

Revista de Ciencias Sociales

Impacto de los nuevos casos de COVID-19 en la volatilidad de los precios de las acciones en Colombia 2019-2022

Solano Benavides, Elcira*
Alandete Brochero, Nelson**

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo analizar el impacto del Covid-19 en la volatilidad de los precios de las acciones de las empresas en la bolsa de valores colombiana, periodo 2019-2022. La metodología utilizada fue un análisis descriptivo de la variación de los precios de las acciones por sectores económicos de las empresas en la bolsa de valores de Colombia y se estimaron dos modelos econométricos; Panel VAR y Granger, para estimar si la volatilidad de los precios de las acciones fue causada por los casos nuevos de Covid-19. Los resultados evidenciaron que la mayoría de los precios de las acciones de las empresas de todos los sectores económicos en la bolsa de valores de Colombia, disminuían cuando se incrementaban los nuevos casos de Covid-19 y un gran porcentaje de las empresas en el año 2022 no recuperaron los precios que tenían antes del primer caso de Covid-19. Así mismo, el test de causalidad Granger, verifica que la pandemia causó la volatilidad en los precios de las acciones, con más de 20 retardos significativos; de igual manera, el modelo VAR mostró que la causa de la variabilidad de los precios de las acciones fue la variable nuevos casos de Covid-19.

Palabras clave: Covid-19; precios de las acciones; volatilidad; modelo de causalidad de Granger; modelo VAR.

* Doctora en Ciencias Económicas. Docente-Investigadora en la Universidad del Atlántico, Barranquilla, Atlántico, Colombia. E-mail: elcirasolano@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6405-5359>

** Magister en Economía. Docente-Investigador en la Universidad del Atlántico, Barranquilla, Atlántico, Colombia. E-mail: nalandete@mail.uniatlantico.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9438-8795>

Impact of new Covid-19 cases on stock price volatility in Colombia 2019-2022

Abstract

This research aims to analyze the impact of Covid-19 on the volatility of stock prices of companies listed on the Colombian stock exchange during the period 2019-2022. The methodology used was a descriptive analysis of stock price variations by economic sector for companies listed on the Colombian stock exchange. Two econometric models, Panel VAR and Granger, were estimated to determine whether stock price volatility was caused by new Covid-19 cases. The results showed that most stock prices of companies across all economic sectors on the Colombian stock exchange decreased when new Covid-19 cases increased, and a large percentage of companies did not recover their pre-Covid-19 prices by 2022. Furthermore, the Granger causality test confirmed that the pandemic caused stock price volatility, with more than 20 significant lags. Similarly, the VAR model showed that the cause of stock price variability was the variable new cases of Covid-19.

Keywords: Covid-19; stock prices; volatility; Granger causality model; VAR model.

Introducción

Desde inicios de 2020 la mayoría de las economías aún enfrentan las consecuencias económicas, como resultado del Covid-19. Durante la pandemia los gobiernos tomaron medidas de restricción de la movilidad interna (confinamiento), afectando especialmente, a los mercados financieros a nivel mundial. En marzo de 2020, en el mercado de valores de EE. UU los principales índices bursátiles como el *Dow Jones Industrial Average* (DJIA) y el *Standard y Poor's 500 Index* (SyP500) cayeron significativamente.

Asimismo, muchos otros mercados de valores en todo el mundo experimentaron la caída de precios más rápida de su historia, tales como, los mercados bursátiles de América Latina, Europa, África y Asia y, por ende, afectando la economía en estos países (Arango, 2020), evidenciando como lo sostienen Sarmiento et al. (2014), por ejemplo, “la “dependencia de los principales índices bursátiles de América Latina y el S&P500 de Estados Unidos” (p. 252). Estudios recientes han empleado varios enfoques empíricos para investigar los efectos durante y posterior a la pandemia en el mercado de valores en varios

países afectados, Baker et al. (2020) destacan que la volatilidad en el precio de las acciones de las empresas que cotizan en las bolsas de valores, entre los meses de marzo y abril del 2020 sobrepasó las volatilidades negativas de crisis previas; incluso, enfatiza en que la actual pandemia ha traído mayores impactos que la gran depresión de 1929.

