

Predicción de precios de exportación del aceite y la harina de pescado, utilizando series de tiempo para el periodo 2023.

Prediction of export prices of fish oil and fishmeal, using time series for the period 2023.

Jossep Elgar Burga Farfán¹, Yenifer Elizabeth Aguirre Panta², Carlos Adrián Lecarnaqué Arévalo², Cristhian Nicolás Aldana Yarlequé²
Instituto de Investigación en Economía y Eficiencia Productiva
Universidad Nacional de Frontera, Sullana, Piura, Perú.

RESUMEN

La dinámica de los precios internacionales de los comidos posee una relevancia para el sector industrial y para el propio estado, pues el comportamiento del precio influirá en el desempeño o actividad económica del sector. La volatilidad de los precios de la harina y el aceite de pescado son ocasionados por factores, como la oferta y la demanda, las condiciones climáticas, los costos de producción y los cambios en las políticas comerciales. Se recopilan datos históricos del precio de exportación del aceite y la harina de pescado obtenidos del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) de forma mensual, que permitirán obtener un modelo de predicción para cada producto en el periodo de enero a diciembre del 2023. Para ello se empleó el software estadístico Excel para ordenar y limpiar la data para el procesamiento en el software de lenguaje programación RStudio que consiste en: graficar las series temporales para cada variable y detectar si hay presencia de estacionariedad, identificar el modelo ARIMA mediante las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial, examinar el modelo con la ayuda del Test de Ljung-Box y por último ejecutar el pronóstico.

Palabras claves: ARIMA; series de tiempo; predicción; programación; commodities.

ABSTRACT

The dynamics of international commodity prices are relevant for the industrial sector and for the state itself, since price behavior will influence the sector's economic performance or activity. Fishmeal and fish oil price volatility is caused by factors such as supply and demand, weather conditions, production costs and changes in trade policies. Historical data on the export price of fish oil and fishmeal obtained from the Central Reserve Bank of Peru (BCRP) on a monthly basis are compiled to obtain a prediction model for each product for the period from January to December 2023. For this purpose, the Excel statistical software was used to sort and clean the data for processing in the RStudio programming language software, which consists of: plotting the time series for each variable and detecting whether stationarity is present, identifying the ARIMA model using the autocorrelation and partial autocorrelation functions, examining the model with the help of the Ljung-Box test and finally running the forecast.

Keywords: ARIMA; time series; forecasting; programming; commodities

¹ Estudiante de Ingeniería Económica. Universidad Nacional de Frontera – UNF

² Instituto de Investigación en Economía y Eficiencia Productiva, Universidad Nacional de Frontera – UNF. Sullana, Piura, Perú. Línea de Investigación: Economía, finanzas, eficiencia productiva, calidad y optimización. <https://orcid.org/0009-0002-9018-903X> EMAIL: 2019201005@unf.edu.pe

1. INTRODUCCIÓN

El sector pesquero posee una gran importancia para la economía mundial, tal es así que durante los tres últimos decenios el empleo en dicho sector ha crecido a nivel global, para el año 2000 se dedicaban de forma directa 35 millones de personas en la pesca y piscicultura a comparación de los 28 millones de personas en el decenio anterior (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2002). En el año 2020 58,5 millones de personas trabajaban en este sector, donde alrededor del 21% eran mujeres. Siendo en Asia donde se concentraba la mayor cantidad de trabajadores (84%), África (10%) y América Latina y el Caribe (4%) (FAO, 2022).

Los derivados del sector pesquero más importantes para la industria mundial es la harina y aceite de pescado, que se consideran commodities, pues son productos básicos que se producen en grandes cantidades y se comercializan en los mercados mundiales. Su importancia radica en la utilización como alimento para animales, especialmente en la industria acuícola y, también en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética.

