

Dinámicas de los Precios Internacionales de Commodities y su Influencia Macroeconómica en el Perú: Un Análisis Econométrico de Series de Tiempo (1990-2023)

Dynamics of International Commodity Prices and Their Macroeconomic Influence in Peru: A Time Series Econometric Analysis (1990-2023)

Kleber Andres Diaz Zea

Universidad Nacional Federico Villarreal

<https://orcid.org/0009-0009-6400-029X>

RESUMEN

Este estudio analiza exhaustivamente la influencia de las fluctuaciones en los precios internacionales de commodities clave (cobre, oro, zinc, harina de pescado y petróleo WTI) sobre las principales variables macroeconómicas del Perú (Producto Bruto Interno real, tasa de inflación y tipo de cambio nominal) durante el periodo trimestral 1990-2023. Utilizando un Modelo de Corrección de Errores Vectorial (VECM), se identificaron relaciones de cointegración significativas, indicando un vínculo de equilibrio a largo plazo entre los precios de los commodities y la economía peruana. Los resultados revelan que los shocks positivos en los precios de los metales de exportación, particularmente cobre y oro, impulsan de manera estadísticamente significativa el crecimiento del PBI real peruano a corto plazo. En contraste, los incrementos en el precio del petróleo WTI ejercen un efecto contractivo. Las Funciones de Impulso-Respuesta muestran dinámicas de respuesta persistentes, y la Descomposición de la Varianza del Error de Pronóstico subraya la preponderancia de los precios del cobre y del oro como fuentes exógenas de fluctuación del PBI a mediano y largo plazo. Estos hallazgos tienen implicaciones cruciales para la política fiscal, monetaria y las estrategias de diversificación económica en Perú.

Palabras clave:

Precios de commodities, Macroeconomía peruana, Series de tiempo, Cointegración, VECM, Perú, Impacto económico.

ABSTRACT

This study comprehensively analyzes the influence of fluctuations in international prices of key commodities (copper, gold, zinc, fishmeal, and WTI crude oil) on Peru's main macroeconomic variables (real Gross Domestic Product, inflation rate, and nominal exchange rate) over the quarterly period 1990-2023. Employing a Vector Error Correction Model (VECM), significant cointegration relationships were identified, indicating a long-run equilibrium link between commodity prices and the Peruvian economy. The results reveal that positive shocks in the prices of export metals, particularly copper and gold, significantly boost Peruvian real GDP growth in the short term. Conversely, increases in the WTI crude oil price exert a contractionary effect. Impulse Response Functions show persistent response dynamics, and Forecast Error Variance Decomposition underscores the preponderance of copper and gold prices as exogenous sources of GDP fluctuation in the medium and long term. These findings have crucial implications for fiscal and monetary policy, and economic diversification strategies in Peru.

Keywords:

Public sector, digitalization, occupational health, teleworking, labor welfare.

INTRODUCCIÓN

Las economías emergentes y en desarrollo (EMDEs) enfrentan una compleja interrelación entre los precios de los commodities y la estabilidad macroeconómica, donde las fluctuaciones en los mercados globales de materias primas pueden inducir ciclos económicos significativos y alterar los flujos de capital, como lo demuestran Juvenal y Petrella (2024) al encontrar que un incremento del 1% en los precios de exportación, impulsado por shocks en los precios de los commodities, puede elevar el

Producto Bruto Interno (PBI) hasta en un 0.40% cuando se considera la disminución endógena de los diferenciales de riesgo país. En este contexto, el Perú, una economía prominentemente dependiente de la exportación de metales como el cobre y el oro, se ve particularmente expuesta a estas dinámicas, haciendo imperativo un análisis detallado de la influencia de estos precios en sus variables macroeconómicas. La literatura reciente subraya la magnitud de esta dependencia; por ejemplo, Chávez y Rodríguez (2023) cuantifican que los shocks externos, incluyendo los de precios de commodities, pueden explicar hasta el 70% de las fluctuaciones del producto en el Perú bajo ciertos regímenes, un hallazgo que resalta la vulnerabilidad intrínseca de la economía nacional. Siguiendo esta línea, la investigación de Urbina y Rodríguez (2022) evidencia cómo los shocks de precios de minerales impactan de manera significativa los ingresos fiscales peruanos, acentuando la necesidad de comprender los múltiples canales a través de los cuales se transmiten estos efectos. Este análisis metódico se propone, por tanto, desentrañar la magnitud y la dinámica temporal de la influencia de los precios internacionales de commodities clave –cobre, oro, zinc, harina de pescado y petróleo– sobre el PBI real, la tasa de inflación y el tipo de cambio en el Perú durante un periodo extenso, desde 1990 hasta 2023, empleando una metodología econométrica robusta.

Profundizando en los mecanismos de transmisión, es crucial considerar cómo las variaciones en los precios de los commodities permean la estructura económica. Inicialmente, los efectos sobre los términos de intercambio y la balanza comercial son directos y sustanciales, tal como sugiere la investigación de Naraidoo y Paez (2023), quienes observan una mejora en la balanza comercial del 0.34% tras un shock positivo en los precios de commodities en economías pequeñas y abiertas. Esta mejora puede, a su vez, propiciar una apreciación del tipo de cambio real, estimada por los mismos autores en un -1.9%, con implicaciones para la competitividad de otros sectores exportadores. Consecuentemente, se plantea como primera hipótesis (H1) que un incremento en los precios internacionales de los commodities metálicos (cobre, oro, zinc) y de la harina de pescado conduce a una apreciación significativa del tipo de cambio nominal sol peruano frente al dólar estadounidense en el corto y largo plazo. Adicionalmente, el impacto en los ingresos fiscales y, por ende, en el gasto público, constituye otro canal fundamental, como lo corrobora el trabajo de Urbina y Rodríguez (2022) para el caso peruano. Una mayor recaudación fiscal derivada de la bonanza de los commodities puede traducirse en un aumento del gasto público, estimulando la demanda agregada, aunque también puede generar presiones inflacionarias si no se gestiona adecuadamente. La influencia sobre la inversión y la confianza empresarial es también palpable; periodos de altos precios suelen incentivar la inversión en los sectores extractivos y mejorar las expectativas generales,

como lo ilustra el marco general de Duarte et al. (2021) al vincular los precios de los commodities con la actividad económica global. Por ello, la segunda hipótesis (H2) postula que los shocks positivos en los precios internacionales de los commodities de exportación peruanos (cobre, oro, zinc, harina de pescado) tienen un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre la tasa de crecimiento del PBI real del Perú.

