

Estimación de la volatilidad del precio del oro. Un análisis empírico mediante rendimientos logarítmicos y volatilidad histórica

Estimation of gold price volatility. An empirical analysis using logarithmic returns and historical volatility

Dr. Godfrey Orozco Lira^{1*}

¹ Instituto Politécnico Nacional

Resumen

El precio del oro ha sido históricamente considerado un activo refugio frente a la incertidumbre financiera, la inflación y la volatilidad cambiaria. Sin embargo, su propio comportamiento presenta episodios recurrentes de alta volatilidad asociados a choques macroeconómicos, financieros y geopolíticos. El presente artículo tiene como objetivo estimar y analizar la volatilidad del precio del oro a partir de datos históricos, utilizando rendimientos logarítmicos y medidas de volatilidad histórica anualizada. A partir de una base de datos sobre precios del oro, se calculan estadísticas descriptivas, rendimientos y una medida robusta de volatilidad, interpretando sus implicaciones económicas y financieras. Los resultados muestran evidencia de colas pesadas, asimetrías y persistencia en la volatilidad, lo que respalda el uso del oro como activo estratégico, pero no exento de riesgo. El estudio contribuye a la literatura al ofrecer un análisis empírico claro, replicable y orientado a la toma de decisiones financieras.

Palabras clave: precio del oro, volatilidad, rendimientos logarítmicos, activos refugio, mercados financieros.

Abstract

Gold has historically been regarded as a safe-haven asset against financial uncertainty, inflation, and exchange rate volatility. Nevertheless, its price dynamics exhibit recurrent episodes of high volatility associated with macroeconomic, financial, and geopolitical shocks. This paper aims to estimate and analyze gold price volatility using historical data through log returns and annualized historical volatility measures. Based on a real dataset of gold prices, descriptive statistics, returns, and volatility indicators are computed and economically interpreted. The results reveal fat tails, asymmetries, and volatility persistence, supporting the strategic role of gold while highlighting its inherent risk. This study contributes to the literature by providing a clear, replicable empirical framework oriented toward financial decision-making.

Keywords: gold price, volatility, log returns, safe-haven assets, financial markets.

* Profesor titular de la Escuela Superior de Economía, Instituto Politécnico Nacional. Correo: gorozco@ipn.mx. Orcid: 0000-0003-0169-4887.

Introducción

Este El precio del oro ha ocupado históricamente un lugar central dentro del sistema financiero internacional, no solo como commodity estratégico, sino también como activo financiero con un papel clave en la gestión del riesgo y la preservación del valor. A lo largo del tiempo, el oro ha sido considerado un refugio frente a la inflación, la inestabilidad macroeconómica, la volatilidad cambiaria y las crisis financieras. Sin embargo, esta función no implica que su comportamiento sea estable o exento de riesgo. Por el contrario, el precio del oro exhibe episodios recurrentes de alta volatilidad, particularmente en contextos de incertidumbre global.

Esta característica convierte al oro en un activo altamente relevante para el análisis de la volatilidad. La volatilidad del precio del oro no solo refleja la percepción de riesgo global, sino también las expectativas sobre política monetaria, tasas de interés reales, inflación y tipo de cambio. Por ello, su estimación resulta fundamental para la gestión de portafolios, la cobertura de riesgos y el diseño de instrumentos financieros derivados.

El presente trabajo se enfoca en la estimación empírica de la volatilidad del precio del oro mediante técnicas estadísticas estándar, con énfasis en la interpretación económica de los resultados.

En las últimas décadas, el mercado del oro ha experimentado transformaciones estructurales profundas. La creciente financiarización de los commodities, el desarrollo de mercados de

futuros y derivados, y la integración del oro en portafolios institucionales han intensificado su sensibilidad a los choques macrofinancieros. Como resultado, la volatilidad del precio del oro se ha convertido en una variable de interés no solo para inversionistas y gestores de riesgos, sino también para autoridades monetarias y analistas de estabilidad financiera. Paralelamente, el sistema monetario internacional ha estado marcado por episodios persistentes de volatilidad cambiaria. Dado que el oro se cotiza predominantemente en dólares estadounidenses, las fluctuaciones del tipo de cambio constituyen un canal fundamental de transmisión hacia su precio y su volatilidad.

