



Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Económica, Estadística y Ciencias Sociales
Escuela Profesional de Ingeniería Estadística

Primer Informe de Investigación

Proyección de la Producción Pesquera de Anchoveta en Perú considerando el factor climático del Océano Pacífico

Consultoría Estadística

Docente: *Grados Paredes Daniel*

Díaz Silvano Pierre¹ Lin Chiu Chen Yang² Ocaña Coronado Manuel³ Varillas Torres Augusto⁴

Abstract

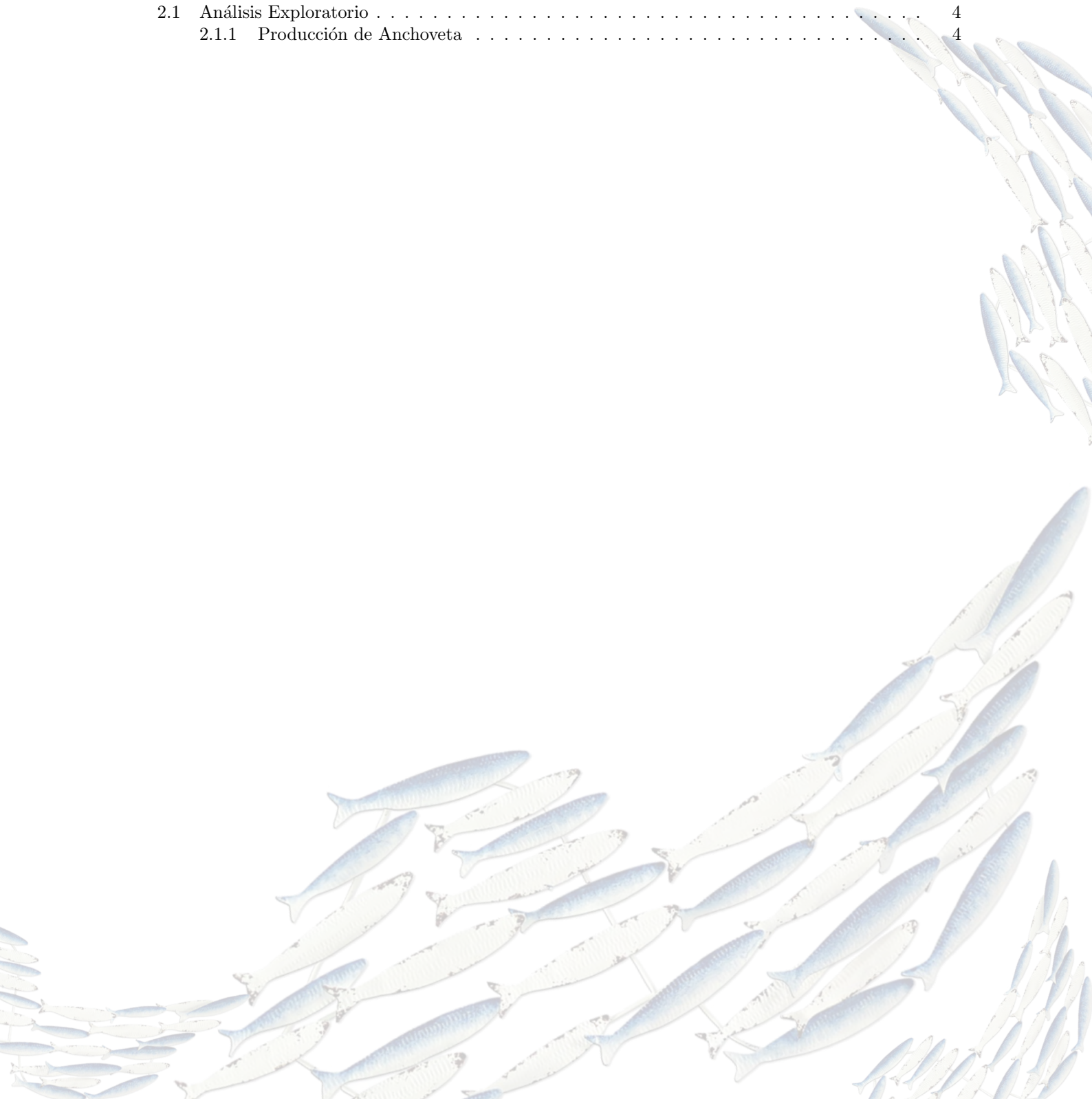
Este informe presenta un análisis estadístico orientado a modelar la producción pesquera mensual de anchoveta en el Perú, considerando el impacto de variables climáticas como el índice de oscilación del niño (ONI) y el índice de oscilación del sur (SOI). El objetivo es generar un modelo predictivo que permita proyectar la producción para los próximos cinco meses, facilitando la toma de decisiones por parte de la industria pesquera.

