

ESTIMACIÓN DE PÉRDIDA ECONÓMICA POR EXTRACCIÓN DE SEMILLA DE CONCHA DE ABANICO *Argopecten purpuratus* EN BAHÍA INDEPENDENCIA (14°15'S) DURANTE EL PERIODO CÁLIDO 2015 - 2017

ASSESSMENT OF ECONOMIC LOSS CAUSED BY THE ILLEGAL EXTRACTION OF SEEDS OF PERUVIAN SCALLOP *Argopecten purpuratus* IN INDEPENDENCIA BAY (14°15'S) DURING THE 2015-2017 WARM PERIOD

Oscar Galindo Flores¹

Sixto Quispe Cayhualla

<https://doi.org/10.53554/boletin.v36i2.351>

RESUMEN

GALINDO O, QUISPE S. 2021. Estimación de pérdida económica por extracción de semilla de concha de abanico *Argopecten purpuratus* en Bahía Independencia (14°15'S) durante periodo cálido 2015 - 2017. Bol Inst Mar Perú. 36(2): 524-533.- Entre los años 2015 y 2017, la temperatura superficial del mar en bahía Independencia (14° 15'S), se caracterizó por anomalías térmicas positivas, que alcanzó el máximo de +3,0 °C en enero 2016, condición que favoreció el crecimiento poblacional de la concha de abanico. La presencia de semillas de esta especie generó expectativas para su extracción, a pesar de ser una actividad ilegal, que se desarrolló con fines de confinamiento dentro y fuera de la bahía Independencia. En marzo 2016, en Laguna Grande se descargó 3,32 t de ejemplares de 22,4 mm de altura promedio, incrementándose los desembarques hasta alcanzar 20,77 t en junio 2016, totalizando ese año 59,665 t. En el 2017, se observó baja disponibilidad de semilla, que generó un valor de comercialización de 1,026 millones de soles. Las tallas proyectadas a 12 meses ($K = 0,5 \text{ año}^{-1}$, $L_{\infty} = 118 \text{ mm}$ y $t_0 = 0$) corresponderían a un valor de 9,846 millones de ejemplares de semilla, que generó un valor de comercialización de 1,026 millones de soles. Las tallas proyectadas a 12 meses ($K = 0,5 \text{ año}^{-1}$, $L_{\infty} = 118 \text{ mm}$ y $t_0 = 0$) corresponderían a un valor de 9,846 millones de ejemplares de semilla, que generó un valor de comercialización de 1,026 millones de soles. El cálculo económico nos permitió determinar una pérdida económica mayor a los 8 millones de soles, además de la pérdida poblacional del recurso, considerando que las condiciones cálidas incrementan la frecuencia reproductiva (desoves sucesivos), aportando nuevos cohortes a la población. La extracción ilegal de semilla de concha de abanico afectó la producción somática en los bancos naturales de bahía Independencia durante El Niño Costero 2017, afectando al ciclo natural de la especie.

PALABRAS CLAVE: *Argopecten purpuratus*, bahía Independencia, semilla, impacto económico

ABSTRACT

GALINDO O, QUISPE S. 2021. Assessment of economic loss caused by the illegal extraction of seeds of Peruvian scallop *Argopecten purpuratus* in Independencia Bay (14°15'S) during the 2015-2017 warm period. Bol Inst Mar Peru. 36(2): 524-533.- The SST in Independencia Bay (14°15'S), between 2015 and 2017, was characterized by positive thermal anomalies, which peaked at +3.0 °C in January 2016. This condition favored the population growth of Peruvian scallop (*Argopecten purpuratus*) in its natural banks. Although it is an illegal activity, the availability of their seeds generated expectations for their extraction. given the significant demand for seeds to be used in enclosures, within and outside the bay. A total of 3.32 t, with a mean height of 22.4 mm, was landed in Laguna Grande in March 2016, then landings increased to 20.77 t in June of the same year. By the end of the year, the total amount was 59.665 t. The availability of seeds was low in 2017, with landings in September amounting to 0.13 tons; practically all the natural banks were exhausted. We estimated, based on landings and individual weights, an extraction of 19,691 million seeds, which generated a marketing value of 1,026 million soles (about US\$ 309 million in that time). Their projected sizes at 12 months ($K = 0.5 \text{ year}^{-1}$, $L_{\infty} = 118 \text{ mm}$, $t_0 = 0$), when the scallops reach their commercial size, would correspond to a value of 9.846 million soles (about US\$ 2,857 million in that time). This estimation allows us to determine an economic loss higher than 8 million soles, in addition to the population loss of the resource caused by this illegal activity, since warm conditions favor the frequency of the reproductive activity (repeated spawning events) that supply new cohorts to the population. Thus, the illegal extraction of scallops' seeds affected the yields of the natural banks of Independencia Bay during the 2017 coastal El Niño, impacting the species natural cycle.

KEYWORDS: *Argopecten purpuratus*, Independencia Bay, seeds, economic impact

1. INTRODUCCIÓN

La bahía Independencia, ubicada al sur de Pisco, es considerada por algunos investigadores como una de las zonas más productivas del mundo para invertebrados bentónicos (MENDO y WOLF, 2003). De ahí se extraen alrededor de 35 especies de

1. INTRODUCTION

Some researchers consider Independencia Bay, located south of Pisco, to be one of the most productive areas worldwide for benthic invertebrates (MENDO & WOLF, 2003). Around 35 species of commercial invertebrates are extracted from the

¹ IMARPE, Laboratorio Costero de Pisco, ogalindo@imarpe.gob.pe

invertebrados comerciales, siendo la concha de abanico *Argopecten purpuratus* (Lamarck), el recurso más importante económicamente. Sus desembarques se incrementan exponencialmente durante los eventos fuertes de El Niño, por ejemplo, EN1982/83 cuyos resultados se observaron en 1985 con el desembarque de 40.287 t (FLORES, 1994) y en 1998 y 1999, producto de EN 1997/98 se desembarcó 33.932 t, según datos estadísticos del Laboratorio Costero de Pisco del IMARPE.