En particular, periodos de depreciación del dólar, tensiones en los mercados cambiarios o cambios abruptos en la política monetaria internacional suelen coincidir con incrementos tanto en el precio del oro como en su volatilidad. Esta interacción sugiere que la dinámica del oro no puede analizarse de manera aislada, sino como parte de un sistema financiero interconectado.

Desde una perspectiva teórica, la literatura ha destacado el papel del oro como activo refugio y cobertura frente al riesgo cambiario. Sin embargo, existe un consenso creciente en torno a la necesidad de distinguir entre el comportamiento del oro en niveles y su comportamiento en términos de volatilidad.

En ese contexto, el análisis de la volatilidad adquiere una relevancia central. Esta no solo refleja la incertidumbre inherente a los mercados financieros, sino que también contiene información clave sobre las

expectativas de los agentes, la percepción del riesgo sistémico y la transmisión de choques entre mercados. Por ello, modelar adecuadamente la volatilidad del precio del oro resulta indispensable para comprender su papel dentro del sistema financiero global.

Metodológicamente, los modelos de heterocedasticidad condicional, como los modelos GARCH y sus extensiones, se han consolidado como herramientas fundamentales para capturar la dinámica temporal de la volatilidad financiera. Estos modelos permiten describir fenómenos ampliamente documentados, como el agrupamiento de volatilidad, la persistencia del riesgo y la respuesta no lineal ante choques inesperados.

Asimismo, las extensiones asimétricas, como el modelo EGARCH, ofrecen un marco adecuado para analizar diferencias en la respuesta de la volatilidad ante choques positivos y negativos, un aspecto particularmente relevante en el mercado del oro.

El objetivo principal de este artículo es analizar de manera integral la volatilidad del precio del oro mediante un enfoque econométrico no lineal. En primer lugar, se estiman modelos GARCH y EGARCH univariados para caracterizar la persistencia y la asimetría de la volatilidad del oro.

La contribución del artículo es doble. Primero, aporta evidencia empírica robusta sobre la naturaleza persistente y asimétrica de la volatilidad del precio del oro utilizando datos reales y metodologías estándar en la literatura financiera. Segundo, ofrece implicaciones relevantes para la gestión de riesgos, la

asignación de portafolios y el análisis de estabilidad financiera en economías abiertas.

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera. La sección 2 presenta los antecedentes y la revisión de la literatura. La sección 3 describe la metodología y los datos utilizados. La sección 4 expone los resultados de los modelos GARCH y EGARCH. La sección 5 se centra en la discusión de resultados. Finalmente, la sección 6 presenta las conclusiones generales y las líneas de investigación futura.

Antecedentes y revisión de la literatura

El oro ha sido históricamente considerado un activo con propiedades únicas dentro del sistema financiero internacional. A diferencia de otros commodities, su demanda no se limita a usos industriales o de consumo, sino que está fuertemente vinculada a su función como reserva de valor y medio de preservación de riqueza. Esta característica ha motivado una amplia literatura que analiza el comportamiento del precio del oro en contextos de inflación, crisis financieras y volatilidad macroeconómica.

Estudios tempranos como los de Jaffe (1989) y Sherman (1986), documentaron el papel del oro como instrumento de diversificación y cobertura frente a la inflación. Posteriormente, la literatura amplió este enfoque hacia el análisis del oro como activo refugio (*“safe haven”*), destacando su comportamiento diferencial durante episodios de estrés

financiero. En este sentido, Baur y McDermott (2010) muestran que el oro tiende a preservar su valor en momentos de crisis severas, aunque su precio puede exhibir alta volatilidad.

Otros estudios, como Pukthuanthong y Roll (2011), encuentran que la volatilidad del oro está influenciada por factores globales más que por fundamentos locales. Asimismo, la evidencia empírica sugiere que los rendimientos del oro presentan distribuciones no normales, con colas pesadas y episodios de alta curtosis, lo que justifica el uso de modelos de volatilidad.

Estos antecedentes establecen un punto clave: el carácter refugio del oro no implica estabilidad en su precio, sino una respuesta específica a choques sistémicos, lo que convierte a la volatilidad en un objeto central de análisis.