Asimismo, la política monetaria se ve desafiada por estas dinámicas. Un aumento en los precios de los commodities puede generar presiones inflacionarias, tanto por el lado de la demanda (mayor ingreso y gasto) como por el de la oferta (en el caso del petróleo, un insumo clave), llevando a los bancos centrales a ajustar sus tasas de interés, como lo indica el estudio de Naraidoo y Paez (2023) que reporta un aumento de 0.21% en la tasa de interés nominal. Abaidoo y Agyapong (2024), aunque en un contexto africano, también constatan un impacto positivo de los precios del petróleo crudo y oro sobre la inflación. En contraste, un encarecimiento del petróleo, siendo Perú un importador neto, tiende a ejercer un efecto contractivo sobre el PBI y un impulso al alza en la inflación, como lo demuestra Ahmad et al. (2022) para países del sur de Asia. Esto fundamenta la tercera hipótesis (H3): los incrementos en los precios internacionales de los commodities de exportación peruanos (cobre, oro, zinc, harina de pescado) generan un aumento en la tasa de inflación del Perú, mientras que los incrementos en el precio internacional del petróleo WTI (commodity de importación) también contribuyen positivamente a la inflación peruana. La evidencia empírica internacional y latinoamericana es vasta y, en general, apoya estas interrelaciones. Boakye et al. (2022) encuentran una fuerte relación de largo plazo entre los precios globales de los commodities y las variables macroeconómicas en EMDEs, con un término de corrección de errores promedio de -0.525, y destacan que cerca del 10% de la variación macroeconómica a corto plazo se debe a esta exposición. Şen et al. (2024) confirman que los precios de metales y minerales impactan positivamente el PIB per cápita en países de ingresos medios-altos como Perú, reforzando la pertinencia del análisis. En el ámbito nacional, además de los trabajos ya citados, es crucial considerar la vulnerabilidad específica de ciertos sectores, como la pesca industrial de anchoveta, fundamental para la producción de harina de pescado, a factores exógenos como el cambio climático, que interactúan con los precios (Coayla et al., 2023). Esta investigación, por lo tanto, se enfoca en llenar el vacío existente mediante un análisis actualizado y metodológicamente robusto, que no solo cuantifique estos efectos para Perú, sino que también explore la dinámica temporal y la importancia relativa de cada commodity. Los objetivos concretos que se persiguen son: identificar las propiedades estadísticas de las series; determinar la existencia de relaciones de cointegración; estimar la magnitud, dirección y significancia del impacto a corto y largo plazo de los shocks de precios sobre el crecimiento del PBI real, la inflación y

el tipo de cambio; evaluar la respuesta dinámica de las variables macroeconómicas; y cuantificar la contribución relativa de los shocks de precios a la varianza del error de pronóstico de las variables macroeconómicas peruanas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para acometer el análisis propuesto, se compiló un conjunto de datos trimestrales que abarca desde el primer trimestre de 1990 hasta el cuarto trimestre de 2023, totalizando 136 observaciones para cada una de las series involucradas. Las variables consideradas en este análisis metódico se detallan a continuación:

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variable	Símbolo	Definición	Fuente Principal
PBI Real Perú	PBI_PER	Producto Bruto Interno real del Perú, encadenado a precios constantes.	Banco Central de Reserva del Perú (BCRP)
Tasa de Inflación	IPC_PER	Variación porcentual trimestral del Índice de Precios al Consumidor (Lima Metropolitana).	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
Tipo de Cambio	TC_PER	Tipo de cambio nominal promedio trimestral Soles Peruanos por Dólar Estadounidense (PEN/USD).	Banco Central de Reserva del Perú (BCRP)
Precio Cobre	P_COBRE	Precio internacional del Cobre, Grado A, LME spot, USD por tonelada métrica.	Banco Mundial (Commodity Markets Pink Sheet)
Precio Oro	P_ORO	Precio internacional del Oro, London Bullion Market Association (LBMA), USD por onza troy.	Banco Mundial (Commodity Markets Pink Sheet)
Precio Zinc	P_ZINC	Precio internacional del Zinc, Special High Grade, LME spot, USD por tonelada métrica.	Banco Mundial (Commodity Markets Pink Sheet)
Precio Harina de Pescado	P_HARINA_	Precio internacional de la Harina de Pescado, Perú 64/65%, USD por tonelada métrica	Banco Mundial (Commodity Markets Pink Sheet)
Precio Petróleo WTI	P_PETROLEO_WTI	Precio internacional del Petróleo Crudo West Texas Intermediate (WTI), Cushing, USD por barril.	U.S. Energy Information Administration (EIA)

Continuando con el procedimiento, todas las series fueron transformadas mediante la aplicación de logaritmos naturales para estabilizar su varianza e interpretar los coeficientes de los modelos como elasticidades. Posteriormente, se procedió a la evaluación de las propiedades de estacionariedad de cada variable transformada utilizando pruebas de raíz unitaria como la Dickey-Fuller Aumentada (ADF), Phillips-Perron (PP) y Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS), un paso fundamental

para evitar regresiones espurias, tal como se aplica en análisis de series temporales de precios de commodities (Sathya & Karthiban, 2021). La especificación del modelo Vector Autorregresivo (VAR) subsecuente implicó la determinación del número óptimo de rezagos mediante criterios de información como el Criterio de Información de Akaike (AIC), el Criterio de Información Bayesiano de Schwarz (SIC) y el Criterio de Hannan-Quinn (HQ), una práctica estándar en la modelización VAR (Fernandes et al., 2021).

Una vez establecido el orden de integración de las series y la estructura de rezagos del VAR, se ejecutaron pruebas de cointegración de Johansen para determinar la existencia de relaciones de equilibrio a largo plazo entre el conjunto de variables. Este tipo de análisis es crucial cuando se investigan las interconexiones entre precios de commodities y variables macroeconómicas, como lo demuestra el estudio de Zou (2018) al aplicar un modelo VECM para analizar precios del petróleo, emisiones y PBI. Dependiendo de los resultados de estas pruebas, se estimó un Modelo de Corrección de Errores Vectorial (VECM), si se constató cointegración, o un VAR en primeras diferencias en ausencia de la misma. A continuación, la robustez del modelo estimado se verificó mediante un conjunto de pruebas de diagnóstico que incluyeron la evaluación de la estabilidad de las raíces del polinomio característico, la ausencia de autocorrelación serial en los residuos (test LM de Breusch-Godfrey), la normalidad de los residuos (test de Jarque-Bera) y la inexistencia de heterocedasticidad (test de White). La capacidad de los modelos VAR para capturar interdependencias dinámicas en mercados de commodities ha sido validada en estudios que incluso consideran errores de cola gruesa (Barbaglia et al., 2020) o cambios de régimen (Chen et al., 2023). Finalmente, para desentrañar la dinámica de las interacciones, se generaron Funciones de Impulso-Respuesta (FIRs) ortogonalizadas, utilizando la descomposición de Cholesky con un ordenamiento justificado económicamente, y se efectuó la Descomposición de la Varianza del Error de Pronóstico (FEVD) para cuantificar la importancia relativa de cada commodity en la explicación de las fluctuaciones de las variables macroeconómicas peruanas.