Ambos productos son importantes en la cadena de suministro de alimentos y se negocian en los mercados de materias primas, como el Chicago Mercantile Exchange y el London Metal Exchange (Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo [PROMPERÚ], 2022). Lo que significa que, el aceite y harina de pescado es un sector de gran importancia no solo a nivel de industria sino de estado. Por lo tanto, es necesario ejercer un control cualitativo sobre el sector a través de herramientas que permitan una mejor previsión y planificación. El estudio integral del sector en prospectiva permite conocer el estado situacional y a partir de ello tomar la correcta decisión en el momento dado.

Debido a la variedad y abundancia de recursos marinos que posee Perú, es adjudicado como una potencia pesquera en el comercio mundial. Por lo que, para el año 2020 la producción pesquera mostro un aumento de su valor en 2.3% en relación con el año anterior, reflejándose también en el PBI con una significancia del 0.4%. (Sociedad de Comercio Exterior del Perú [COMEXPERÚ], 2021). De esta forma fue uno de los sectores en presentar un crecimiento en su producción en un contexto complicado y que ha contribuido a la recuperación económica del país luego de que esta fuera golpeada por la presencia del COVID-19.

En cuanto a exportaciones de esta actividad, a nivel de desagregado, las exportaciones de pesca tradicional pese a registrar una disminución del -32.1% en el último trimestre de 2020, para enero de 2021 tuvieron una variación positiva del 70.6% referente a lo logrado en enero del año anterior, a causa de un aumento en el valor exportado de aceite de pescado (+207.3%) y harina de pescado (+60.2%). Por otro lado, las exportaciones de pesca no tradicionales experimentaron un cambio positivo del 16.5% en el cuarto trimestre de 2020 a comparación del mismo periodo en 2019. (Banco Central de Reserva del Perú [BCRP], 2022)

Los precios de la harina y el aceite de pescado pueden ser volátiles debido a una serie de factores, como la oferta y la demanda, las condiciones climáticas, los costos de producción y los cambios en las políticas comerciales. En el caso de la harina y el aceite de pescado, estos productos son utilizados como ingredientes en la alimentación de animales acuáticos, como los salmones y los camarones, que son cultivados en la acuicultura. La demanda de harina y aceite de pescado ha alcanzado una gran importancia en los últimos años, debido al aumento de la producción acuícola en todo el mundo. A medida que la demanda ha aumentado, también lo han hecho los precios, especialmente cuando hay una escasez de suministro debido a factores como las malas condiciones climáticas o las restricciones en la pesca. Además, los costos de producción pueden

ser altos debido a la necesidad de mantener la calidad del producto y cumplir con las condiciones ambientales. Es necesario conocer diferentes investigaciones realizadas en relación al presente trabajo de investigación, que permita un mayor análisis en cuanto a la dimensión del sector ya estudiado, por ejemplo; (Tatarintsev et al., 2021) analizan los cambios de los precios del azúcar, su incidencia en el desarrollo de su producción y construyeron un modelo de pronóstico basado en la clase Media Móvil Integrada Autorregresiva (ARIMA). Para ello tomaron datos mensuales correspondientes al transporte domestico de azúcar en miles de toneladas en el periodo 2010-2018, apoyándose del criterio de información de Hiotsugu Akaike (AIC) se eligió el mejor modelo.

Los resultados del modelo construido confirman que ha disminuido el transporte ferroviario nacional de azúcar en 2020 y este comportamiento se mantendrá en posteriores años. Además, (Silva et al., 2021) emplean modelos de aprendizaje automático y los comparan con modelos econométricos tradicionales para llevar a cabo el pronóstico de los precios diarios del maíz y el azúcar. La metodología estuvo dividida en recolección de datos, preprocesamiento de datos para depurar la data, análisis de las series temporales y la implementación de los modelos valiéndose de Python. Los mejores resultados para el pronóstico se obtuvieron de los modelos de Machine learning y Deep learning, por otra parte, los modelos econométricos (ARIMA, SARIMA) presentaron pésimos resultados.

