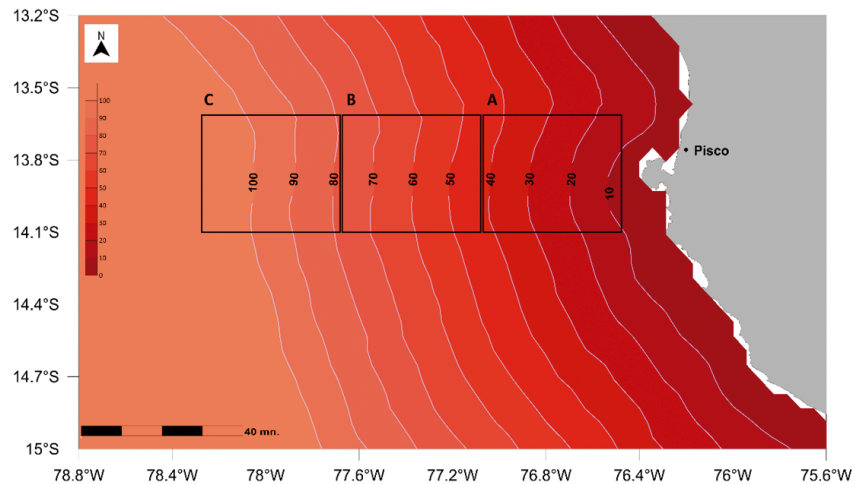


Figura 2.- Mapa de distribución de las zonas de pesca según bloques de 40 millas náuticas

Figure 2. Map of the distribution of fishing areas based on 40-nautical-mile sections

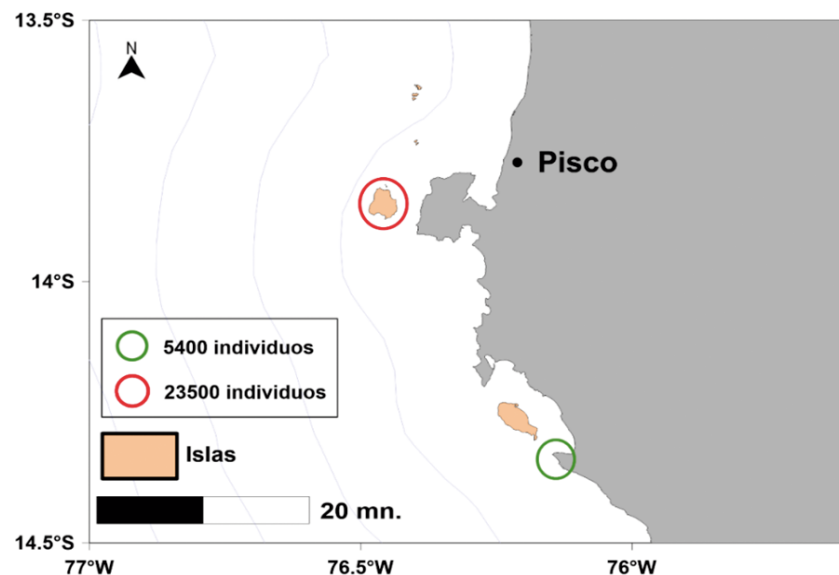


Figura 3.- Número de individuos de lobos chuscos registrados en Isla San Gallán y Morro Quemado en junio del 2013

Figure 3. Number of sea lions recorded on San Gallán Island and Morro Quemado in June 2013

3. RESULTADOS

Población del lobo marino sudamericano en la zona de Pisco

Durante el censo realizado en el mes de junio, se registraron 5.400 individuos en Morro Quemado, mientras que, en la isla San Gallán se encontraron 23.500 individuos (Fig. 3).

Descripción de la actividad pesquera del Puerto de Pisco

Caracterización de las embarcaciones pesqueras

Las embarcaciones pesqueras fueron de categoría industriales, pertenecientes a tres empresas pesqueras (Tabla 1).

3. RESULTS

South American sea lion population in the Pisco area

During the census carried out in June, there were 5,400 individuals recorded in Morro Quemado, while 23,500 individuals were found in San Gallán Island (Fig. 3).

Description of the fishing activity in the Port of Pisco

Characterization of fishing vessels

There were only large-scale fishing vessels, belonging to three fishing companies (Table 1).

Tabla 1.- Caracterización de las embarcaciones pesqueras según el tipo y actividad

Table 1. Characterization of fishing vessels by type and activity

Características Characteristics	Embarcación / Vessel				
	1	2	3	4	5
Casco	Acero naval	Acero naval	Acero naval	Acero naval	Acero naval
CB (m ³)	862,42	399,31	400	364,84	565,78
Eslora	57,38	44,52	44,7	44,80	53,4
Manga	11,16	9,9	10,05	9,80	10,05
Puntal	5,69	5,00	4,98	5,00	4,95
Tipo de red	Red de cerco	Red de cerco	Red de cerco	Red de cerco	Red de cerco
Especie objetivo	Anchoveta	Anchoveta	Anchoveta	Anchoveta	Anchoveta

Tabla 2.- Viajes evaluados durante mayo y junio del 2013

Table 2. Trips evaluated in May and June 2013

Mes	Viajes (N)	Lances (n)	EP (Lances/viaje)	CPUE (Toneladas/viaje)
Mayo	26	72	2,77	333,61
Junio	10	32	3,2	335,25

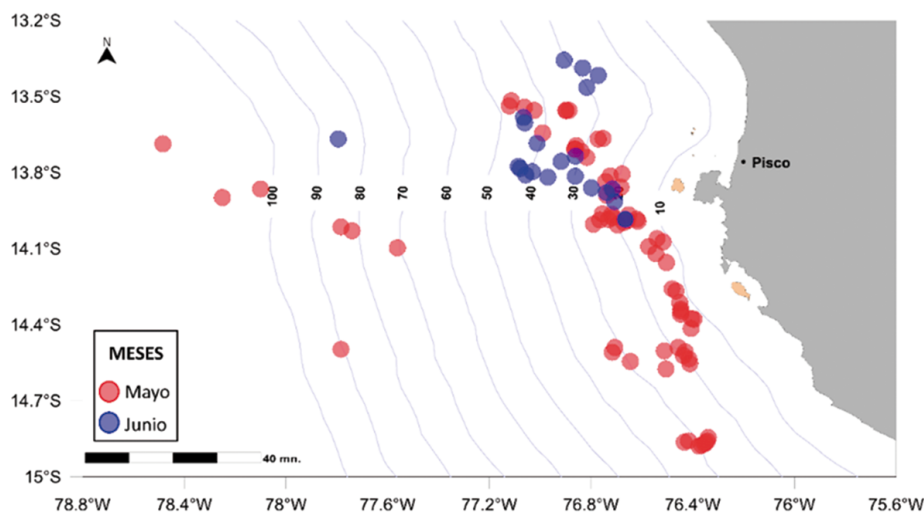


Figura 4.- Distribución mensual de los lances de pesca frente a Pisco

Figure 4. Monthly distribution of fishing hauls off Pisco

Descripción del esfuerzo pesquero

Se muestrearon 104 lances de pesca en la zona de Pisco entre la segunda quincena de mayo (del 16 al 26) y la primera quincena de junio (del 07 al 14) del 2013. El promedio de toneladas capturadas en mayo fue de $333,61 \pm 77,63$ t/lance (rango = 90 – 410 toneladas, n = 72 lances) (Tabla 2). En junio se capturó un promedio de $335,29 \pm 126,78$ t/viaje (rango = 150 – 500 toneladas, n = 32 lances). En la figura 4 se observa la distribución de lances por mes, observándose mayor concentración de embarcaciones frente a Morro Quemado durante mayo, mientras que los lances de junio fueron más frecuentes al norte, frente a isla San Gallán.

Description of fishing effort

A total of 104 fishing haul were sampled in the Pisco area between mid-May (16-26) and the first half of June (7-14) 2013. The mean number of tons caught in May was 333.61 ± 77.63 t/fishing haul (range = 90 – 410 tons, n = 72 fishing haul) (Table 2). In June, the mean was 335.29 ± 126.78 t/trip (range = 150 – 500 tons, n = 32 fishing haul). Figure 4 shows the distribution of fishing hauls by month, with a higher concentration of vessels off Morro Quemado in May, while fishing haul in June were more frequent to the north, off San Gallán Island.