Utilizando datos mensuales desde 2003 hasta 2025 obtenidos a través del Banco Central de Reserva del Perú y National Oceanic and Atmospheric Administration, se aplicaron técnicas de modelado de series de tiempo específicamente con el SARIMAX. El modelo desarrollado permite realizar proyecciones con un nivel aceptable de error y brinda información relevante sobre la sensibilidad de la producción frente a cambios climáticos.

keywords Producción pesquera, anchoveta, clima, sarimax, Perú

Contents

1	Introducción	2
1.1	Contexto	2
1.2	Problema de Investigación	2
1.3	Objetivos	3
1.4	Objetivo general	3
1.5	Objetivos Específicos	3
2	Metodología	4
2.1	Análisis Exploratorio	4
2.1.1	Producción de Anchoveta	4



1 Introducción

1.1 Contexto

La anchoa es un pez perteneciente a la familia Engraulidae orden de los Clupeiformes, habitan en grandes cardúmenes en aguas costeras dentro de 80 Km hasta una profundidad de 50 metros se caracterizan por un tamaño aproximado de 15cm de color azul intenso tiene una longevidad de 3 años se pescan para el consumo humano y el procesamiento industrial se distribuyen en los océanos Atlántico, Pacífico e Índico, así como en el mar Mediterráneo teniendo varias variantes como la anchoa europea, argentina, californiana, japonesa, africana y por último la peruana con mayor relevancia comercial en el ámbito mundial según el último boletín publicado por la (FAO, 2024).

La anchoveta peruana, cuyo nombre científico es "Engraulis ringens" se encuentra en el sureste del Océano Pacífico frente a Perú y Chile entre 4° a 42° latitud sur y 82° a 69° longitud oeste (FishBase, 2025); se reproducen durante todo el año con preferencia en épocas de invierno hasta fines de primavera demorando alrededor de 1 año en madurar; la abundancia de esta se debe al afloramiento de las aguas por la corriente peruana o de Humboldt, que transporta las aguas frías del continente antártico en dirección hacia el norte para encontrarse con la corriente cálida del niño, transportando ricos nutrientes como fitoplancton y zooplancton creando el ecosistema más abundante y productivo del planeta. La anchoveta es la especie más representativa procedente de la pesca llegando a máximos de hasta 13 millones de toneladas en los 90; actualmente este número ha descendido; en 2022 se llegó a pescar hasta 4.8 millones de toneladas (FAO, 2025) esta representa el 9.4% de la pesca mundial, de las cuales Perú abarca el 6.6% aportando el 0.8% del producto bruto interno PBI reflejado en el informe de (BCRP, 2024) de las cuales el 80% es anchoveta; si bien, somos el primer productor mundial, la Organización de las Naciones Unidas ONU está impulsando una agenda de desarrollo sostenible reflejando en los últimos años el crecimiento acelerado de la producción por acuicultura igualando a la producción por pesca pero según (Peruano, 2016) en el Perú solo una quinta parte del PBI del sector de pesca es acuicultura estamos alejados de la tendencia. La experiencia pasada nos ha demostrado las consecuencias de la sobreexplotación como el caso de los 70 (Arias Schreiber, 2012) la reducción drástica de la población de anchovetas ha hecho al estado efectuar políticas de gestión pesquera sostenible y monitoreo constante por el Instituto del Mar del Perú IMAPE y limitación de su pesca por el Ministerio de Producción considerando la cantidad máxima de captura, el tamaño mínimo aceptable, estableciendo zonas y temporadas de pesca finalmente, la promoción de medidas de su conservación manteniendo a la especie en preocupación menor; sin embargo, en múltiples ocasiones la variabilidad climática ha jugado un papel dominante en la vulnerabilidad de la anchoveta disminuyendo drásticamente la población de esta, como podemos observar en los años 72, 80, 97 y 2015 los eventos son cada vez más frecuentes por el cambio climático según (Oliveros-Ramos and Shin, 2023a) la población se está reduciendo a una tasa del 14% por década llegando a desaparecer para el 2060 estamos hablando nada más que el fenómeno del niño conocido como El Niño - Oscilación del Sur ENSO un fenómeno climático global que ocurre al calentarse las aguas en el océano Pacífico tropical