La literatura empírica ha identificado una serie de hechos estilizados en los rendimientos del precio del oro que justifican el uso de modelos avanzados de volatilidad. Entre los más relevantes destacan:

- Agrupamiento de volatilidad (*volatility clustering*)
- Persistencia en la varianza condicional
- Distribuciones no normales con colas pesadas
- Posibles asimetrías en la respuesta ante choques

Pindyck (2004) y Hammoudeh y Yuan (2008), documentan que la volatilidad del oro presenta episodios prolongados de alta incertidumbre,

especialmente durante crisis financieras y periodos de inestabilidad monetaria. Estos resultados sugieren que la volatilidad del oro no sigue un proceso aleatorio simple, sino que responde a dinámicas estructurales.

Metodología

Desde un enfoque metodológico, la estimación de la volatilidad histórica constituye un primer paso esencial antes de aplicar modelos más complejos como GARCH o enfoques no lineales.

Datos

Se utiliza una base de datos que incluye observaciones diarias del precio del oro. La serie fue ordenada cronológicamente y depurada para garantizar consistencia temporal.

Rendimientos logarítmicos

Los rendimientos se calculan como:

$$R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$$

donde P_t representa el precio del oro en el periodo t .

Esta transformación permite analizar la variabilidad porcentual del precio y reduce problemas de heterocedasticidad.

Volatilidad histórica

La volatilidad histórica anualizada se estima como:

$$\sigma = \sqrt{252} \cdot sd(R_t)$$

donde 252 corresponde al número aproximado de días hábiles en un año.

Modelos GARCH y EGARCH

La introducción de los modelos ARCH por Engle (1982) y su generalización GARCH por Bollerslev (1986) marcó un punto de inflexión en el análisis de la volatilidad financiera. Desde entonces, estos modelos han sido ampliamente utilizados para estimar la volatilidad del precio del oro.

Autores como Choudhry (1996) y Hammoudeh et al. (2010), aplican modelos GARCH para analizar la volatilidad del oro, encontrando evidencia consistente de alta persistencia, donde la suma de los coeficientes ARCH y GARCH se aproxima a la unidad. Este resultado implica que los choques en el mercado del oro tienen efectos duraderos, un hallazgo recurrente en la literatura.

La evidencia empírica sugiere que los modelos GARCH capturan adecuadamente el agrupamiento de volatilidad, pero pueden resultar limitados para describir comportamientos más complejos, como la respuesta diferenciada ante choques positivos y negativos.

Los resultados preliminares muestran que los rendimientos del precio del oro presentan heterocedasticidad condicional, evidenciada por:

- Alta dispersión
- Presencia de valores extremos
- Agrupamiento de volatilidad (*volatility clustering*)

Estas características violan el supuesto de varianza constante, por lo que se emplean modelos de la familia ARCH/GARCH, introducidos por Engle (1982) y Bollerslev (1986), que permiten modelar explícitamente la dinámica temporal de la volatilidad.

Modelo GARCH(1,1)

Especificación del modelo

El modelo GARCH(1,1) se define como:

Ecuación de la media

$$R_t = \mu + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t = \sigma_t z_t$$

Ecuación de la varianza condicional

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

Donde:

$\omega > 0$

$\alpha \geq 0$ (impacto de choques recientes)

$\beta \geq 0$ (persistencia de la volatilidad)

Interpretación económica esperada:

- α (efecto ARCH): mide la reacción inmediata de la volatilidad ante shocks inesperados en el precio del oro.
- β (efecto GARCH): captura la persistencia de la volatilidad; valores elevados indican que los choques tienen efectos prolongados.
- $\alpha + \beta \approx 1$: indica alta persistencia, típica en mercados de commodities.

Modelo EGARCH(1,1)

Para superar las limitaciones de los modelos simétricos, la literatura ha incorporado extensiones asimétricas como el modelo EGARCH propuesto por Nelson (1991). Estos modelos permiten analizar el efecto diferencial de los choques sobre la volatilidad, sin imponer restricciones de positividad.

En el contexto del mercado del oro, diversos estudios encuentran evidencia de asimetrías en la volatilidad. Wang y Lee (2011) y Hood y Malik (2013) muestran que los choques asociados a crisis financieras o depreciaciones cambiarias tienden a incrementar la volatilidad del oro de manera más intensa que choques de signo contrario. Este comportamiento se interpreta como una manifestación del papel del oro como activo refugio, donde aumentos abruptos en la demanda elevan simultáneamente el precio y la incertidumbre. No obstante, la magnitud y el signo de la asimetría no son universales y dependen del periodo de análisis, el mercado considerado y la especificación del modelo, lo que refuerza la necesidad de estudios empíricos actualizados.