Tabla 3.- Interacción de lobos marinos según la capacidad de bodega de las embarcaciones involucradas

Table 3. Sea lion interaction according to the hold capacity of the vessels involved

Embarcación	Capacidad de bodega	Promedio de individuos por lance	DS	Mínimo	Máximo
1	862,40	44,64	80,47	5	370
2	399,31	106,46	148,59	7	500
3	400,00	96,39	139,15	6	500
4	364,84	105,26	147,76	6	700
5	565,78	130,30	124,98	22	364

Tabla 4.- Grado de interacción del lobo marino sudamericano con la flota anchovetera en términos de individuos avistados durante los lances de pesca

Table 4. Degree of interaction of the South American sea lion with the anchoveta fleet in terms of individuals sighted during fishing hauls

Grado de interacción	Rango de individuos	Rango de distancias	Promedio de individuos	Desviación estándar	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
NULO	0	10 - 130	0	0	7	6,73%
BAJO	1 - 87	10 - 125	30,94	21,95	70	67,31%
MEDIO	88 - 351	10 - 80	142,4	70,25	20	19,23%
ALTO	352 - 705	10 - 25	509,14	98,24	7	6,73%

El análisis de la relación entre la capacidad de bodega y el promedio de individuos registrados por lance de pesca mostraron que, en la embarcación con mayor capacidad de bodega, hubo menos individuos interactuando, mientras que hubo más animales en las embarcaciones con capacidad de bodega menor (Tabla 3).

Distribución de los lances de pesca con presencia de lobos marinos

Se registró una media de 88 ± 133 individuos por lance (rango: = 5 – 700 individuos, $n = 8548$ individuos). Los lances de pesca se distribuyeron entre 13° y 15° S, y desde $76,5^\circ$ W hasta 79° W, la distancia mínima a costa fue de 10 millas náuticas. Durante esta investigación los lances muestreados se ubicaron frente a Pisco, abarcando la península de Paracas y bahía Independencia. Durante las observaciones se percibió que los individuos de la especie *O. byronia* interactuaron en diferente magnitud, diferenciándose 4 niveles (Tabla 4, Figs. 5, 6).

Distancia a costa y a las principales colonias de lobos marinos

Los resultados obtenidos mostraron que los lances con niveles de interacción medio y alto se ubicaron bastante cerca a costa y a la isla San Gallán, presentando correlación inversa, es decir que, a menor distancia a la costa, mayor fue el número de lobos marinos involucrados en la interacción, mientras que en los lances que se realizaron a más de 80 millas náuticas de distancia, el número de individuos pro-

The analysis of the ratio between hold capacity and the mean number of individuals recorded per fishing haul showed that on the vessel with the largest hold capacity, fewer individuals were interacting, while there were more animals on the vessels with smaller hold capacity (Table 3).

Distribution of fishing hauls with presence of sea lions

A mean of 88 ± 133 individuals per fishing haul was recorded (range: = 5 – 700 individuals, $n = 8548$ individuals). Fishing hauls were distributed between 13° and 15° S, and from 76.5° W to 79° W, the minimum distance to shore was 10 nautical miles. The fishing hauls sampled during this research were located off Pisco, covering the Paracas Peninsula and Independencia Bay. We observed that *O. byronia* interacted in different magnitudes, with 4 different levels of interactions (Table 4, Figs. 5, 6).

Distance to coast and main sea lion colonies

The results obtained showed that the fishing hauls with medium and high levels of interaction were located quite close to the coast and San Gallán Island, presenting an inverse correlation, i.e., the shorter the distance to the coast, the greater the number of sea lions involved in the interaction, while in the fishing hauls that took place more than 80 nm offshore, the mean number of individuals was 19.67 ± 21.18 (Fig. 7). To test this hypothesis,

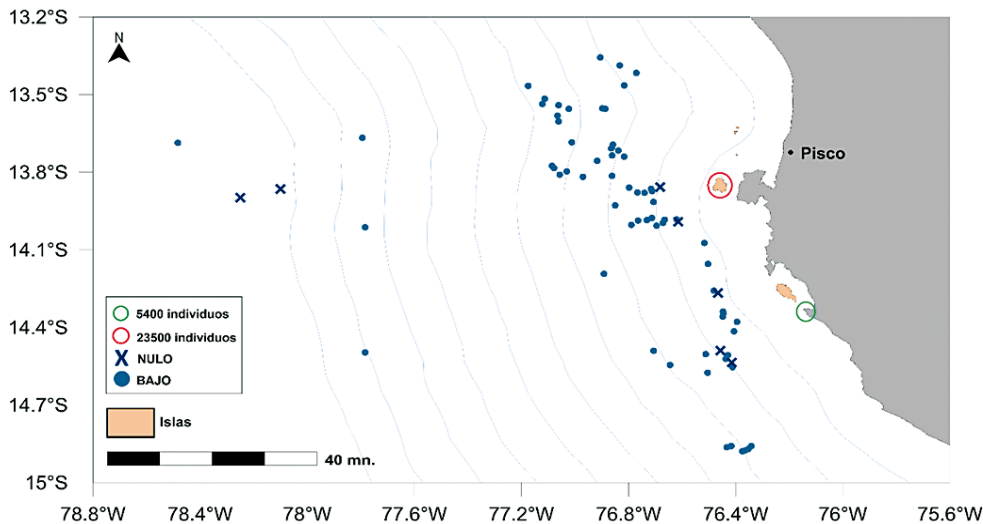


Figura 5.- Grados de interacción nulo y bajo del lobo marino chusco durante los lances de pesca de embarcaciones industriales muestreadas en mayo y junio del 2013 en la zona de Pisco

Figure 5. Null and low degrees of interaction of sea lions during fishing hauls by industrial vessels sampled in May and June 2013 in the Pisco area

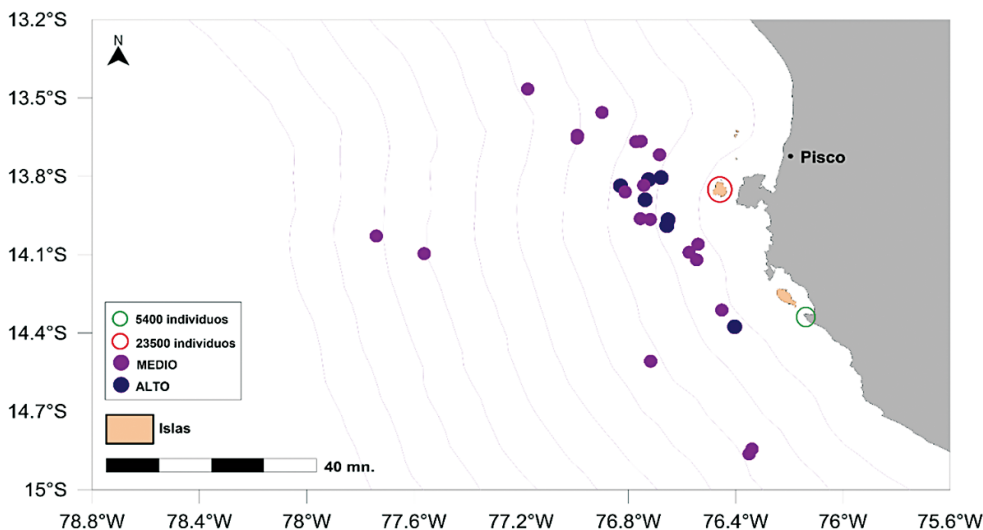


Figura 6.- Grados de interacción medio y alto del lobo marino chusco durante los lances de pesca de embarcaciones industriales muestreadas en mayo y junio del 2013 en la zona de Pisco

Figure 6. Medium and high interaction degrees of sea lion sea lion during fishing hauls by industrial vessels sampled in May and June 2013 in the Pisco area

medio fue $19,67 \pm 21,18$ (Fig. 7). Para comprobar esta hipótesis se realizaron las pruebas de correlación de Spearman, dando como resultado: $r_s = -0,2551$, p – valor = $0,0089$, en la que la correlación fue significativa.

Las pruebas para evaluar la relación entre la cantidad de individuos por lance y la distancia a la isla San Gallán, resultaron en que, a menor distancia a la isla, mayor fue el grado de interacción (Fig. 8), mientras que los lances que se ubicaron a distancias mayores a 60 millas náuticas no superaron los $21,37 \pm 14,51$ individuos por lance. Esta hipótesis se comprobó mediante las pruebas de correlación de Spearman, dando como resultado: $r_s = -0,2405$, p – valor = $0,0177$.

we performed the Spearman correlation tests, resulting in: $r_s = -0.2551$, p – value = 0.0089 , in which the correlation was significant.