Por su parte, el mundo académico ha comprobado que las crisis mundiales tienen una correlación directa en la volatilidad de los mercados bursátiles (Banchit et al., 2016). En Colombia el índice bursátil *Colcap* mostró una variación del -23,88%, para este país no se tiene estudios que analice los efectos del Covid-19 en el mercado bursátil en Colombia durante y después de la pandemia.

Es por ello, que la presente investigación tiene como objetivo general analizar el impacto del Covid-19 en la volatilidad de los precios de las acciones de las empresas en la Bolsa de Valores Colombiana (BVC), periodo 2019-2022. Para la investigación, se empleó un diseño de investigación no experimental, con un tipo de estudio explicativo; y la metodología utilizada fue un análisis descriptivo de la variación de los precios de las acciones de las empresas por sectores económicos y dos

modelos econométricos de series de tiempo; VAR y Granger, que determinan si los nuevos casos de contagios por Covid-19 es la causa de la volatilidad de los precios de las acciones.

1. Fundamentación teórica

La volatilidad es primordial para el funcionamiento de los mercados financieros, este actúa como un barómetro del riesgo financiero o la incertidumbre que rodea a las inversiones financieras (Gómez et al., 2021). La evidencia empírica ha observado en el tiempo un vínculo entre las crisis, las intervenciones gubernamentales, la incertidumbre política y la volatilidad de los mercados financieros (Zaremba et al., 2020; Gómez et al., 2021).

En la literatura financiera existen tres teorías que permite entender la volatilidad, la primera, es la teoría de los mercados eficientes; la segunda, es la teoría de las imperfecciones de los mercados; y la tercera, la teoría de las finanzas conductuales. La teoría de los mercados eficientes, propuesta inicialmente por Fama (1970), postula que los precios de los activos reflejan completamente toda la información disponible, manteniéndose alineados con su valor intrínseco incluso ante nueva información. Walter (2003); y, Morales (2021), amplían esta idea, argumentando que un mercado de valores es eficiente si los precios de mercado, dados todos los datos disponibles, representan fielmente el valor real de las empresas, incorporando y reflejando toda información relevante. Sin embargo, esta teoría tuvo grandes contradictores especialmente en la década de los 80s con la crisis en los mercados bursátiles.

En contradicción a la teoría de mercados eficientes, se desarrollaron la teoría de la información imperfecta y las finanzas conductuales. La información imperfecta sugiere que los individuos carecen de información completa debido a datos incompletos o inexactos, lo que conduce a asimetrías de información entre los inversores, errores de valoración y reacciones exageradas ante nueva información (Hamid y Dhakar,

2019; Yu y Yan, 2020; Blankespoor et al., 2020). Esto también puede desencadenar eventos inesperados provocando que los inversores ajusten sus posiciones en respuesta a la información incompleta y las sorpresas del mercado (Bilan et al., 2019; Yu y Yan, 2020; Blankespoor et al., 2020).

Por otra parte, la teoría de la finanza conductual, desarrollada por Tversky y Kahneman (1973), quienes cuestionaron la premisa de que los mercados siempre operan de manera racional. Señalaron que los inversores pueden verse afectados por limitaciones del arbitraje y efectos psicológicos, lo que puede llevar a decisiones de inversión que no están alineadas con su mejor interés (Traseira, 2022). Durante las crisis económicas (como la pandemia Covid-19), se evidencia cómo el comportamiento psicológico puede influir en el mercado de acciones y en la volatilidad de los precios (Bansal, 2020; Bedir et al., 2022).