1.2 Problema de Investigación

La anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) desempeña un papel crucial en la economía nacional y en la seguridad alimentaria global, siendo la base de la producción de harina y aceite de pescado. Sin embargo, su disponibilidad está fuertemente influenciada por factores climáticos, especialmente por el fenómeno de El Niño. Este evento provoca un aumento en la temperatura superficial del mar, alterando la distribución y abundancia de la anchoveta. Durante los eventos de El Niño de 1982-83 y 1997-98, se observaron cambios significativos en la distribución de la anchoveta, afectando negativamente su captura (IGP, 2019). Además, estudios recientes han demostrado que El Niño impacta no solo en la biomasa de la anchoveta, sino también en su composición etaria. En 2023, se reportó que más del 82% de la biomasa estaba compuesta por juveniles, lo que llevó a la suspensión de la primera temporada de pesca industrial debido a la falta de condiciones adecuadas para el desarrollo de la especie. (Estrada, 2023) Estos desafíos resaltan la necesidad de comprender y modelar la relación entre las variables climáticas y la producción pesquera de anchoveta. Aunque se han implementado medidas de gestión pesquera, como la regulación de cuotas y temporadas de pesca, la variabilidad climática sigue siendo un factor impredecible

que afecta la sostenibilidad del recurso. Por lo tanto, es fundamental desarrollar modelos predictivos que integren indicadores climáticos, como el Índice de Oscilación del Sur (SOI) y el Índice de El Niño (ONI), para anticipar las fluctuaciones en la producción de anchoveta. Esto permitirá a las autoridades y a la industria pesquera tomar decisiones informadas, adaptarse a las condiciones cambiantes y garantizar la sostenibilidad del recurso a largo plazo.