El trabajo pretende determinar un modelo de predicción para el precio de exportación del aceite de pescado y el precio de exportación de la harina de pescado, periodo 2023, encontrándose un modelo ARIMA de orden (2,1,4), es decir dos autorregresivos, una diferencia y 4 medias móviles; para el aceite de pescado y un modelo ARIMA de orden (1,1,2), es decir un autorregresivo, una diferencia y dos medias móviles para la harina de pescado utilizando el software RStudio, por lo que los modelos son útiles como fuente de información y herramienta que contribuya a que los tomadores de decisiones formulen políticas basadas en conocimiento; siendo una fase preliminar a posteriores investigaciones.

Los modelos propuestos brindan información que contribuyen en el análisis prospectivo del precio de exportación, así como también el análisis económico del sector productivo estudiado; por lo que, específicamente el agente privado en su dimensión económica necesita tomar decisiones oportunas frente a la incertidumbre de los precios internacionales.

2. MÉTODOS Y MATERIALES

El presente estudio utilizó datos del Banco Central de Reserva del Perú – BCRP, correspondientes a precios de exportación del aceite y la harina de pescado en dólares americanos por tonelada métrica, publicados en su página web para el periodo que abarca de enero de 2012 hasta diciembre de 2022, cabe recalcar que el periodo de estudio se estableció por la disponibilidad de datos.

Para el procesamiento de datos se utilizó el software estadístico Excel con el fin de dividir el conjunto de datos en subconjuntos para cada bien industrial. Posteriormente se utilizó el software RStudio para el análisis de cada serie temporal, de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Visualización gráfica de las series temporales y analizar la presencia de estacionariedad, de lo contrario se aplica la primera diferencia hasta conseguir dicha característica.
- Implementación de la autocorrelación y autocorrelación parcial para la identificación del modelo ARIMA.
- Diagnóstico del modelo mediante el Test de Ljung-Box.

- Finalmente, se determinó el pronóstico de los precios de exportación del aceite y la harina de pescado para el periodo 2023M1-2023M12.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Evaluación de las series temporales

Las series de tiempo se presentan mensualmente en el periodo 2012M1-2022M12. Se procedió a generar las series con su respectiva data, gráficamente se puede apreciar las distintas tendencias que presentan a lo largo del tiempo y se evidencia un comportamiento de no estacionariedad. Adicionalmente, se debe corregir ambas series temporales, razón necesaria para realizar pruebas econométricas y estas sean testeadas.

En las figuras 1 y 2, se muestran las series temporales del precio de exportación del aceite de pescado desde enero del 2012 hasta diciembre del 2022, los datos mensuales han sido recogidos de la base de datos del BCRP.

Figura 1.

Precio de exportación del aceite de pescado

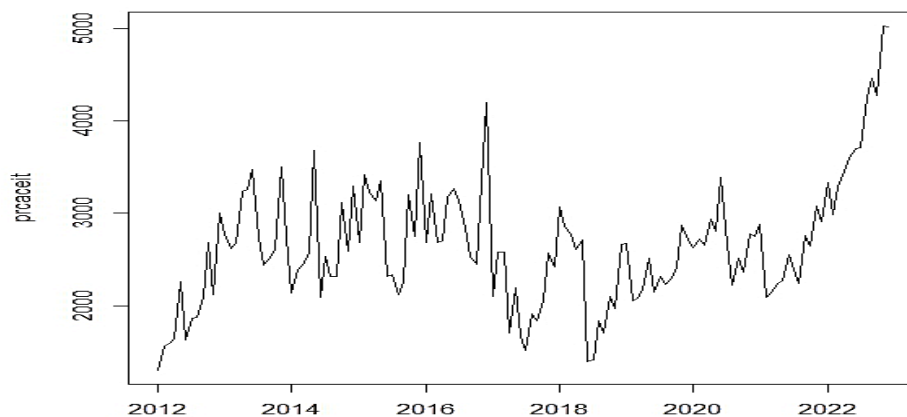
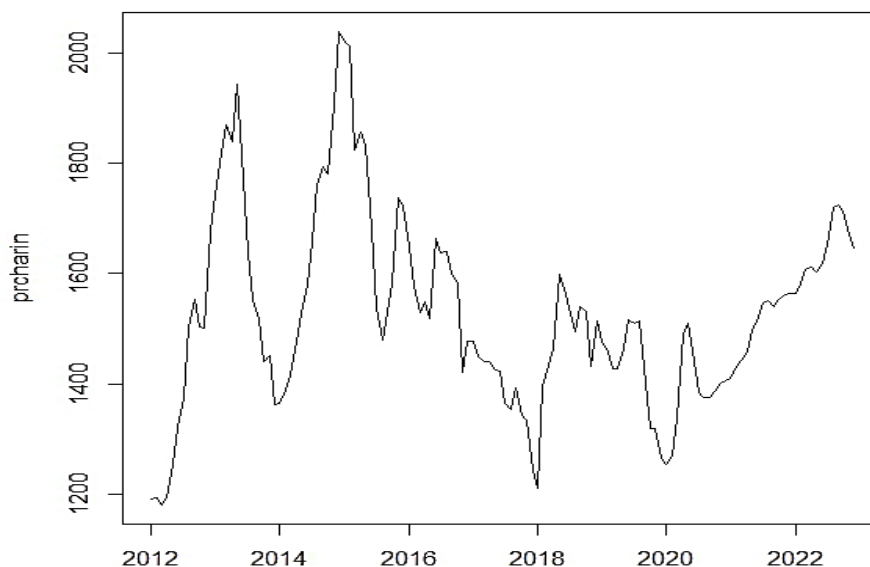