La concha de abanico desova todo el año y tiene picos principales de desove a finales del verano y otoño (ARNTZ & FAHRBACH, 1996). Según diversos estudios (WOLFF & WOLFF, 1983; WOLFF 1985, 1987; MENDO *et al.*, 1988; MENDO & JURADO, 1993) tanto en años normales como durante EN, su crecimiento poblacional se debe principalmente al incremento en la tasa de crecimiento, reducción del periodo larval, disminución de la mortalidad larval, incremento de mortalidad natural de depredadores, incremento de productos sexuales y reducción de competidores filtradores. Sin embargo, solo algunos de estos factores han sido investigados en la zona.

WOLFF (1985, 1987) indica que en 1983/84, bajo el efecto del fenómeno El Niño, la temperatura superficial del mar en los bancos de concha de abanico se incrementó de 16 °C, de un verano normal, hasta casi 25 °C. Esto generó recolonización y aumento exponencial de su población en los bancos naturales, que en 1985 produjo 40.287 t, el mayor desembarque histórico de la zona. La extracción descontrolada ocasionó que al año siguiente el desembarque disminuyera a solo 6.636 t. Cuando se presumía que EN 1997/98, en términos de producción, sería similar a EN 1983/84 se registraron 18.287 t en 1998, 15.815 t en 1999 y 4.175 t el 2000. Esto, probablemente, se debió a estrategias inapropiadas de explotación, aplicadas por pescadores y empresarios, con la consecuente pérdida económica y de biomasa (WOLFF & WOLFF, 1983; WOLFF 1985; MENDO *et al.*, 1988; YAMASHIRO & MENDO 1988; MENDO & JURADO, 1993). A pesar que el periodo cálido del 2015 al 2018 registró el tercer mayor pulso de temperatura en bahía Independencia, los desembarques comerciales fueron bajos, menor al 10% de lo registrado durante EN 1997/98.

El presente estudio, fijó como objetivo estimar la pérdida económica producida por la extracción ilegal de semilla de concha de abanico, en bancos naturales de bahía Independencia durante el periodo cálido 2015 a 2017. Se busca demostrar que el inadecuado manejo de los recursos, afectó el nivel de repoblación de la especie, así como la economía de la pesca artesanal marisquera.

area, being the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck), the most economically important resource. According to statistical data from the IMARPE's Coastal Laboratory of Pisco, during strong events, such as EN 1982/83 and EN 1997/98, landings increased exponentially, with 40,287 t landed in 1985 (FLORES, 1994) and 33,932 t landed in 1998 and 1999, respectively.

Peruvian scallop spawns year-round, with major spawning peaks in late summer and autumn (ARNTZ & FAHRBACH, 1996). Several studies (WOLFF & WOLFF, 1983; WOLFF 1985, 1987; MENDO *et al.*, 1988; MENDO & JURADO, 1993) have found that in both normal and EN years, its population growth is mainly due to increased growth rate, the shortening of the larval stage, decreased larval mortality, increased natural mortality of predators, increased spawning, and reduced filter-feeding competitors. However, only some of these factors have been investigated in the area.

According to WOLFF (1985, 1987), the sea surface temperature on the natural banks of *A. purpuratus* during El Niño 1983/84 increased from 16 °C, which is typical for a normal summer, to almost 25 °C. This led to recolonization and an exponential increase in the population on the natural banks, which in 1985 produced 40,000 t, which is the highest historical yield in the area. Nonetheless, yield in 1986 dropped to only 6,636 t, due to uncontrolled extraction. When EN 1997/98 occurred, it was expected to be similar in terms of production to EN 1983/84, but 18,287 t were recorded in 1998, 15,815 t in 1999, and 4,175 t in 2000. These yields are attributable to inappropriate exploitation strategies, applied by fishermen and businessmen, with the resulting economic and biomass losses (WOLFF & WOLFF, 1983; WOLFF 1985; MENDO *et al.*, 1988; YAMASHIRO & MENDO 1988; MENDO & JURADO, 1993). During the warm period (from 2015 to 2018), we recorded the third-highest temperature pulse in Independencia Bay, but commercial landings were low, less than 10% of what was recorded during EN 1997/98.

This study aims to assess the economic loss caused by the illegal extraction of Peruvian scallop seeds in the natural banks of Independencia Bay during the 2015-2017 warm period. Furthermore, we seek to demonstrate that the mismanagement of the resource affected the level of repopulation of the species, as well as the economy of the artisanal shellfish fishery.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizó la temperatura superficial del mar (TSM) de los últimos 40 años, registrados en la isla Independencia por personal de AGRORURAL tres veces por día. Valores que son promediados mensual y anualmente. La temperatura patrón se obtuvo de promedios mensuales y anuales de los cuarenta años. La diferencia de esta y la temperatura registrada, que puede ser positiva o negativa, proporcionan la anomalía térmica del mar. También se analizaron temperaturas mensuales del 2015 al 2018 en relación a la temperatura patrón del mes y sus anomalías. Se consideró la presencia de El Niño Costero 2017 (ENC 2017), el aumento de temperatura que influencia el desove y el crecimiento poblacional de la concha de abanico.

Se analizó información de desembarques registrados en caleta Laguna Grande, por el observador de campo del Laboratorio Costero de Pisco. Se usó la metodología implementada por el proyecto "Determinación del potencial pesquero artesanal en el litoral peruano" del IMARPE (ESTRELLA y GUEVARA-CARRASCO, 1998). Se diferenció la concha de abanico de tamaño comercial y semilla, siendo la última menor de 30 mm de altura de la valva. Adicionalmente, se tuvo en cuenta desembarques de semilla producidos en caleta Lagunillas, que por la cercanía a Laguna Grande y la comunicación de pescadores artesanales, se consideraron procedentes de bahía Independencia.