Tests to evaluate the relationship between the number of individuals per fishing haul and the distance to San Gallán Island showed that the shorter the distance to the island, the greater the degree of interaction (Fig. 8), while fishing hauls located at distances greater than 60 nm did not exceed 21.37 ± 14.51 individuals per fishing haul. This hypothesis was verified by Spearman’s correlation tests, resulting in: $r_s = -0.2405$, p – value = 0.0177 .

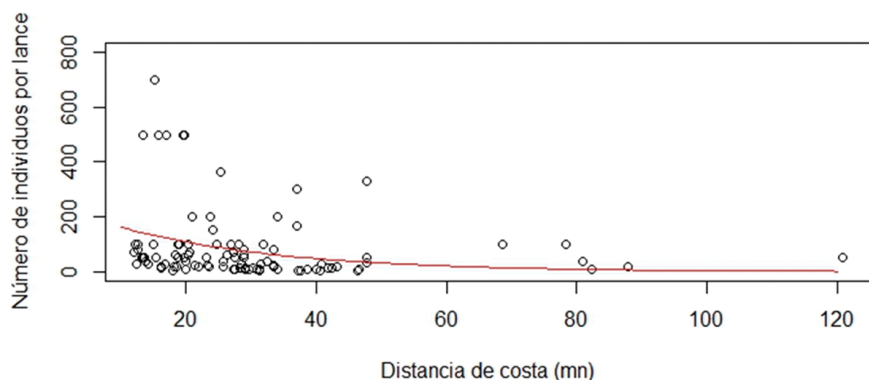


Figura 7.- Relación entre el número de individuos de lobo chusco y la distancia a la costa durante los meses de mayo y junio 2013

Figure 7. Relationship between the number of sea lion individuals and the distance to the coast in May and June 2013

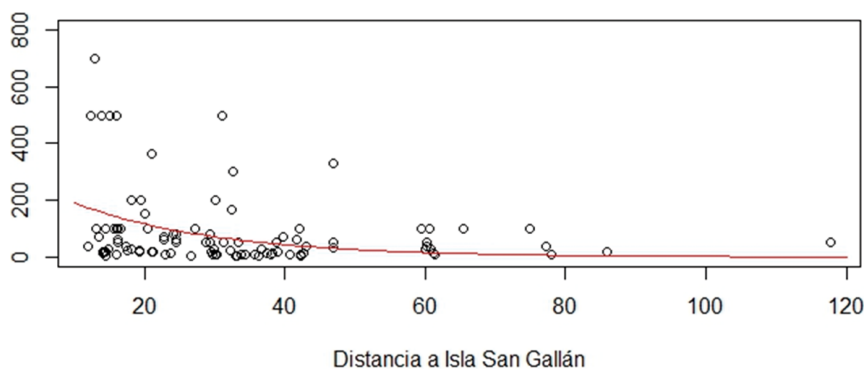


Figura 8.- Relación entre el número de individuos de lobo marino chusco y distancia a la isla San Gallán durante los meses de mayo y junio 2013

Figure 8. Relationship between the number of sea lion individuals and distance to San Gallán Island in May and June 2013

Abundancia y comportamiento de lobos marinos por lance de pesca

En mayo se registró presencia de lobos marinos en 90,28% de los lances de pesca, mientras que en junio abarcaron el 100% de los lances (Tabla 5).

Durante mayo no se registraron lances de pesca con lobos marinos muertos, mientras que en junio la proporción fue de 3,13% (Fig. 9). Sin embargo, estos resultados solo evidencian la magnitud de la interacción de los viajes muestreados en la zona de Pisco, lo que puede variar según la flota y el área muestreada.

A pesar que en mayo se registró menor proporción de lances de pesca con interacción con lobos marinos (Tabla 3), en ese mes se observó un promedio de $96,82 \pm 144,25$ lobos por lance de pesca, mientras que, en junio, mes con mayor interacción, el promedio fue de $50,22 \pm 87,81$ lobos marinos.

Abundance and behavior of sea lions by fishing haul

In May, South American sea lions were present in 90.28% of the fishing hauls, while in June they were present in 100% of them (Table 5).

In May, we did not record any fishing hauls with dead sea lions, while in June, the ratio was 3.13% (Fig. 9). Nevertheless, these results only show the magnitude of the interaction of the trips sampled in the Pisco area, which may vary according to the fleet and the area sampled.

Although in May there was a lower ratio of fishing hauls with interaction with sea lions (Table 3). In that month, we observed an average of 96.82 ± 144.25 sea lions per fishing hauls, while in June, when the highest interaction occurred, the average was 50.22 ± 87.81 sea lions per fishing haul.

Tabla 5.- Cuantificación mensual de la interacción de lobos marinos durante los lances de pesca muestreados

Table 5. Monthly quantification of sea lion interaction during sampled fishing hauls

Lances de pesca	Mayo	Junio
Cantidad de registros	72	32
Número de individuos avistados	6971	1607
Promedio de individuos	96,82 ± 144,25	50,22 ± 87,81
Lances con presencia de lobos	90,28%	100,00%
Lances con ausencia de lobos	9,72%	0,00%

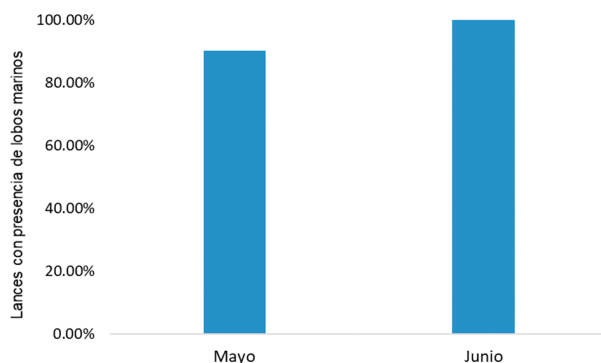


Figura 9.- Proporción de lances de pesca de embarcaciones industriales de cerco con presencia de lobos marinos durante los meses de mayo y junio del 2013

Figure 9. Ratio of industrial purse seiners fishing hauls with presence of sea lions in May and June 2013

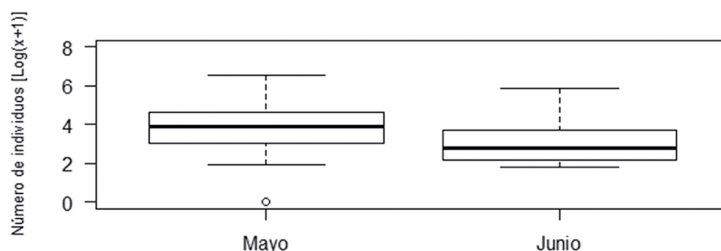


Figura 10.- Diferencias en el grado de interacción del lobo marino chusco entre los meses de mayo y junio 2013

Figure 10. Differences in the degree of sea lion interaction between May and June 2013

Los lances de pesca evaluados durante mayo presentaron una tendencia central de la distribución, además se encontró por encima de junio, sin embargo, la dispersión del 50% central de la distribución fue similar en ambos meses (Fig. 10).

The fishing haul evaluated in May showed a central tendency of the distribution, which was also higher than in June. However, the dispersion of the central 50% of the distribution was similar in both months (Fig. 10).

La prueba de Kruskal Wallis, mostró que $H_{(2, n = 104)} = 8,069$, $p - \text{valor} = 0,0045$, lo que indica que sí hay diferencias significativas entre las interacciones registradas en ambos meses.

The Kruskal-Wallis test showed that $H_{(2, n = 104)} = 8.069$, $p - \text{value} = 0.0045$, indicating that there are significant differences between the interactions recorded in both months.

Mediante los resultados obtenidos sobre abundancia y comportamiento que mostraron los lobos, se resalta que los individuos observados presentan un comportamiento diferente a los individuos que viajan para alimentarse, sucediendo que tanto las embarcaciones pesqueras como los lobos marinos llegan a una misma zona a pescar, y fueron los mismos individuos los que intervienen en los lances de pesca de las diferentes embarcaciones que operaron en la zona muestreada, siendo baja la tasa de arribo de nuevos individuos.