Así mismo, Olsen (1998) argumenta que, debido a la aversión de los inversores a las pérdidas, las caídas en los precios de las acciones son más marcadas que los aumentos. Los inversores suelen concentrarse en los datos negativos y ser más cautelosos cuando suceden cosas malas. Esta inestabilidad en los mercados financieros es difícil de explicar por los modelos tradicionales, que asumen estabilidad y retroalimentación negativa. Dado la falta de previsibilidad en los mercados, los inversores pueden preferir estrategias de toma de decisiones que preserven su flexibilidad financiera.

Además, los cambios repentinos en la volatilidad de un activo financiero pueden ser más notorios en economías emergentes, caracterizadas por presentar mercados financieros ineficientes (Galarza y Fajardo, 2021; Romero-Meza et al., 2021; Insaído et al., 2023). De igual forma, la volatilidad en los mercados financieros puede ser afectada por cambios repentinos en la economía, noticias, confianza de los inversionistas, entre otros factores.

Referente a la literatura colombiana sobre la volatilidad en la bolsa de valores de Colombia se pueden dividir en dos tipos;

la primera, utilizando el enfoque de los mercados eficientes midiendo la volatilidad, únicamente teniendo en cuenta el precio de las acciones y sus rezagos. En donde se destacan, Ramos (2022), que evalúa la incidencia del Covid-19 en los retornos y la volatilidad de las acciones, subrayando su mayor impacto en el primer trimestre de 2020 y la importancia del modelo T-GARCH para explicar la estabilización gradual del índice bursátil *Colcap*. Finalmente, Cortes y Cangrejo (2019) exploran la volatilidad de los precios de acciones de Cementos Argos S.A. utilizando varios modelos ARCH, GARCH, y otros, concluyendo que el modelo EGARCH (1,1) es el mejor para explicar la volatilidad condicional de los retornos y que el modelo SVt-AR (1) destaca en la realización de pronósticos de volatilidad.

El segundo tipo de estudios, se enfoca en los efectos de la volatilidad causada por múltiples contextos, como la inflación, tasa de cambios, pandemias, entre otras. De los cuales se destaca; Giraldo (2022), quien utiliza modelos ARCH y GARCH para examinar la volatilidad de activos de renta variable, destacando la persistencia de los choques de volatilidad. Ruiz y Mosquera (2021), realizan un análisis de la TRM y el *Colcap*, indicando que, a pesar de la pandemia, estos indicadores se recuperaron rápidamente, y los modelos como GARCH fueron eficaces en capturar la volatilidad.

Asimismo, Mancera (2021), se enfoca en analizar un portafolio óptimo y encuentra que la volatilidad se comporta mejor con el modelo GARCH. Por último, Galarza y Fajardo (2021) determinan el comportamiento de la volatilidad del Índice de Capitalización de la Bolsa de Valores de Colombia, sugiriendo que los modelos GARCH y Egarch son eficientes para capturar los cambios en la volatilidad, especialmente en periodos de choques externos como la pandemia de la Covid-19.

La literatura colombiana ha abordado principalmente los enfoques de mercados eficientes y los efectos de múltiples contextos, como la pandemia. Sin embargo, existe vacíos

empíricos entre la causalidad dinámica y eventos exógenos; como el Covid-19, y la volatilidad en los precios de las acciones, especialmente utilizando enfoques de datos de panel. El presente trabajo, busca llenar este vacío al emplear modelos VAR y Granger, proporcionando evidencia de que los nuevos casos de Covid-19 fueron un factor determinante en la volatilidad de la BVC.

2. Metodología

La investigación planteó un diseño de investigación no experimental con un tipo de estudio explicativo; y la metodología utilizada fue un análisis descriptivo de la variación de los precios de las acciones de las empresas por sectores económicos y dos modelos econométricos de series de tiempo; VAR y Granger, que determinan la volatilidad de los precios de las acciones causada por el Covid-19, todo para hallar el objetivo de la investigación que es analizar el impacto del Covid-19 en la volatilidad de los precios de las acciones de las empresas en la bolsa de valores colombiana, periodo 2019-2022, como también describir la variación de los precios de las acciones de las empresas por sectores económicos, durante y postpandemia.