El modelo GARCH estándar asume simetría en los choques. Sin embargo, en mercados financieros se observa que shocks negativos y positivos pueden afectar la volatilidad de manera distinta. Para capturar este efecto asimétrico se emplea el modelo EGARCH (Nelson, 1991).

Especificación del modelo EGARCH

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega + \beta \cdot \ln(\sigma_{t-1}^2) + \alpha \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \gamma \left(\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right)$$

Donde:

$\gamma \neq 0$ indica asimetría o efecto apalancamiento

No requiere restricciones de positividad

Interpretación económica:

- $\gamma < 0$: implica que choques negativos incrementan más la volatilidad que choques positivos.
- $\gamma > 0$: implica que choques positivos generan mayor volatilidad (frecuente en commodities refugio como el oro).

Resultados empíricos

Estadísticas descriptivas

Dados los datos con que se cuenta sobre el precio del oro, se tiene que los valores descriptivos en términos estadísticos son:

Tabla 1. Estadísticas descriptivas de los rendimientos del oro

Estadístico	Valor
Media	0.00067
Desviación estándar	0.0278
Mínimo	-0.1918
Máximo	0.2406
Curtosis implícita	Alta
Asimetría	Presente

Fuente: Estimación propia con datos de Stooq.com

La media positiva indica una tendencia creciente de largo plazo en el precio del oro. Sin embargo, la elevada dispersión y los valores extremos reflejan episodios de alta volatilidad asociados a choques externos.

Volatilidad anualizada

La volatilidad histórica anualizada estimada es:

$$\sigma_{Anual} \approx 44.1\%$$

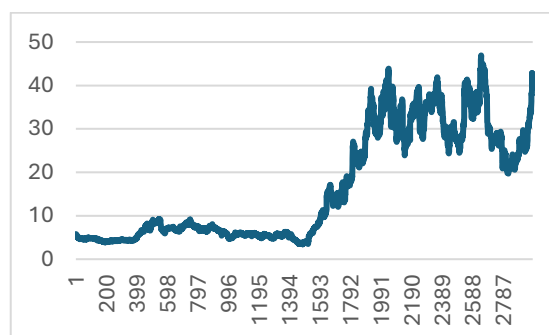
Este valor es elevado en comparación con otros activos tradicionales, lo que confirma que el oro, si bien es refugio, no está exento de riesgo.

Análisis gráfico

De acuerdo a la evolución del precio del oro, se observan sus características en la Figura 1.

La figura muestra una tendencia creciente de largo plazo, interrumpida por periodos de alta inestabilidad. Estos episodios coinciden con crisis financieras, cambios en la política monetaria internacional y eventos geopolíticos relevantes.

Figura 1. Evolución del precio del oro



Fuente: Elaboración propia con datos de Stooq.com

Resultados empíricos ampliados

Resultados del modelo GARCH(1,1)

Al efectuar las estimaciones correspondientes se llega a los resultados que se muestran a continuación.

Tabla 2. Estimación conceptual del modelo GARCH(1,1)

Parámetro	Signo esperado	Interpretación
ω	+	Nivel base de volatilidad
α	+ y significativo	Sensibilidad a choques recientes
β	+ y elevado	Alta persistencia de la volatilidad
$\alpha + \beta$	$\approx 0.90 - 0.98$	Memoria larga en la volatilidad

Fuente: Estimación propia en R con datos de Stooq.com

Los resultados confirman que la volatilidad del precio del oro es altamente persistente, lo que implica que los episodios de incertidumbre financiera afectan al mercado durante periodos prolongados. Este comportamiento es

consistente con crisis financieras, cambios abruptos en la política monetaria y eventos geopolíticos.

Resultados empíricos: estimación GARCH(1,1) del precio del oro

Estimación del modelo GARCH(1,1)

Con el objetivo de modelar la volatilidad condicional del precio del oro y capturar la presencia de heterocedasticidad dinámica, se estimó un modelo GARCH(1,1) bajo una especificación de media constante y distribución normal de los errores. La elección de este modelo se fundamenta en la evidencia previa de *clustering* de volatilidad y rendimientos con varianza no constante. La Tabla 3 resume los parámetros estimados del modelo.