The results obtained on the abundance and behavior of sea lions show that the observed individuals have different behavior than the individuals that travel to feed since both the fishing vessels and the sea lions arrive in the same area to fish, and the same specimens were involved in the fishing hauls of the different vessels that operated in the sampled area, with a low rate of arrival of new individuals.

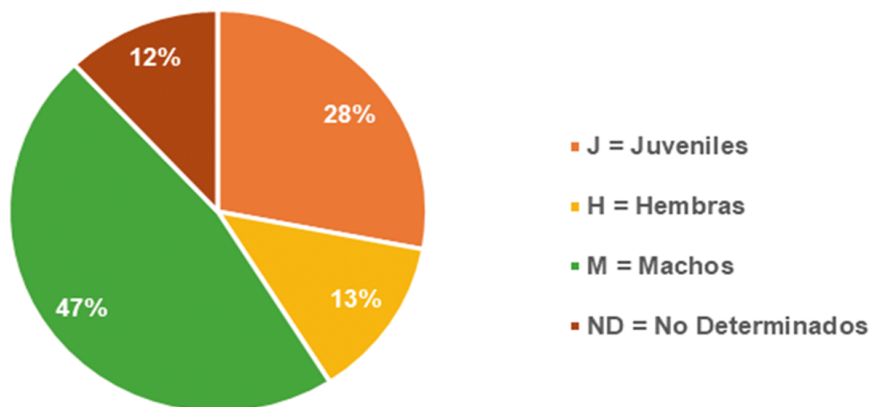


Figura 11.- Proporción de sexos del lobo marino chusco registrados durante los lances de pesca entre mayo y junio 2013

Figure 11. Sea lion sex ratio recorded during fishing hauls between May and June 2013

Caracterización de la interacción por edad y sexo

Se realizó la categorización de los individuos involucrados en 10 lances de pesca, donde se pudo observar ausencia de crías y presencia de otras categorías de edad y sexo, como es el caso de los machos, tanto adultos como subadultos, que representaron 47% de los individuos observados (Fig. 11). Las dos categorías se diferencian porque los machos adultos poseen un harem de hembras y estas a su vez tienen crías, a diferencia de los machos subadultos que aún están solitarios. La segunda categoría fueron los juveniles (28%), 13% fueron hembras y, no se pudo determinar ni sexo ni edad al 12% de individuos.

Se evaluó el grado de interacción correspondiente a cada categoría, encontrándose que los machos adultos (32%) y subadultos (30%), interactuaron en mayor grado que las otras categorías, sin embargo, su tendencia central fue muy similar a la de las hembras (Tabla 6), lo que en ambos casos significa que 50% de las observaciones fueron de grupos menores a 50 individuos, no obstante, este grupo presentó una amplia dispersión (Fig. 12), ya que su media estuvo por encima de la mediana. En el caso de las hembras, la dispersión fue menor, lo que significó que el número de individuos de esta categoría fue similar en todos los lances y su media fue muy similar a la mediana.

Por el lado de los juveniles, la mediana fue 23 (Tabla 5) y la media aritmética de $23,33 \pm 35,00$ (rango = 6 – 102), lo que indica que se trató de un grado medio de interacción, con mayor dispersión que las hembras, pero menor que los machos. Los individuos no determinados tuvieron bajo grado de interacción con el 50% de grupos menores de 45 individuos.

Characterization of interaction by age and sex

We categorized the individuals involved in 10 fishing hauls, where we observed the absence of offspring and the presence of other age and sex categories, such as adult and sub-adult males, which accounted for 47% of the individuals observed (Fig. 11). The two categories differ because adult males have a harem of females and these, in turn, have offspring, unlike sub-adult males that are still solitary. The second category was juveniles (28%), 13% were females, and neither sex nor age could be determined for 12% of individuals.

We evaluated the degree of interaction corresponding to each category and found that adult (32%) and sub-adult (30%) males interacted to a greater degree than the other categories. Nonetheless, their central tendency was very similar to that of the females (Table 6), which in both cases means that 50% of the observations were of groups of less than 50 individuals, although this group showed a wide dispersion (Fig. 12) since its mean was above the median. Regarding females, the dispersion was smaller, which meant that the number of individuals in this category was similar in all fishing hauls and their mean was very similar to the median.

Regarding juveniles, the median was 23 (Table 5) and the arithmetic mean was 23.33 ± 35.00 (range = 6 – 102), indicating a medium degree of interaction, with greater dispersion than females, but less than males. Undetermined individuals had a low degree of interaction with 50% of groups smaller than 45 individuals.

Momento de la interacción

Se observaron tres momentos diferentes del día en los que se realizaba la interacción de los lobos marinos con las embarcaciones pesqueras, cuantificándose a los individuos involucrados durante la mañana, tarde y madrugada.

Los resultados mostraron que en horas de la mañana y la tarde fueron los de mayor interacción de lobos marinos durante los lances de pesca, encontrándose una ligera diferencia durante la tarde, cuando el promedio de individuos interactuante fue 96,08, mientras que en la mañana fue 65,64 (Fig. 13). Para comprobar la diferencia durante los tres momentos del día se aplicó la prueba de Kruskal – Wallis, obteniéndose como resultado $H_{(3, n = 104)} = 0,8208$ y $p - \text{valor} = 0,6634$, lo que indica que no hay diferencias entre el grado de interacción en términos de número de animales involucrados.

Zonas de pesca

Se identificaron tres zonas de pesca según las AIP y la concentración de los lances de pesca en estas zonas (Tabla 7). La zona A, estuvo comprendida entre 10 y 40 mn, concentrando el 81,73% de los lances de pesca (n = 85) con promedio de 91,06.

Time of interaction

We observed three different times of the day when the sea lions interacted with the fishing vessels and quantified the individuals involved during the morning, afternoon, and night.

The results showed that the morning and afternoon were the hours of greatest interaction of sea lions during fishing hauls, with a slight difference found in the afternoon, when the mean number of interacting individuals was 96.08, while in the morning it was 65.64 (Fig. 13). We applied the Kruskal – Wallis, test to check the difference during the three times of the day, obtaining as a result $H_{(3, n = 104)} = 0.8208$ and $p - \text{value} = 0.6634$, which indicates that there is no difference between the degree of interaction in terms of the number of animals involved.

Fishing grounds

Three fishing grounds were identified by the Isoparalittoral Areas and the concentration of fishing hauls in these zones (Table 7). Zone A was between 10 and 40 nm, concentrating 81.73% of the fishing hauls (n = 85) with a mean of 91.06%.

Tabla 6.- Caracterización de la interacción del lobo marino chusco según las categorías de edad y sexo registradas durante los lances de pesca evaluados durante mayo y junio del 2013

Table 6. Characterization of sea lion interaction by age and sex categories recorded during fishing hauls evaluated in May and June 2013

Número de individuos	Machos	Juveniles	Hembras	ND
Mínimo	10	6	3	3
Mediana	38	23	11	10
Media	39,16	23,33	10,83	10,00
DS	58,74	35,00	16,25	15,00
Máximo	171	102	47	44

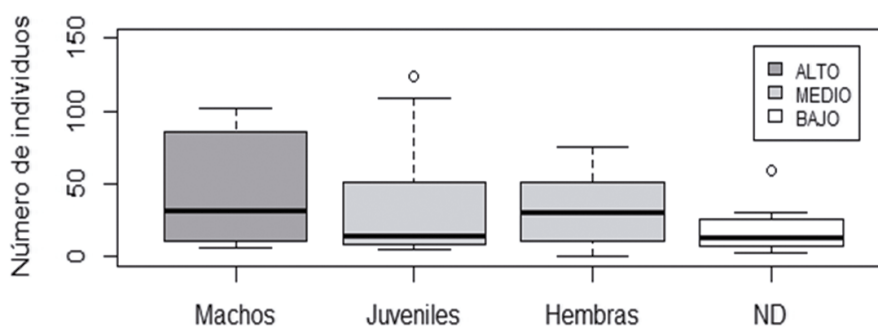


Figura 12.- Diferencias en el grado de interacción entre las categorías del lobo marino chusco registradas durante los lances de pesca muestreados en mayo y junio 2013

Figure 12. Differences in the degree of interaction between sea lion categories recorded during fishing hauls sampled in May and June 2013

