



## Relación entre la variabilidad climática y la producción pesquera industrial de Puerto Chicama, La Libertad, Perú: 2010-2017

### Relationship between climatic variability and industrial fishing production in Puerto Chicama, La Libertad, Peru: 2010-2017

Wendy Anais Carrera Merlo<sup>1</sup>; Larisa Brigetth Aldave Carril<sup>1</sup>; Jerry Kevin Rodríguez García <sup>1</sup>; Paolo Andre Amaya<sup>1,\*</sup>; Bilmia Veneros Uribina<sup>2</sup>

1 Programa de Formación para Adultos, Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú.

2 Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

\*Autor corresponsal: [paamalva@gmail.com](mailto:paamalva@gmail.com) (P. Amaya).

ID ORCID de los autores

W. Carrera: [id https://orcid.org/0000-0003-1164-5990](https://orcid.org/0000-0003-1164-5990)

L. Aldave: [id https://orcid.org/0000-0002-6236-5916](https://orcid.org/0000-0002-6236-5916)

J. Rodríguez: [id https://orcid.org/0000-0002-5402-1961](https://orcid.org/0000-0002-5402-1961)

P. Amaya: [id https://orcid.org/0000-0003-1551-7048](https://orcid.org/0000-0003-1551-7048)

B. Veneros: [id https://orcid.org/0000-0001-7367-73239](https://orcid.org/0000-0001-7367-73239)

---

#### RESUMEN

La investigación tuvo como propósito determinar la relación entre la variabilidad climática y la producción pesquera industrial de Puerto Chicama, región La Libertad, Perú: 2010-2017. Se obtuvieron registros de temperatura superficial del mar promedio anual, expresados en grados centígrados, y por la producción de harina y aceite de pescado, de periodo 2010 al 2017, siendo procesados a través de gráficas, para luego describir sus comportamientos. En la determinación de la relación de variables, se emplearon los modelos de regresión, eligiendo el modelo como mayor valor de  $r^2$ . La relación entre las variables fue inversamente proporcional. Con respecto a la producción pesquera industrial, en el 2013, se obtuvo la máxima producción en el periodo de estudio. Las temperaturas más altas se fueron en el 2015 y 2017, y la más baja fue en el 2013 para el periodo de estudio, registrándose valores de 19 °C; 18,5 °C y 15,5 °C respectivamente. La producción pesquera industrial con mayor valor fue la de harina de pescado alcanzando 919 930 toneladas y aceite de pescado alcanzando 185 269 toneladas. El modelo de regresión que describe la relación de temperatura superficial del mar con la producción pesquera industrial fue el modelo de regresión potencial, con un  $r^2$  de 0,2 para harina de pescado y el modelo de regresión exponencial, con un  $r^2$  de 0,5.

**Palabras Claves:** Variabilidad climática; producción pesquera; industrial.

#### ABSTRACT

The objective of this study was to determine the relationship between climate variability and industrial fishing production in Puerto Chicama, La Libertad region, Peru: 2010-2017. The annual average sea surface temperature records were obtained, expressed in Celsius degrees, and by the production of fishmeal and fish oil, from 2010 to 2017. They were processed through graphs to describe their behaviors. In the determination of the relation of variables, regression models were used, choosing the model as higher value of  $r^2$ . The relationship between the variables was inversely proportional. Regarding the industrial fishing production, in 2013, the maximum production was obtained in the period under study. The highest temperatures were recorded in 2015 and 2017, and the lowest was in 2013 for the study period, with values of 19 C, 18.5 C and 15.5 C respectively. The industrial fishery production with the highest value was fishmeal reaching 919 930 tons and fish oil reaching 185 269 tons. The regression model describing the relationship of TSM to industrial fisheries production was the potential regression model, with a  $r^2$  of 0.2 for fishmeal and the exponential regression model, with a  $r^2$  of 0.5.