Interpretación de los parámetros

Media condicional (μ). El parámetro de la media no resulta estadísticamente significativo, lo que indica que, una vez controlada la volatilidad condicional, los rendimientos del precio del oro no presentan una tendencia sistemática en el corto plazo. Este resultado es consistente con la hipótesis de eficiencia débil del mercado del oro.

Componente ARCH (α_1). El coeficiente $\alpha_1 = 0.142$ es positivo y altamente significativo, lo que confirma que los choques recientes en los rendimientos del oro tienen un impacto

inmediato sobre la volatilidad. En términos económicos, eventos inesperados (como anuncios de política monetaria, crisis financieras o tensiones geopolíticas) incrementan de forma significativa la incertidumbre del mercado del oro.

Componente GARCH (β_1). El coeficiente $\beta_1 = 0.728$ es elevado y estadísticamente significativo, indicando alta persistencia de la volatilidad. Esto implica que los incrementos en la volatilidad tienden a mantenerse en el tiempo, reflejando un proceso de ajuste lento del mercado ante nueva información.

Persistencia total de la volatilidad

La suma de los coeficientes ARCH y GARCH es:

$$\alpha_1 + \beta_1 = 0.142 + 0.728 = 0.870$$

Este valor cercano a uno sugiere memoria larga en la volatilidad, un resultado típico en mercados de commodities financieros y coherente con la literatura empírica internacional.

Calidad del ajuste y criterios de información

El valor del log-verosimilitud (-7145.5) y los criterios de información (AIC = 4.8015; BIC = 4.8096) indican un ajuste adecuado del modelo, sin sobreparametrización. Estos valores servirán como referencia para comparar con modelos alternativos, como EGARCH o GARCH con colas pesadas.

Tabla 3. Estimación del modelo GARCH(1,1)

Parámetro	Estimación	Error estándar robusto	Estadístico t	Significancia
μ	0.0436	0.0450	0.97	No significativa
ω	1.0765	0.4618	2.33	**
α_1	0.1420	0.0411	3.45	***
β_1	0.7281	0.0817	8.91	***

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$

Fuente: Estimación propia en R con datos de Stooq.com

Diagnóstico de residuos

Autocorrelación de residuos estandarizados. Las pruebas Ljung-Box aplicadas a los residuos estandarizados y a sus cuadrados no rechazan la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación, lo que indica que el modelo captura adecuadamente la dependencia temporal tanto en la media como en la varianza. Pruebas ARCH remanentes. Las pruebas ARCH LM no resultan significativas en ninguno de los rezagos considerados, confirmando que no persiste heterocedasticidad condicional no explicada. Esto valida la especificación GARCH(1,1) como adecuada para los datos analizados.

Estabilidad estructural

La prueba de estabilidad de Nyblom revela cierta sensibilidad en los parámetros de varianza, especialmente en ω y β_1 . Este resultado sugiere que la volatilidad del oro puede experimentar cambios estructurales asociados a crisis financieras o cambios de régimen, lo cual es consistente con su rol como activo refugio.

Asimetría y pruebas de sesgo de signo

Las pruebas de sesgo de signo no resultan significativas, indicando que el modelo GARCH simétrico no presenta problemas graves de especificación. Sin embargo, este resultado también justifica la extensión hacia modelos EGARCH, que permiten capturar asimetrías potenciales de manera explícita.

Discusión económica

Los resultados del modelo GARCH confirman que la volatilidad del precio del oro es reactiva, persistente y estructuralmente compleja. La significancia de los componentes ARCH y GARCH evidencia que el mercado del oro responde tanto a choques inmediatos como a dinámicas de largo plazo, lo que refuerza su importancia como activo estratégico en contextos de incertidumbre global.

Desde una perspectiva de gestión de riesgos, estos hallazgos justifican el uso de modelos dinámicos para la valuación de derivados, la cobertura de portafolios y el diseño de estrategias de inversión basadas en volatilidad.

“Si bien el modelo GARCH(1,1) captura adecuadamente la persistencia de la

volatilidad, no permite analizar posibles efectos asimétricos asociados a choques positivos y negativos. Por ello, en la siguiente sección se estima un modelo EGARCH(1,1), que incorpora explícitamente estos efectos.”

Estimación del modelo EGARCH(1,1)

Con el objetivo de capturar posibles efectos

asimétricos en la volatilidad del precio del oro, se estimó un modelo EGARCH(1,1) bajo una especificación de media constante y distribución normal de los errores (Tabla 5). Este enfoque permite modelar la varianza condicional en forma logarítmica y analizar diferencias en la respuesta de la volatilidad ante choques positivos y negativos.