Figura 2.

Precio de exportación de la harina de pescado.



3.2. Análisis de prueba de estacionariedad

Se ha utilizado la programación “diff” para obtener la primera diferencia en ambas variables y de esta manera las series se vuelvan estacionarias, como se sabe para realizar un modelo ARIMA es importante que exista estacionariedad como criterio. Más adelante, se aplicó a cada una de las variables generadas la prueba del test de Dickey-Fuller Aumentado con el comando “adf.test” para detectar la estacionariedad.

Aparentemente las figuras 3 y 4, muestran estacionariedad, es decir los datos están alrededor de una misma media, pero es necesario suministrar una prueba estadística que valide los diferentes criterios.

Figura 3.

Primera diferencia del precio de exportación del aceite de pescado

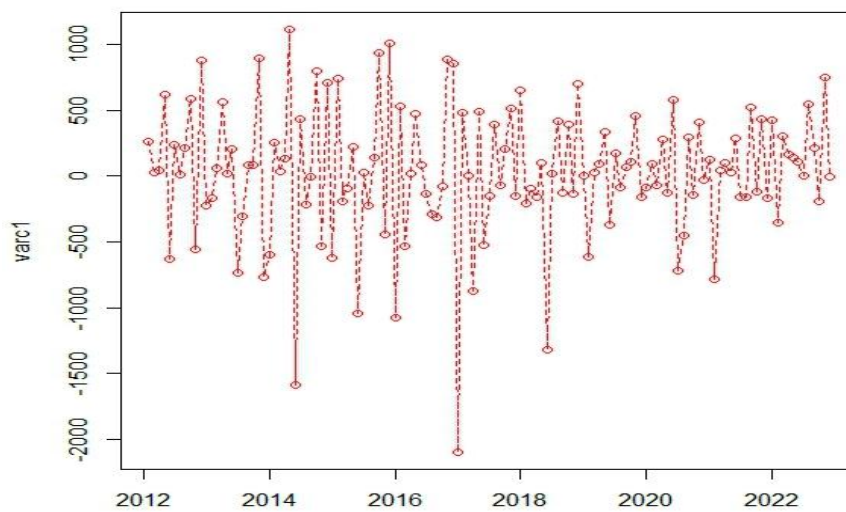
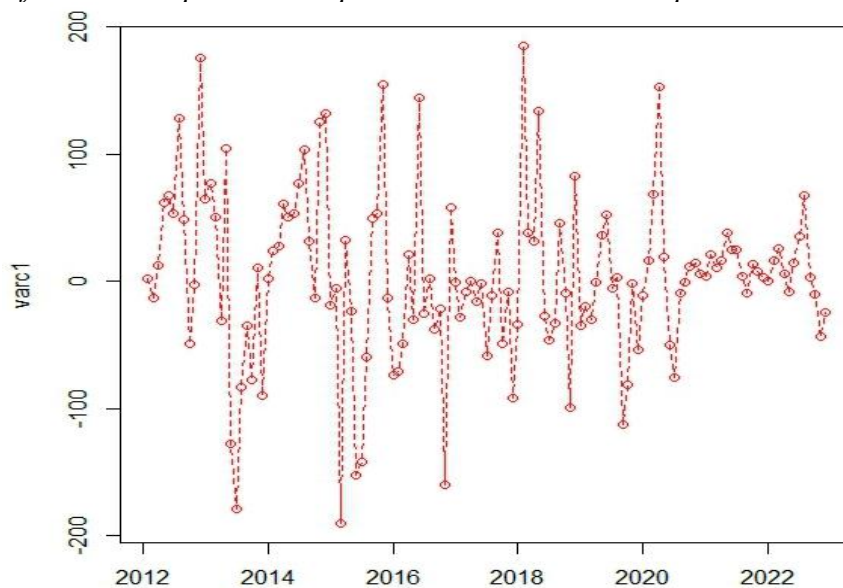