**Keywords:** Climate variability; fishery production; industrial.

---

Recibido: 13-04-2020.

Aceptado: 26-06-2020.

## INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo, se ha puesto especial interés en el estudio de los efectos ecológicos que las variaciones climáticas causan en las poblaciones marinas en diferentes escalas temporales, con la intención de incorporar estos conocimientos en el manejo de los recursos naturales. Sin embargo, dilucidar el impacto del clima sobre los procesos ecológicos es una tarea compleja, debido a que el clima no afecta a las poblaciones a través de un solo factor individual, sino a través de una mezcla de factores de las condiciones locales (Stenseth *et al.*, 2003).

Cabe precisar que los procesos climáticos causan efectos drásticos en el funcionamiento de los ecosistemas marinos, operando en una amplia gama de escalas temporales y espaciales (Bakun 1996, Rouyer *et al.* 2008). La variabilidad del clima oceánico incluye corrientes cambiantes y cambios de temperatura, que alteran la alimentación, el crecimiento y los patrones migratorios de fauna marina (Miller *et al.* 2010).

En las últimas décadas el impacto del calentamiento del mar se debe principalmente a los patrones de temperatura que a escala global y regional han repercutido en diferentes escalas de tiempo, esto se demuestra en las variaciones climáticas de la TSM (Woodman, 1998 y Zafra, 2005). Los eventos climáticos "El Niño" de intensidades extraordinarias causaron impacto negativo con anomalías térmicas superior a +2°C de TSM registrados en 1972-1973, 1982-1983; 1997 y 1998 que han causado el colapso de la pesca de *Engraulis ringens* "anchoveta" según indican Rodríguez *et al.* (1993) y Pauly y Tsukayama (1987).

Los ecosistemas acuáticos han sido profundamente alterados por la pesca, y se ha difundido la tendencia a pescar en niveles cada vez más bajos de la red trófica a medida que los peces disminuyen en los niveles superiores; esto ha determinado la merma de las cosechas en los niveles tróficos inferiores (Pauly *et al.*, 1998; Allan *et al.*, 2005) y una serie de efectos perjudiciales en el ecosistema tales como la perturbación de hábitats susceptibles debido al uso de explosivos subacuáticos para pescar, sustancias venenosas y las pesadas redes de arrastre que causan daños a su paso.

Muchas pesquerías industrializadas se ven lastradas por la sobreinversión y el exceso de capacidad pesquera (Hilborn *et al.*, 2003), lo que hace económica y políticamente difícil reducir las actividades de pesca para ajustarlas a los índices de productividad biológica (Ludwig *et al.*, 1993). Así, aun en ausencia de alteraciones atribuibles al cambio climático, se estima en general que es necesario reducir la capacidad y el esfuerzo de pesca en la mayoría de las pesquerías.

En los análisis de información de las características físicas del mar Peruano y sus variabilidades climáticas con respecto a los recursos hidrobiológicos y la pesquería a la que sustenta, concluye

Flores (1997), que existe una indiscutible relación entre los recursos, las pesquerías y las condiciones físicas del mar, tanto en situaciones de normalidad como de variabilidad, de diferente signo, intensidad y efecto que es necesario identificar con precisión, para obtener conocimientos que permitan su adecuado manejo en el tiempo.

La actividad industrial destina sus productos al consumo humano indirecto (CHI) y se dedica a la extracción de los recursos pelágicos, entre los cuales destacan la anchoveta (*Engraulis ringens*) y en menor medida otros recursos como el jurel (*Trachurus murphyi*) y la caballa (*Scomber japonicus*), considerando que la anchoveta es un elemento clave de la red alimentaria marina en el ecosistema de la corriente de Humboldt, dado que se alimenta de plancton y es la principal presa de los depredadores marinos, incluyendo mamíferos marinos, peces y pesquerías. De esta manera, cumple un rol ecológico fundamental (Muck, 1989).