Para el esfuerzo pesquero se registró la embarcación extractora como unidad de poder de pesca, considerándose al viaje o faena de trabajo como unidad de tiempo de pesca, que fue un día (1 día/viaje). La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se registró en kilogramos por viaje. Este parámetro no considera el número de buzos por embarcación, tiempo de buceo, ni esfuerzo dirigido a la extracción de otras especies capturadas.

Para determinar el tamaño y peso promedio de la semilla, se realizó un muestreo al azar (ARGUELLES *et al.*, 2011). La población extraída se determinó dividiendo los volúmenes de desembarque entre el peso promedio por individuo. El valor de comercialización de la semilla se hizo en base a su costo por manojo (manojo = 8 docenas), que fue de S/. 5,00 c/manojo. Tanto para la proyección de tallas como para la población, se utilizaron parámetros de crecimiento en la zona ($K= 0,5 \text{ año}^{-1}$, $L_{\infty}= 118 \text{ mm}$, $t_0= 0$) y mortalidad natural ($Z= 2,54$). El precio de comercialización de la concha de abanico mayor de la talla mínima de extracción ($> 65 \text{ mm}$) se proyectó a S/ 60 soles c/manojo (valor comercial por manojo). La pérdida económica es el precio de la concha adulta entre el precio de la semilla.

2. MATERIAL AND METHODS

We analyzed the averaged monthly and annual sea surface temperature (SST) for the last 40 years, recorded at Independencia Island by AGRORURAL staff three times a day. The standard temperature was obtained from monthly and annual averages of the 40 years and the difference between this and the recorded temperature, which can be positive or negative, provides the sea thermal anomaly. Monthly temperatures from 2015 to 2018 were also analyzed concerning the standard temperature of the month and its anomalies. Three aspects were also considered: the occurrence of the 2017 coastal El Niño (2017 CEN), the temperature increase that influences the spawning, and the population growth of the Peruvian scallop.

The information on landings recorded in Laguna Grande cove was analyzed. We used the methodology established by the IMARPE's project "Determinación del potencial pesquero artesanal en el litoral peruano" (ESTRELLA & GUEVARA-CARRASCO, 1998). A differentiation was made between commercial and seed sizes, which are specimens smaller than 30 mm in shell height. Also, seed landings from Lagunillas cove were considered, given the proximity to Laguna Grande and what artisanal fishermen reported, as they were considered to come from Independencia Bay.

For fishing effort, the fishing vessel was recorded as the unit of fishing power, considering the work trip as the unit of fishing time, which was one day (1 day/fishing trip). The catch per unit of effort (CPUE) was recorded in kilograms per trip and this parameter does not consider the number of divers per boat, diving time, or effort directed to the extraction of other species caught.

Random sampling was carried out to determine the mean size and weight of the seed (ARGUELLES *et al.*, 2011). The population extracted was determined by dividing the landing volumes by the mean weight per individual. The population extracted was determined by dividing the landing volumes by the mean weight per individual. The marketing value of the seed was based on the cost per bunch (bunch = 8 dozen), which was S/. 5.00 per bunch (about US\$ 1.50 in that time). Growth parameters in the area ($K= 0.5 \text{ year}^{-1}$, $L_{\infty}= 118 \text{ mm}$, $t_0= 0$) and natural mortality ($Z= 2.54$) were used for both the size projection and the population. The marketing price of specimens greater than the minimum extraction size ($> 65 \text{ mm}$) was estimated at S/ 60 soles/US\$ 18 per bunch (commercial value per bunch). The economic loss is the price of the adult scallop divided by the price of the seed.

3. RESULTADOS

Durante el 2015, el promedio mensual de TSM en bahía Independencia se caracterizó por presentar anomalías térmicas positivas, desde febrero (+0,7 °C), extendiéndose hasta abril 2016 (+1,5 °C), con un máximo de +3 °C en enero 2016 y TSM promedio de 19,2 °C. La anomalía térmica mensual promedio alcanzó +2 °C (Fig. 1). Del 2015 al 2017 se registró un período prolongado de anomalías positivas de TSM; a nivel interanual este ha sido el tercer evento de mayor temperatura del mar (TSM) de los últimos 40 años, solo menor a los eventos EN 1982/83 y 1997/98, que presentaron características extraordinarias (Fig. 2).

3. RESULTS

The monthly mean SST in Independencia Bay during 2015 was characterized by positive thermal anomalies, starting in February (+0.7 °C), extending until April 2016 (+1.5 °C), peaking at +3 °C in January 2016, and averaging 19.2 °C. The mean monthly thermal anomaly reached +2 °C (Fig. 1). There was an extended period of positive SST anomalies from 2015 to 2017. Interannually, this was the third-highest sea temperature (SST) event in the last 40 years, only lower than EN 1982/83 and 1997/98, which presented extraordinary characteristics (Fig. 2).