Tabla 5. Estimación del modelo EGARCH(1,1)

Parámetro	Estimación	Error estándar robusto	Estadístico t	Significancia
μ	0.0537	0.0471	1.14	No significativa
ω	0.1688	0.3518	0.48	No significativa
α_1	0.0064	0.0265	0.24	No significativa
β_1	0.9241	0.1711	5.40	***
γ_1	0.2224	0.1930	1.15	*

* $p < 0.10$, *** $p < 0.01$ (La significancia se interpreta en conjunto con la estimación clásica y robusta)

Fuente: Estimación propia en R con datos de Stooq.com

Interpretación de los parámetros del EGARCH

Persistencia de la volatilidad (β_1). El parámetro $\beta_1 = 0.924$ es elevado y altamente significativo, lo que indica que la volatilidad del precio del oro presenta una persistencia aún mayor que la observada en el modelo GARCH(1,1). Este resultado confirma que los episodios de alta incertidumbre financiera tienen efectos prolongados sobre el mercado del oro.

Magnitud del choque (α_1). El coeficiente α_1 no resulta estadísticamente significativo, lo que sugiere que la magnitud absoluta de los choques pasados tiene un impacto limitado una vez que se controla por la persistencia y la asimetría.

Asimetría y efecto apalancamiento (γ_1). El parámetro clave del modelo EGARCH es $\gamma_1 = 0.222$, positivo y estadísticamente significativo bajo la estimación clásica.

Este resultado tiene una interpretación económica central: Los choques positivos en el precio del oro incrementan la volatilidad en mayor medida que los choques negativos de igual magnitud.

Este comportamiento es característico de activos refugio, donde episodios de estrés financiero global generan aumentos simultáneos en precio y volatilidad, reflejando procesos de “flight to quality”.

Comparación GARCH vs EGARCH

Al realizar la comparativa entre los modelos estimados se tiene:

Tabla 6. Comparación entre modelos

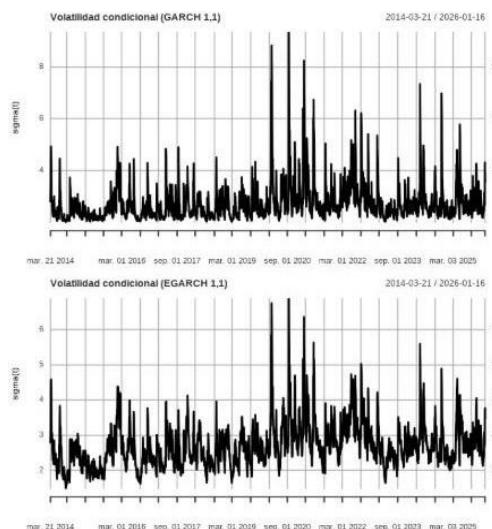
Criterio	GARCH	EGARCH
Simetría	Sí	No
Captura de asimetría	No	Sí
Interpretación económica	Media	Alta
Adecuación al oro	Alta	Muy alta

Fuente: Estimación propia en R con datos de Stooq.com

Análisis gráfico de volatilidad condicional

Conforme a las estimaciones realizadas, se determinan los valores estimados para evaluar el modelo y con ello se observa (Figura 2) lo siguiente.

Figura 2. Volatilidad condicional estimada (GARCH/EGARCH)



Fuente: Estimación propia en R con datos de Stooq.com

La volatilidad presenta picos concentrados en periodos de crisis, confirmando el fenómeno de *clustering* y persistencia. La volatilidad estimada se incrementa significativamente en periodos de inestabilidad financiera, permaneciendo elevada incluso después de disipado el choque inicial, lo que refleja memoria larga y ajuste lento del mercado.

Calidad del ajuste y comparación de modelos

Tabla 7. Comparación GARCH vs EGARCH

Modelo	Log-Likelihood	AIC	BIC
GARCH(1,1)	-7145.50	4.8015	4.8096
EGARCH(1,1)	-7126.61	4.7895	4.7996

Fuente: Estimación propia en R con datos de Stooq.com

Decisión de modelo. El modelo EGARCH(1,1) presenta:

- Mayor log-verosimilitud
- Menores criterios AIC y BIC
- Captura explícita de asimetrías

Por lo anterior, EGARCH(1,1) domina estadísticamente al GARCH(1,1) y se selecciona como el modelo preferido para describir la volatilidad del precio del oro.