La población de estudio está constituida por 41 empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia, y la fuente de información es de tipo secundaria, que se dispone en la base de datos de esta entidad, así como la que figura en la página *web* de las empresas. Se tomó en cuenta los datos del número de nuevos contagios por el Covid-19, en el periodo 2019-2022 con un total de 1.427 datos. Esta información fue obtenida en la página *web* del Ministerio de Salud de Colombia y la BVC.

2.1. Modelo Econométrico: Causalidad de Granger

Según Xiao et al. (2023), la causalidad

de Granger es útil en datos con múltiples series temporales, como en el caso de datos de panel, y han sido estudiados por dos métodos; el primero elaborado por Holtz-Eakin et al. (1988), con un enfoque GMM validado para paneles homogéneos con pocas observaciones de series temporales (T); y el segundo, son los métodos de Emirmahmutoglu y Kose (2011); y, Dumitrescu y Hurlin (2012), validado para paneles heterogéneos con T grande. Sin embargo, recientemente, Juodis et al. (2021), desarrollaron un nuevo método para probar la no causalidad de Granger, válido en modelos con coeficientes homogéneos o heterogéneos. Su enfoque utiliza un estimador de efectos fijos, agrupados para los parámetros de causalidad de Granger bajo la hipótesis nula. Los autores utilizan una metodología que permitió eliminar el “sesgo de Nickell”; el cual causa que los estimados de efectos fijos y dinámicos sean sesgados e inconsistentes debido a la estimación con variables que no se pueden observar directamente o sesgo de variables omitidas o no observadas.

Considerando el *test* elaborado por Juodis et al. (2021), y siguiendo un modelo de datos de panel dinámico:

$$\text{Volatilidad} - \text{precio}_{it} = \phi_{0i} + \sum_{p=1}^P \phi_{pi} \text{Volatilidad} - \text{precio}_{i,t-p} + \sum_{p=1}^P \beta_{pi} \text{Covid19}_{i,t-p} + \varepsilon_{it}$$

Donde: i = Empresa que cotiza en la bolsa de valores de Colombia; t = es el periodo de tiempo de 2019 – 2022; $=$ es la variable dependiente de la volatilidad del precio de la acción de la empresa i en el periodo t ; $=$ es la variable de la volatilidad del precio de la acción de la empresa i rezagada en el periodo $t-p$ -rezagos; $=$ es la variable de la contagios o muertes por Covid-19 rezagado en el periodo $t-p$ - rezagos; Los parámetros $\phi_{0,i}$ denotan los efectos individuales específicos, $\varepsilon_{i,t}$ son los errores, $\phi_{p,i}$ denotan los coeficientes autorregresivos heterogéneos, $p = 1, \dots, P$; y $\beta_{p,i}$ son los coeficientes de retroalimentación heterogéneos, o parámetros de causalidad de Granger.

Por lo tanto, supone que y_{it} sigue un proceso de rezagos distribuidos; más generalmente, *Volatilidad-precio* ^{it} , puede

considerarse como una de las ecuaciones de un modelo VAR conjunto para (*Volatilidad-precio* _{it} , Covid19 _{it})’.

La hipótesis nula de que la serie de tiempo x_{it} no causa Granger (linealmente) la serie de tiempo y_{it} puede formularse como un conjunto de restricciones lineales sobre la β -s.

$$H_0: \beta_{qi} = 0, \text{ para todo } i \text{ y } q$$

$$H_1: \beta_{qi} \neq 0, \text{ para todo } i \text{ y } q.$$

El rechazo de la hipótesis nula debe interpretarse como evidencia de la existencia de un número suficientemente grande de unidades transversales i en las que se viola la hipótesis nula.