La industria pesquera representa una actividad importante en la economía de nuestro país y la harina de pescado es el principal producto pesquero que se exporta con una participación del 54% del total. En el año 2015, los principales países a los cuales se exportó harina de pescado fueron: 75,4 por ciento a China, seguido por Taiwan (8,0 %), Chile (2,6 %), Japón (6,1 %) y Viet Nam (3,4 %) (Ministerio de Producción, 2017).

En el Puerto Chicama se ha venido desarrollando una intensa actividad pesquera industrial sustentada en la gran disponibilidad del recurso anchoveta y por la presencia de plantas pesqueras, que procesan harina y aceite de pescado cuyos residuos líquidos y sólidos orgánicos son vertidos al mar, entre ellos las aguas residuales domésticas de la ciudad y la acumulación de estos muchas veces conducen a la disminución del oxígeno disuelto (hipoxia e inclusive anoxia) en el agua y en los sedimentos, como consecuencia del enriquecimiento orgánico de estos, el cual a su vez afecta el proceso de remineralización hacia la columna de agua (Carbajal *et al.* 2004).

Sin duda, que el concepto del manejo de la pesca basado en el ecosistema genera principios y prácticas para el ordenamiento racional y aprovechamiento óptimo de los recursos pesqueros, donde se expresa la necesidad de comprender las variaciones naturales de las poblaciones pesqueras; y la relación de éstas con los factores ambientales, el enfoque se orienta hacia la preservación de ecosistemas completos, sirviéndose de la experiencia adquirida en el ordenamiento de poblaciones individuales (FAO; 1984).

El objetivo del estudio fue buscar la relación que existe entre la variabilidad climática y la producción pesquera industrial de Puerto Chicama, La Libertad, 2010-2017. Asimismo, describir el comportamiento productivo de la harina y aceite de pescado en Puerto Chicama, durante el 2010 - 2017.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La población y muestra estuvo constituida por los

registros de temperatura superficial del mar

promedio anual, expresados en grados centígrados (°C), procedentes del Instituto del Mar Peruano - IMARPE (sede Huanchaco) y por la producción de harina y aceite de pescado procedente del Anuario Estadístico Pesquero Acuícola, de la región La Libertad para el periodo del 2010 al 2017. Dichos valores cuantitativos fueron procesados a través de gráficas, para luego ser analizados sus comportamientos. En la determinación de la relación de variables, fue empleado los modelos regresión, eligiendo el modelo como mayor valor de r2.



Figura 1. Área de estudio.

La temperatura promedio anual para la región La Libertad fue oscilante entre 15,5 °C y 19 °C correspondiendo los valores más altos a los años 2015 y 2017, mientras que el más bajo fue el año 2013,

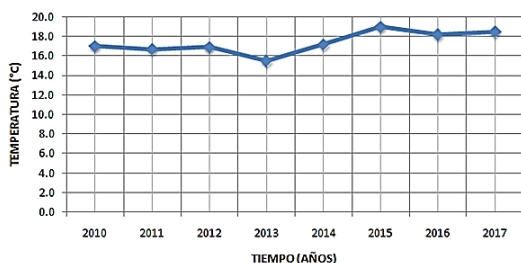


Figura 2. Temperatura superficial del mar promedio anual de Puerto Chicama, 2010 -2017.

La mayor producción registrada fue harina de pescado, seguida del aceite de pescado para el periodo de estudio (Figura 3).

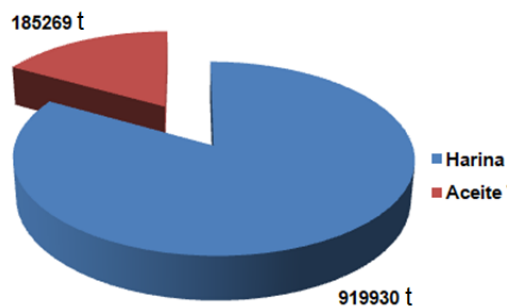


Figura 3. Producción de harina y aceite de pescado en Puerto Chicama, La Libertad, 2010 -2017.