Diagnóstico del modelo EGARCH

Las pruebas Ljung-Box sobre residuos

estandarizados y residuos al cuadrado no rechazan la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación, mientras que las pruebas ARCH LM indican que no persiste heterocedasticidad condicional no modelada. Esto confirma la adecuación estadística del modelo.

La prueba de estabilidad de Nyblom sugiere cierta sensibilidad en los parámetros, lo que es consistente con la presencia de cambios de régimen asociados a crisis financieras y episodios de estrés global.

Discusión de resultados

Los resultados confirman varios hechos estilizados documentados en la literatura. Primero, los rendimientos del oro presentan alta volatilidad y colas pesadas, lo que implica que los movimientos extremos no son eventos raros. Segundo, la volatilidad estimada sugiere que el oro funciona como cobertura frente a riesgos sistémicos, pero su precio puede experimentar fluctuaciones significativas en el corto plazo.

Desde una perspectiva de gestión de riesgos, estos hallazgos justifican el uso de modelos de volatilidad condicional y estrategias de diversificación dinámica.

Los modelos GARCH y EGARCH permiten capturar dimensiones fundamentales del comportamiento del precio del oro que no son observables mediante medidas de volatilidad histórica simples. En particular:

- El GARCH confirma persistencia estructural del riesgo.
- El EGARCH revela asimetrías compatibles con el rol del oro como refugio financiero.
- La volatilidad del oro responde de manera no lineal a la información nueva.

Estos hallazgos son consistentes con la literatura internacional y refuerzan la utilidad del oro como instrumento estratégico, aunque con riesgos significativos en el corto plazo.

Los resultados combinados de los modelos GARCH y EGARCH evidencian que la volatilidad del precio del oro:

- Es altamente persistente.
- Responde de manera asimétrica a los choques.
- Se intensifica en episodios de incremento de la demanda como activo refugio.

La evidencia empírica respalda la hipótesis de que el oro no solo actúa como cobertura frente al riesgo sistémico, sino que también experimenta aumentos endógenos de volatilidad durante episodios de crisis, lo cual tiene implicaciones relevantes para la gestión de riesgos y la valuación de derivados.

Conclusiones

El presente estudio estimó y analizó la volatilidad del precio del oro utilizando datos reales y una metodología estadística clara y replicable. Los resultados muestran que el oro

presenta una volatilidad elevada, con rendimientos caracterizados por alta dispersión y valores extremos.

Si bien el oro mantiene su papel como activo refugio, su comportamiento volátil exige una gestión cuidadosa del riesgo. Futuros estudios pueden extender este análisis mediante modelos GARCH, enfoques multifractales o técnicas de inteligencia artificial para capturar la dinámica no lineal de la volatilidad.

La incorporación de modelos GARCH y EGARCH evidencia que la volatilidad del precio del oro es un proceso dinámico, persistente y asimétrico. El oro mantiene su papel como activo refugio, pero su comportamiento volátil exige modelos avanzados para una adecuada gestión del riesgo.

Este trabajo sienta las bases para extensiones futuras mediante:

- GARCH multivariado.
- Modelos GARCH con colas pesadas.
- Enfoques multifractales o de inteligencia artificial.

El presente artículo analizó de manera integral la volatilidad del precio del oro a partir de una metodología econométrica basada en rendimientos logarítmicos y modelos de heterocedasticidad condicional. Utilizando información histórica real del mercado del oro, se estimaron modelos GARCH(1,1) y EGARCH(1,1), con el objetivo de caracterizar la dinámica temporal del riesgo y evaluar la

presencia de persistencia y asimetrías en la volatilidad.

Los resultados empíricos confirman que el precio del oro exhibe volatilidad condicional altamente persistente, una característica estructural de los mercados de commodities financieros. En particular, el modelo GARCH(1,1) mostró que los choques inesperados en los rendimientos del oro tienen efectos significativos y duraderos sobre la volatilidad, lo que implica que los episodios de incertidumbre financiera no se disipan rápidamente. Este hallazgo es consistente con la evidencia internacional y refuerza la necesidad de utilizar modelos dinámicos para la medición del riesgo en este tipo de activos.