Figura 4.

Primera diferencia del precio de exportación de la harina de pescado



De acuerdo al test de Dickey-Fuller una serie es estacionaria cuando el p-value es menor a 0.05, de acuerdo a los resultados que se muestran en la tabla 1, el p-value es de 0.01 en ambas variables y se afirma que las series diferencias son estacionarias.

Tabla 1.

Análisis de raíz unitaria

Precio	Test Dickey-Fuller			
	Dickey-Fuller	Lag	Orderp-value	alternative Hypothesis
Aceite de pescado	-5.3566	5	0.01	stationary
Harina de pescado	-4.6847	5	0.01	stationary

3.3. Análisis de autocorrelación y autocorrelación parcial

Se aplica la función de autocorrelación y autocorrelación parcial para conocer el orden del modelo ARIMA para cada serie, es decir; la autocorrelación nos dirá cuántas medias móviles se emplearán y la autocorrelación parcial nos dirá cuántos autorregresivos tendrá nuestro modelo.

Las figuras 5 y 6, indican que los modelos ARIMA del aceite de pescado y la harina de pescado son de orden (2,1,4) y (1,1,2) respectivamente.

Figura 5.

Autocorrelación simple y parcial del precio de exportación del aceite de pescado

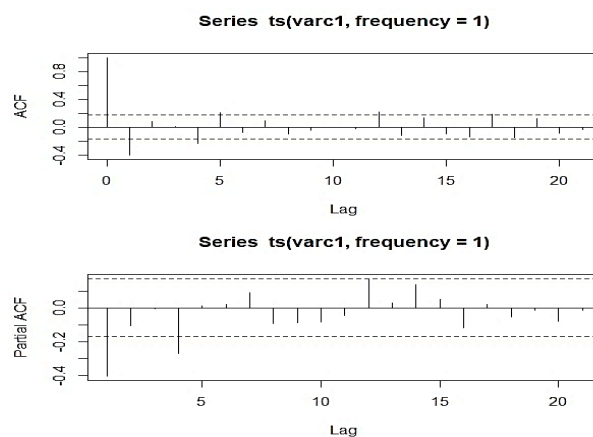
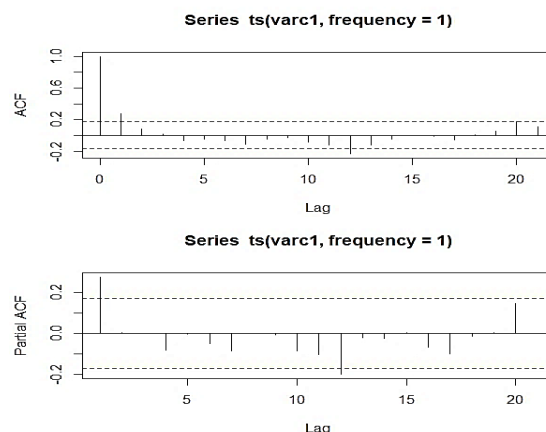


Figura 6.