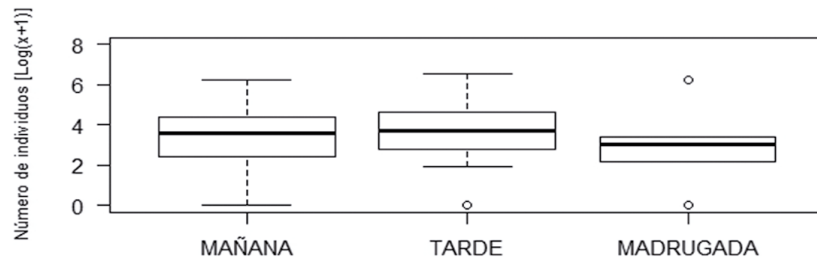


Figura 13.- Diferencias en el grado de interacción del lobo marino chusco según la hora de los lances muestreados en las embarcaciones industriales de cerco entre mayo y junio 2013

Figure 13. Differences in the degree of interaction of sea lion according to the time of fishing haul sampled on large-scale purse seiners between May and June 2013

Tabla 7.- Descripción de las zonas de pesca identificadas durante los lances de pesca evaluados entre mayo y junio 2013

Table 7. Description of the fishing grounds identified during the fishing hauls evaluated between May and June 2013

Características	Zona		
	A	B	C
Rango (mn)	10 - 40	40 - 70	70 - 120
Distancia promedio	23,16 ± 7,46	46,12 ± 7,71	83,04 ± 34,09
Número de lances	85	12	7
Promedio de individuos por lance	91,06 ± 139,23	51,67 ± 91,69	31,14 ± 35,99
Número máx. de individuos	700	330	100
Número mín. de individuos	5	5	8
Lances sin presencia de lobos	5	0	2

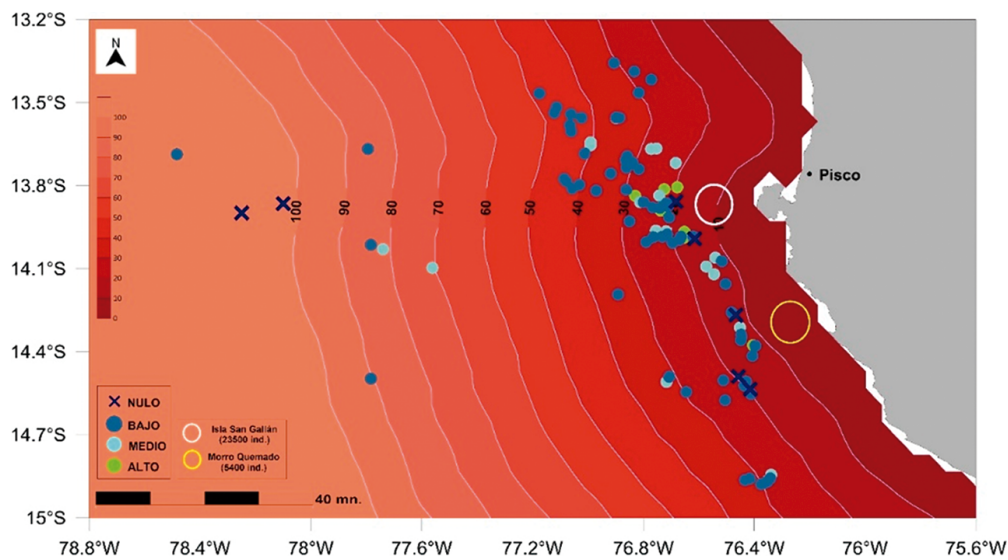


Figura 14.- Zonas de pesca identificadas durante los lances de pesca evaluados durante los meses de mayo y junio 2013

Figure 14. Fishing grounds identified during the fishing hauls evaluated in May and June 2013

Los lances de pesca se agruparon frente a isla San Gallán, disminuyendo hacia el sur, frente a Morro Quemado (Fig. 14); en la zona A, a 20 mn de costa en cinco lances hubo ausencia de lobos marinos.

Fishing hauls were grouped off San Gallán Island but decreased southwards, off Morro Quemado (Fig. 14). In zone A, at 20 nm offshore, there were no sea lions in five hauls.

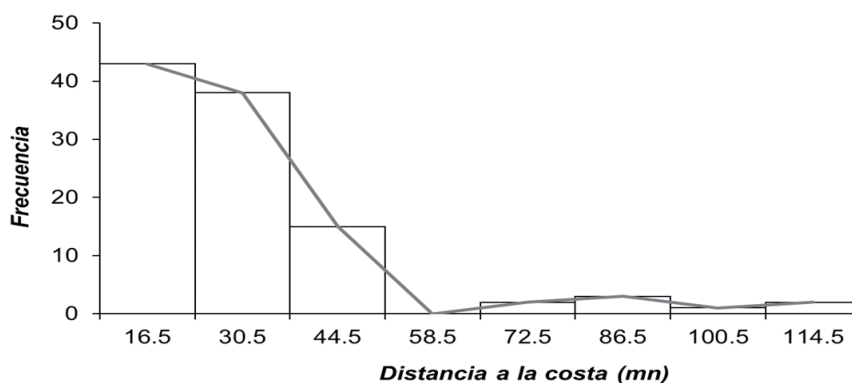


Figura 15.- Frecuencia de observación de individuos de *O. byronia* a diferentes distancias a la costa

Figure 15. Frequency of observation of *O. byronia* at different distances to the coast

Los resultados de los cuatro niveles de interacción mostraron que mientras más cerca de la costa se realizaron los lances de pesca, mayor fue el número de individuos que interactuaron en las AIP entre 40 y 120 mn (Fig. 15).

4. DISCUSIÓN

La interacción observada durante este estudio fue de tipo operacional, se pudo registrar a los lobos marinos consumiendo los peces directamente de las redes de pesca y ocasionando daños a los aparejos y las capturas. Este comportamiento se podría explicar ante la alta utilización de la zona costera por las actividades pesqueras y acuícolas, lo que ha incrementado la posibilidad de interacciones con mamíferos marinos (HARWOOD & CROXALL, 1988; BJØRGE *et al.*, 2002), además varios autores refieren que los conflictos ocurren en todas las áreas donde existe proximidad entre colonias de la especie *O. byronia* y puertos pesqueros (AGUAYO y MATURANA, 1973; GEORGE-NASCIMIENTO *et al.*, 1985; SIELFELD *et al.*, 1997; KOEN *et al.*, 2000). Según FERTL *et al.* (2002) este tipo de interacciones ocasiona conflictos pues se consumen especies importantes para la pesquería comercial. SHIMA *et al.* (2000) y HÜCKSTÄDT & KRAUTZ (2004) refieren que la superposición entre las zonas utilizadas por la flota y las áreas cercanas a las colonias podría resultar en conflictos durante las operaciones de pesca y/o la ocurrencia de conflictos potenciales derivados de los cambios en los recursos y presas que tienen en común. Por otro lado, estos conflictos generan impactos negativos en ambas direcciones, tanto a las capturas y redes de pesca, como en la posibilidad de lesiones y ocasionalmente la muerte de los lobos marinos (OLIVA *et al.*, 2003; READ, 2008; FERTL, 2009; REYES *et al.*, 2013).

Con relación a la alimentación, esta especie preda sobre diversas especies y son considerados oportunistas (CRESPO *et al.*, 2007; KOEN *et al.*, 2000)

The results of the four levels of interaction showed that the closer to shore the fishing hauls were made, the greater was the number of individuals interacting in the Isoparalittoral Areas between 40 to 120 nm (Fig. 15).

4. DISCUSSION

We observed operational interactions during this study, with sea lions consuming fish directly from fishing nets and causing damage to fishing gear and catches. This behavior could be explained by the high utilization of the coastal zone by fishing and aquaculture activities, which has increased the possibility of interactions with marine mammals (HARWOOD & CROXALL, 1988; BJØRGE *et al.*, 2002). Several authors also report that conflicts occur in all areas where there are *O. byronia* colonies and fishing ports are near each other (AGUAYO & MATURANA, 1973; GEORGE-NASCIMIENTO *et al.*, 1985; SIELFELD *et al.*, 1997; KOEN *et al.*, 2000). According to FERTL *et al.* (2002), this interaction causes conflicts because important species for the commercial fishery are consumed. SHIMA *et al.* (2000) and HÜCKSTÄDT & KRAUTZ (2004) refer that the overlap between the areas used by the fleet and the areas near the colonies could result in conflicts during fishing operations and/or the occurrence of potential conflicts derived from changes in the resources and prey they have in common. On the other hand, these conflicts generate negative impacts in both directions, both to catches and fishing nets, as well as the possibility of injury and occasionally death of sea lions (OLIVA *et al.*, 2003; READ, 2008; FERTL, 2009; REYES *et al.*, 2013).