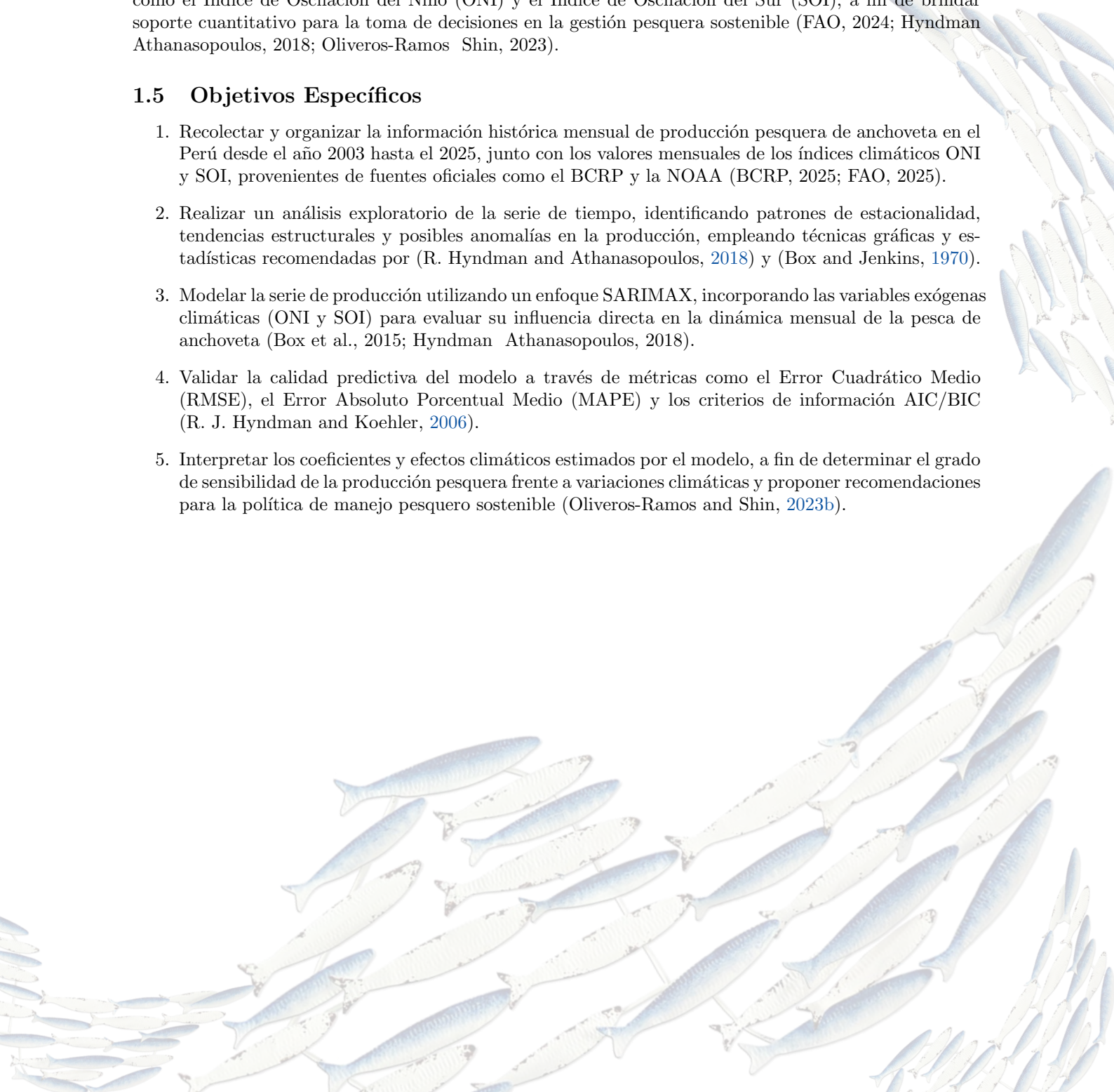
1.3 Objetivos

1.4 Objetivo general

Desarrollar un modelo estadístico de series de tiempo mediante la metodología SARIMAX que permita proyectar la producción mensual de anchoveta en el Perú, considerando la influencia de variables climáticas como el Índice de Oscilación del Niño (ONI) y el Índice de Oscilación del Sur (SOI), a fin de brindar soporte cuantitativo para la toma de decisiones en la gestión pesquera sostenible (FAO, 2024; Hyndman Athanasopoulos, 2018; Oliveros-Ramos Shin, 2023).

1.5 Objetivos Específicos

1. Recolectar y organizar la información histórica mensual de producción pesquera de anchoveta en el Perú desde el año 2003 hasta el 2025, junto con los valores mensuales de los índices climáticos ONI y SOI, provenientes de fuentes oficiales como el BCRP y la NOAA (BCRP, 2025; FAO, 2025).
2. Realizar un análisis exploratorio de la serie de tiempo, identificando patrones de estacionalidad, tendencias estructurales y posibles anomalías en la producción, empleando técnicas gráficas y estadísticas recomendadas por (R. Hyndman and Athanasopoulos, 2018) y (Box and Jenkins, 1970).
3. Modelar la serie de producción utilizando un enfoque SARIMAX, incorporando las variables exógenas climáticas (ONI y SOI) para evaluar su influencia directa en la dinámica mensual de la pesca de anchoveta (Box et al., 2015; Hyndman Athanasopoulos, 2018).
4. Validar la calidad predictiva del modelo a través de métricas como el Error Cuadrático Medio (RMSE), el Error Absoluto Porcentual Medio (MAPE) y los criterios de información AIC/BIC (R. J. Hyndman and Koehler, 2006).
5. Interpretar los coeficientes y efectos climáticos estimados por el modelo, a fin de determinar el grado de sensibilidad de la producción pesquera frente a variaciones climáticas y proponer recomendaciones para la política de manejo pesquero sostenible (Oliveros-Ramos and Shin, 2023b).