El 2013 registro una mayor producción de harina de pescado (173 150 TM), atribuido a que existió mayor desembarque de la materia prima, esto debido a que la anchoveta es de agua frías y estuvo disponible (Figura 4).

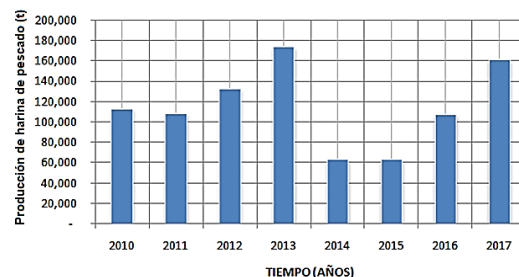


Figura 4. Producción de harina de pescado en Puerto Chicama - región La Libertad, 2010 -2017.

Los años con mayor producción de aceite de pescado fueron 2012 y 2010 respectivamente (Figura 5).

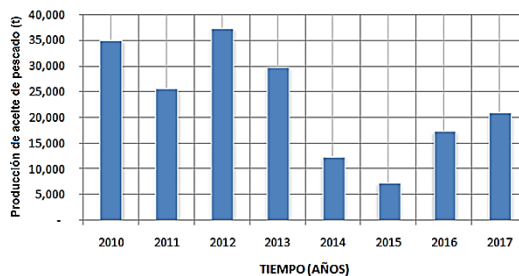


Figura 5. Producción de aceite de pescado en Puerto Chicama - región La Libertad, 2010 -2017.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esto es propicio indicar que las implicancias del evento El Niño se atribuyen a las condiciones oceano atmosféricas del Niño Oscilación sur donde los patrones climáticos locales o regionales intensifican las anomalías térmicas afectando el clima del planeta, según argumentan Zebiak et al. (2015); Glantz (2015).

Esto permite inferir que la producción de harina de pescado está muy vinculada al interés comercial y necesidad para otras actividades productivas nacionales e internacionales. Sin embargo, Galarza et al. (2015) afirman que desde el 2005 la producción de harina y aceite de

pescado ha ido decreciendo gradualmente, pero por otro lado la pesca intensiva del recurso propósito hace posible maximizar la producción y reducir los stocks de recursos hidrobiológicos. Según los resultados obtenidos, en el 2013 aumentó la producción de harina de pescado en Puerto Chicama, mientras que en el 2014 disminuyó significativamente, esto debido al incremento de la TSM (°C). El presente estudio permite inferir que el comportamiento de la producción de harina de pescado en toneladas métricas estuvo claramente vinculado a la variación de la TSM (°C), por lo tanto, esta

información puede ser tomada para investigaciones posteriores y la toma de decisiones con respecto a la disponibilidad del recurso objetivo el cual puede ser empleado como materia prima para el proceso productivo de harina y aceite de pescado.

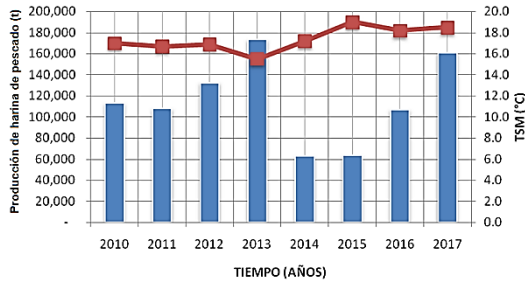


Figura 6. Relación de TSM (°C) y la Producción de harina de pescado en Puerto Chicama - región La Libertad, 2010 -2017.

Lo antes descrito responde a lo señalado por Tokioka (1983) indica que la temperatura superficial del mar es uno de los más importantes predictores mensuales o estacionales del clima a nivel mundial, como para ser utilizada con enfoques multivariados en la biología pesquera de especies con interés comercial, asimismo está vinculado al origen de abundantes precipitaciones, cuando se elevan dichas temperaturas; tales comportamientos se vieron reflejados.