2.2. Modelo Panel VAR

Los VAR son modelos econométricos de series de tiempo dinámicos, utilizados para hallar la causalidad en dos variables; cada una de las variables son de tipo endógena y se encuentran interrelacionadas entre sí, lo que es denominado “interdependencia dinámica”. Por lo tanto, un *shock* va generando efectos en el tiempo subsiguiente, en cada una de las variables. En esta investigación, para cumplir con el objetivo se quiere estudiar cómo los nuevos casos de Covid-19 van generando volatilidad día a día en los precios de cierre de las acciones de las empresas que cotizan en la bolsa de valores.

De igual manera, el modelo estima si la volatilidad en precios de cierre es causada por los nuevos contagios por Covid-19. El modelo que se utiliza es de tipo panel balanceado de Canova y Ciccarelli (2013); y, Dieppe et al. (2016). El modelo se especifica de la siguiente manera:

$$i \in \{1, 2, \dots, N\}, t \in \{1, 2, \dots, T\}$$

Donde R_{it} es un vector ($1 \times k$) de variables endógenas que son los precios de las acciones de las empresas que cotizan en la bolsa de valores; X_{it} es un vector ($1 \times l$) de covariantes exógenos en los cuales se incluye los nuevos casos de Covid-19; u_i y ε_{it} son vectores ($1 \times k$) de efectos fijos dependientes de variables específicas y errores idiosincrásicos respectivamente. Las matrices ($k \times k$) A_1 , A_2 ,

$Ap-1$, Ap y la matriz $B(l \times k)$ son parámetros que deben ser estimados. Se asume que otras variables no incluidas en el modelo son los términos: $E[eit] = 0$, $E[\acute{e}iteit] = \Sigma$ y $E[\acute{e}iteis] = 0$ para todo $t > s$.

3. Resultados y discusión

En este aparte se analiza descriptivamente por sectores económicos, la relación de los casos de Covid-19 y los precios de cierre de las acciones de las empresas que cotizaron en la bolsa de valores de Colombia 2019-2022, como se muestra a continuación. En el sector bienes de consumo, las empresas Nutresa y Fabricato se vieron afectada por la pandemia, en el sentido que se presentó volatilidad negativa en su precio durante el aumento de casos, pero en el 2022 recuperaron sus precios, de igual manera el porcentaje de días que no se negoció las acciones aumentaron en el año en que se presentó el Covid-19; en cambio los precios de la empresa Coltejer, se mantuvieron inamovibles durante todo el periodo.

En el sector financiero se evidencia que las empresas BBVA, Bancolombia, Corficolombiana, Fondo Bursátil Ishares Colcap, Grupo Aval, Grupo Bolívar, Grupo Sura, LLP y Pei, cuando se reporta el primer caso de Covid-19 o de muerte y durante los picos de contagios, disminuyen sus precios de cierre; no obstante, estas empresas recuperan su precio especialmente en el año 2022. Así mismo, otras empresas del sector se vieron mucho más afectadas porque sus precios no se recuperaron en el 2022 como fueron: Av Villas, Valores Simesa, Davivienda, Banco de Bogotá, Bolsa de Valores de Colombia y Latam Logística Properties.

No obstante, algunas empresas del sector no se vieron afectadas por la pandemia porque sus precios se mantuvieron igual durante el periodo de estudio, como fueron: Banco de Occidente, Banco Holding International, Bolsa Mercantil De Colombia y Banco Popular. En referencia al sector Industrial las empresas que se vieron afectadas por la pandemia fueron: Paz del Río, Argos, Cemex, Concreto, Condor

y Argos; con precios de cierre a la baja y a fecha de finales del 2022 no recuperaron sus precios de inicio del periodo de estudio.