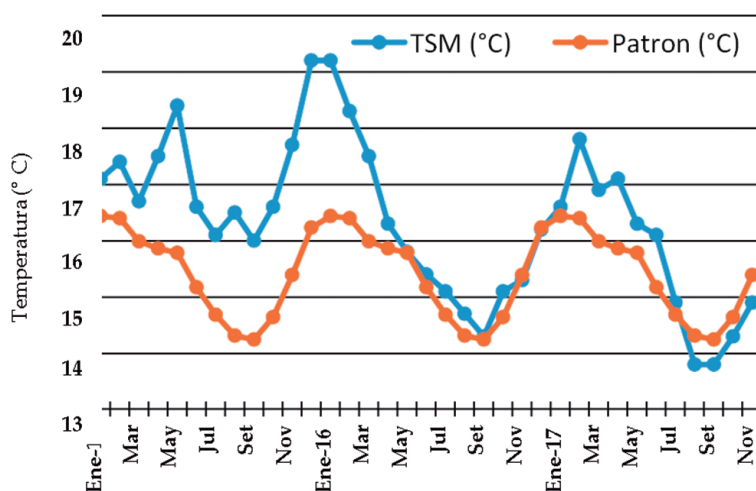


Figura 1.- Temperatura superficial del mar (TSM) mensual respecto a la temperatura patrón mensual en la isla Independencia, Pisco, del 2015 a 2018 (14°17,256''S; 76°10,637''O)

Figure 1. Monthly sea surface temperature (SST) relative to the monthly standard temperature at Independencia Island, Pisco (2015-2018) (14°17.256''S, 76°10.637''W)

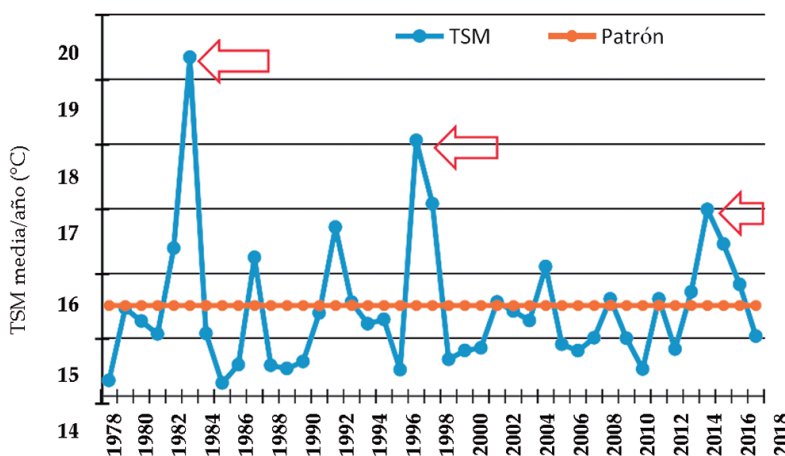


Figura 2.- Temperatura superficial del mar (TSM) anual respecto a la temperatura patrón anual en la isla Independencia, Pisco, de 1978 a 2018 (14°17,256''S; 76°10,637''O)

Figure 2. Annual sea surface temperature (SST) with respect to the annual standard temperature at Independencia Island, Pisco (1978-2018) (14°17.256''S, 76°10.637''W)

En el 2015, la TSM creó condiciones térmicas favorables para la recolonización de bancos naturales de la especie en bahía Independencia. Estas fueron corroboradas por buzos artesanales durante sus faenas y por presencia de semilla de concha de abanico en bancos naturales. La alta abundancia de semilla generó expectativas, tanto para extracción como para engorde, dentro y fuera de bahía Independencia, ello creó zonas de confinamiento (corrales de fondo) para el recurso. Su extracción se inició en marzo 2016 y continuó por 7 meses. Se extrajo ilegalmente 58,54 t, con promedio de 8,36 t/mes y máximo de 20,77 t/mes, registrado en junio 2016. Dos meses después, se desembarcaron volúmenes menores, que totalizaron 59,67 t de semilla (Fig. 3).

Adicionalmente, a este último desembarque en la caleta Laguna Grande, se registraron 53,42 t en la caleta Lagunillas (Fig. 4). Como se indicó anteriormente, este se considera procedente de bahía Independencia por su proximidad a Lagunillas y el tamaño relativo de sus bancos naturales. Con ello el desembarque proveniente de la bahía alcanzaría hasta 113,08 t de semilla.

El esfuerzo pesquero destinado a la extracción de concha de abanico mostró la misma tendencia que los desembarques. Normalmente no se realizan faenas de extracción; sin embargo, se realizaron 482 viajes/año el 2016 en Laguna Grande (Fig. 5). En ellos, la CPUE varió de 5 a 800 kg/viaje, con promedio de 120 kg/viaje ($\pm 76,69$) (Fig. 6).

De las 59,67 t de semilla desembarcada en Laguna Grande, se proyectó la población extraída utilizando el peso promedio de una muestra de semilla (desembarque/peso promedio semilla) y se calculó una extracción de 19,691 millones de ejemplares.

Desde el punto de vista económico, la flota marisquera en Laguna Grande obtuvo una ganancia de 1,026 millón de soles por la extracción de 59,67 t de semilla, resultado de la venta de 205,119 manojos de concha de abanico (1 manojo = 96 ejemplares) con un valor de S/. 5,00 c/manojo. Si consideramos los parámetros de crecimiento para la zona ($K = 0,5 \text{ año}^{-1}$, $L_{\infty} = 118 \text{ mm}$ y un $t_0 = 0$), a los 12 meses, los ejemplares alcanzarían su talla comercial, lo que hubiera producido un valor de venta de 9,269 millones de soles (precio de venta S/. 65 c/manojo) con mortalidad natural de $2,54 \text{ año}^{-1}$ (TARAZONA *et al.*, 2007). La diferencia entre el valor de venta de la semilla y el valor de venta proyectado a los 12 meses es de 8,243 millones de soles, monto que habrían dejado de ganar los pescadores debido al mal manejo del recurso (Fig. 7).

The SST created favorable thermal conditions for the recolonization of natural banks of the species in Independencia Bay during 2015. Artisanal divers corroborated these conditions while working in the area, as well as the presence of scallop seeds in natural banks. The high abundance of seeds raised expectations, both for extraction and fattening, inside and outside Independencia Bay. Therefore, enclosure zones were created for the resource. In March 2016, extraction began and continued for 7 months. A total of 58.54 t was illegally extracted, with a mean of 8.36 t/month and a maximum of 20.77 t/month, which was recorded in June. Two months later, smaller volumes were landed, totaling 59.67 t of seed (Fig. 3).

