

PERIODOS OCEANOGRÁFICOS Y VOLÚMENES DE DESEMBARQUE DE INVERTEBRADOS MARINOS EN PUERTO PACASMAYO, LA LIBERTAD, 2015 – 2017

OCEANOGRAPHIC PERIODS AND MARINE INVERTEBRATE LANDINGS IN PACASMAYO, LA LIBERTAD (2015-2017)

Cinthia E. Vásquez Ruiz¹Víctor A. Rebaza Castillo¹

RESUMEN

VÁSQUEZ C, REBAZA V. 2020. *Periodos oceanográficos y volúmenes de desembarque de invertebrados marinos en Puerto Pacasmayo, La Libertad, 2015-2017. Bol Inst Mar Perú. 35(1): 5-18.*- El propósito de esta investigación fue determinar efectos de los periodos oceanográficos en los volúmenes de desembarque de invertebrados marinos en el puerto Pacasmayo entre los años 2015 y 2017. Los datos de volúmenes de desembarque, temperatura y salinidad fueron obtenidos de la estación fija del IMARPE – Pacasmayo. Con las variables temperatura y salinidad superficial del mar se conocieron las condiciones oceanográficas, identificándose ocho periodos, B fue cálido y de mayor duración (12 meses); mientras que, E fue transición de menor duración (1 mes). El análisis de clasificación jerárquica (cluster) con una similitud de 75% y el Escalamiento Multidimensional (MDS) con stress 0,19 formaron seis grupos (volúmenes de desembarque) con los periodos oceanográficos, de los cuales, cinco fueron cálidos y transición; mientras que, un grupo fue neutro. *Panulirus gracilis* S. “langosta” y *Xiphopenaeus riveti* B. “camarón titi”, presentaron ampliación en su distribución espacial y temporal en torno a los periodos cálidos. Lo contrario a los periodos de transición y neutro fue con *Platyxanthus orbignyi* (ME & L) “cangrejo violáceo”, modificando directamente su accesibilidad y disponibilidad para la pesca artesanal.

PALABRAS CLAVE: periodos oceanográficos, efectos, invertebrados marinos

ABSTRACT

VÁSQUEZ C, REBAZA V. 2020. *Oceanographic periods and marine invertebrate landings in Pacasmayo, La Libertad (2015-2017). Bol Inst Mar Peru. 35(1): 5-18.*- This research aimed to determine the effects of oceanographic periods on the landing volumes of marine invertebrates in Pacasmayo between 2015 and 2017. Data on landing volumes, temperature, and salinity were obtained from the IMARPE’s fixed station at such location. The oceanographic conditions were known with the temperature and sea surface salinity variables; a total of eight periods were identified, B was warm and of longer duration (12 months); while, E was transitional, of shorter duration (1 month). Hierarchical cluster analysis (HCA) with 75% similarity and Multidimensional Scaling (MDS) with stress 0.19 formed six groups (landing volumes) with the oceanographic periods, which were five warm and transitional, while one group was neutral. *Panulirus gracilis* S. “green spiny lobster” and *Xiphopenaeus riveti* B. “titi shrimp” showed an expansion in their space-time distribution around the warm periods; the opposite happened with *Platyxanthus orbignyi* “purple stone crab” in the transitional and neutral periods, which directly modified its accessibility and availability for artisanal fisheries.

KEYWORDS: oceanographic periods, effects, marine invertebrates

1. INTRODUCCIÓN

En la investigación de los recursos marinos y su pesquería, se utilizan los volúmenes de desembarque como atributo para determinar su disponibilidad. Sin embargo, la variabilidad oceanográfica, puede afectar a estos en determinadas zonas de pesca, porque nuevas especies se desplazan y colonizan su territorio (TARAZONA *et al.*, 2000).

Las condiciones oceanográficas afectan todas las etapas del ciclo de vida de los organismos marinos, pero principalmente su reproducción y crecimiento. Conocer los cambios en algunas de las variables más importantes que regulan la vida en los océanos, como temperatura superficial del mar (TSM) y salinidad

1. INTRODUCTION

Landing volumes are used as an attribute to determine the availability of marine resources and fisheries. Nonetheless, oceanographic variability can affect them in certain fishing areas, because new species move and colonize their territory (TARAZONA *et al.*, 2000).

Oceanographic conditions affect the life cycle of marine organisms, mainly breeding and growth. It is important to know the sea surface temperature (SST), the sea surface salinity (SSM), and its time-space fluctuations to understand the behavior of organisms. The

¹ IMARPE, Laboratorio Costero de Huanchaco, Av. La Rivera 805, Huanchaco. cvasquez@imarpe.gob.pe

superficial del mar (SSM), así como, sus fluctuaciones temporales y espaciales, es de primordial importancia para entender el comportamiento de los organismos que en ellos habitan. Actualmente, gracias a la generación de información oceanográfica de varios años en las aguas peruanas (Patrón histórico Puerto Malabrigo) y la clasificación de masas de agua de ZUTA y GUILLEN (1970), es posible identificar periodos oceanográficos; lo que constituye una herramienta para caracterizar y realizar diagnósticos fidedignos sobre el efecto que estos cambios podrían tener en el estado de los recursos marinos, para su posterior ordenamiento y manejo.

El mar peruano, donde la variabilidad ambiental es la normalidad (ESPINO y YAMASHIRO, 2012), se caracteriza por presentar fluctuaciones intraanuales, interanuales y multidecadales, como las surgencias costeras, El Niño/La Niña, y El Viejo y La Vieja, respectivamente. Otros aspectos ambientales de carácter oceanográfico son la presencia de la zona de mínima de oxígeno, las ondas Kelvin, las floraciones algales nocivas, eutrofización costera, etc. De todo ello, se puede concluir que la temperatura, salinidad y oxígeno, son los parámetros que más se ven afectados por dicha variabilidad, perturbando los procesos fisiológicos de los organismos marinos. Esta recurrente y gran variabilidad en las condiciones oceanográficas ejerce un gran efecto, no solamente en la distribución espacio - temporal de las poblaciones de peces e invertebrados marinos en el litoral peruano, sino también en su disponibilidad y acceso para su captura o extracción. Sin duda, la pesca artesanal se encuentra acoplada a la dinámica oceanográfica y ecológica del mar, propiciando su interacción con alta diversidad de especies objetivo, áreas de pesca y métodos de captura, convirtiéndola, de paso, en una actividad económica de alta complejidad. Como indican PARADA *et al.* (2013) esas respuestas son resultante de efectos climáticos y oceanográficos directos e indirectos sobre los recursos, que se manifiestan por cambios inducidos en otros niveles tróficos relacionados.

En La Libertad se desarrolla una gran actividad pesquera artesanal que en el 2015 tuvo a Salaverry como el principal puerto de desembarque (4.637,7 t; 60,31%), seguido de Pacasmayo (1.257,5 t; 16,35%), Puerto Malabrigo (954 t; 12,41%) y Puerto Morín. El desembarque total en La Libertad fue de 7.689,4 t. Los mayores registros ocurrieron en setiembre (1.279,1 t) debido a la captura de pota y a la intrusión de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) hacia la costa (IMARPE, 2015). Sin embargo,

historical pattern of oceanographic information from Malabrigo and the classification of water masses ZUTA & GUILLEN (1970) are used to identify oceanographic periods, which serves to characterize and diagnose the effect that changes could have on the state of marine resources for their later management.

The Peruvian sea, where environmental variability is normal (ESPINO & YAMASHIRO, 2012), is characterized by intra-annual, inter-annual, and multi-decadal fluctuations, such as coastal upwelling, El Niño/La Niña, and El Viejo and La Vieja, respectively. Other environmental aspects of an oceanographic nature are the presence of the minimum oxygen zone, Kelvin waves, harmful algae blooms, coastal eutrophication, etc. It can be concluded that temperature, salinity, and oxygen, among others, are the parameters that are most affected by this variability, disturbing the physiological processes of marine organisms. This variability in oceanographic conditions has a great effect both on the space-time distribution of marine fish and invertebrate populations and on their availability for catching or extracting. The artisanal fishery is an economic activity of high complexity, as it interacts with the sea and works with the diversity of target species, fishing areas, and catching methods. These responses result from direct and indirect climatic and oceanographic effects on resources, which manifest themselves in induced changes at other trophic levels (PARADA *et al.*, 2013).