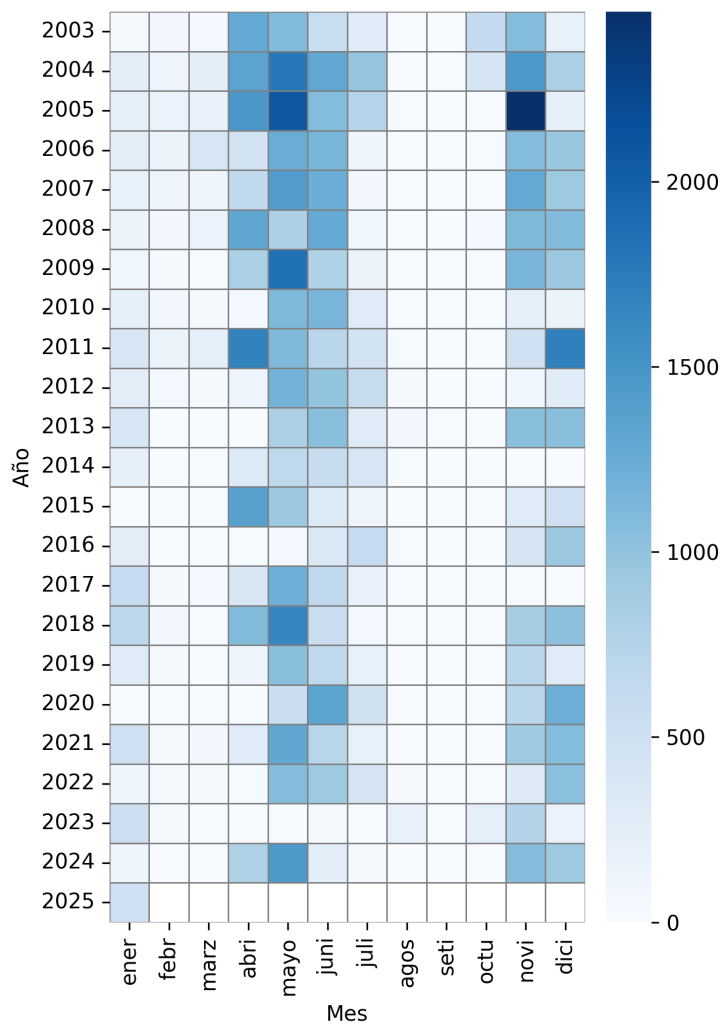




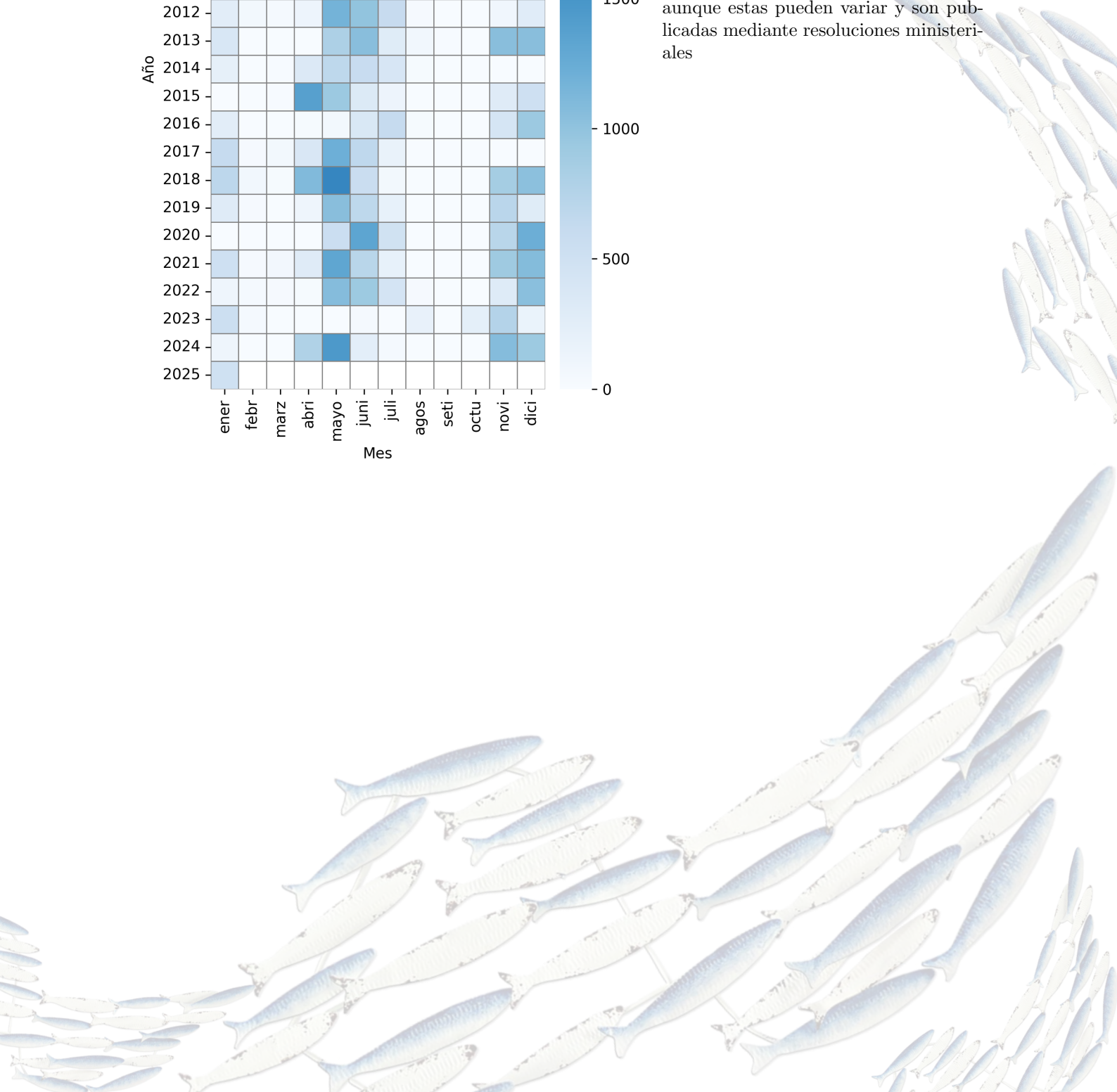
2.1.1 Producción de Anchoveta

Esta es nuestra **variable respuesta** obtenida a través del Banco Central de Reserva del Perú BCRP (BCRP, 2025) detalla la producción pesquera de la anchoveta peruana en miles de toneladas de cada mes desde el año 2003 hasta enero del 2025 teniendo un total de 265 datos.

[illegible][illegible]



al calcular las media y varianza de cada mes podemos observar en el diagrama de cajas y bigotes y el mapa de calor un patron notorio donde los meses donde más se pesca son mayo y noviembre y meses donde no casi no hay pesca ¿A que se debe eso? La respuesta reside en el Ministerio de la Producción PRODUCE concede autorización de pesca en 2 temporadas al año la primera en marzo hasta junio y la segunda empieza desde noviembre hasta diciembre aunque estas pueden variar y son publicadas mediante resoluciones ministeriales



References

- Box, G., & Jenkins, G. (1970). *Time series analysis: Forecasting and control*. Holden-Day. <https://books.google.com.pe/books?id=5BVfnXaq03oC>
- Hyndman, R. J., & Koehler, A. B. (2006). Another look at measures of forecast accuracy. *International Journal of Forecasting*, 22(4), 679–688. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.03.001>
- Arias Schreiber, M. (2012). The evolution of legal instruments and the sustainability of the peruvian anchovy fishery. *Marine Policy*, 36(1), 78–89. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2011.03.010>
- Peruano, E. (2016, April). La acuicultura representará el 15% del pbi pesquero nacional. <https://www.elperuano.pe/noticia/38423-la-acuicultura-representara-el15-del-pbi-pesquero-nacional>