A total of 53.42 t were recorded in Lagunillas cove in addition to this last landing in Laguna Grande cove (Fig. 4). This is considered to be from Independencia Bay because of its proximity to Lagunillas and the relative size of its natural banks. The total amount landed would reach up to 113.08 t of seed.

Fishing effort destined for the extraction of Peruvian scallop showed the same pattern as landings. There is no harvesting effort normally, but 482 trips/year were made in 2016 in Laguna Grande (Fig. 5). CPUE ranged from 5 to 800 kg/trip, with a mean of 120 kg/trip (± 76.69) (Fig. 6).

Of the 59.67 t of seed landed in Laguna Grande, we projected the population extracted using the mean weight of a seed sample (landings/mean seed weight) and estimated an extraction of 19.691 million specimens.

Economically, the shellfish fleet in Laguna Grande obtained a profit of 1,026 million soles (about US\$ 309 million in that time) for the extraction of 59.67 t of seed, resulting from the sale of 205,119 bunches of Peruvian scallops (1 bunch = 96 specimens) with a value of S/. 5.00 per bunch (about US\$ 1.50). If we consider the growth parameters for the area ($K = 0.5 \text{ year}^{-1}$, $L_{\infty} = 118 \text{ mm}$, and $t_0 = 0$), at 12 months, the specimens would reach their commercial size, which would have produced a sale value of 9,269 million soles, which is about US\$ 2,791 million, (sale price S/. 65/US\$ 19 per bunch) with natural mortality of 2.54 year^{-1} (TARAZONA *et al.*, 2007). The difference between the sales value of the seed and the projected 12-month sales value is 8,243 million soles (US\$ 2,482 million), which would have been lost to fishermen due to mismanagement of the resource.

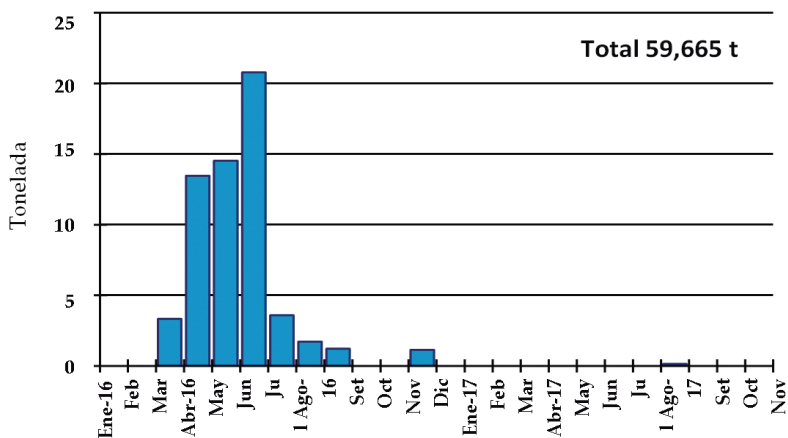


Figura 3.- Desembarques (t) mensuales de semilla de concha de abanico *Argopecten purpuratus* en Laguna Grande, Pisco, 2016 a 2017

Figure 3. Monthly landings (t) of *Argopecten purpuratus* seed in Laguna Grande, Pisco (2016-2017)

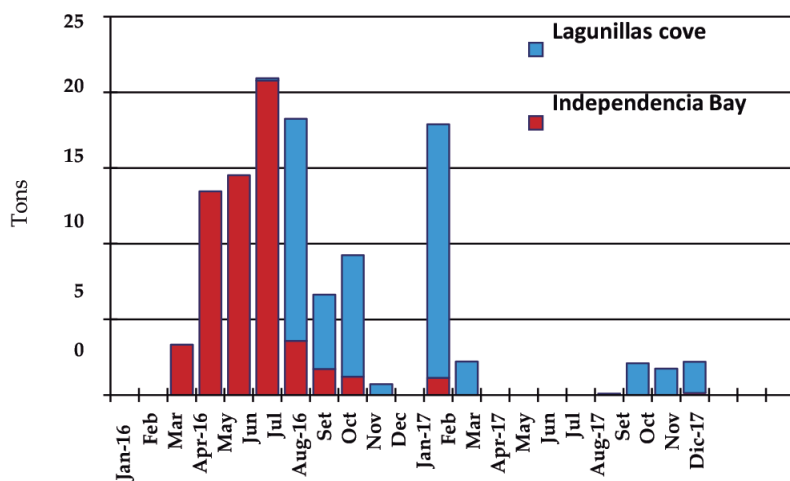


Figura 4.- Desembarques (t) mensuales de "semilla" de concha de abanico en Laguna Grande y Lagunillas, Pisco, 2016 a 2017

Figure 4. Monthly landings (t) of *Argopecten purpuratus* seed in Laguna Grande and Lagunillas, Pisco (2016-2017)

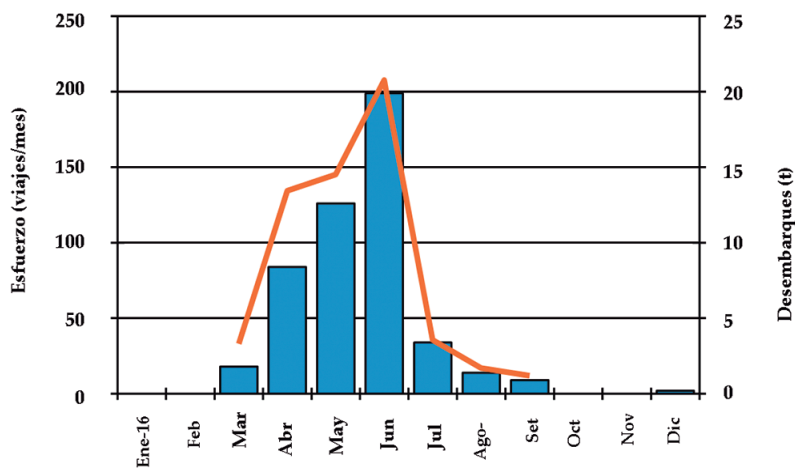


Figura 5.- Desembarques (t) y esfuerzo pesquero (viajes/mes) mensual de semilla de concha de abanico *Argopecten purpuratus*, Laguna Grande, Pisco, 2016