There is a great deal of artisanal fishing activity in La Libertad, which in 2015 had Salaverry as the main landing port (4,637.7 t; 60.31%), followed by Pacasmayo (1,257.5 t; 16.35%), Malabrigo (954 t; 12.41%), and Morín. The total landing at La Libertad was 7,689.4 t. The largest records occurred in September (1,279.1 t) on account of the catch of jumbo flying squid and the intrusion of surface subtropical waters (SSW) into the coast (IMARPE, 2015). Nevertheless, landings in this Region have experienced a significant decrease, from 8,500 t (2008) to 4,500 t (2017). This situation is due to fishing pressure, pollution, and oceanographic variability; given that especially in the last decade when warm periods such as El Niño 2015 - 2016 and El Niño Costero 2017 occurred (ENFEN, 2015, 2017a).

los desembarques en esta Región han experimentado una disminución significativa de 8.500 t (2008) a 4.500 t (2017). Esta situación obedece, entre otros factores, a la presión pesquera, la contaminación y la variabilidad oceanográfica; teniendo en cuenta que especialmente en la última década ocurrieron períodos cálidos como El Niño 2015 – 2016 y el Niño Costero 2017 (ENFEN, 2015, 2017a).

Con relación a la biodiversidad DE LUCIO *et al.* (2013) han registrado la riqueza de especies de invertebrados marinos identificando 69 especies, de las cuales 68 son costeras y la oceánica es *Dosidicus gigas* (O.) “pota”. De las especies costeras, nueve son de importancia comercial: *Platyxanthus orbignyi* (ME. & L.) “cangrejo violáceo”, *Thaisella chocolata* (D.) “caracol negro”, *Octopus mimus* G. “pulpo”, *Argopecten purpuratus* (L.) “concha de abanico”, *Semele solida* (G.), *S. corrugata* (S.) “almeja”, *Emerita analoga* (S.) “muy muy”, *Pattalus mollis* S. “pepino de mar”, *Donax* sp. “palabritas”, lo que muestra la riqueza marina que sustenta la Región La Libertad.

En este sentido y, para fortalecer el conocimiento de la relación entre las variables oceanográficas y los recursos, el presente trabajo pretende determinar si los periodos oceanográficos influyen en los volúmenes de desembarque de los invertebrados marinos en puerto Pacasmayo, durante 2015 – 2017.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La información de temperatura superficial del mar (TSM), salinidad superficial del mar (SSM) y volúmenes de desembarque (kg) entre los años 2015 – 2017, fue obtenida de la base de datos de la estación de IMARPE en Puerto Pacasmayo. Los datos fueron procesados mensual y anualmente, obteniéndose el promedio de los parámetros y de volúmenes de desembarque total y por especie.

Los periodos oceanográficos fueron elaborados basados en la TSM y SSM y contrastados con el patrón térmico de Puerto Malabrigo del periodo 1925 y 2015 (base de datos del Laboratorio de Oceanografía del Laboratorio Costero de Huanchaco), con la clasificación de ZUTA y GUILLEN (1970) y con la información publicada por el ENFEN (2012, 2015, 2017).

Para el procesamiento estadístico de los volúmenes de desembarque se utilizó el programa PRIMER versión 6.0 (*Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research*); estos se agruparon mediante técnicas de clasificación jerárquica (Cluster)

DE LUCIO *et al.* (2013) have identified 69 species of marine invertebrates, of which 68 are coastal and the oceanic is *Dosidicus gigas* (O.) “jumbo flying squid”. A total of nine coastal species are of commercial importance: *Platyxanthus orbignyi* (ME. & L.), *Thaisella chocolata* (D.), *Octopus mimus* G., *Argopecten purpuratus* (L.) “Peruvian scallop”, *Semele solida* (G.), *S. corrugata* (S.) “clam”, *Emerita analoga* (S.), *Pattalus mollis* S. “sea cucumber”, *Donax* sp., which shows the marine richness found in La Libertad Region.

This work aims to determine whether the oceanographic periods influence the landing volumes of marine invertebrates in Pacasmayo (2015 - 2017).

2. MATERIAL AND METHODS

Sea surface temperature (SST), sea surface salinity (SSS), and landing volumes (kg) data, between 2015 - 2017, were obtained from the database of the IMARPE station in Pacasmayo. The data was processed monthly and annually, obtaining the mean of the parameters and total landing volumes and by species.

The oceanographic periods were elaborated based on the SST and SSS and were contrasted with the thermal pattern of Malabrigo between 1925 and 2015 (database of the Oceanography Laboratory of the Huanchaco Coastal Laboratory), with the classification of ZUTA & GUILLEN (1970) and with the information published by ENFEN (2012, 2015, 2017).

The PRIMER version 6.0 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) software was used for statistical processing of the landings volumes; these were grouped using hierarchical classification techniques (Cluster) with fourth root transformation and multidimensional scaling management (MDS) to confirm the affinity of the monthly and/or annual landings volumes with the oceanographic periods. The Kruskal-Wallis statistical test was also used to evaluate the statistical differences in monthly marine invertebrate landing volumes between the oceanographic periods.

The hypotheses raised were:

Ho: oceanographic periods do not influence the monthly landing volumes of marine invertebrates in Pacasmayo (2015-2017).

con transformación a raíz cuarta y ordenación por escalamiento multidimensional (MDS) para confirmar la afinidad que hubo entre los volúmenes de desembarque mensual y/o anual con los periodos oceanográficos. Asimismo, se utilizó la prueba estadística de Kruskal Wallis para evaluar las diferencias estadísticas de los volúmenes de desembarque mensual de los invertebrados marinos entre los periodos oceanográficos.

Las hipótesis planteadas fueron:

Ho: los periodos oceanográficos no influyen en los volúmenes de desembarque mensual de los invertebrados marinos de Puerto Pacasmayo 2015 a 2017.

Ha: los periodos oceanográficos sí influyen en los volúmenes de desembarque mensual de los invertebrados marinos de Puerto Pacasmayo 2015 a 2017.

Ha: oceanographic periods do influence the monthly landing volumes of marine invertebrates in Pacasmayo (2015-2017).

The species were identified according to CHIRICHIGNO (1970), MÉNDEZ (1981), ÁLAMO & VALDIVIESO (1997), MOSCOSO (2012), and URIBE *et al.* (2013) and the scientific names were updated using the international database WoRMS (World Register of Marine Species).

3. RESULTS

The SST and the Sea Surface Thermal Anomaly (SSTA) from 2015 to 2017 were rising, reaching values of 25.4 and 6.3 °C in March 2017, respectively; in the spring (November 2017) 15.8 and -0.1 °C were recorded (Fig. 1).