Regarding feeding, *O. byronia* preys on various species and is considered opportunistic (CRESPO *et al.*, 2007; KOEN *et al.*, 2000) and according to ARIAS – SCHREIBER (2000) the main prey of this species in

y según lo reportado por ARIAS – SCHREIBER (2000) las principales presas de esta especie en Perú son la anchoveta, el camotillo (*Normanichtys crockeri*), pota (*Dosidicus gigas*) y la múnida (*Pleurocondes monodon*). Durante este estudio se pudo comprobar que los lobos chuscos consumieron anchoveta de las redes de pesca de la flota industrial de cerco, sin embargo, MUCK y FUENTES (1987) refieren que la depredación sobre la anchoveta por parte de los lobos marinos sería mínima en comparación con la de las aves guaneras y la pesca.

GONZÁLES *et al.* (2015) reportaron que el promedio de lobos observados por lance de pesca en la flota industrial entre Arica y el sur de Antofagasta entre febrero del 2010 y diciembre del 2011 fue de 55 ± 56 (rango = 0 – 290 individuos), resultados por debajo de lo encontrado en este estudio que fue de 88 ± 133 individuos por lance (rango = 0 - 700 animales). Sin embargo, lances con cantidades mayores a 200 individuos sólo fueron observados en el 8,65% del total de lances muestreados. Estos lances se localizaron entre 0 y 50 millas náuticas de distancia a la costa, mientras que en los lances que se realizaron a más de 60 millas náuticas, el promedio de individuos fue $31,14 \pm 35,99$. Este tipo de correlación inversa es explicada por el hecho que las áreas de alimentación de los lobos marinos se encuentran, fundamentalmente, en aguas costeras someras (GONZÁLES *et al.*, 2015) y que los lobos marinos interactúan con las pesquerías costeras, debido a que se reproducen en islas y sus zonas de alimentación están asociadas con áreas de alta productividad donde también operan muchas pesquerías (COSTA, 1993; SZTEREN & PÁEZ, 2002).

Con referencia a la distancia a la isla San Gallán, que fue la isla con la colonia de lobos marinos más grande de la zona, los resultados indicaron que, a menor distancia a la isla, mayor es el grado de interacción, mientras que los lances que se ubicaron a distancias mayores a 60 millas náuticas tuvieron un menor grado de interacción. Este resultado indica que la correlación fue significativa, a pesar de ser baja y que la asociación entre la distancia y la cantidad de individuos por lance fue negativa, es decir se encontraron más individuos interactuando cerca de la isla. Esto coincide con lo observado por SZTEREN & PÁEZ (2002) que establecieron que el número de lobos marinos interactuando con la flota se incrementa con la proximidad a las colonias.

Durante los lances de pesca se pudo observar que tanto las embarcaciones pesqueras como los lobos marinos llegan a una misma zona de pesca, y fue un solo grupo de lobos marinos los que intervinieron en los lances de pesca, yendo de una embarcación en la que ya se había terminado el lance de pesca hacia otra

Peru are anchoveta, mote sculpin (*Normanichtys crockeri*), jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*), and squat lobster (*Pleurocondes monodon*). In this study, we found that South American sea lions consumed anchoveta from the fishing nets of the large-scale purse seine fleet. However, MUCK & FUENTES (1987) report that sea lion predation on anchoveta is minimal compared to that of guano birds and the fishing fleet.

GONZÁLES *et al.* (2015) stated that the mean number of sea lions observed per fishing haul, between February 2010 and December 2011, in the industrial fleet from Arica to southern Antofagasta was 55 ± 56 (range = 0 – 290 individuals), which is below the results found in this study (88 ± 133 individuals per fishing haul (range = 0 - 700 animals)). However, fishing hauls with numbers greater than 200 animals were only observed in 8.65% of the total number of fishing hauls sampled. These hauls were located between 0 and 50 nm offshore, while in the fishing hauls that were made more than 60 nm offshore, the mean number of individuals was 31.14 ± 35.99 . This type of inverse correlation is explained by the fact that sea lions' feeding areas are mainly located in shallow coastal waters (GONZÁLES *et al.*, 2015) and that *O. byronia* interact with coastal fisheries because they mate on islands and their feeding areas are associated with high productivity zones where many fisheries also operate (COSTA, 1993; SZTEREN & PÁEZ, 2002).

Regarding the distance to San Gallán Island, which was the island with the largest sea lion colony in the area, the results indicated that the shorter the distance to the island, the greater the degree of interaction, the fishing hauls located at distances greater than 60 nm had a lower degree of interaction. This result indicates that the correlation was significant, despite being low, and that the association between distance and the number of individuals per fishing haul was negative, more individuals were found interacting near the island. This agrees with the observations of SZTEREN & PÁEZ (2002) who established that the number of sea lions interacting with the fleet increases with proximity to the colonies.

During the fishing hauls, we observed that both the fishing vessels and the sea lions arrived at the same fishing ground, and only one group of sea lions intervened in the fishing hauls, going from a vessel in which the fishing haul had already been completed to another vessel in which the work had

embarcación en la que recién se iniciaba el trabajo, todo en la misma zona, siendo baja la tasa de arribo de nuevos individuos. Esto concuerda con lo encontrado por KÖNIGSON *et al.* (2006), quienes indican que una experiencia previa puede alentar a los lobos marinos a retornar a las áreas donde previamente tuvieron éxito para alimentarse y que han aprendido a relacionar la presencia de embarcaciones pesqueras con la de alimento (GOETZ *et al.*, 2008). Los resultados de este estudio fortalecen la hipótesis que la alimentación en asociación de los lobos marinos durante las operaciones de pesca corresponde a un comportamiento aprendido y, además transferido de generación en generación mediante la observación y participación (GONZÁLES *et al.*, 2015; FERTL & LEATHERWOOD, 1997).

La prevalencia de los individuos machos durante la interacción puede atribuirse a las estrategias de alimentación de cada género (OLIVA *et al.*, 2003). Esto se pudo comprobar durante este estudio por la alta presencia de esta categoría en referencia a las otras categorías de edad y sexo, 47% de machos adultos y subadultos, frente al 28% representado por juveniles y 13% por hembras. KOEN *et al.* (2000) explican que esta diferencia podría deberse a que cada sexo utiliza de manera diferente los recursos, mientras que las hembras son costeras y bénticas, los machos suelen ser pelágicos y se alimentan en la columna de agua (CRESPO, 1988; KOEN *et al.*, 2000). Asimismo, se debe recordar la dinámica durante la temporada de reproducción, que se inicia con el arribo de los primeros machos adultos y hembras durante la tercera semana de diciembre (ACEVEDO *et al.*, 2003), y a fines de marzo se produce una desorganización de las agrupaciones, en la que los animales, en especial los machos, abandonan las loberas reproductivas y se dispersan en busca de alimento (HAMILTON, 1934). Esto podría explicar la mayor proporción de machos interactuando durante los lances de pesca, coincidiendo también con AURIOLES-GAMBOA *et al.* (2003), quienes encontraron que, en invierno, abundan los machos subadultos y tienen un fuerte impacto sobre el consumo de alimento total de la población. No obstante, sin importar las diferentes estrategias de alimentación de cada categoría, el éxito reproductivo de esta especie está altamente relacionado a las fluctuaciones de la disponibilidad de las presas (SOTO *et al.*, 2004)

Con relación a las condiciones ambientales predominantes durante el periodo de estudio, el IMARPE (2014) mostró que el 2013 se caracterizó por presentar condiciones predominantemente frías frente a la costa de Perú, alcanzando un rango de Niña débil en marzo-mayo. Este enfriamiento presentó anomalías térmicas de hasta $-6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en Pisco asociado a un intenso afloramiento de Aguas

just begun, all in the same area, with a low rate of arrival of new individuals. This is consistent with the findings of KÖNIGSON *et al.* (2006), who indicate that previous experience may encourage sea lions to return to areas where they were previously successful in feeding and that they have learned to relate the presence of fishing vessels to the presence of food (GOETZ *et al.*, 2008). Our results support the hypothesis that association feeding by sea lions during fishing operations is a learned behavior that has been transferred from generation to generation through observation and participation in fishing operations (GONZÁLES *et al.*, 2015; FERTL & LEATHERWOOD, 1997).