A manera de conclusión, las empresas de este sector pertenecen a la construcción y se vieron afectadas por la caída de la demanda durante la pandemia, como fue la caída del PIB en el primer trimestre del año 2020 según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2020). Como también por el aumento de los precios de los insumos según el DANE a 2021 un 25%. Para el 2022 y 2023, a pesar de que el sector recupera participación en el PIB, parece que las tasas de interés altas por política monetaria no han logrado recuperar la demanda del sector.

En el sector Materiales Básicos, las empresas afectadas por el Covid-19 fueron, Enka y Mineros, se observa que ambas fueron afectadas por la pandemia referente al precio de cierre; no obstante, la empresa Enka recuperó los precios de cierre al final del periodo de estudio, no sucediendo lo mismo con la empresa Mineros. Así mismo, todas las empresas del sector Petróleo y Gas; fueron afectadas negativamente por la pandemia en los precios de cierre y no los recuperaron a finales del 2022; esto debido a que las tres empresas que cotizan en la bolsa se dedican a la producción o distribución de hidrocarburos; afectada por la caída de los precios internacionales del petróleo en la pandemia y a finales del 2022 por el impacto de la política de hidrocarburos en Colombia.

En referencia al sector Servicio de consumo, la única empresa que cotiza en la bolsa de valores es Éxito; la pandemia afectó a esta empresa y no recuperó los precios que tenía antes del Covid-19. En el sector servicios públicos, solo se vieron afectados en sus precios de cierre negativamente dos empresas; el Grupo Energía Bogotá e Isa Interconexión Eléctrica, pero a finales del 2022 solo Isa recuperó el precio que tenían antes de la pandemia. Las demás empresas los precios de cierre antes, durante y después de la pandemia cotizaban a un solo precio de cierre y cero negociaciones. Por último, el sector telecomunicaciones, con una sola empresa, de

igual manera se vio afectada negativamente por la pandemia con reducción de precios de cierre y no recuperación de estos a finales del 2022.

Los resultados muestran una marcada heterogeneidad en el impacto del Covid-19 en los precios de las acciones de BVC, con sectores como bienes de consumo y financiero, mostrando cierta recuperación en 2022; mientras que otros, como petróleo y gas o servicios de consumo, no lograron recuperar los precios previos a la pandemia. Esta heterogeneidad refleja las dinámicas estructurales de un mercado emergente como el colombiano, donde la sensibilidad a choques externos, como la pandemia, se ve amplificada por factores como la dependencia de la demanda interna y las interrupciones en las cadenas de suministro.

3.1. Modelos de Causalidad Granger y Panel VAR

a. Modelo de Causalidad test lineal de Granger

Para el análisis de causalidad de los nuevos contagios por Covid-19 en la volatilidad de los precios de cierre de las acciones de la bolsa de valores en el periodo de estudio, se utiliza el test lineal de Granger. Las series son datos de panel y no deben ser estocásticas, es decir, que sean estable con media y varianzas constantes en el tiempo.

b. Test de Raíces Unitarias

Para determinar el cumplimiento de los supuestos en el modelo de Granger, se realizaron dos pruebas de raíces unitarias, en la Tabla 1, el test *Levin-Lin-Chu* para efectos fijos y el test *Im-Pesaran-Shi* para efectos aleatorios; que permiten constatar si las series de tiempo de datos de panel es o no estacionaria. Las series de tiempo que fueron evaluadas son: Variabilidad de los precios de cierre de las acciones (V) y nuevos contagios por Covid-19. Al aplicar los tests, ambas series resultaron no estocásticas, es decir, cumplen con la condición de no tener raíces unitarias o ser estables.