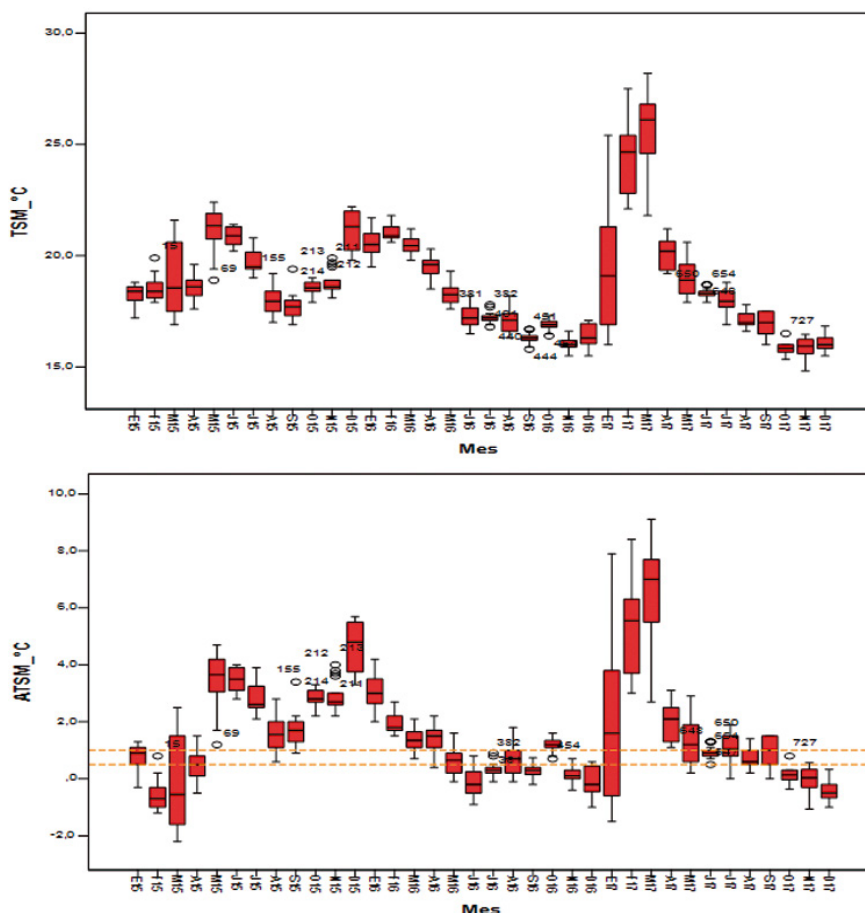


Figura 1.- Temperatura Superficial del Mar (TSM) y Anomalia Térmica (ATSM), Puerto Pacasmayo, 2015 – 2017

Figure 1. Sea Surface Temperature (SST) and Thermal Anomaly (SSTA), Pacasmayo, 2015 – 2017

Las especies fueron identificadas de acuerdo a CHIRICHIGNO (1970), MÉNDEZ (1981), ÁLAMO y VALDIVIESO (1997), MOSCOSO (2012) y URIBE *et al.* (2013) y los nombres científicos fueron actualizados usando la base de datos internacional WoRMS (*World Register of Marine Species*).

3. RESULTADOS

La TSM y la Anomalía Térmica Superficial del Mar (ATSM) del 2015 al 2017, fueron ascendentes alcanzando, en marzo 2017, valores de 25,4 y 6,3 °C, respectivamente; en primavera (noviembre 2017) se registró 15,8 y -0,1 °C (Fig. 1).

En el verano de los años 2015 y 2016, la salinidad se incrementó de 35,071 a 35,184 UPS; en cambio, en el 2017 disminuyó a 34,818 UPS (Fig. 2).

Se identificaron ocho periodos oceanográficos, siendo A, C, E y G de transición, B (doce meses), F (tres meses) cálidos; D y H normales correspondientes a la primavera de los años 2016 y 2017 (Fig. 3).

Los volúmenes de desembarque estuvieron conformados por 13 especies de invertebrados marinos: 10 crustáceos y 3 moluscos. Variaron de 28.702 kg en el periodo oceanográfico F a 1.065 kg en el B, con TSM 23,2 y 19,5 °C, respectivamente (Fig. 4).

Las especies de crustáceos que mantuvieron su presencia en los diferentes periodos oceanográficos fueron: *Platyxanthus orbigny* y *Panulirus gracilis*, obteniendo sus mayores valores en B y los menores en F y D (Fig. 5).

In the summer of 2015 and 2016, salinity increased from 35.071 to 35.184 PSU; in 2017 it decreased to 34.818 PSU (Fig. 2).

A total of eight oceanographic periods were identified, with A, C, E, and G being transitional, B (twelve months) and F (three months) were warm; D and H normal, corresponding to the spring 2016 and 2017 (Fig. 3).

Landing volumes consisted of 13 species of marine invertebrates: 10 crustaceans and 3 mollusks. They ranged from 28,702 kg in the F oceanographic period to 1,065 kg in the B, with SST of 23.2 and 19.5 °C, respectively (Fig. 4).

The species of crustaceans that maintained their presence in the different oceanographic periods were: *Platyxanthus orbigny* and *Panulirus gracilis* obtaining their highest values in B and the lowest in F and D (Fig. 5).

The recorded mollusks were: *D. gigas*, with a landing of 3,195 kg in the C period; *O. mimus* with 66 kg in the B one, and *T. chocolata* which maintained similar volumes during the last four periods. It is worth noting that no landings of mollusks were recorded during the D period (Fig. 6).

The hierarchical cluster analysis (HCA) of the monthly landing volumes of marine invertebrates, at 75% similarity, generated six groups. Group 1 formed from September to December 2016 and August, September and December 2017; Group