Autocorrelación simple y parcial del precio de exportación de la harina de pescado



3.4. Modelamiento

3.4.1. Modelo del precio de exportación de aceite de pescado.

Para generar el modelo del precio de exportación del aceite de pescado se utilizó dos autorregresivos y cuatro medias móviles con la serie de tiempo original, tal y como se describe en la tabla 2 con los respectivos indicadores estadísticos.

Tabla 2.

Estimación del modelo ARIMA para el precio de exportación del aceite de pescado

	Coefficientes	S.E	Log likelihood	AIC
Ar1	-0.7822	0.3773		
Ar2	-0.2289	0.3128		
Ma1	0.3459	0.3672	-984.24	1982.49
Ma2	-0.0413	0.2046		
Ma3	-0.1117	0.1459		
Ma4	-0.2448	0.0912		

3.4.2. Modelo del precio de exportación de harina de pescado

Para el precio de exportación de la harina de pescado se utilizó un autorregresivo y 2 medias móviles con la serie de tiempo original, tal y como se describe en la tabla 3 con los respectivos indicadores estadísticos.

Tabla 3.

Estimación del modelo ARIMA para el precio de exportación de la harina de pescado

	Coefficientes	S.E	Log likelihood	AIC
Ar1	0.2844	0.5983		
Ma1	-0.0099	0.5971	-730.31	1468.63
Ma2	0.0032	0.1878		

3.5. Validación de los modelos

Se aplicó el estadístico Ljung-Box para comprobar si existe ruido blanco, es decir si los modelos obtenidos tienen un buen ajuste. Esta característica se obtendrá si el p-value es mayor a 0.05 lo que demuestra que el error tiene media igual a cero. Los resultados de la tabla 4, señalan que los modelos presentan un buen ajuste.

Tabla 4.

Prueba de Ljung-Box para el aceite de pescado y la harina de pescado

Test Ljung-Box	Aceite de pescado	Harina de pescado
X-squared	0.03494	5.74E-05
df	1	1
p-value	0.8517	0.994

3.6. Pronóstico del precio de exportación del aceite y la harina de pescado

3.6.1. Análisis de tablas

Luego de cumplir con el procedimiento para validar los modelos, se realizó el pronóstico para el precio de exportación del aceite y la harina de pescado en un periodo de 12 meses con los respectivos modelos de cada producto. La tabla 5, exhibe las predicciones con límites del 95 %

de confianza, estos son los intervalos (Lo 95 y Hi 95) donde se ubicaría el verdadero valor en un tiempo futuro, periodo 2023.

Tabla 5.

Valores proyectados para el precio de exportación del aceite de pescado (US\$ por toneladas)

Periodo	Point forecast	Lo 95	Hi 95
Ene-23	4850.896	3983.519	5718.273
Feb-23	4876.991	3881.312	5872.678
Mar-23	4647.301	3509.516	5785.085
Abr-23	4704.588	3464.939	5944.238
May-23	4712.353	3434.19	5990.515
Jun-23	4693.166	3332.654	6053.678
Jul-23	4706.397	3292.06	6120.734
Ago-23	4700.439	3226.932	6173.947
Set-23	4702.071	3172.434	6231.708
Oct-23	4702.158	3119.403	6284.914
Nov-23	4701.717	3066.633	6336.8
Dic-23	4702.042	3016.745	6387.339

La tabla 6, exhiben las predicciones con límites del 95% de confianza, estos son los intervalos (Lo 95 y Hi 95) donde se ubicaría el verdadero valor en un tiempo futuro, periodo 2023.