Figure 5. Monthly landings (t) and fishing effort (trips/month) of Peruvian scallop seed, Laguna Grande, Pisco (2016)

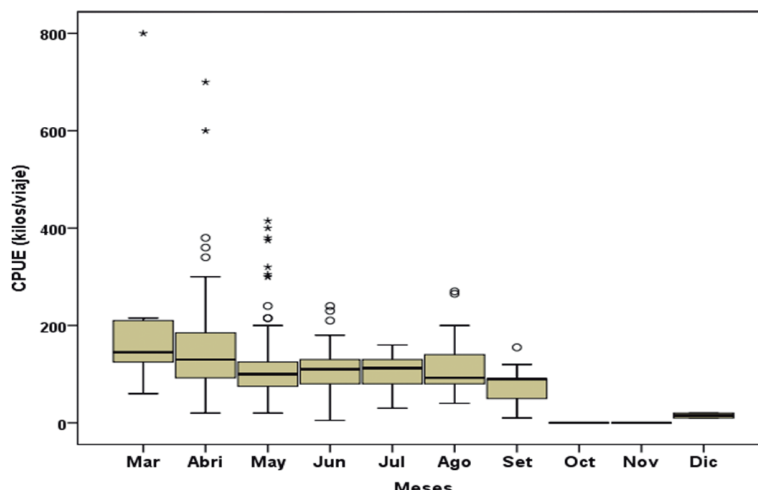


Figura 6.- Captura por unidad de esfuerzo (kilos/viaje) mensual de semilla de concha de abanico *Argopecten purpuratus*, Laguna Grande, Pisco, 2016

Figure 6. Monthly catch per unit effort (kg/trip) of Peruvian scallop, Laguna Grande, Pisco (2016)

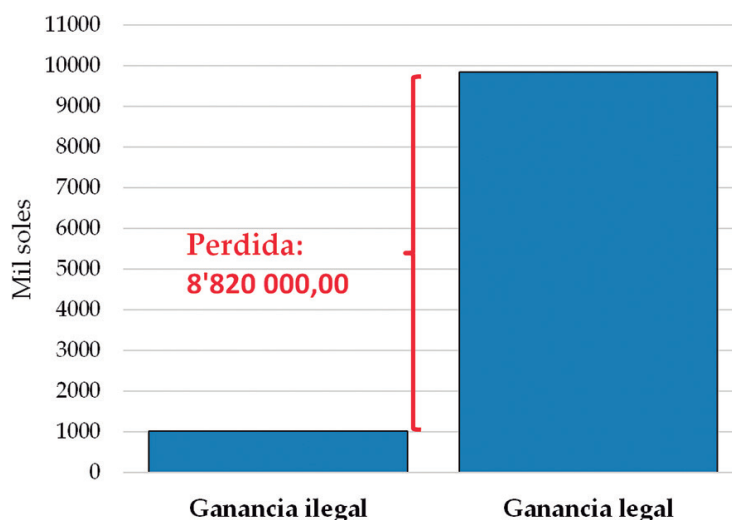


Figura 7.- Perdida económica producto de la extracción de semilla de concha de abanico, B. Independencia. 2016-2017

Figure 7. Economic loss resulting from the extraction of scallop seed, Independencia Bay. 2016-2017

4. DISCUSIÓN

Considerando el efecto combinado propuesto por MENDO y WOLFF (2003) en condiciones de aguas cálidas, como: 1) incremento de la tasa de crecimiento; 2) reducción del periodo y la mortalidad larval; 3) incremento de mortalidad natural de depredadores; 4) incremento de productos sexuales y 5) reducción de competidores filtradores, entonces, el impacto poblacional sobre los bancos naturales de concha de abanico sería mayor.

La extracción de la semilla afectó los desoves en el banco natural, así como reclutamientos de nuevas cohortes y sucesivos periodos reproductivos. Se comprobó mediante la evaluación poblacional

4. DISCUSSION

When considering the combined effect proposed by MENDO & WOLFF (2003) in warm water conditions, such as 1) increase of growth rate; 2) shortening of larval stage and mortality; 3) increase of natural mortality of predators; 4) increase of spawning, and 5) reduced filter-feeding competitors, we can assume that the population impact on the natural banks would be higher.

Seed extraction affected spawning in the natural bank, as well as recruitments of new cohorts and successive reproductive periods. In April 2017, a population assessment of Peruvian scallop in the natural banks of Independencia Bay showed a

de concha de abanico, realizada en abril 2017 en los bancos naturales de bahía Independencia, se evidenció una densidad media de 1,52 ind/m², lo que muestra una baja recuperación poblacional.

La baja densidad poblacional de concha de abanico en la bahía se reflejó en los desembarques del 2016, que totalizaron 1.593 t/año, a pesar de ser los mayores volúmenes registrados en los últimos 17 años. Este volumen solo representa el 9% de lo desembarcado en 1998 durante el EN 1997/98, lo que evidencia la baja producción de conchas de abanico en la bahía Independencia en el evento ENC 2017.

Considerando que la pérdida económica calculada se ha hecho en base a las 59,67 t de semilla de concha de abanico desembarcada en la caleta Laguna Grande, los valores mencionados de 8 millones de soles estarían subvaluados. Ello si consideramos las 53,42 t registradas en la caleta Lagunillas (90%) como procedentes de bancos naturales de la bahía Independencia, por ello la pérdida económica aumentaría en 90%.