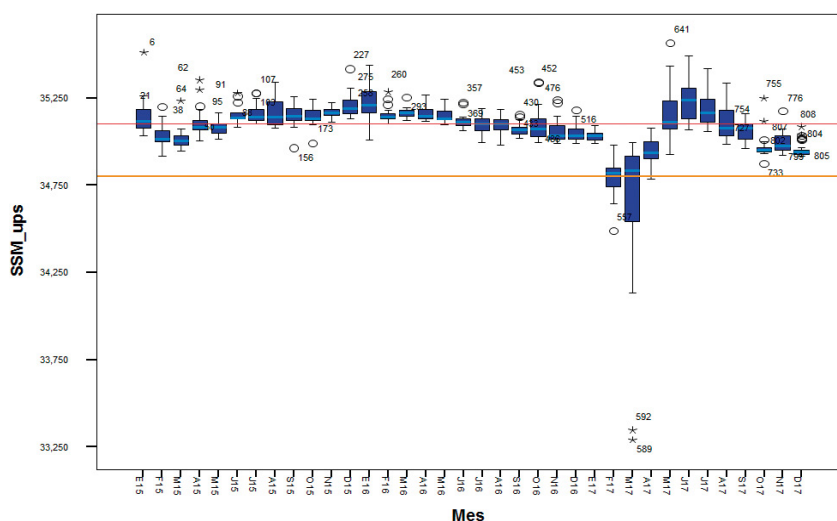


Figura 2.- Concentración salina (UPS), Puerto Pacasmayo, 2015 - 2017

Figure 2.- Saline concentration (PSU), Pacasmayo, 2015 - 2017

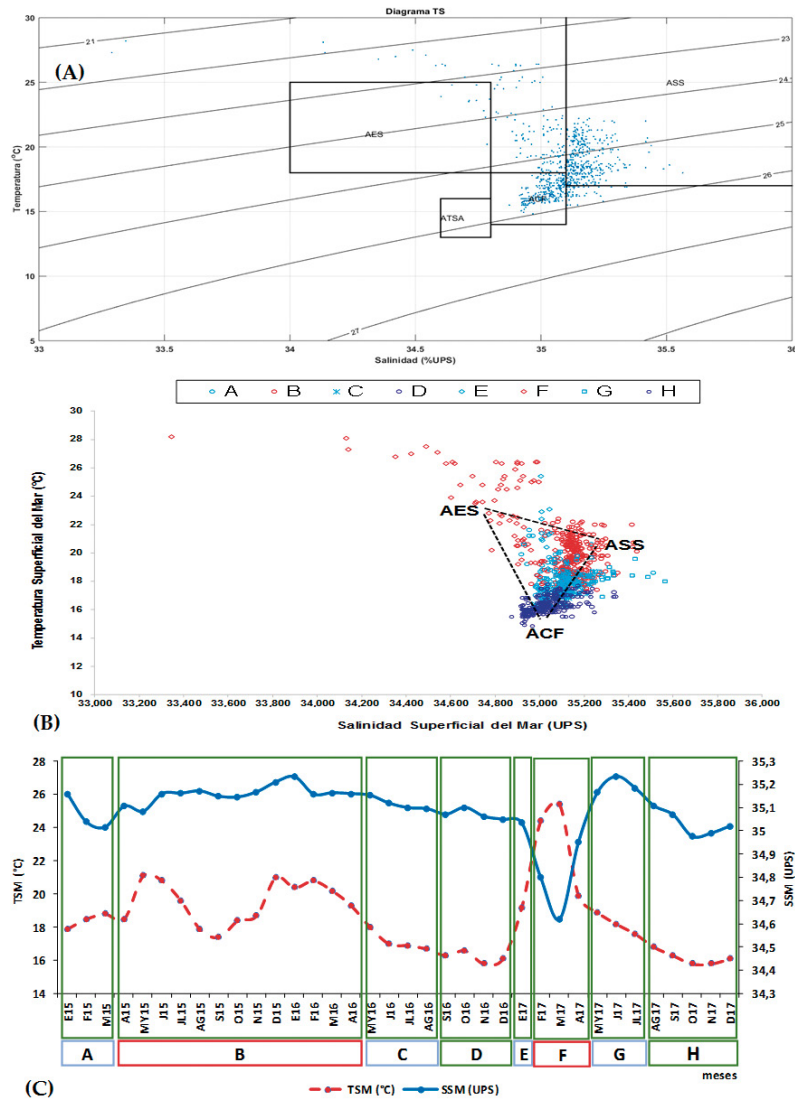


Figura 3.- Diagrama TSM-SSM (A y B), periodos oceanográficos (C), Puerto Pacasmayo. 2015 – 2017

Figure 3. SST-SSS diagram (A and B), oceanographic periods (C). Pacasmayo. 2015 – 2017

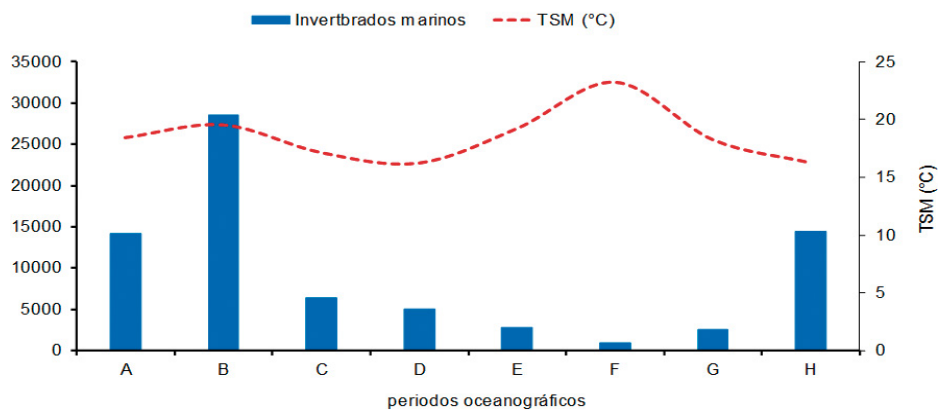


Figura 4.- Volúmenes de desembarque de invertebrados marinos agrupados en periodos oceanográficos, Puerto Pacasmayo. 2015 – 2017

Figure 4. Landing volumes of marine invertebrates clustered in oceanographic periods, Pacasmayo (2015 - 2017)

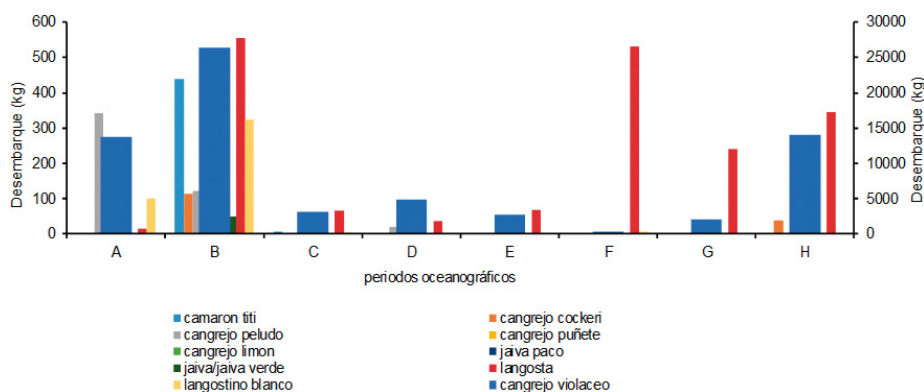


Figura 5.- Volúmenes de desembarque de crustáceos marinos agrupados en periodos oceanográficos, Puerto Pacasmayo. 2015 – 2017

Figure 5. Landing volumes of marine crustaceans clustered in oceanographic periods, Pacasmayo (2015 - 2017)

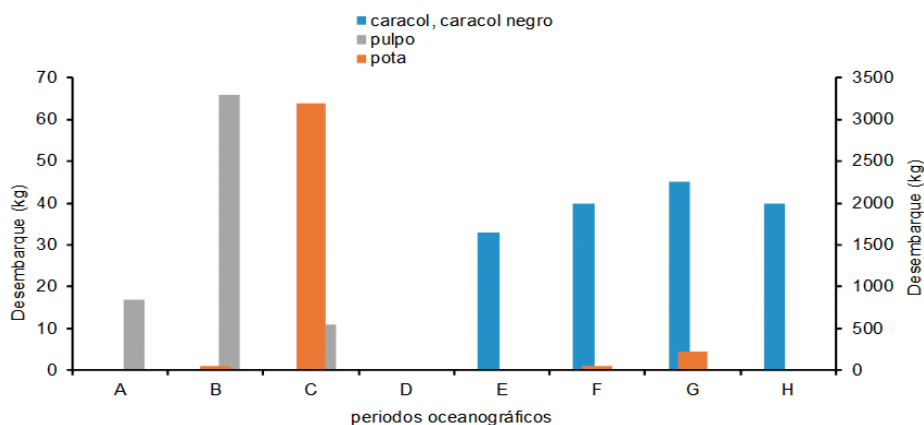


Figura 6.- Volúmenes de desembarque de moluscos marinos agrupados en periodos oceanográficos, Puerto Pacasmayo. 2015 – 2017

Figure 6. Landing volumes of marine mollusks clustered in oceanographic periods, Pacasmayo (2015 - 2017)

Los moluscos registrados fueron: *D. gigas*, con un desembarque de 3.195 kg en el periodo C; *O. mimus* con 66 kg en el B y *T. chocolata* que mantuvo volúmenes semejantes durante los cuatro últimos periodos. Cabe mencionar que, durante el periodo D, no se registró el desembarque de ningún molusco (Fig. 6).

El análisis de clasificación jerárquica (cluster) de los volúmenes de desembarque mensual de invertebrados marinos, al 75% de similitud, generó seis grupos. Grupo 1 conformado de setiembre a diciembre 2016 y agosto, setiembre y diciembre 2017; el Grupo 2 por noviembre y diciembre 2015, febrero y agosto 2016; el Grupo 3 por enero, mayo y noviembre 2017; el Grupo 4 por marzo, abril y mayo 2016; el Grupo 5, excepto mayo, comprendió de enero a octubre 2015; el Grupo 6 por julio 2016 y febrero, junio y julio 2017. Cabe mencionar que mayo 2015, enero y julio 2016, marzo, abril y octubre 2017 no integraron ningún grupo (Fig. 7).

2 from November and December 2015, February and August 2016; Group 3 from January, May, and November 2017; Group 4 from March, April, and May 2016; Group 5, except May, included from January to October 2015; Group 6 from July 2016 and February, June, and July 2017. It should be noted that May 2015, January and July 2016, March, April, and October 2017 did not comprise any group (Fig. 7).

The MDS with a stress coefficient = 0.19 allowed us to observe the similarity between the monthly volumes and the groups formed at 75% (Fig. 8).