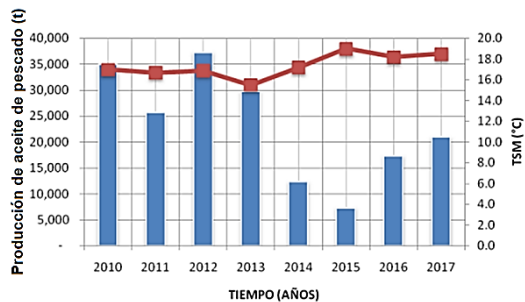


Figura 7. Relación de TSM (°C) y la Producción de aceite de pescado en Puerto Chicama - región La Libertad, 2010 -2017.

La producción total de aceite de pescado por cada año evaluado en la empresa Puerto Chicama, teniendo como año más productivo en el 2012 con una cantidad de 37000 toneladas teniendo en cuenta que la temperatura promedio fue de 19 °C y el año en que su producción fue más baja fue en el 2015 con una producción de 8000 toneladas con una temperatura de 19 °C y en la actualidad la producción se mantiene en 2200 toneladas y con una temperatura promedio de 18 °C. Dicha producción coincide con lo señalado por Ministerio de Producción (2015), quienes reportan que La harina de pescado fue destinada en un 75,4 por ciento a China, seguido por Taiwan (8,0 %), Chile (2,6 %), Japón (6,1 %) y Viet Nam (3,4 %); y en mayor proporción fue comercializada por Tecnología de Alimentos SA (23,5 %), Pesquera Hayduk (13,4 %), COPEINCA SAC (13,2 %), CFG Investment (14,0 %) y Austral Group SAA (13,4 %).

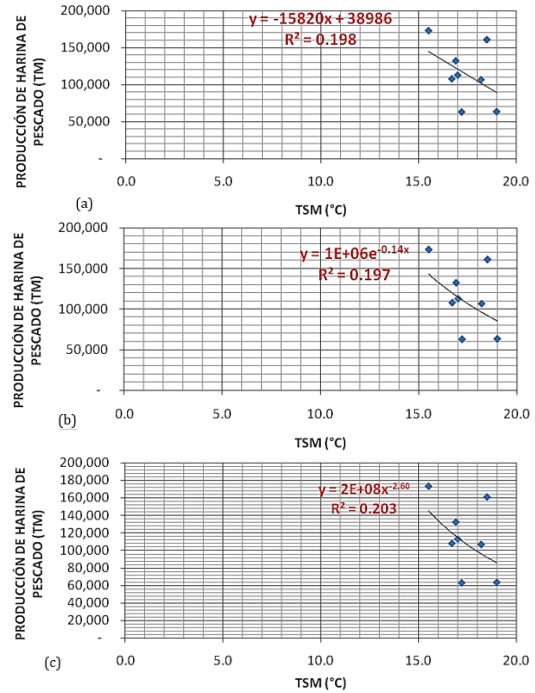


Figura 8. Modelos de Regresión Lineal (a), Exponencial (b), Potencial (c) de la TSM promedio anual (°C) con la producción anual de harina de pescado de Puerto Chicama - región La Libertad, 2010-2017.