Tabla 1
Test de *Levin-Lin-Chu* para efectos fijos y test *Im-Pesaran-Shi* para efectos aleatorios, serie variabilidad de los precios de cierre de las acciones (V) y Nuevos casos de Covid-19

Serie		Test Stadist	P-Value	Resultado
Variabilidad de los precios de cierre de las acciones Efectos fijo		-1.2e+02	0.000	Estocástica
Variabilidad de los precios de cierre de las acciones Efectos Aleatorio		-1.4e+02	0.000	Estocástica
Nuevos casos de Covid-19	Efectos fijo	-11.2727	0.000	Estocástica
Nuevos casos de Covid-19	Efectos Aleatorio	-39.4411	0.000	Estocástica

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Referente a la relación de la serie nuevos contagios por Covid-19 y la variabilidad de los precios de cierre de las acciones, el test de causalidad lineal de Granger encuentra que existe una relación de causalidad entre estas dos series, de tal manera que los nuevos casos de contagios de Covid-19 en Colombia es causa de una gran parte de la volatilidad

en los precios de cierre de las acciones de las empresas de la bolsa de valores en el periodo de estudio.

En la Tabla 2, se muestra el test, estimado hasta 20 rezagos, en el cual una gran parte de estos son significativos hasta con el 5%, solo los rezagos (6) y el (7) no salieron significativos. Es decir, que el resto de los

rezagos predicen de manera significativa y lineal, la volatilidad de los precios de cierre de las acciones de la bolsa de valores en Colombia durante el periodo de estudio. Estos resultados pueden interpretar que los inversionistas que

negociaron acciones en la bolsa de valores en Colombia en el periodo de estudio tenían en cuenta en su decisión de invertir la evolución del crecimiento de contagios en los últimos 20 y más días de contagios.

Tabla 2
Resultados del test de causalidad lineal en el sentido de Granger, variación de los precios de cierre de las acciones y Nuevos contagios por Covid-19

	Rezagos	Test de causalidad lineal de Granger		
		Coefficientes	Prueba Z	P-value
Nuevos contagios por Covid-19	1	0.0000034	0.39	0.695
	2	0.0000246	2.35	0.019
	3	0.0000275	2.59	0.010
	4	-0.0000349	-3.28	0.001
	5	-0.0000315	-2.96	0.003
	6	0.0000168	1.59	0.111
	7	0.0000255	2.45	0.014
	8	-0.000078	-6.51	0.000
	9	0.00000815	0.65	0.515
	10	0.0000402	3.21	0.001
	11	-0.0000446	-3.56	0.000
	12	0.0000329	2.63	0.009
	13	0.00000542	0.45	0.652
	14	-0.0000209	-2.01	0.045
	15	0.0000362	3.43	0.001
	16	-0.0000322	-3.02	0.002
	17	-0.0000197	-1.85	0.064
	18	0.0000281	2.64	0.008
	19	0.0000248	2.36	0.018
	20	-0.0000156	-1.76	0.079

Fuente: Elaboración propia, 2023.

c. Modelo Panel VAR de Causalidad

Para fortalecer la hipótesis de que los nuevos contagios causan variaciones en los precios de cierre de las acciones en la bolsa de valores de Colombia durante el período estudiado, se aplicó un modelo econométrico que facilita el análisis conjunto de variables. Este modelo es un Panel de Vectores

Autorregresivos (VAR), que implícitamente incluye la consideración de simultaneidad entre variables. En este estudio, el modelo consta de dos ecuaciones dinámicas que exploran la interacción entre los precios de cierre y los nuevos contagios. El modelo VAR permite observar cómo el cambio en una variable afecta a las demás. Además, este enfoque trata a todas las variables de

manera equitativa, sin distinguir a priori entre variables endógenas y exógenas, asumiendo que todas están interconectadas. Para la validez del modelo VAR en datos de panel, es crucial que las series sean estacionarias, lo cual se ha verificado previamente.

Los resultados del modelo Panel VAR mostrados en la Tabla 3, señalan que el primer retardo de la variable de precios de cierre

causa su propia volatilidad, y de manera similar, el primer retardo en los nuevos casos de Covid-19 también induce volatilidad en los precios de cierre. Sin embargo, el modelo también señala que el primer retardo en la variación de los precios no afecta la volatilidad de los nuevos casos de Covid-19; mientras que el primer retardo de los nuevos casos sí influye en la volatilidad de esta misma variable.