The oceanographic period factor was added to the MDS: in group 1, D and H coincided, with normal periods in 2016 and 2017; groups 2 and 4, warm B and transitional C in 2016; group 3, transitional E and G and normal H in 2017; group 5, transitional A and warm B in 2015 and 2016; finally, group 6, warm F and transitional C and G in 2016 and 2017 (Fig. 9).

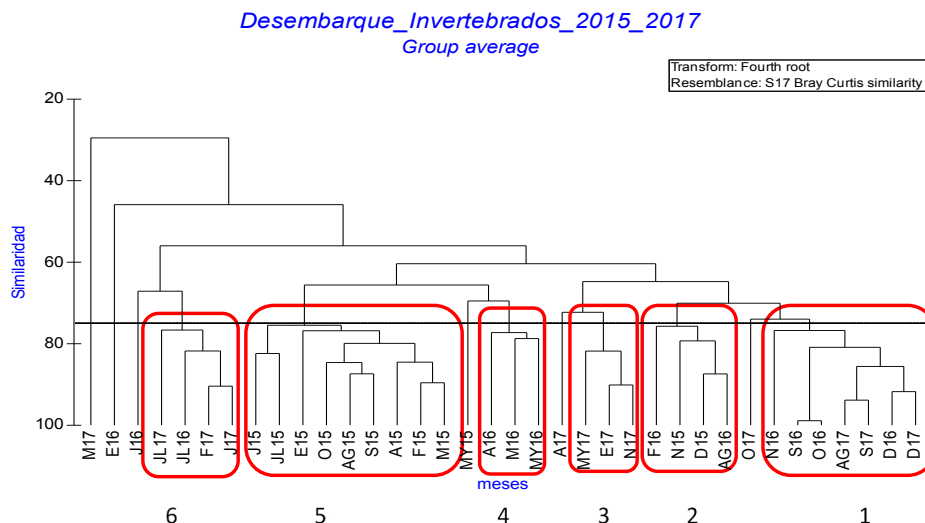


Figura 7.- Dendrograma de los volúmenes de desembarque mensual en Pacasmayo, 2015 – 2017

Figure 7. Dendrogram of monthly landing volumes in Pacasmayo (2015 - 2017)

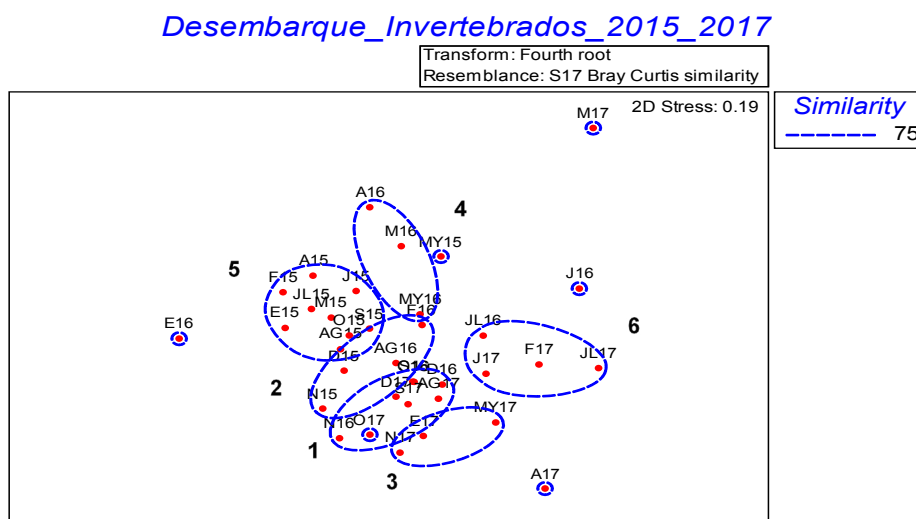


Figura 8.- Ordenación de Escalamiento Multidimensional (MDS) de los volúmenes de desembarque de invertebrados marinos en Pacasmayo, 2015 – 2017

Figure 8. Multidimensional Scaling (MDS) of landing volumes of marine invertebrates in Pacasmayo (2015 - 2017)

El MDS con un coeficiente de estrés = 0,19 permitió observar la similitud entre los volúmenes mensuales y los grupos conformados al 75% (Fig. 8).

Al MDS, se adicionó el factor periodo oceanográfico: en el grupo 1 coincidieron D y H, periodos normales del 2016 y 2017; los grupos 2 y 4 cálido B y transición C de 2016; el grupo 3 transición E y G y normal H de 2017; el grupo 5, transición A y cálido B de 2015 y 2016; finalmente, el grupo 6 cálido F y transición C y G de 2016 y 2017 (Fig. 9).

El MDS del *P. orbignyi*, mostró mayores volúmenes de desembarque en los periodos de transición A y neutro

The MDS of the purple stone crab, *P. orbignyi*, showed higher landing volumes in the transitional period A and the neutral H; the lowest ones were in warm F (Fig. 10).

The spiny green lobster *P. gracilis* recorded values above 400 kg in the warm period F, followed by warm B and transitional G; and, the minimum values were in transitional A, C, and neutral D (Fig. 11).

D. gigas had its peak landing (4000 kg) in the transitional period C; while, values below 400 kg

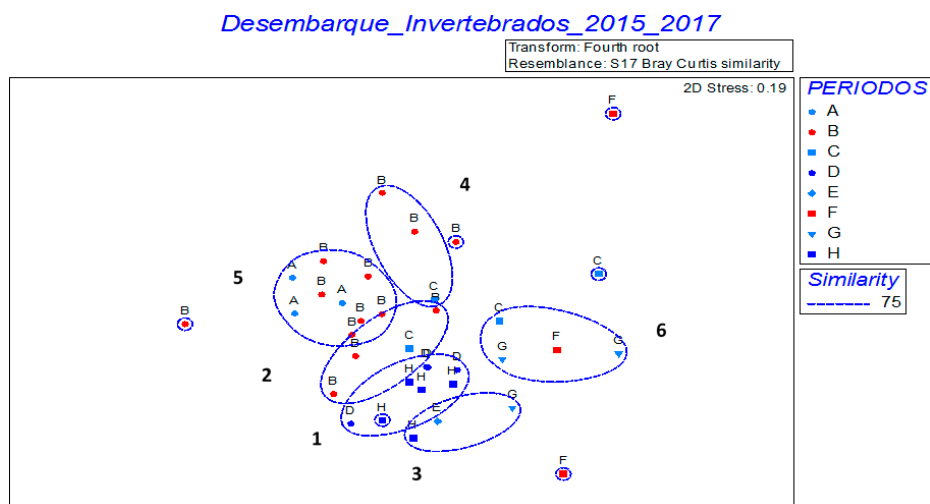


Figura 9.- Ordenación de Escalamiento Multidimensional (MDS) de los volúmenes de desembarque de invertebrados marinos en Pacasmayo, 2015 – 2017

Figure 9. Multidimensional Scaling (MDS) of landing volumes of marine invertebrates in Pacasmayo (2015 - 2017)

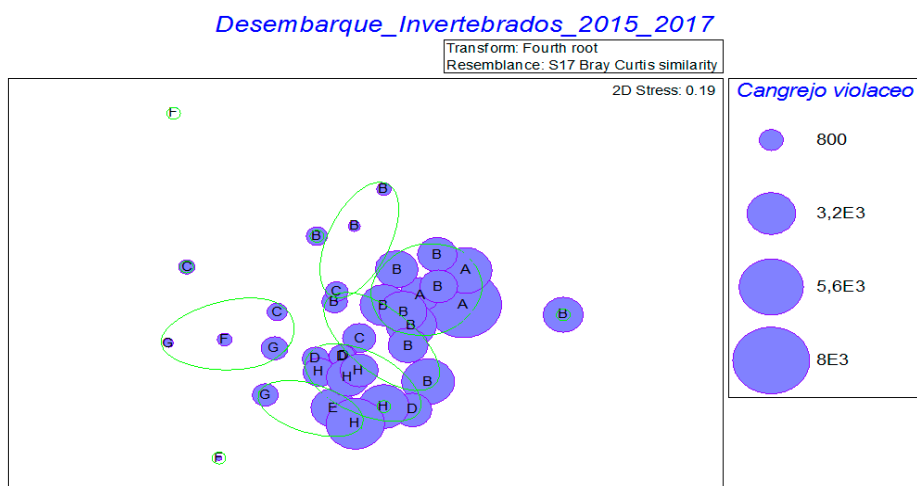


Figura 10.- Ordenación de Escalamiento Multidimensional (MDS) de los volúmenes de desembarque de *P. orbigny*, en Puerto Pacasmayo, durante 2015 -2017

Figure 10. Multidimensional Scaling (MDS) of landing volumes of *P. orbigny* in Pacasmayo (2015 -2017)

H. Por el contrario, en F cálido fue el menor (Fig. 10).

P. gracilis registró valores superiores a 400 kg en el periodo cálido F, seguido de cálido B y transición G; y, el mínimo en transición A, C y neutro D (Fig. 11).