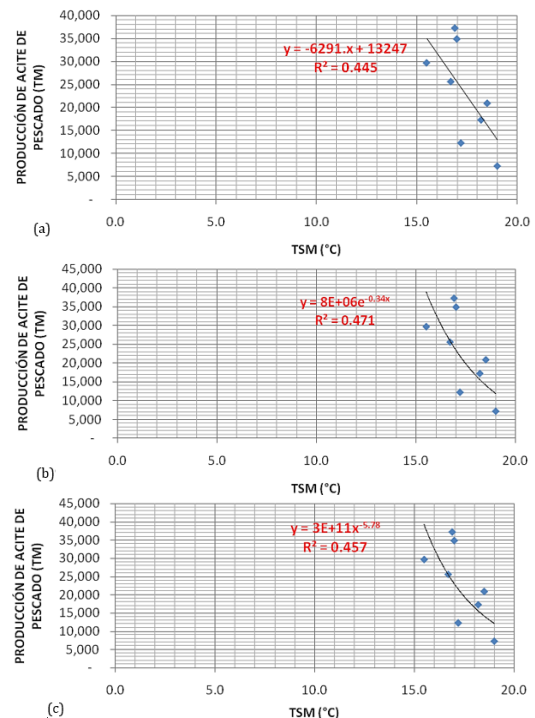


Figura 9. Modelos de Regresión Lineal (a), Exponencial (b), Potencial (c) de la TSM promedio anual (°C) con la producción anual de aceite de pescado de Puerto Chicama - región La Libertad, 2010-2017.

La producción de aceite de pescado se ve afectada por el incremento de la temperatura, pues en el año 2015 hay poca producción de aceite. Los desembarques registrados en los años 2014 y 2015 no han sido tan favorables, ya que evidencia como resultado en la producción de harina y

aceite de pescado en los mencionados años, con lo cual se le atribuye al incremento de la temperatura que en el año 2015 fue de 19 °C recuperándose en cuanto a producción y desembarque en el año 2017 cuando la temperatura empieza a descender hasta los 18.5 °C promedio.

Asimismo, se precisa que la presencia de temperaturas altas genera insostenibilidad a la bioeconomía de las pesquerías industriales (Flores y Zafra, 2019), además que la importancia de producir harina y aceite de pescado para consumo humano indirecto ha contribuido a la economía del país (Talledo, 2010; Galarza *et al.*, 2015).

## CONCLUSIONES

La investigación concluye que la variabilidad climática influyó en la producción pesquero industrial positivamente en el 2013, obteniéndose una máxima producción para el periodo de estudio. Las temperaturas más altas se registraron en el 2015 y 2017, y la más baja fue en el 2013 para el periodo de estudio, donde se registraron valores de 19 °C, 18,5 °C y 15,5 °C respectivamente. La producción con mayor valor fue la de harina de pescado alcanzando 919 930 toneladas