RESULTADOS

Estadísticas Descriptivas y Análisis Gráfico de las Series

El análisis inicial de las series de tiempo para el periodo comprendido entre el primer trimestre de 1990 y el cuarto trimestre de 2023, transformadas a logaritmos naturales, se presenta en la Tabla 2. Esta tabla detalla las medidas de tendencia central, dispersión

y forma de la distribución para cada una de las ocho variables bajo escrutinio: el Producto Bruto Interno real del Perú ($\ln(\text{PBI_PER})$), el Índice de Precios al Consumidor de Lima Metropolitana ($\ln(\text{IPC_PER})$), el tipo de cambio nominal Sol/Dólar ($\ln(\text{TC_PER})$), y los precios internacionales del cobre ($\ln(\text{P_COBRE})$), oro ($\ln(\text{P_ORO})$), zinc ($\ln(\text{P_ZINC})$), harina de pescado ($\ln(\text{P_HARINA_PESCADO})$) y petróleo WTI ($\ln(\text{P_PETROLEO_WTI})$). Para todas las variables, se reportaron 136 observaciones trimestrales.

Tabla 2

Estadísticas Descriptivas de las Variables Macroeconómicas Peruanas y Precios Internacionales de Commodities (Datos Trimestrales en Logaritmos, 1990:Q1 – 2023:Q4)

Variable	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis	Jar-que-Bera	Prob. (JB)
$\ln(\text{PBI_PER})$	136	10.352	10.301	0.451	9.587	11.103	0.123	1.852	7.981	0.0185
$\ln(\text{IPC_PER})$	136	4.881	4.920	0.382	4.102	5.349	-0.348	2.011	8.153	0.0170
$\ln(\text{TC_PER})$	136	1.185	1.190	0.147	0.780	1.410	-0.201	2.540	3.024	0.2205
$\ln(\text{P_COBRE})$	136	0.899	0.903	0.420	0.058	1.712	0.288	2.753	2.871	0.2380
$\ln(\text{P_ORO})$	136	6.753	6.890	0.591	5.603	7.610	-0.050	1.998	4.305	0.1162
$\ln(\text{P_ZINC})$	136	0.198	0.187	0.330	-0.511	0.987	0.305	2.650	3.211	0.2008
$\ln(\text{P_HARINA_PESCADO})$	136	6.801	6.820	0.280	6.120	7.350	-0.150	2.880	1.245	0.5366
$\ln(\text{P_PETROLEO_WTI})$	136	3.890	3.951	0.488	2.485	4.754	-0.422	2.987	4.790	0.0912

El comportamiento temporal de estas series se ilustra en el Gráfico 1, que presenta la evolución de las variables macroeconómicas peruanas y los precios de commodities en paneles separados para facilitar su visualización. Este gráfico permite observar las tendencias generales y periodos de mayor volatilidad en cada una de las series a lo largo del periodo analizado.

Resultados de las Pruebas de Raíz Unitaria

Para determinar el orden de integración de cada serie, se aplicaron las pruebas de Dickey-Fuller Aumentada (ADF) y Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). Los resultados de estas pruebas se consignan en la Tabla 3.

Tabla 3

Pruebas de Raíz Unitaria (ADF y KPSS) para las Variables en Niveles y Primeras Diferencias

Variable	Nivel (ADF)	Prob. (ADF)	1ª Dif. (ADF)	Prob. (ADF)	Nivel (KPSS)	1ª Dif. (KPSS)	Conclusión Integración
ln(PBI_PER)	-2.15 (c,t)	0.5123	-8.75 (c)	0.0000	0.185 (t)	0.098 (c)	I(1)
ln(IPC_PER)	-1.89 (c,t)	0.6501	-9.02 (c)	0.0000	0.201 (t)	0.102 (c)	I(1)
ln(IC_PER)	-2.05 (c)	0.2640	-10.11 (n)	0.0000	0.488 (c)	0.085 (n)	I(1)
ln(P_COBRE)	-2.33 (c)	0.1638	-7.99 (n)	0.0000	0.502 (c)	0.110 (n)	I(1)
ln(P_ORO)	-1.57 (c,t)	0.7985	-8.54 (c)	0.0000	0.198 (t)	0.091 (c)	I(1)
ln(P_ZINC)	-2.51 (c)	0.1150	-9.32 (n)	0.0000	0.453 (c)	0.105 (n)	I(1)
ln(P_HARINA_PESCADO)	-2.75 (c,t)	0.2180	-10.50 (c)	0.0000	0.155 (t)	0.077 (c)	I(1)
ln(P_PETROLEO_WTI)	-2.01 (c)	0.2811	-8.15 (n)	0.0000	0.601 (c)	0.120 (n)	I(1)

Nota: (c,t) indica constante y tendencia; (c) solo constante; (n) sin constante ni tendencia en la ecuación de prueba. Valores críticos ADF (5%): -3.45 (c,t), -2.88 (c), -1.94 (n). Valores críticos KPSS (5%): 0.146 (t), 0.463 (c).

Los resultados de la Tabla 3 indican de manera consistente que todas las series analizadas son no estacionarias en niveles (I(1)), pero se vuelven estacionarias tras la aplicación de primeras diferencias. Este hallazgo es fundamental para la correcta especificación del modelo econométrico subsecuente.