D. gigas obtuvo su pico de desembarque (4000 kg) en el periodo transición C; mientras que, valores menores a 400 kg, en los periodos cálidos B y F y transición G (Fig. 12).

Penaeus vannamei B., fue desembarcado exclusivamente en el periodo cálido B y en menor medida en transición A; mientras que, en el cálido F no fue desembarcado (Fig. 13).

were obtained in the warm periods B and F and transitional G (Fig. 12).

Penaeus vannamei B. was landed exclusively in warm period B and to a lesser extent in transitional A; while it was not landed in warm period F (Fig. 13).

The Kruskal-Wallis test ($p = 0.03$) indicated that the landing volumes are different in comparison with the oceanographic periods; thus, A, B and, H differ with F; while G and D differ with A (Table 1, Fig. 14).

Desembarque_Invertebrados_2015_2017

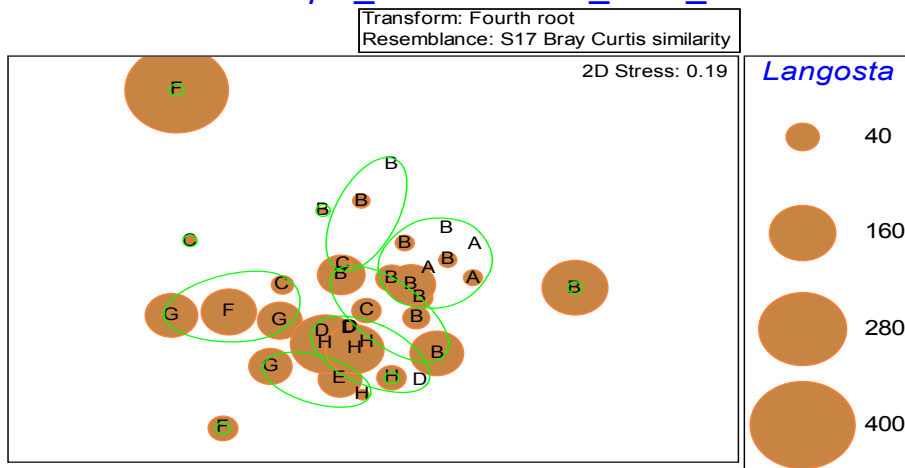


Figura 11.- Ordenación de Escalamiento Multidimensional (MDS) de los volúmenes de desembarque de *P. gracilis* en Puerto Pacasmayo, 2015 -2017

Figure 11. Multidimensional Scaling (MDS) of landing volumes of *P. gracilis* in Pacasmayo (2015 -2017)

Desembarque_Invertebrados_2015_2017

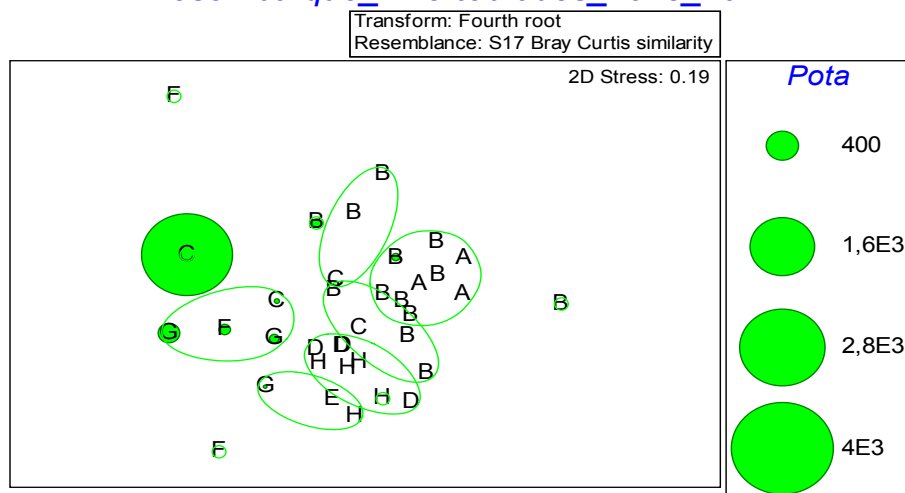


Figura 12.- Ordenación de Escalamiento Multidimensional (MDS) de los volúmenes de desembarque de *D. gigas* en Puerto Pacasmayo, 2015 -2017

Figure 12. Multidimensional Scaling (MDS) of landing volumes of *D. gigas* in Pacasmayo (2015 -2017)

Desembarque_Invertebrados_2015_2017

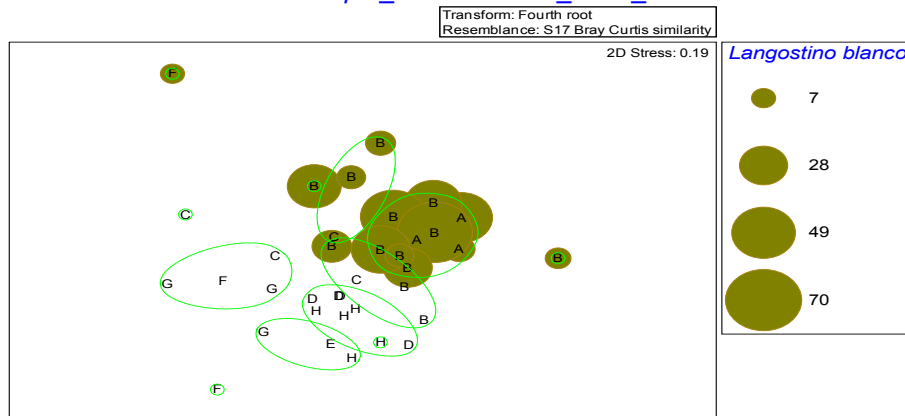


Figura 13.- Ordenación de Escalamiento Multidimensional (MDS) de volúmenes de desembarque de *Penaeus vannamei* en Puerto Pacasmayo, 2015 -2017

Figure 13. Multidimensional Scaling (MDS) of landing volumes of *Penaeus vannamei*. Pacasmayo (2015 -2017)

Tabla 1.- Resumen de contraste de hipótesis de los volúmenes de desembarque de invertebrados marinos agrupados en periodos oceanográficos en Puerto Pacasmayo, 2015 – 2017

Table 1. Summary of contrasting hypothesis of the landing volumes of marine invertebrates clustered in oceanography periods in Pacasmayo (2015c- 2017)

Hipótesis nula / Null hypothesis	Prueba / Test	Sig.	Decisión / Decision
1 La distribución de desembarques es la misma entre las categorías de periodos / The distribution of landings is the same between the period categories	Kruskal-Wallis para muestras independientes / Kruskal-Wallis test for independent samples	0,33	Rechace la hipótesis nula / The null hypothesis is rejected