During the interaction, the prevalence of male individuals may be attributed to the feeding strategies of each gender (OLIVA *et al.*, 2003). We could verify this by the high presence of this category compared to the other age and sex categories, 47% of adult and sub-adult males, versus 28% represented by juveniles and 13% by females. KOEN *et al.* (2000) explain that this difference may be because each sex uses the resources differently, while females are coastal and benthic, males tend to be pelagic and feed in the water column (CRESPO, 1988; KOEN *et al.*, 2000). It is also important to remember the dynamics during the reproductive season, which begins with the arrival of the first adult males and females during the third week of December (ACEVEDO *et al.*, 2003), and in late March there is a disorganization of the groups, in which the animals, especially the males, abandon the reproductive colonies and disperse in search of food (HAMILTON, 1934). This could explain the higher ratio of males interacting during fishing hauls, which also coincides with AURIOLES-GAMBOA *et al.* (2003), who found that, in winter, sub-adult males are abundant and have a strong impact on the total food consumption of the population. Nevertheless, independently of the different feeding strategies of each category, the reproductive success of this species is highly related to fluctuations in the availability of prey (SOTO *et al.*, 2004)

The environmental conditions, IMARPE (2014) showed that 2013 was characterized by predominantly cold conditions off the Peruvian coast, occurring a weak La Niña in March-May. This cooling showed thermal anomalies of up to $-6.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ in Pisco associated with an intense upwelling of Cold Coastal Waters (CCW) and coincided with the occurrence of strong Paracas winds. Precisely, the first fishing season in Peru takes place during this

Costeras Frías (ACF) y coincidió con la ocurrencia de fuertes vientos Paracas. Es precisamente durante esta temporada que se desarrolla la primera temporada de pesca en Perú y, durante el año 2013, la mayor concentración de anchoveta se encontró frente a Pisco y hacia el sur de bahía Independencia operando entre 30 y 60 mn de la costa (IMARPE, 2014). Con respecto a las zonas de pesca de este estudio, se delimitaron siguiendo las concentraciones de embarcaciones según el Área Isoparalitoral y los resultados mostraron que la magnitud de las interacciones no está relacionada al tamaño de las colonias ni de la población total, sino que está asociada a las áreas que emplea la flota pesquera y su cercanía a las colonias de lobos marinos, puesto que en estos sitios suelen desarrollarse los comportamientos de forrajeo, alimentación y socialización de estos pinnípedos.

5. CONCLUSIONES

Durante esta investigación se logró demostrar que el tamaño de una colonia no está asociada a la cantidad de individuos que interactúan ni al grado de interacción que ocurre en Pisco, sino que este conflicto se suscita por la distancia a la costa y a las colonias en que operan las embarcaciones pesqueras.

Se debe mencionar que existen algunas limitantes dentro del estudio, como son el número de muestreos frente al total de embarcaciones de la flota industrial de anchoveta de Perú, por lo que no se puede extrapolar estos resultados a toda la costa, sino emplearlos para un manejo específico y regional.

Se recomienda mantener estos estudios en más de una temporada de pesca, con la finalidad de conocer la dinámica de las embarcaciones frente a diferentes condiciones ambientales.

period and, in 2013, the highest concentration of anchoveta was found off Pisco and to the south of Independencia Bay, operating between 30 and 60 nm offshore (IMARPE, 2014). The fishing grounds of this study, they were delimited following the concentrations of vessels according to the Isoparalittoral Area and the results showed that the magnitude of the interactions is not related to the size of the colonies or the total population but is associated with the areas used by the fishing fleet and their proximity to the sea lion colonies since these sites are usually where the foraging, feeding, and socialization behaviors of these pinnipeds are developed.

5. CONCLUSIONS

We demonstrated that the size of a colony is not associated with the number of individuals interacting or the degree of interaction that occurs in Pisco, but that this conflict is caused by the distance to the coast and to the colonies in which the fishing vessels operate.

It is worth mentioning that there are some limitations in the study, such as the number of samplings compared to the total number of vessels in the Peruvian anchoveta large-scale fleet, so that these results cannot be extrapolated to the entire coast, but can be used for specific and regional management.

We recommend maintaining these studies for more than one fishing season, to know the dynamics of the vessels under different environmental conditions.

REFERENCIAS / REFERENCES

- ACEVEDO J, AGUAYO A, SIELFELD W. 2003. Eventos reproductivos del león marino común, *Otaria byronia* (Shaw, 1800), en el norte de Chile (Pacífico Suroriental). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 38(2): 69-75.
- AGUAYO A, MATURANA R. 1973. Presencia del lobo marino común *Otaria byronia* en el litoral chileno. *Biol. Pesq.* 6: 49-75.
- ARIAS - SCHREIBER M. 1987. Interacciones entre lobos marinos y la pesquería artesanal en el puerto de San Juan de Marcona. UNALM.
- ARIAS-SCHREIBER M. 2000. Los lobos marinos y su relación con la abundancia de la anchoveta peruana durante 1979-2000. *Bol Inst Mar Perú*. 19(1-2): 133-138.
- ARIAS-SCHREIBER M, RIVAS C. 1998. Distribución, tamaño y estructura de las poblaciones de lobos marinos *Arctocephalus australis* y *Otaria byronia* en el litoral peruano en noviembre 1996 y marzo 1997 (N°73). Recuperado de <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/1242>.
- AURIOLLES - GAMBOA D, GARCÍA F, RAMÍREZ M, HERNÁNDEZ C. 2003. Interacción entre el lobo marino de California y la pesquería artesanal en la Bahía de La Paz, Golfo de California, México. *Ciencias Marinas*. 29: 357-370.
- BAKUN A, FIELD D, REDONDO-RODRIGUEZ A, WEEKS S. 2010. Greenhouse gas, upwelling-favorable winds, and the future of coastal ocean upwelling ecosystems. *Global Change Biology*. 16: 1213-1228.
- BERTRAND A, CHAIGNEAU A, PERALTILLA S, LEDESMA J, GRACO M, *et al.* 2011. Oxygen: A Fundamental Property Regulating Pelagic Ecosystem Structure in the Coastal Southeastern Tropical Pacific. *PLoS ONE*. 6(12): e29558.
- BJØRGE A, BEKKBY T, BAKKESTUEN V, FRAMSTAD E. 2002. Interactions between harbor seals, *Phoca vitulina*, and fisheries in complex coastal waters explored by