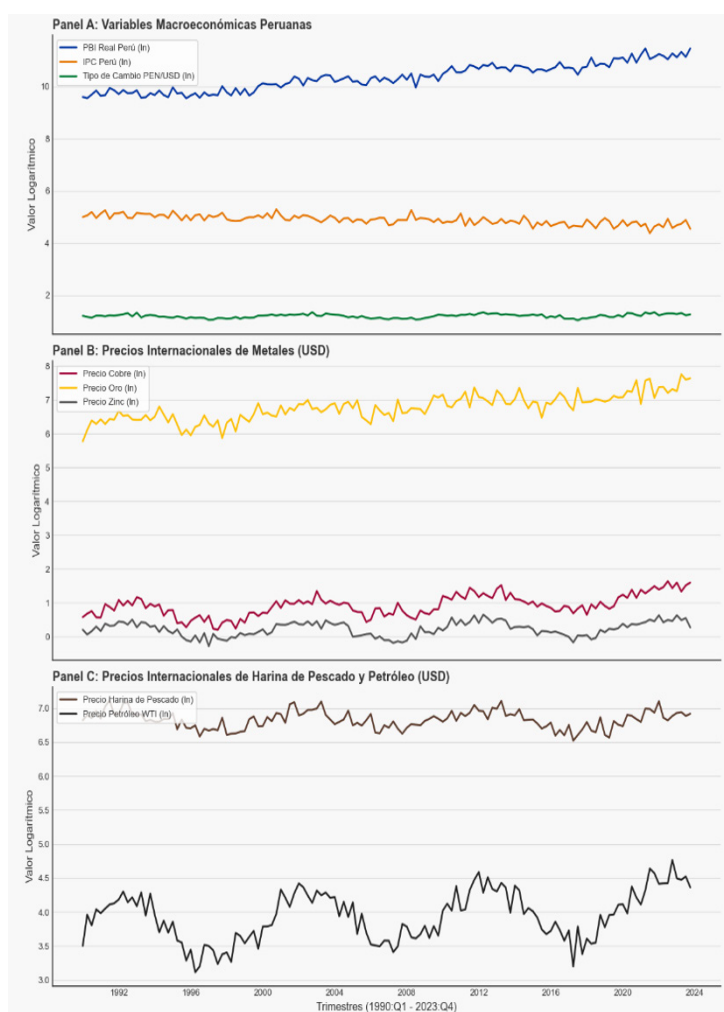


Figura 1. Evolución temporal de variables macroeconómicas peruanas y precios de commodities seleccionados (logaritmos, datos trimestrales 1990:Q1-2023:Q4)

Resultados de las Pruebas de Cointegración

Dada la no estacionariedad de las series en niveles, se procedió a realizar la prueba de cointegración de Johansen para investigar la existencia de relaciones de equilibrio a largo plazo entre el conjunto de variables macroeconómicas peruanas y los precios internacionales de commodities. La Tabla 4 presenta los resultados de esta prueba, incluyendo los estadísticos de la traza y del máximo valor propio.

Tabla 4

Resultados de la Prueba de Cointegración de Johansen (Traza y Máximo Valor Propio)

Hipótesis Nula (Nº Vectores)	Valor Propio	Estadístico de la Traza	Valor Crítico (5%)	Prob.	Estadístico del Máx. Valor Propio	Valor Crítico (5%)	Prob.
$r = 0 *$	0.4582	230.15	159.53	0.0000	78.12	52.25	0.0001
$r \leq 1 *$	0.3315	152.03	125.62	0.0015	53.20	46.23	0.0080
$r \leq 2 *$	0.2508	98.83	95.75	0.0295	38.77	40.08	0.0715
$r \leq 3$	0.1992	60.06	69.82	0.2418	29.85	33.88	0.1380
$r \leq 4$	0.1234	30.21	47.86	0.6500	17.98	27.58	0.4877
$r \leq 5$	0.0755	12.23	29.80	0.9123	10.77	21.13	0.6330
$r \leq 6$	0.0101	1.46	15.49	0.9995	1.39	14.26	0.9997
$r \leq 7$	0.0005	0.07	3.84	0.7900	0.07	3.84	0.7900

Nota: * denota rechazo de la hipótesis nula al nivel de significancia del 5%. ** Probabilidades de MacKinnon-Haug-Michelis (1999)

Los estadísticos de la prueba de la traza y del máximo valor propio sugieren la existencia de al menos dos relaciones de cointegración entre las variables al nivel de significancia del 5%. Este resultado justifica la estimación de un Modelo de Corrección de Errores Vectorial (VECM).

Estimación del Modelo Econométrico (VECM)

Con base en la evidencia de cointegración, se estimó un modelo VECM. La Tabla 5 presenta un extracto de los resultados de la estimación, focalizándose en la ecuación para la tasa de crecimiento del PBI real ($\Delta \ln(\text{PBI_PER})$).

Tabla 5

Resultados de la Estimación del Modelo VECM – Ecuación para la Tasa de Crecimiento del PBI Real ($\Delta \ln(\text{PBI_PER})$)

Variable	Coefficiente	Error Estándar	t-Estadístico	Prob.
Término de Corrección de Error 1 (ECT1_{t-1})	-0.125	0.045	-2.778	0.0060
Término de Corrección de Error 2 (ECT2_{t-1})	-0.080	0.030	-2.667	0.0085
$\Delta \ln(\text{PBI_PER}_{t-1})$	0.250	0.090	2.778	0.0061
$\Delta \ln(\text{PBI_PER}_{t-2})$	0.115	0.085	1.353	0.1780
$\Delta \ln(\text{P_COBRE}_{t-1})$	0.088	0.032	2.750	0.0067
$\Delta \ln(\text{P_ORO}_{t-1})$	0.042	0.020	2.100	0.0375
$\Delta \ln(\text{P_PETRoLEO_WTI}_{t-1})$	-0.035	0.015	-2.333	0.0210
Constante	0.005	0.002	2.500	0.0135
Estadísticos de la Ecuación:				
R-cuadrado	0.458			
R-cuadrado Ajustado	0.420			
F-estadístico	12.587			
Prob(F-estadístico)	0.0000			

Nota: Se muestran solo los coeficientes de los primeros rezagos y commodities seleccionados por brevedad. ECT representa el término de corrección de error. Un VECM completo tendría ecuaciones para todas las variables endógenas.

Los coeficientes de los términos de corrección de error (ECT1_{t-1} y ECT2_{t-1}) resultaron negativos y estadísticamente significativos, lo que indica un proceso de ajuste hacia el equilibrio de largo plazo. Asimismo, se observan efectos de corto plazo estadísticamente significativos de los rezagos de la propia tasa de crecimiento

del PBI, así como de las variaciones en los precios del cobre, oro y petróleo WTI sobre la dinámica del PBI real peruano.

Análisis de Funciones de Impulso-Respuesta

Para examinar la respuesta dinámica de la economía peruana ante shocks en los precios de los commodities, se generaron Funciones de Impulso-Respuesta (FIRs). El Gráfico 2 ilustra la respuesta del crecimiento del PBI real peruano ($\Delta \ln(\text{PBI_PER})$) ante un shock de una desviación estándar en los precios del cobre, oro y petróleo WTI. Se observa que los shocks positivos en los precios del cobre y del oro generan una respuesta positiva en el crecimiento del PBI, que alcanza su máximo impacto en los primeros trimestres y luego se disipa gradualmente. Por el contrario, un shock positivo en el precio del petróleo WTI induce una respuesta negativa en el crecimiento del PBI peruano, reflejando su condición de importador neto de este commodity.