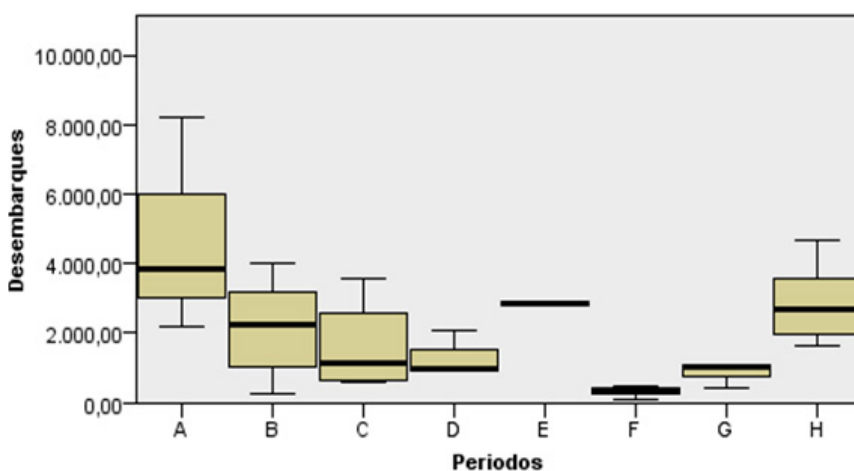


Figura 14.- Prueba de Kruskal Wallis para los volúmenes de desembarque de invertebrados marinos agrupados en periodos oceanográficos en Puerto Pacasmayo, 2015 -2017

Figure 14.- Kruskal-Wallis test for landing volumes of marine invertebrates clustered in oceanographic periods in Pacasmayo (2015 -2017)

El test Kruskal Wallis ($p = 0,03$) mostró que los volúmenes de desembarque son distintos con respecto a los periodos oceanográficos; en ese sentido, A, B y H difieren con F; G y D con A (Tabla 1, Fig. 14).

4. DISCUSIÓN

La TSM de los veranos 2015, 2016 y 2017 se incrementaron significativamente, los promedios fueron 18,4; 20,5 y 23,0 °C, respectivamente. Respecto al Patrón Térmico Mensual de Malabrigo (Periodo 1925-2015) se generaron ATSM con el mismo comportamiento de -0,2; 1,9 y 4,43 °C, respectivamente; comparado con las categorías del ICEN (ENFEN, 2012) se ubicaron en neutro, cálido fuerte y cálido extraordinario, similar con los Comunicados Oficiales de enero y julio (ENFEN, 2017a, b).

Con respecto a la SSM, el promedio de los veranos 2015 y 2016 se incrementaron y disminuyeron en el 2017, con promedios de 35,071; 35,184 a 34,818 UPS. ZUTA y

4. DISCUSSION

The SST for the summers of 2015, 2016 and 2017 were significantly increased, averaging 18.4, 20.5, and 23.0°C, respectively. Regarding the Monthly Thermal Pattern of Malabrigo (1925-2015), SSTAs were generated with the same behavior of -0.2; 1.9, and 4.43 °C, respectively; when compared to the ICEN categories (ENFEN, 2012) they were located in neutral, strong warm, and extraordinary warm, similar to the Official Communiqués of January and July (ENFEN, 2017a, b).

Regarding SSM, the mean for the summers 2015 and 2016 increased and decreased in 2017, with averages of 35.071; 35.184 to 34.818 PSU. ZUTA & GUILLÉN (1970) showed that concentrations higher than 35.100 PSU correspond to SSW; these predominated in the warm oceanographic period B and transitional G. Likewise, salinities

GUILLÉN (1970) demostraron que las concentraciones superiores a 35,100 UPS corresponden a ASS; estas predominaron en periodos oceanográficos cálidos B y transición G. Asimismo, salinidades menores a 34,800 ups, que son propios de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) y Aguas Tropicales Superficiales (ATS), fueron registradas en el periodo cálido F.

La presencia de especies de invertebrados marinos, particularmente de crustáceos y moluscos, en los volúmenes de desembarque mensual, se debió a los diferentes periodos oceanográficos, que hicieron accesibles a recursos como *P. gracilis* "langosta verde", *X. riveti* "camarón titi", *Callinectes arcuatus* O. "jaiva verde", debido a que, ampliaron su distribución de la zona norte del Perú (TARAZONA *et al.*, 2003) hasta el grado 8 del hemisferio sur.

P. orbignyi estuvo presente en todos los periodos oceanográficos; esto, en gran medida se debe, a que es una especie objetivo en Pacasmayo; ALFARO *et al.* (2016a, b y 2017) identificaron y delimitaron bancos naturales en 2011, 2012 y 2014 y URIBE *et al.* (2013), informaron su distribución en esta zona; contrariamente, en marzo del 2017 (periodo oceanográfico cálido F) cuando la TSM y ATSM alcanzaron sus máximos valores y la SSM mínimos, esta especie no fue desembarcada; sin embargo, *P. gracilis*, registró su mayor desembarque, resultados que coincidieron con los de ORDINOLA *et al.* (2006) y ORDINOLA *et al.* (2007) quienes en sus estudios en el litoral de Tumbes, indicaron que este recurso tiene una relación directa con periodos oceanográficos cálidos; asimismo, ARNTZ *et al.* (1988) señalaron que *P. vannamei* y *X. riveti* extendieron su área de distribución hacia el sur del país, produciendo un impacto positivo aprovechado por los pescadores artesanales (TRESIERRA *et al.*, 1999).

D. gigas es una especie que se concentra entre 20 y 70 mn de la costa según PAREDES y DE LA PUENTE (2014); no obstante, durante los periodos oceanográficos cálidos B y F (presencia de ASS en zona costera) sus registros fueron bajos; mientras que, en los periodos de transición C y G, caracterizados por la mezcla entre las ACF y ASS, alcanzó volúmenes de desembarque significativos, 3.195 kg.

El cluster y MDS, señalaron que el grupo 5 (de 9 meses de duración) estuvo integrado por los periodos transición A y cálido B, constituido por los desembarques de las especies *X. riveti*, *P. gracilis* y *P. orbignyi*; por el contrario, el grupo 3 (3 meses de duración) periodo neutro H y transición E y G, con desembarques de *T. chocolata* y *P. orbignyi*, tuvieron comportamiento similar al reportado en Lambayeque por CARBAJAL *et al.* (2001).

lower than 34.800 PSU, which are typical of Surface Equatorial Waters (SEW) and Surface Tropical Waters (STW), were recorded in the warm period F.

The presence of marine invertebrate species, mainly crustaceans and mollusks, in the monthly landing volumes resulted from the different oceanographic periods, which made accessible resources such as *P. gracilis* "spiny green lobster", *X. riveti* "titi shrimp", *Callinectes arcuatus* O. "arched swimming crab", because they expanded their distribution from northern Peru (TARAZONA *et al.*, 2003) up to 8 degrees south latitude.

P. orbignyi was found in all oceanographic periods, because it is a target species in Pacasmayo; ALFARO *et al.* (2016a, b and 2017) identified and delimited natural banks in 2011, 2012, and 2014 and URIBE *et al.* (2013), reported its distribution in this area. In March 2017 (warm oceanographic period F) when SST and SSTA reached their maximum values and the SSS was at its minimum, this species was not landed; *P. gracilis*, recorded its highest landing, results that coincided with what was found by ORDINOLA *et al.* (2006) and ORDINOLA *et al.* (2007) who in their studies on the coast of Tumbes, indicated that this resource has a direct association with warm oceanographic periods. ARNTZ *et al.* (1988) indicated that *P. vannamei* and *X. riveti* expanded their distribution area towards southern Peru, producing a positive impact that was exploited by artisanal fishermen (TRESIERRA *et al.*, 1999).

According to PAREDES & DE LA PUENTE (2014), *D. gigas* is a species that is concentrated between 20 and 70 nm offshore; nevertheless, during the warm oceanographic periods B and F (presence of SSW near-shore) its records were low; while, in the transitional periods C and G, characterized by the mixing between the CCW and SSW, it reached significant landing volumes (3,195 kg).