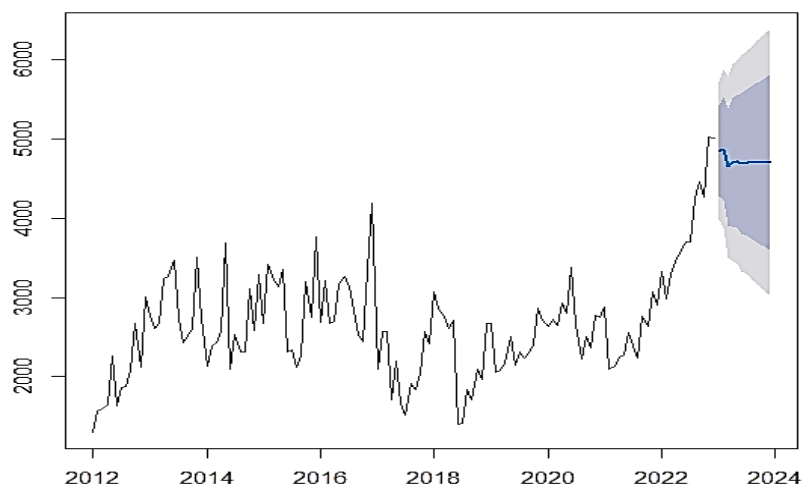
Tabla 6.

Valores proyectados para el precio de exportación del aceite de pescado (US\$ por toneladas)

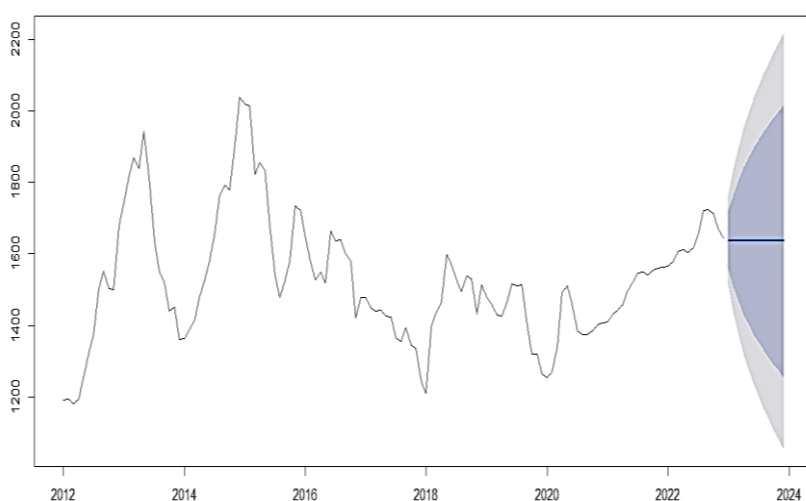
Periodo	Point forecast	Lo 95	Hi 95
Ene-23	1638.642	1536.606	1763.678
Feb-23	1636.602	1434.045	1839.159
Mar-23	1636.022	1371.89	1900.154
Abr-23	1635.857	1320.435	1951.279
May-23	1635.81	1275.949	1995.671
Jun-23	1635.797	1236.31	2035.283
Jul-23	1635.793	1200.244	2071.341
Ago-23	1635.792	1166.94	2104.644
Set-23	1635.791	1135.848	2135.735
Oct-23	1635.791	1106.579	2165.004
Nov-23	1635.791	1078.846	2192.736
Dic-23	1635.791	1052.431	2219.152

3.6.2. Análisis de gráfico

El precio de exportación del aceite de pescado en la figura 7, manifiesta que tendrá una tendencia a la baja siendo en el mes de marzo el punto más crítico con un valor de 4647,301 millones de dólares americanos por tonelada métrica, para luego tener un pequeño repunte en mayo (\$ 4712,353 por TM) y mantenerse dentro de esos niveles hasta diciembre del 2023.

Figura 7.*Precios proyectados de aceite de pescado, periodo 2023.*

En cuanto al precio de exportación de la harina de pescado de la figura 8, se observa que tendría un comportamiento constante a lo largo del periodo de pronóstico. Siendo en enero el valor más alto de \$ 1638,642 por tonelada métrica y teniendo una pequeña disminución para el último mes de pronóstico con un precio de \$ 1635,791 por tonelada métrica.