- Hyndman, R., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and practice*. OTexts. https://books.google.com.pe/books?id=_bBhDwAAQBAJ
- IGP. (2019). Cambios en la distribución de la anchoveta durante eventos el niño extraordinarios (1982-83 y 1997-98) y el niño costero 2017. <https://repositorio.igp.gob.pe/items/0b9afbeb-cce9-4da2-8d76-2ed222dce90e>
- Estrada, M. (2023, June). Stock reducido de anchoveta y el niño generan incertidumbre en el sector pesquero. <https://ojo-publico.com/ambiente/pesca-anchoveta-enfrenta-biomasa-reducida-y-fenomeno-el-nino>
- Oliveros-Ramos, R., & Shin, Y.-J. (2023a). Future climate change impacts on anchoveta (*engraulis ringens*) in the northern peru current ecosystem. <https://doi.org/10.1101/2023.02.14.528548>
- Oliveros-Ramos, R., & Shin, Y.-J. (2023b). Future climate change impacts on anchoveta (*engraulis ringens*) in the northern peru current ecosystem. <https://doi.org/10.1101/2023.02.14.528548>
- BCRP. (2024, March). Notas de estudios del bcrp no. 21 – 21 de marzo de 2024. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Notas-Estudios/2024/nota-de-estudios-21-2024.pdf>
- FAO. (2024, July). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024*. Food; Agriculture Organization. <https://doi.org/10.4060/cd0683es>
- BCRP. (2025, February). Pesca marítima - consumo industrial - anchoveta. <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/resultados/PN01848AM/html>
- FAO. (2025). Especies acuáticas - *engraulis ringens*. <https://www.fao.org/fishery/en/aqspecies/2917/en>
- FishBase. (2025). *Engraulis ringens*, anchoveta : Fisheries. <https://www.fishbase.se/summary/SpeciesSummary.php?ID=4&AT=Anchovy>