The cluster and MDS indicated that group 5 (with a duration of 9 months) was integrated by the transitional period A and warm period B, constituted by the landings of the species *X. riveti*, *P. gracilis*, and *P. orbignyi*; by contrast, group 3 (with a duration of 3 months) was formed by neutral period H and transitional period E and G, with landings of *T. chocolata* and *P. orbignyi*, had similar behavior to that reported in Lambayeque by CARBAJAL *et al.* (2001).

Ambos estadísticos, Kruskal Wallis y MDS, permitieron observar que los periodos oceanográficos influyeron en los volúmenes de desembarque mensual de los invertebrados marinos de Puerto Pacasmayo 2015 a 2017.

5. CONCLUSIONES

Los volúmenes de desembarque estuvieron constituidos por seis grupos, cinco de ellos conformados por periodos oceanográficos cálidos y de transición; en tanto que, un grupo por periodos oceanográficos neutros. *P. gracilis* "langosta" y *X. riveti* "camarón titi", presentaron una ampliación en su distribución espacial y temporal en torno a los periodos cálidos; contrariamente, *P. orbigny* "cangrejo violáceo" a los periodos de transición y neutro, modificando directamente la accesibilidad y disponibilidad de estos recursos para los pescadores artesanales.

Both statistical techniques, Kruskal-Wallis and MDS, showed that oceanographic periods influenced the monthly landing volumes of marine invertebrates in Pacasmayo from 2015 to 2017.

5. CONCLUSIONS

Landing volumes consisted of six groups, five of which were formed by warm and transitional oceanographic periods, while one group was formed by neutral oceanographic periods. *P. gracilis* "spiny green lobster" and *X. riveti* "titi shrimp", showed an extension in their space-time distribution around the warm periods; on the other hand, *P. orbigny* had such extension during transitional and neutral periods, thus directly modifying the accessibility and availability of such resources for artisanal fishermen.

REFERENCIAS / REFERENCES

- ÁLAMO V, VALDIVIESO V. 1997. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Publicación especial. Instituto del Mar del Perú, Callao. 2da edición, revisada y actualizada. 200 pp.
- ALFARO S, TRESIERRA A, REBAZA V, CAMPOS M, DE LUCIO L. 2016a. Evaluación de bancos naturales de invertebrados marinos comerciales, Región La Libertad-Perú, 2011. Inf Inst Mar Perú. 43(1): 94-111.
- ALFARO S, REBAZA V, DE LUCIO L, SALCEDO J, VÁSQUEZ C. 2016b. Evaluación de bancos naturales de invertebrados marinos comerciales, Región La Libertad-Perú, 2012. Inf Inst Mar Perú. 43(1): 68-93.
- ALFARO S, REBAZA V, DE LUCIO L, VÁSQUEZ C, CAMPOS M. 2017. Caracterización de bancos naturales de invertebrados marinos comerciales y áreas de pesca artesanal. Región La Libertad, Perú. Junio 2014. Inf Inst Mar Perú. 44(1): 105-148.
- ARNTZ, WE, VALDIVIA E, ZEBALLOS J. 1988. Impact of El Niño 1982 – 1983 on the commercially exploited invertebrates (mariscos) of the Peruvian shore. Archive of fishery and marine research (Meeresforsch.). 32(1): 3 – 22.
- CARBAJAL W, RAMIREZ P, MACO J. 2001. Efectos de El Niño 1997 – 98 sobre la pesquería de los invertebrados marinos en Lambayeque. Inf Prog Inst Mar Perú – Callao. 139: 3-16.
- CHIRICHIGNO N. 1970. Lista de crustáceos del Perú (Decapoda y Stomatopoda) con datos de su distribución geográfica. Inf Inst Mar Perú. (35): 1-95.
- DE LUCIO L, SOLANO A, REBAZA V, ALFARO S, TRESIERRA A, CAMPOS S. 2013. La pesca artesanal marina en la región La Libertad, Perú. Inf Inst Mar Perú. 40(1-2): 31-134.
- ESPINO M, YAMASHIRO C. 2012. La variabilidad climática y las pesquerías en el Pacífico suroriental. Lat. Am. J. Aquat. Res. 40(3): 705-721.
- ENFEN. 2012. Comunicado oficial Nro. 01. 21 junio. 2 pp.
- ENFEN. 2015. Comunicado oficial Nro. 02-11. Febrero a julio 2012. 20 pp.
- ENFEN. 2017a. Comunicado oficial Nro. 01. 16 enero 2017. 4pp.
- ENFEN. 2017b. Comunicado oficial Nro. 10. 12 junio 2017. 5pp.
- IMARPE. 2009. Catálogo de invertebrados marinos de la Región La Libertad. Laboratorio Costero de Huanchaco. 90 pp.
- IMARPE. 2015. Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras. Grupo de trabajo institucional El Niño. 32 pp. http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_gti_infor_novie2015.pdf
- MÉNDEZ M. 1981. Claves para la identificación y distribución de langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. Bol Inst Mar Perú. 5: 1 – 170.
- Moscoso V. 2012. Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. Bol Inst Mar Perú. 27(1-2): 208.
- ORDINOLA E, ALEMÁN S, VERA M, INGA C, LLANOS J. 2006. Algunos Aspectos Biológico – Pesqueros de la langosta verde *Panulirus gracilis* (Decapoda: Palinuridae) en la región Tumbes. Conferencia IMARPE Sede Regional de Tumbes – Poster CCM0186. http://www.imarpe.gob.pe/tumbes/publicaciones/ponencias/Algunos_aspectos_biologico_pesqueros_langosta_verde_Tumbes.pdf
- ORDINOLA E, ALEMÁN S, MONTERO P. 2007. Biología y pesquería de cuatro especies de invertebrados marinos de importancia comercial. Región Tumbes, II etapa. Inf Inst Mar Perú. 40(3): 254-273.
- PARADA C, YANNICELLI B, HORMAZABAL S, VÁSQUEZ S, POROBIC J, ERNST B, GATICA C, ARTEAGA M, MONTECINOS A, NÚÑEZ S, GRECHINA A. 2013. Variabilidad ambiental y recursos pesqueros en el Pacífico suroriental: estado de la investigación y desafíos para el manejo pesquero. Lat. Am. J. Aquat. Res. 41(1): 1-28.

- PAREDES C E, DE LA PUENTE S. 2014. Situación actual de la pesquería de la pota (*Dosidicus gigas*) en el Perú y recomendaciones para su mejora. Informe final Proyecto MEDIANOBREVECIESPM-T1.110pp. Obtenido de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/AF579F67269CB59505257D8E004DCB6F/\\$FILE/1._doc._final_cies.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/AF579F67269CB59505257D8E004DCB6F/$FILE/1._doc._final_cies.pdf).
- TARAZONA J, INDACOCHEA A, VALLE S, CÓRDOVA C, OCHOA N, SERRANO W, PEÑA T. 2000. Impacto de "El Niño 1997-1998" sobre el ecosistema marino somero de la costa central de Perú. En J. Tarazona y E. Castillo (eds). El Niño 1997-1998 y su impacto sobre los ecosistemas Marino y Terrestre. Rev. Peruana de Biología. Vol. Extraordinario: 18-31 pp.
- TARAZONA J, GUTIÉRREZ D, PAREDES C, INDACOCHEA A. 2003. Overview and challenges of marine biodiversity research in Peru. *Gayana*. 67(2): 206 – 231.
- TRESIERRA A, CULQUICHICON Z, VENEROS B. 1999. Efecto del fenómeno "El Niño 1997 - 98" en el desembarque de los recursos pesqueros artesanales de Puerto Salaverry (Trujillo). *Rev. Biol.* Vol. Extraordinario: 160 – 163 pp.
- URIBE R, RUBIO J, CARBAJAL P, BERRÚ P. 2013. Invertebrados marinos bentónicos del litoral de la Región Áncash, Perú. *Bol Inst Mar Perú*. 27(1-2): 208.
- ZUTA S, GUILLEN O. 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. *Bol Inst Mar Perú*. 2(5): 157-323.