y aceite de pescado alcanzando 185 269 toneladas en Puerto Chicama - región La Libertad, durante el 2010-2017. El modelo de regresión que describe la relación de temperatura promedio anual con la producción pesquero industrial fue el modelo de regresión potencial, con un coeficiente de correlación de 0,2 para harina de pescado y el modelo de regresión exponencial 0,5 para aceite de pescado en Puerto Chicama - región La Libertad, durante el 2010-2017.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bakun, A 1996. Patterns in the ocean: ocean processes and marine population dynamics. University of California Sea Grant, La Jolla, CA.
- Carbajal, W.; Castro, J.; De La Cruz, J.; Flores, G. 2004. Calidad del ambiente marino en Puerto Malabrigo (La Libertad), marzo y junio del 2003. Inf. Inst. Mar Perú, Lab. Costero de Santa Rosa. 18 pp.
- FAO 1984. Informe de la Conferencia Mundial de la FAO sobre Ordenación y Desarrollo Pesqueros. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- FAO 2003. Resumen Informativo sobre la Pesca por Países. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Fishery Country Profile Food and Agriculture Organization of the United Nations Fld/CP/PER. Rev.2
- Flores, M. 1997. Variabilidad climática asociada con el fenómeno "El Niño" y sus incidencias en la Pesquería Peruana con énfasis en el periodo 1940-1995.
- Flores, T; Zafra, A. 2019. El Niño Climate event in the bioeconomy sustainability of *Engraulis ringens* in Peru. *Agroind. sci.* 9(2): 133-137.
- Galarza, E.; Zegarra, K.; Noelia, J. 2015. Pesca artesanal: oportunidades para el desarrollo regional. 1ra Edición. Universidad del Pacífico. Lima, Perú. 120 pp.
- Glantz, M. 2015. Shades of chaos: lessons learned about lessons learned about forecasting El Niño and its impacts. *Int. J. Disaster Risk Sci.* 6: 94-103.
- Hilborn, R.; Thomas P.; Quinn D.; Schindler, E.; Donald E. 2003. Biocomplexity and fisheries sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 100(11): 6564-6568.
- Ludwig, D.; Hilborn, R.; Walters, C. 1993. Uncertainty, Resource Exploitation, and Conservation: Lessons from History. *Ecological Applications* 3(4): 548-549.
- Miller, K.; Charles, A.; Barange, M.; Brander, K. 2010. Climate change, uncertainty, and resilient fisheries: institutional responses through integrative science. *Prog Oceanogr* 87: 338-346.
- MINISTERIO DE PRODUCCIÓN. 2015. Boletín Estadístico Pesquero. Ministerio de la Producción. Lima 66p.
- MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN 2017. Anuario Estadístico Pesquero Acuicola. La Actividad Productiva del Sector en Números. 1era. Edic. Lima-Perú.
- Muck, P. 1989. Major trends in the pelagic ecosystem off Peru and their implications for management. Manila-Philippines. 386-403 pp.
- Pauly, D.; Tsukayama, I. 1987. The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem/ three decades of change, 351. In International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila
- Pauly, D.; Christensen, V.; Dalsgaard, J.; Froese, R.; Torres, F. 1998. Fishing down marine food webs. *Rev. Science* 279(5352): 860-863.
- Rodríguez, R.; Woodman, R.; Balsley, B.; Mabres, A.; Phipps, R. 1993. Avances sobre estudios dendrocronológicos en la región costera norte del Perú para tener un registro pasado del fenómeno El Niño., *Bulletin de l' Institut d' Études Andines* 22(1): 267-281
- Rouyer, T., Fromentin, J., Ménard, F., Cazelles, B. 2008 Complex interplays among population dynamics, environmental forcing, and exploitation in fisheries. *Proc Natl Acad Sci USA* 105: 5420-5425.
- Stenseth, N.; Ottersen, G.; Hurrell, W.; Mysterud, A.; Lima, M.; Chan, K.; Yoccoz, N.; Ådlandsvik, B. 2003. Studying climate effects on ecology through the use of climate indices: the North Atlantic Oscillation, El Niño Southern Oscillation and beyond. *Proceedings Royal Society of London* 1-10.
- Talledo, S.L. 2010. Situación y perspectiva de la harina de pescado: caso peruano de 1980-2007. Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú. 123 pp.
- Tokioka, T. 1983. Influence of the ocean on the atmospheric global circulations and short-range climatic fluctuations. San José de Costa Rica. *FAO Fish. Rep.* 291(3): 557-585
- Woodman, R. 1998. El Fenómeno El Niño y el Clima en el Perú. Publicado por el congreso de la República en "El Perú en los Albores del Siglo XXI/2; Ciclo de Conferencias 1997-1998". Ediciones del Congreso del Perú. Lima-Perú. 201-242.
- Zafra, A. 2005. Impacto Socioeconómico de la Pesquería de "anchoveta" *Engraulis ringens* y el Niño en el Puerto de Chimbote - Perú de 1993 al 2002. Tesis Doctor en Medio Ambiente. Trujillo. Servicios de Publicaciones e Intercambio Científico - Universidad Nacional de Trujillo.81. 23.
- Zebiak, S.; Orlove, B.; Munoz, A.G., Vaughan, C.; Hansen, J., Troy, T.; Thomson, M. 2015. Investigating El Niño-southern oscillation and society relationships. *WIREs Clim. Change* 6.