- combined Geographic Information System (GIS) and energetics modelling. *ICES J Mar Science*. 59: 29–42.
- BOUCHON M, CAHUÍN S, DIAZ E, ÑIQUE M. 2000. Captura y Esfuerzo de la pesquería de anchoveta peruana (*Engraulis ringens*). *Bol Inst Mar Perú*. 19(1-2): 109-115.
- CHÁVEZ F, RYAN J, LLUCH-COTA S, ÑIQUE M. 2003. From anchovies to sardines and back: multidecadal change in the Pacific Ocean. *Science*. 299(5604): 217-221.
- COSTA P. 1993. The relationship between reproductive and foraging energetics and the evolution of the Pinnipedia. In: I.L. Boyd (ed.), *Marine Mammals: Advances in Behavioural and Population Biology*. Zoological Society of London. Monogr. 66: 293-314.
- CRESPO E. 1988. Dinámica poblacional del lobo marino de un pelo, *Otaria byronia* (Shaw, 1800), en el Norte del litoral patagónico. Tesis Doctoral, Fac. Cs. Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 246 pp.
- CRESPO E, DANS S, KOEN M, PEDRAZA S. 2008. Interacciones entre mamíferos marinos y pesquerías en la costa argentina en Estado de Conservación del Mar Patagónico y Áreas de Influencia. [En línea]. Puerto Madryn, publicación del Foro, disponible en: <http://www.marpatagonico.org>
- CRESPO E, GARCÍA N, DANS S, PEDRAZA S, LEWIS M, CAMPAGNA C. 2007. Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino: Mamíferos marinos. 17 p.
- CSIRKE J, GUMY A. 1996. Análisis bioeconómico de la pesquería pelágica peruana dedicada a la producción de harina y aceite de pescado. *Bol Inst Mar Perú*. 15(2): 25-68.
- DEYOUNG B, HARRIS R, ALHEIT J, BEAUGRAND G, MANTUA N, SHANNON L. 2004. Detecting regime shifts in the ocean: Data considerations. *Progress in Oceanography*. 60(2-4): 143-164.
- EL PERUANO. 1990. Resolución Ministerial N° 1082-90-AG. Lima – Perú. 14 setiembre. 1990.
- EL PERUANO. 1992. Ley General de Pesca - Decreto Ley N° 25977.
- EL PERUANO. 2001. Decreto Supremo N° 012-2001-PE. 2001. Aprueban el Reglamento de la Ley General de Pesca. Lima – Perú. 13 de marzo del 2001.
- EL PERUANO. 2008. Decreto Legislativo N° 1084. Ley sobre Límites Máximos de Captura por Embarcación. Lima – Perú. 27 de junio del 2008.
- EL PERUANO. 2014. Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI. Lima – Perú. 8 de abril. 2014.
- FAO. 2018a. Perfiles de Pesca y Acuicultura por Países. Perú (2018). Hojas de datos de perfiles de los países. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [en línea]. Roma. Actualizado 15 01 2019. [Citado 10 September 2019]. <http://www.fao.org/fishery/>
- FAO. 2018b. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma.
- FERTL D. 2009. Fisheries, interference with. In: Perrin W, Würsig B, Thewissen J (eds). *Encyclopedia of marine mammals*. Academic Press, New York. pp. 439-443.
- FERTL D, LEATHERWOOD S. 1997. Cetacean interactions with trawls: a preliminary review. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*. 22: 219-248.
- FERTL D, PERRIN W, WÜRSIG B, THEWISSEN H. 2002. Interference with fisheries. *Encyclopedia of marine mammals*. Academic Press, San Diego.
- FLORES R, ESPINO M, LUQUE G, QUISPE J. 2013. Patrones de variabilidad ambiental en el mar peruano. *Revista peruana de biología*. 20(1): 21-28.
- GEORGE-NASCIMIENTO M, BUSTAMANTE R, OYARZÚN C. 1985. Feeding ecology of the South American sea lion *Otaria byronia*: food contents and food selectivity. *Marine Ecology Progress Series*. 21: 135–143.
- GOETZ S, WOLFF M, STOTZ W, VILLAGES MJ. 2008. Interactions between the South American sea lion (*Otaria byronia*) and the artisanal fishery off Coquimbo, northern Chile. *ICES Journal of Marine Science*. 65: 1739–1746.
- GONZÁLES E, VEGA R, RODRÍGUEZ Y. 2015. Operational interactions between the South American sea lion *Otaria byronia* and purse seine fishing activities in northern Chile. *Rev Biol Marina y Oceanografía*. 50(3): 479-489.
- GUTIÉRREZ M, PERALTILLA S. 1999. Aplicación de un Sistema de Información Geográfica y de la carta electrónica isoparalitoral en las evaluaciones hidroacústicas de la biomasa de recursos pesqueros en el mar peruano. *Inf Inst Mar Perú*. 146: 25-29.
- HAMILTON J. 1934. The southern sea lion *Otaria byronia* (de Blainville). *Discovery Reports*. 8: 269-318.
- HARWOOD J, CROXALL J. 1988. The assessment of competition between seals and commercial fisheries in the North Sea and the Antarctic. *Marine Mammal Science*. 4: 13–33.
- HILBORN R, BRANCH T, ERNST B, MAGNUSSON A, MINTE-VERA C, SCHEUERELL M, VALERO J. 2003. State of the world's fisheries. *Annual review of Environment and Resources*. 28(1): 359-399.
- HÜCKSTÄDT L, KRAUTZ M. 2004. Interaction between southern sea lions *Otaria byronia* and jack mackerel *Trachurus symmetricus* commercial fishery off central Chile: a geostatistical approach. *Marine Ecology Progress Series*. 282: 285-294.
- INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ. 2014. Anuario científico tecnológico IMARPE 2013. Anuario Científico Tecnológico IMARPE Vol. 17. 214 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA). 2002. Reserva Nacional de Paracas. Plan Maestro 2003-2007. GESTO Comunicación Integrada. Lima - Perú.
- KING J. 1983. *Seals of the World*. British Museum (Natural History) & Cornell University Press, New York, Second Edition, 240 pp.
- KOEN M, CRESPO E, PEDRAZA S, GARCÍA N, COSCARELLA M. 2000. Food habits of the south American sea lion, *Otaria byronia*, off Patagonia, Argentina. *Fishery Bulletin*. 98 (2): 250-263.
- KÖNIGSON S, LÜNDSTRÖM K, HEMMINGSSON M, LUNNERYD S, WESTERBERG H. 2006. Feedings references of harbor seals (*Phoca vitulina*) specialized in raiding fishing gear. *Aquatic Mammals*. 32: 152-156.
- KRUSKAL W, WALLIS W. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*. 47(260): 583–621.
- MUCK, P, FUENTES H. 1987. Sea lion and fur seal predation on the Peruvian anchoveta, 1953 to 1982. The Peruvian Anchoveta and its Upwelling Ecosystem: Three Decades of Change, ICLARM Studies and Reviews. 15: 234-247.
- OLIVA D, SIELFELD W, DURÁN L, SEPÚLVEDA M, PÉREZ M, RODRÍGUEZ L, STOTZ W, ARAOS V. 2003. Interferencia de mamíferos marinos con actividades pesqueras y de acuicultura. Informe Final. Subsecretaría de Pesca, Valparaíso. Proyecto FIP 03-32: 1-216.
- R CORE TEAM. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>

- READ A. 2008. The looming crisis: Interaction between marine mammals and fisheries. *Journal of Mammalogy*. 89(3): 541- 548.
- REYES P, HUCKE-GAETE R, TORRES-FLOREZ J. 2013. First observations of operational interactions between bottom trawling fisheries and South American sea lion, *Otaria byronia* in south-central Chile. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 93: 489-494.
- SANFELICE D, DE CASTRO VASQUES V, CRESPO E. 1999. Ocupação sazonal por duas espécies de Otariidae (Mammalia - Carnívora) da Reserva Ecológica da Ilha dos lobos, Rio Grande Do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*. (87): 101-110.
- SCHWARTZLOSE R, ALHEIT J, BAKUN A, BAUMGARTNER T, CLOETE R. *et al.* 1999. Worldwide large-scale fluctuations of sardine and anchovy populations. *African Journal of Marine Science* 21:289-347.
- SHAPIRO S, WILK M. 1965. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*. 52(3/4): 591-611.
- SHAW G. 1800. Seals – *Phoca byronia*. Pp. 260-261, in *General Zoology or systematic natural history* (G. Kearsley, ed.). Thomas Davidson, London. 1(2): 249-273.
- SHIMA M, HOLLOWED A, VANBLARICOM G. 2000. Response of pinniped populations to direct harvest, climate variability, and commercial fishery activity: a comparative analysis. *Reviews in Fisheries Science*. 8: 89-124.
- SIELFELD W, GUERRA C, DURÁN L, ACUÑA E, AGUAYO A, SEPÚLVEDA M, PALMA F, MALINARICH A, CERDA G, BOLVARÁN A, GRAU R, VELOSO X, GUERRA Y, VARGAS M, AMADO N, PEREDO R, GALÁZ J. 1997. Monitoreo de la pesquería y censo del lobo marino común en el litoral de la I-IV Regiones. Informe Técnico FIP-IT/95-28.
- SOTO K, TRITES A, ARIAS-SCHREIBER M. 2004. The effects of prey availability on pup mortality and the timing of birth of South American sea lions (*Otaria byronia*) in Peru. *Journal of Zoology*, 264(4): 419-428.
- SZTEREN D, PÁEZ E. 2002. Predation by southern sea lions (*Otaria byronia*) on artisanal fishing catches in Uruguay. *Marine and Freshwater Research* 53: 1161-1167.
- VAZ-FERREIRA R. 1976. *Otaria byronia* (Shaw). South American sea lion. Advisory Committee on Marine Resources research. (1): 1-20.
- VAZ-FERREIRA R. 1982. *Otaria byronia* (Shaw). Working Party on Marine Mammals. FAO Fisheries Series. (4): 531 pp.