La pérdida económica por la extracción y traslado de semilla de concha de abanico a otras localidades del litoral, ha sido calculada en esta investigación, pero el monto podría estar subvaluado si se analiza desde el punto de vista poblacional del recurso. Si se considera que, en condiciones favorables de calentamiento, la concha de abanico se habría reproducido varias veces en 12 meses, se habrían repoblado los bancos naturales como lo indican diversos autores (ARNTZ, 1984; WOLFF, 1985; YAMASHIRO *et al.*, 1990), quienes han reportado incrementos en el tamaño poblacional, así como en desembarques de concha de abanico durante y después de un evento EN, como lo señalan WOLFF & MENDO (2000).

Durante EN 1982-83, la gran abundancia de concha de abanico en todos los bancos naturales de Pisco, retrasó la actividad extractiva en bahía Independencia, según testimonios de los pescadores de mayor edad, se prefirió extraer los bancos naturales cercanos al puerto de Pisco, como los ubicados en bahía Paracas. Esto favoreció el crecimiento explosivo de la concha de abanico en bahía Independencia, debido al desove continuo, lo que produjo varias cohortes por año (MENDO, 2003).

WOLFF (1988) indica que en el evento EN 1983/84, la especie en bahía Independencia no fue explotada hasta agosto 1983, cuando la mayoría de las conchas habían crecido a tamaños > 70 mm, lo que generó alta biomasa desovante en la cohorte original de 1983, que produjo los mayores desembarques de la zona.

mean density of 1.52 ind/m², which indicates a low recovery of the population.

In the bay, the low population density of *A. purpuratus* was reflected in the 2016 landings, which totaled 1,593 t/year, despite being the highest volumes recorded in the last 17 years. This volume only represents 9% of what was landed in 1998 during EN 1997/98, which evidences the low production of Peruvian scallop in Independence Bay during 2017 CEN.

The aforementioned values of 8 million soles (US\$ 2,409 million) would be underestimated if we consider that the calculated economic loss is based only on the 59.67 t of fan shell seed landed in Laguna Grande cove. If we add the 53.42 t recorded in Lagunillas cove (90%), as coming from natural banks in Independence Bay, so the economic loss would increase by 90%.

In this research, we have estimated the economic loss due to the extraction and transfer of Peruvian scallop seed, but the amount could be underestimated if it is analyzed from the perspective of the population of the resource. If we consider that, under favorable warming conditions, *A. purpuratus* would have reproduced several times in 12 months, the natural banks would have repopulated as indicated by several authors (ARNTZ, 1984; WOLFF, 1985; YAMASHIRO *et al.*, 1990), who have reported increases in population size. Also, WOLFF & MENDO (2000) indicated that landings of Peruvian scallop increase during and after an EN event.

According to testimonies from older fishermen, the great abundance of Peruvian scallop in all the natural banks of Pisco during EN 1982-83 delayed the extraction activity in Independence Bay, so they preferred to extract the natural banks near the port of Pisco, such as those located in Paracas Bay. This favored the exponential growth of *A. purpuratus* in Independence Bay, due to continuous spawning, which produced several cohorts per year (MENDO, 2003).

WOLFF (1988) indicates that the species was not exploited in Independence Bay during EN 1983/84 until August 1983, when most of the shells had grown to sizes > 70 mm, thus generating high spawning biomass in the original 1983 cohort, which produced the largest landings in the area.

The extraction dynamics were different in EN 1997/98 from those of the 1982/83 event, as the resource was

Durante EN 1997/98, la dinámica extractiva fue diferente al 1982/83, pues el recurso se extraía tan pronto alcanzaba la talla comercial en los bancos, aumentando rápidamente el esfuerzo pesquero (WOLFF & MENDO, 2000; MENDO & WOLFF, 2002). El esfuerzo pesquero continuo y descontrolado resultó en la sobreexplotación rápida de bancos naturales, registrando desembarques menores del 50% en comparación a 1983, a pesar de las altas densidades de reclutas existentes ($> 300/m^2$) en junio de 1998 (MENDO & WOLFF, 2002).

Durante el período 2015 a 2017, se registró el tercer mayor evento de incremento de TSM en las últimas décadas en bahía Independencia (Fig. 2). Los desembarques comerciales de concha de abanico fueron bajos, alcanzándose solo 1.593 t en el 2016, volumen que comparado con 1985 corresponde al 4% de lo descargado. En cuanto a 1998, corresponde un 9% y en 1999, solo 10%. En este periodo cálido, la extracción ilegal de semilla perjudicó la repoblación de sus bancos naturales, al romper el ciclo natural de la especie, teniendo como resultado la baja producción de concha de abanico en la bahía Independencia.

5. CONCLUSIONES

La temperatura superficial del mar (TSM) en bahía Independencia - Pisco, entre el 2015 y 2017, se caracterizó por presentar un evento prolongado de anomalías térmicas positivas, solo menor a las de los eventos El Niño 1982/83 y 1997/98.

Las TSM durante 2015 y 2016 generaron condiciones favorables para la repoblación de los bancos naturales de concha de abanico *Argopecten purpuratus* en bahía Independencia, con un registro de 59,665 t de semilla (ejemplares < 30 mm) en Laguna Grande, extraída en 489 viajes; de modo que se calcula una extracción aproximada de 19,691 millones de individuos.