Figura 8.*Precios proyectados de harina pescado, periodo 2023.***3.7. Análisis comparativo**

Haciendo un comparativo entre los datos de enero del 2023 del Banco Central de Reserva del Perú y los valores obtenidos del modelo para el mismo periodo. Se aprecia que el valor de pronóstico para el precio de exportación de harina de pescado se aproxima con mayor significancia respecto al valor del BCRP para enero del 2023. Esto es explicado por el menor Criterio de Información de Akaike (AIC) en relación a los resultados del precio de exportación de aceite de pescado, el cual siguen siendo datos de gran importancia obtenidos del modelo que explican el precio con mucha precisión en ambos modelos. Además, el modelo del precio de exportación de la harina de pescado tiene mejor significancia estadística y es explicado por la menor cantidad de autorregresivos que presenta el modelo, tal como se puede apreciar en la tabla 7.

Tabla 7.*Análisis comparativo datos BCRP frente a los datos del modelo (predicción)*

Ene-23			
Precio	Datos del BCRP	Datos del modelo (predicción)	AIC
Aceite de pescado	5061.828	4850.896	1982.49
Harina de pescado	1626.016	1638.642	1468.63

4. CONCLUSIONES

Los modelos de series temporales toman patrones de datos históricos y usan esta información para predecir valores futuros. El estudio se encaminó en encontrar los mejores modelos para pronosticar el precio de exportación de mercado (commodities) del aceite y la harina de pescado en un rango de 12 meses. Para elegir el mejor modelo y luego pronosticar el precio de exportación de los productos anteriormente mencionados se aplicó el test de Ljung-Box, luego de cumplir con los requisitos necesarios se obtuvo que los modelos ARIMA (2,1,4) y (1,1,2) se ajustan mejor a los datos para ejecutar el pronóstico.

Los resultados del pronóstico en el rango previsto, para el aceite de pescado manifiesta que tendría una tendencia a la baja siendo en el mes de marzo el punto más crítico, para luego tener un pequeño repunte y mantenerse dentro de esos niveles. Por otro lado, para la harina de pescado proyecta una tendencia lateral, es decir el precio se desplaza entre fuertes niveles de soporte y fuertes niveles de resistencia. Los modelos generados en este documento podrían ser de uso para las empresas involucradas en la cadena productiva del sector estudiado, esto permitirá mejorar los procesos de control, planeación financiera y decisiones en el marco del crecimiento económico y productivo de las empresas, región y país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banco Central de Reserva del Perú. (2022). Información estadística de variables económicas. Obtenido del enlace: <https://www.bcrp.gob.pe/estadisticas.html>

Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo (PROMPERÚ). (2022). Obtenido de <https://institucional.promperu.gob.pe/>

FAO. (2002). El estado de los recursos pesqueros: tendencias de la producción, aprovechamiento y comercio. Obtenido del enlace: [https://www.fao.org/3/y7300s/y7300s04.htm#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20mundial%20de%20la,totale%20de%20prote%C3%ADnas%20animales%20\(Cuadros](https://www.fao.org/3/y7300s/y7300s04.htm#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20mundial%20de%20la,totale%20de%20prote%C3%ADnas%20animales%20(Cuadros)

FAO. (2022). Obtenido del enlace: <https://www.fao.org/3/cc0461es/cc0461es.pdf>

Silva, R. F., Barreira, B. L., & Cugnasca, C. E. (2021). Predicción de precios de maíz y azúcar mediante aprendizaje automático, econometría y modelos de conjuntos. Procedimientos de Ingeniería. doi: <https://doi.org/10.3390/engproc2021009031>

Sociedad de Comercio Exterior del Perú. (2021). Obtenido de <https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-pesqueras-aumentan-un-427-en-enero-de-2021>

Tatarintsev, M., Korchagin, S., Nikitin, P., Gorjova, R., Bystrenina, I., & Serdechnyy, D. (2021). Analisis del Precio Previsto como Factor de Desarrollo Sostenible de la Agricultura. *Agronomía* 2021. doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy11061235>.