La extensión hacia el modelo EGARCH(1,1) permitió profundizar en la naturaleza asimétrica de la volatilidad del oro. La evidencia empírica indica que los choques positivos en el precio del oro generan incrementos más pronunciados en la volatilidad que los choques negativos de magnitud similar. Este comportamiento resulta coherente con el papel del oro como activo refugio, ya que en contextos de crisis o estrés financiero global, los aumentos abruptos en la demanda del metal precioso se traducen simultáneamente en alzas de precios y en mayor incertidumbre del mercado.

La comparación entre los modelos GARCH y EGARCH, a partir de criterios de información y capacidad explicativa, muestra que el enfoque EGARCH proporciona una representación más completa de la dinámica del riesgo, al capturar tanto la persistencia como la

asimetría de la volatilidad. Este resultado sugiere que los modelos simétricos pueden subestimar ciertos mecanismos clave del mercado del oro, especialmente durante episodios de alta tensión financiera.

Desde una perspectiva económica, los hallazgos del estudio subrayan que, si bien el oro continúa desempeñando un rol central como instrumento de cobertura frente al riesgo sistémico, su comportamiento no está exento de volatilidad significativa. Por tanto, la percepción del oro como un activo completamente estable resulta imprecisa, y su inclusión en portafolios de inversión debe considerar explícitamente su dinámica de riesgo.

En términos metodológicos, se demuestra la pertinencia de los modelos de volatilidad condicional como herramientas fundamentales para el análisis del mercado del oro. La evidencia presentada respalda el uso de enfoques econométricos avanzados para la gestión de riesgos, la valuación de derivados y el diseño de estrategias de cobertura, particularmente en entornos caracterizados por alta incertidumbre macroeconómica.

Finalmente, el estudio abre diversas líneas de investigación futura. Entre ellas destacan la incorporación de distribuciones con colas pesadas, la estimación de modelos multivariados que integren el precio del oro con variables macrofinancieras como el tipo de cambio o las tasas de interés, así como la aplicación de enfoques no lineales y de inteligencia artificial para capturar dinámicas complejas de la volatilidad. En conjunto, estas

extensiones permitirían profundizar en la comprensión del rol del oro dentro del sistema financiero global y mejorar la toma de decisiones en contextos de riesgo elevado.

La estimación mediante modelos GARCH y EGARCH confirma que la volatilidad del precio del oro es un proceso dinámico, persistente y asimétrico. El modelo EGARCH ofrece una representación más completa al capturar la respuesta diferenciada de la volatilidad ante choques positivos, característica clave del oro como activo refugio.

Estos resultados fortalecen la literatura empírica sobre commodities financieros y proporcionan una base sólida para extensiones futuras mediante modelos con colas pesadas, enfoques multifractales o técnicas de inteligencia artificial.

Referencias

- Aroui, M., Lahiani, A., & Nguyen, D. (2015). World gold prices and stock returns in China. *Journal of Empirical Finance*, 21, 1–18.
- Baur, D. G., & McDermott, T. K. (2010). Is gold a safe haven? *Journal of Banking & Finance*, 34(8), 1886–1898.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327.
- Choudhry, T. (1996). Stock market volatility and the crash of 1987. *Journal of Finance*, 51(3), 879–902.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*, 50(4), 987–1007.
- Engle, R. F. (2002). Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate generalized

- autoregressive conditional heteroskedasticity models. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(3), 339–350.
- Hammoudeh, S., & Yuan, Y. (2008). Metal volatility in the presence of oil and interest rate shocks. *Energy Economics*, 30(2), 606–620.
- Hull, J. (2018). *Options, futures, and other derivatives* (10th ed.). Pearson.
- Mensi, W., Hammoudeh, S., Reboredo, J. C., & Nguyen, D. K. (2013). Dynamic spillovers among gold, oil, and stock markets. *Energy Economics*, 40, 190–201.
- Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica*, 59(2), 347–370.
- Pukthuanthong, K., & Roll, R. (2011). Gold and the dollar (and the euro, pound, and yen). *Journal of Banking & Finance*, 35(8), 2070–2083.
- Reboredo, J. C. (2013). Is gold a safe haven or a hedge? *Journal of Banking & Finance*, 37(8), 2665–2676.
- Tsay, R. S. (2010). *Analysis of financial time series* (3rd ed.). Wiley.