La extracción ilegal de 59,67 t de semilla de concha de abanico desembarcada por Laguna Grande generó ganancias por 1,026 millones de soles; esta actividad además de ser perjudicial para la recuperación poblacional de sus bancos naturales, ocasionó pérdidas económicas potenciales de 8,243 millones de soles.

extracted as soon as it reached commercial size on the banks, rapidly increasing fishing effort (WOLFF & MENDO, 2000; MENDO & WOLFF, 2002). The continuous and uncontrolled fishing effort resulted in the rapid overexploitation of the natural banks, with landings of less than 50% compared to 1983, despite high densities of recruits ($> 300/m^2$) in June 1998 (MENDO & WOLFF, 2002).

The third-largest SST increase event in recent decades was recorded in Independencia Bay between 2015 and 2017 (Fig. 2). There were low commercial landings of Peruvian scallop, reaching only 1,593 t in 2016, a volume that compared to 1985 corresponds to 4% of what was landed. As for 1998, it corresponds to 9% and for 1999, it represents only 10%. The illegal extraction of seed during this warm period damaged the repopulation of its natural banks, disrupting the natural cycle of the species, which resulted in the low production of Peruvian scallop in Independencia Bay.

5. CONCLUSIONS

Between 2015 and 2017, the sea surface temperature (SST) in Independencia Bay, Pisco, was characterized by a prolonged event of positive thermal anomalies, only lower than those of the EN 1982/83 and EN 1997/98.

Between 2015 and 2016, the SST generated favorable conditions for the repopulation of the natural banks of Peruvian scallop *Argopecten purpuratus* in Independencia Bay, with a record of 59,665 t of seed (specimens < 30 mm) in Laguna Grande, extracted in 489 trips. We estimate an extraction of approximately 19,691 million individuals.

Illegal extraction of 59.67 tons of seed landed in Laguna Grande resulted in profits of 1,026 million soles (US\$ 309 million in that time). Besides being detrimental to the population recovery of its natural banks, this activity caused potential economic losses of 8,243 million soles (US\$ 2,482 million in that time).

REFERENCIAS / REFERENCES

- ARGÜELLES J, AGUILAR S, ALFARO S, BERRÚ P, DE LA CRUZ J, DONAYRE S, FLORES D, GALINDO O, HOSTIA P, RAMÍREZ A, TAIPE A, TEJADA A, SANJINEZ M, TORRES E, ORDINOLA E, YAMASHIRO C. 2011. Protocolo para la evaluación de concha de abanico *Argopecten purpuratus* (L.). Inf Inst Mar Perú. 38(4): 359-371.
- ARNTZ W E. 1984. El Niño and Peru: Positive aspects. Oceanus. 27(2): 36-39.
- ARNTZ W, FAHRBACH E. 1996. El Niño Klimaexperiment der Natur. Berlin, Birkhäuser Verlag.
- ESTRELLA C, GUEVARA R. 1998. Informe estadístico anual de los recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal por especies, artes, caletas y meses durante 1997. Inf Inst Mar Perú. 132: 420.
- FLORES M, VERA S, PADILLA M, CHIRINOS E. 1994. Estadísticas de los desembarques de la pesquería marina peruana 1983 – 1992. Inf Inst Mar Perú. 105: 202.
- MENDO J, JURADO E. 1993. Length-based growth parameter estimates of the Peruvian scallop (*Argopecten purpuratus*). Fisheries Research. 15: 357-367.
- MENDO J, WOLF M. 2002. Pesquería y manejo de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia. En: J. Mendo y M. Wolf (eds) Memorias de la I Jornada Científica de la Reserva Nacional de Paracas, Pisco. 28-31 marzo 2001. Univ. Nac. Agraria La Molina.
- MENDO J, WOLF M. 2003. El impacto de El Niño sobre la producción de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Independencia, Pisco, Perú. Ecología Aplicada. 2(1).
- MENDO J, VALDIVIESO V, YAMASHIRO C. 1988. Cambios en densidad, número y biomasa de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia (Pisco, Perú) durante 1984- 1987. En: Salzwedel, H. y A. Landa. (eds.). Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano. Bol Inst Mar Perú-Callao, Vol. extr. pp. 163-168.
- TARAZONA J, ESPINOZA R, SOLÍS M, WOLF M. 2007. Crecimiento y producción somática de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en Bahía Independencia, Pisco (Perú) comparados entre eventos El Niño y La Niña. Revista de Biología Marina y Oceanografía. 42(3): 275 – 285.
- WOLFF M. 1987. Population Dynamics of the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus* during the El Niño Phenomenon of 1983. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44(10): 1684-1691. Doi.org/10.1139/f87-207
- WOLFF M. 1985. Abundancia masiva y crecimiento de pre adultos de la concha de abanico peruana (*Argopecten purpuratus*) en la zona de Pisco bajo condiciones de El Niño 1983. En: Arntz, W., A. Landa y J. Tarazona (eds.). "El Niño" y su impacto en la fauna marina. Bol Inst Mar Perú. Vol. extr. pp. 87-90.
- WOLFF M. 1988. Spawning and recruitment in the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 42: 213-217.
- WOLFF M, WOLFF R. 1983. Observations on the utilization and growth of the pectinid *Argopecten purpuratus* in the fishing area of Pisco, Perú. Bol Inst Mar Perú. 7(6): 197-235.
- WOLFF M, MENDO J. 2000. Management of the Peruvian bay scallop (*Argopecten purpuratus*) metapopulation with regard to environmental change. Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. 10: 117-126.
- YAMASHIRO C, MENDO J. 1988. Crecimiento de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia, Pisco, Perú. En: Salzwedel H. y A. Landa (eds.) Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano. Bol. Inst. Mar Perú-Callao, Vol. extr. pp. 163-168.
- YAMASHIRO C, RUBIO J, JURADO E, MALDONADO M, AUZA E, AYON P, ANTONIETTI E. 1990. Evaluación de la población de concha de abanico, *Argopecten purpuratus*, en bahía Independencia, Pisco, Perú. Inf Inst Mar Perú. 98: 58.