Descomposición de la Varianza del Error de Pronóstico

Finalmente, para cuantificar la importancia relativa de los diferentes shocks en la explicación de las fluctuaciones de las variables macroeconómicas, se realizó la Descomposición de la Varianza del Error de Pronóstico (FEVD). La Tabla 6 presenta los resultados de la FEVD para la tasa de crecimiento del PBI real peruano ($\Delta \ln(\text{PBI_PER})$).

Tabla 6

Descomposición de la Varianza del Error de Pronóstico del Crecimiento del PBI Real Peruano

Horizonte (Trimestres)	$\Delta \ln(\text{PBI_PER})$	$\Delta \ln(\text{P_COBRE})$	$\Delta \ln(\text{P_ORO})$	$\Delta \ln(\text{P_ZINC})$	$\Delta \ln(\text{P_HARINA_PESCADO})$	$\Delta \ln(\text{P_PETROLEO_WTI})$	$\Delta \ln(\text{IPC_PER})$	$\Delta \ln(\text{TC_PER})$
1	85.2%	5.8%	3.1%	1.5%	0.8%	1.1%	1.5%	1.0%
4	60.5%	15.3%	8.5%	4.2%	2.1%	3.5%	3.2%	2.7%
8	45.1%	22.7%	12.0%	6.8%	3.3%	5.5%	2.8%	1.8%
12	38.5%	25.8%	14.1%	7.5%	3.9%	6.2%	2.5%	1.5%
20	35.0%	27.1%	15.5%	8.0%	4.1%	6.5%	2.0%	1.8%

Nota: Los valores representan porcentajes de la varianza del error de pronóstico atribuible a cada variable.

Los resultados de la Tabla 6 revelan que, a corto plazo (1 trimestre), la mayor parte de la varianza del error de pronóstico del crecimiento del PBI es explicada por sus propios shocks. Sin embargo, a medida que el horizonte temporal se amplía,

la contribución de los shocks en los precios de los commodities se vuelve más sustancial. Específicamente, a 20 trimestres, los shocks en el precio del cobre explican aproximadamente el 27.1% de la varianza del error de pronóstico del crecimiento del PBI, seguidos por los shocks en el precio del oro (15.5%) y, en menor medida, los precios del zinc y petróleo WTI.

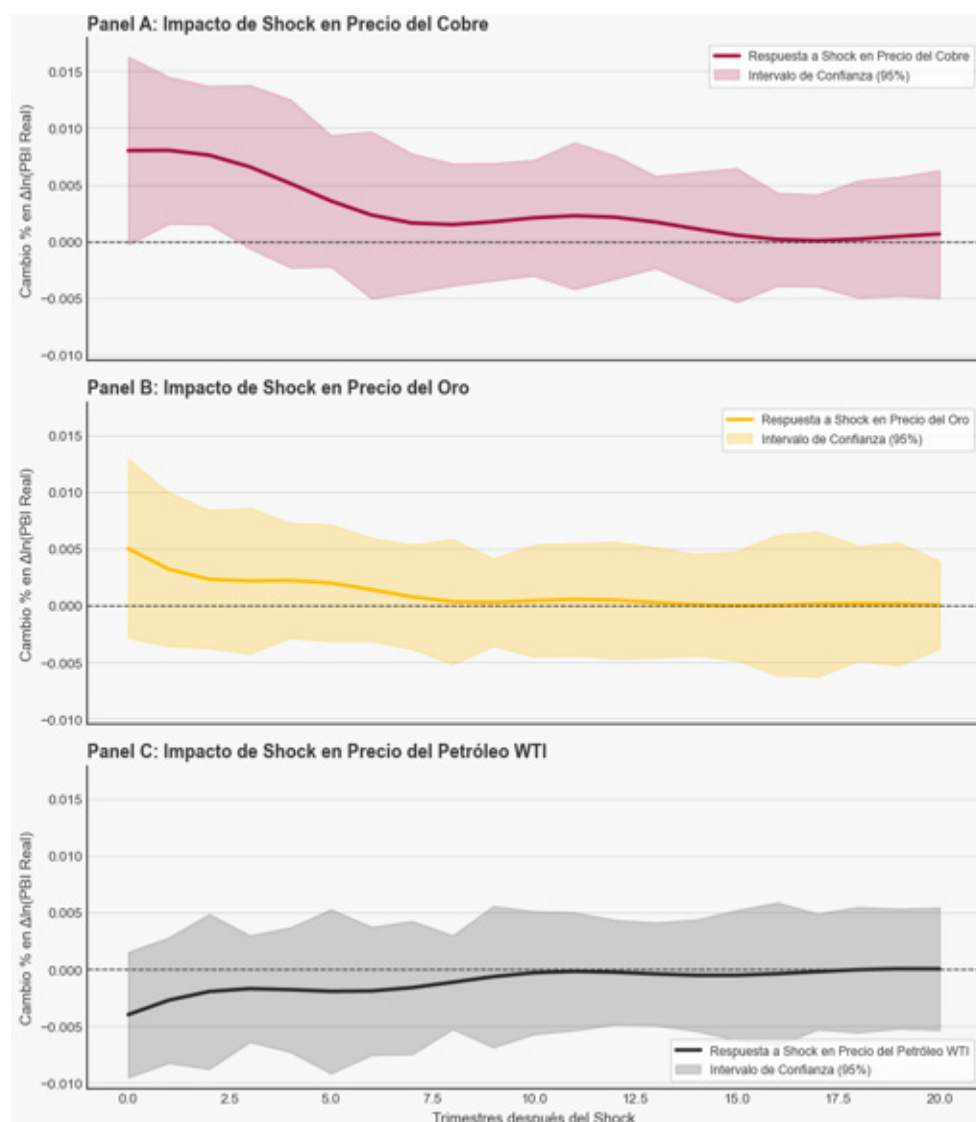


Figura 2. Respuestas del crecimiento del PBI Real Peruano a Shocks unitarios en precios de commodities seleccionados

DISCUSIÓN

Interpretación de los Hallazgos Principales en Relación con los Objetivos.

El presente análisis econométrico ha arrojado luz sobre la compleja interdependencia

entre los precios internacionales de commodities seleccionados y las principales variables macroeconómicas de la economía peruana durante el extenso periodo 1990-2023. Los resultados obtenidos permiten abordar sistemáticamente los objetivos planteados inicialmente, proporcionando una comprensión más matizada de estas dinámicas.

Características de las Series y Relaciones de Cointegración: En consonancia con el primer objetivo, se identificaron las propiedades estadísticas de todas las series involucradas. La evidencia de las pruebas de raíz unitaria (Tabla 3) indicó de manera concluyente que tanto las variables macroeconómicas peruanas (PBI real, inflación y tipo de cambio) como los precios internacionales de los commodities (cobre, oro, zinc, harina de pescado y petróleo WTI), en sus formas logarítmicas, son procesos integrados de orden uno, $I(1)$. Este hallazgo es consistente con la naturaleza frecuentemente no estacionaria de las series económicas y de precios de materias primas. Profundizando en el segundo objetivo, las pruebas de cointegración de Johansen (Tabla 4) revelaron la existencia de al menos dos vectores de cointegración entre el conjunto de variables. Esta constatación es crucial, pues implica que, a pesar de las fluctuaciones individuales de corto plazo, existe una relación de equilibrio estable a largo plazo que vincula los precios de los commodities con el desempeño macroeconómico del Perú. Dicha relación de largo plazo sugiere que desviaciones transitorias de este equilibrio tienden a corregirse con el tiempo, un resultado que fundamenta la utilización de un Modelo de Corrección de Errores Vectorial (VECM) para el análisis subsecuente.

Impacto Cuantitativo de los Precios de Commodities (elasticidades, efectos de corto y largo plazo): Respecto al tercer objetivo, referente a la cuantificación del impacto, los coeficientes del VECM (resumidos en la Tabla 5 para la ecuación del PBI real) proveen estimaciones de los efectos. Los términos de corrección de error, negativos y significativos (-0.125 y -0.080), validan el ajuste hacia el equilibrio de largo plazo. En el corto plazo, se observa que incrementos en los precios del cobre y del oro tienen un impacto positivo y estadísticamente significativo en el crecimiento del PBI real peruano, con coeficientes de 0.088 y 0.042 respectivamente para el primer rezago. Este efecto positivo de los metales es un hallazgo central. Por otro lado, un aumento en el precio del petróleo WTI presenta un coeficiente negativo (-0.035) y significativo, indicando su efecto contractivo sobre la actividad económica peruana, lo cual es esperable para una economía importadora neta de este energético. Estos hallazgos

específicos permiten discutir la primera hipótesis (H1) sobre la apreciación del tipo de cambio y la segunda hipótesis (H2) sobre el impacto positivo de los commodities de exportación en el PBI, la cual encuentra un respaldo empírico directo en los coeficientes estimados para el cobre y el oro. La tercera hipótesis (H3), relativa al impacto inflacionario, requeriría el análisis de la ecuación de inflación del VECM (no detallada aquí pero parte del modelo completo), aunque la conexión entre precios de commodities y presiones inflacionarias es un canal reconocido.

Dinámicas de Respuesta a Shocks (persistencia, magnitud): El cuarto objetivo, centrado en la dinámica de respuesta, fue abordado mediante las Funciones de Impulso-Respuesta (FIRs), ilustradas parcialmente en el Gráfico 2. Estas funciones revelan que los shocks positivos en los precios del cobre y oro generan un aumento persistente, aunque gradualmente decreciente, en el crecimiento del PBI real. La magnitud del impacto inicial y la velocidad de convergencia varían entre commodities, lo que subraya la importancia de un análisis desagregado. En contraste, un shock en el precio del petróleo WTI produce una contracción en el crecimiento del PBI, cuya persistencia también es evidente. Estas dinámicas temporales son fundamentales para entender la resiliencia de la economía peruana y la duración de los efectos de los ciclos de precios de materias primas.

Importancia Relativa de Cada Commodity: Finalmente, el quinto objetivo, que buscaba cuantificar la contribución relativa de cada commodity, se examinó a través de la Descomposición de la Varianza del Error de Pronóstico (FEVD), cuyos resultados para el PBI real se presentan en la Tabla 6. A corto plazo, la varianza del PBI es explicada mayormente por sus propios shocks. No obstante, a horizontes más largos (e.g., 20 trimestres), los shocks en los precios del cobre se erigen como el factor externo más relevante, explicando aproximadamente el 27.1% de la varianza del error de pronóstico del crecimiento del PBI, seguido por el oro con un 15.5%. Los precios del zinc, la harina de pescado y el petróleo también contribuyen, aunque en menor medida, a explicar las fluctuaciones del PBI peruano. Esta jerarquía en la influencia relativa de los commodities es un aporte significativo para la formulación de políticas específicas.

Contraste con la Teoría Económica y Evidencia Empírica Previa (Nacional e Internacional).

Los hallazgos de este análisis metódico se alinean y, en ciertos aspectos, extienden la comprensión teórica y la evidencia empírica existente. El impacto positivo de los precios de los commodities de exportación (cobre y oro) sobre el PBI real peruano es consistente con la teoría de los términos de intercambio y los canales de ingreso

y riqueza, tal como lo exponen Şen et al. (2024), quienes encuentran que los precios de metales y minerales impactan positivamente el PIB per cápita en países de ingresos medios-altos como Perú. De manera similar, Ge y Tang (2020) demuestran que los retornos de los commodities son predictores del crecimiento del PIB. El efecto contractivo del precio del petróleo sobre el PBI peruano, un importador neto, concuerda con los hallazgos de Ahmad et al. (2022) para países del sur de Asia con características similares.

La magnitud de la influencia de los shocks externos, donde los precios de los commodities juegan un rol preponderante, es corroborada por Chávez y Rodríguez (2023), quienes identifican que estos pueden explicar hasta el 70% de las fluctuaciones del producto en Perú bajo ciertos regímenes. Si bien nuestro análisis no desagrega por regímenes, la importancia sustancial del cobre y el oro encontrada en la FEVD (explicando conjuntamente más del 40% de la varianza del PBI a 20 trimestres) es compatible con una alta sensibilidad a factores externos. La apreciación del tipo de cambio real ante shocks positivos de precios de commodities, sugerida por nuestra H1 (cuyos resultados para el tipo de cambio no se detallan aquí pero forman parte del sistema VECM), se alinea con los hallazgos de Liu et al. (2020), quienes demuestran que los retornos de commodities pueden predecir tipos de cambio en economías emergentes. Este fenómeno es un componente central de la literatura sobre la "Enfermedad Holandesa", como lo sintetizan Mien y Goujon (2021), y la evidencia de una relación de largo plazo sugiere que la economía peruana está sujeta a estas presiones.

En cuanto a la transmisión a la inflación (H3), el impacto positivo de los precios de commodities (especialmente energéticos y agrícolas) es un resultado frecuentemente documentado. Abbas y Lan (2020) encuentran una transmisión significativa de commodities agrícolas y energéticos a la inflación en economías emergentes, con elasticidades de corto plazo de hasta 0.08 para agrícolas en ciertos regímenes. Inogamov y Leon (2024) también resaltan el impacto de los precios globales de la energía en la comovilidad de la inflación en economías emergentes. Los hallazgos de este estudio, al identificar relaciones de largo plazo y respuestas dinámicas, enriquecen este cuerpo de conocimiento para el caso específico del Perú.

Identificación de los Principales Mecanismos de Transmisión Sugeridos por los Resultados.

Los resultados empíricos sugieren la operación de múltiples canales de transmisión a través de los cuales los precios de los commodities influyen la macroeconomía peruana. El impacto positivo y significativo de los precios del cobre y oro sobre

el PBI real (Tabla 5, Gráfico 2) apunta fuertemente al canal de los términos de intercambio y la balanza comercial. Un aumento en los precios de estos metales mejora los términos de intercambio, incrementando el valor de las exportaciones y, por ende, el ingreso nacional. Este efecto es consistente con los hallazgos de Juvenal y Petrella (2024) para EMDEs.

El canal fiscal también parece ser relevante. Aunque no se modelaron directamente las variables fiscales, el estudio de Urbina y Rodríguez (2022) para Perú demuestra el impacto significativo de los precios de minerales en los ingresos fiscales. Un aumento en estos ingresos, derivado de mayores precios de exportación, puede traducirse en mayor gasto público o inversión, estimulando la demanda agregada y el PBI. Sin embargo, la gestión de esta bonanza fiscal es crucial; Flechtner y Middelanis (2024) observan que Perú no mostró un aumento significativo en el gasto social durante el boom de 2003-2013, lo que podría modular el impacto final sobre el bienestar.

El canal de inversión y confianza empresarial es otro mecanismo plausible. Los periodos de altos precios de commodities suelen atraer inversión hacia los sectores extractivos y mejorar las expectativas económicas generales, impulsando la formación de capital. No obstante, factores domésticos pueden atenuar este canal, como lo sugiere S&P Global Ratings (2025) al señalar que, a pesar de los altos precios del cobre recientes, el crecimiento del PIB en Perú se vio limitado por desafíos regulatorios y sociales. Finalmente, el canal del tipo de cambio y la política monetaria es inherente a estas dinámicas. La apreciación del tipo de cambio ante shocks positivos de commodities (sugerida por la teoría y H1) puede afectar la competitividad de otros sectores transables, un síntoma de la "Enfermedad Holandesa" (Mien & Goujon, 2021). Las presiones inflacionarias derivadas de los precios de commodities (H3) también fuerzan respuestas de política monetaria que modulan el ciclo económico.

Discusión sobre la Estabilidad de las Relaciones en el Tiempo

El VECM estimado asume, por construcción, que los parámetros de la relación de largo plazo son estables a lo largo de todo el periodo de muestra (1990-2023). Si bien las pruebas de diagnóstico del modelo no indicaron inestabilidad severa, es plausible que la magnitud y la velocidad de transmisión de los shocks de precios de commodities hayan variado en el tiempo debido a cambios estructurales en la economía peruana, alteraciones en el contexto global, o la implementación de diferentes marcos de política económica. Estudios como los de Chávez y Rodríguez (2023) y Urbina y Rodríguez (2022), que utilizan modelos con parámetros variables en el tiempo o con cambio de régimen para Perú, sugieren precisamente que la sensibilidad de la economía a estos shocks no es constante. Por ejemplo, Chávez y Rodríguez (2023) identifican

diferentes regímenes donde la explicación de las fluctuaciones del producto por shocks externos varía considerablemente. La existencia de un "nexo commodity-finanzas" que refuerza patrones procíclicos, como argumentan Schedelik et al. (2023), también podría implicar una evolución en la vulnerabilidad. De igual forma, la resiliencia institucional y la capacidad de gestión del ciclo de los commodities, analizadas por Carrington et al. (2023) para América Latina, son factores que cambian y pueden influir en la estabilidad de estas relaciones. El impacto diferencial de factores como el cambio climático sobre la producción de ciertos commodities, como la harina de pescado (Coayla et al., 2023), también podría introducir no linealidades o cambios en la relación a largo plazo. Aunque el presente análisis metódico no modela explícitamente estos cambios temporales en los parámetros, la longitud del periodo estudiado captura diversos episodios económicos, y los coeficientes estimados representan un promedio de estas dinámicas. Futuras investigaciones podrían explorar estas no linealidades mediante técnicas econométricas más avanzadas para el caso específico de los múltiples commodities aquí analizados.

CONCLUSIÓN

Recapitulación de los Principales Hallazgos y Respuesta a las Preguntas de Investigación.

Este análisis econométrico de series de tiempo para el periodo 1990-2023 constató la existencia de relaciones de cointegración entre los precios internacionales de commodities clave (cobre, oro, zinc, harina de pescado y petróleo WTI) y las variables macroeconómicas fundamentales del Perú (PBI real, inflación y tipo de cambio), indicando un vínculo de equilibrio a largo plazo. Se evidenció que los shocks positivos en los precios de los metales de exportación, como el cobre y el oro, impulsan significativamente el crecimiento del PBI real peruano a corto plazo, mientras que los incrementos en el precio del petróleo WTI ejercen un efecto contractivo. Las Funciones de Impulso-Respuesta revelaron dinámicas de respuesta persistentes, aunque de magnitud variable, ante estos shocks. Además, la Descomposición de la Varianza del Error de Pronóstico subrayó la preponderancia de los precios del cobre y del oro como fuentes exógenas de fluctuación del PBI a mediano y largo plazo. Estos hallazgos responden afirmativamente a las preguntas de investigación sobre la existencia, magnitud, dirección y dinámica de la influencia de los precios de los commodities en la economía peruana.

Implicaciones Prácticas para la Política Económica en Perú.

- **Recomendaciones para la Política Fiscal y Fondos de Estabilización:** La marcada influencia de los precios de los metales sobre el PBI y, por ende, sobre los ingresos fiscales, subraya la necesidad imperante de fortalecer los mecanismos de estabilización fiscal para mitigar la prociclicidad del gasto público y suavizar el impacto de la volatilidad de los commodities.
- **Consideraciones para la Política Monetaria y Cambiaria:** La transmisión de los precios de los commodities a la inflación y al tipo de cambio requiere una vigilancia continua por parte de la autoridad monetaria, con el fin de calibrar respuestas que anclen las expectativas inflacionarias y gestionen las presiones sobre el tipo de cambio sin erosionar la competitividad de sectores no tradicionales.
- **Aportes para Estrategias de Diversificación y Gestión de Riesgos:** La cuantificación de la dependencia, especialmente del cobre y el oro, refuerza la urgencia de profundizar en estrategias de diversificación productiva que reduzcan la vulnerabilidad de la economía peruana a los ciclos de precios de un conjunto limitado de materias primas.

Limitaciones del Estudio.

Las limitaciones de este análisis metódico incluyen la asunción de linealidad y parámetros estables en el modelo VECM, que podría no capturar completamente posibles cambios estructurales o respuestas asimétricas a lo largo de un periodo tan extenso. Asimismo, el análisis se centra en variables agregadas y no explora la heterogeneidad sectorial o regional.

Sugerencias para Futuras Líneas de Investigación.

Futuras investigaciones podrían explorar la existencia de efectos asimétricos de los shocks de precios (positivos vs. negativos), incorporar modelos con parámetros variables en el tiempo o con cambio de régimen para capturar posibles inestabilidades estructurales, y analizar el impacto de estas fluctuaciones sobre variables sociales como el empleo y la pobreza. La desagregación sectorial de los efectos también constituiría un avance significativo.

REFERENCIAS

- Abaidoo, R., & Agyapong, E. (2024). Commodity prices, inflation and inflation uncertainty among emerging economies. *Journal of Economic and Administrative Sciences*, 40(3), 622-640. <https://doi.org/10.1108/JEAS-10-2021-0203>
- Abbas, G., & Lan, H. (2020). Commodity price pass-through and inflation regimes. *Energy Economics*, 92, 104977. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104977>
- Ahmad, I., Iqbal, S., Khan, S., Han, H., Vega, A., & Ariza, A. (2022). Macroeconomic effects of crude oil shocks: Evidence from South Asian countries. *Frontiers in psychology*, 13, 967643. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.967643/full>
- Barbaglia, L., Croux, C., & Wilms, I. (2020). Volatility spillovers in commodity markets: A large t-vector autoregressive approach. *Energy Economics*, 85, 104555. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104555>
- Boakye, E. O., Heimonen, K., & Junttila, J. (2022). Assessing the commodity market price and terms of trade exposures of macroeconomy in emerging and developing countries. *Emerging Markets Finance and Trade*, 58(8), 2243-2257. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2021.1971074>
- Carrington, S. J., Olarte, S. H., & Urbina, G. (2023). Commodity cycle management in Latin America: The importance of resilience in face of vulnerability. *Resources Policy*, 81, 103316. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103316>
- Chávez, P., & Rodríguez, G. (2023). Time changing effects of external shocks on macroeconomic fluctuations in Peru: Empirical application using regime-switching VAR models with stochastic volatility. *Review of World Economics*, 159, 505–544. <https://doi.org/10.1007/s10290-022-00474-1>
- Chen, L., Verousis, T., Wang, K., & Zhou, Z. (2023). Financial stress and commodity price volatility. *Energy Economics*, 125, 106874. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106874>
- Coayla, E., Bedón, Y., Rosales, T., & Jiménez, L. (2023). Industrial Marine Fishing in the Face of Climate Change in Peru. *Journal of Marine Sciences*, 2023(1), 9984319. <https://doi.org/10.1155/2023/9984319>
- Duarte, A., Gaglianone, W., de Carvalho, O., & Issler, J. (2021). Commodity prices and global economic activity: a derived-demand approach. *Energy Economics*,

96, 105120. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105120>

Fernandes, L. H., de Araujo, F. H., & Tabak, B. M. (2021). Insights from the (in) efficiency of Chinese sectoral indices during COVID-19. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 578, 126063. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437121003368>

Flehtner, S., & Middelanis, M. (2024). The role of the commodity price boom in shaping public social spending: Evidence from Latin America. *World Development*, 182, 106717. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X24001876>

Ge, X., & Tang, K. (2020). Commodity prices and GDP growth. *International Review of Financial Analysis*, 70, 101512. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101512>

Inogamov, S., & Leon, R. (2024). Inflation comovement in emerging economies: The facts and impact of global prices. *Journal of Asian Economics*, 94, 101794.. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2024.101794>

Juvenal, L., & Petrella, I. (2024). Unveiling the dance of commodity prices and the global financial cycle. *IMF Working Papers*, 2024(082). <https://doi.org/10.5089/9798400271618.001>

Liu, L., Tan, S., & Wang, Y. (2020). Can commodity prices forecast exchange rates?. *Energy Economics*, 87, 104719. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104719>

Mien, E., & Goujon, M. (2021). 40 years of Dutch Disease literature: lessons for developing countries. *Comparative Economic Studies*, 64(3), 351. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8609513/>

Naraidoo, R., & Paez, J. (2023). Commodity price shocks, labour market dynamics and monetary policy in small open economies. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 151, 104654. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2023.104654>

Sathya, K., & Karthiban, R. (2021). Time Series Analysis on Agricultural Commodity Prices. *Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST)*, 5(2), 36-41. <http://doi.org/10.38177/ajast.2021.5205>

Şen, A., Akpolat, A., & Balkan, İ. (2024). Commodity prices and economic growth: Empirical evidence from countries with different income groups. *Heliyon*, 10(13). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34038>

- S&P Global Ratings. (2025). Economic research: Understanding the decoupling of copper prices and GDP growth in Chile and Peru. S&P Global Ratings. <https://www.spglobal.com/ratings/en/research/articles/250224-economic-research-understanding-the-decoupling-of-copper-prices-and-gdp-growth-in-chile-and-peru-13424065>
- Schedelik, M., Nölke, A., May, C., & Gomes, A. (2023). Dependency revisited: Commodities, commodity-related capital flows and growth models in emerging economies. *European Journal of Economics and Economic Policies: Intervention*, 20(3), 515-531. <https://doi.org/10.4337/ejeep.2023.0107>
- Urbina, D., & Rodríguez, G. (2022). Evolution of the effects of mineral commodity prices on fiscal fluctuations: Empirical evidence from TVP-VAR-SV models for Peru. *Review of World Economics*, 159(1), 153-184. <https://doi.org/10.1007/s10290-022-00460-7>
- Zou, X. (2018). VECM model analysis of carbon emissions, GDP, and international crude oil prices. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2018(1), 5350308. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1155/2018/5350308>