Tabla 3
 Estimación del modelo VAR

	Variable	Coeficiente	Error estándar	P> z	
Nuevo COVID 19 causa Volatilidad precio	Volatilidad-precio_{it-1}	0.2963513	0.0300968	0.000	Significativo
	Nuevo contagios Covid-19_{it-1}	4.14e-06	1.46e-06	0.004	Significativo
Volatilidad precio causa Nuevo COVID 19	Volatilidad-precio_{it-1}	-1.036954	4.672581	0.824	No Significativo
	Nuevo contagios Covid-19_{it-1}	0.93652	0.0033291	0.000	Significativo
Instrumentos		L(1/1). (Volatilidad nuevos contagios COVID 19)			
Final GMM criterio Q(b)			9.20e-34		
Observaciones			58466		
Panel			41		

Fuente: Elaboración propia, 2023.

d. Modelo VAR *test* lineal de Granger

El *test* de Granger lineal (ver Tabla 4), refuerza la hipótesis de la investigación que los nuevos casos de contagio por Covid-19 afecta la volatilidad de los precios de cierre de las acciones. Es decir, según el *test* se rechaza la hipótesis nula que los nuevos contagios no

afecta la variación de los precios de cierre, indicando que la pandemia causa la volatilidad de los precios. También, el *test* indica que se acepta la hipótesis nula para la variable, es decir, que la variación de los precios de cierre no es causada o afectada por los nuevos contagios de Covid-19.

Tabla 4
 Test lineal de Granger

Ecuación	Excluido	Chi2	DF	Prob> chi2
Nuevos contagios Covid 19 causa Volatilidad precio	Volatilidad-precio	8.091	1	0.004
	Nuevos contagios Covid-19	8.091	1	0.004
Volatilidad precio causa Nuevos contagios Covid-19	Volatilidad-precio	0.049	1	0.824
	Nuevos contagios Covid-19	0.049	1	0.824

Nota: H1. Variable excluida Variable de ecuación de causa de Granger. H0. La variable excluida no causa la variable de ecuación de Granger.

Fuente: Elaboración propia, 2023.

e. Estabilidad del modelo VAR

El modelo estimado Panel VAR de las series variación de los precios de cierre de las acciones de la bolsa de valores y nuevos

casos de contagios de Covid-19, cumple con la condición de que sea estable, porque todos los módulos son menores que uno, como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5
Test de estabilidad del modelo VAR.

Autovalor		Módulos
Real	Imaginario	
0.9365133	0	0.9365133
0.296358	0	0.296358

Nota: Todos los valores propios se encuentran dentro del círculo unitario. el modelo satisface la condición de estabilidad.

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En el presente trabajo se observa que la llegada de contagios a Colombia afectó todas las acciones de las empresas que cotizan en la bolsa de valores. Sin embargo, en el transcurso y después del periodo de pandemia, las empresas de la BVC tuvieron desempeños distintos con respecto a su comportamiento ante la pandemia. En el presente trabajo se observa que ante los primeros datos de contagios y muertes de Covid-19 las empresas de BVC sobre reaccionaron y tuvieron una caída en promedio entre el 30% y 45% (González, 2021; Cardona-Arenas et al., 2023).

En general, apenas se tuvo registros de contagios y muertes, los rendimientos de las empresas bursátiles en el mundo cayeron, Ashraf (2020), encuentra que los primeros contagios en todos los países causaron un gran impacto en los rendimientos de los mercados bursátiles, por el miedo y la incertidumbre. Sin embargo, se aprecia evidencia empírica que existe una heterogeneidad de los impactos del Covid-19 en las empresas según su agrupamiento por sectores económicos.

Baek et al. (2020); Choi (2020); He et al. (2020); Al-Awadhi et al. (2020); Izzeldin et al. (2021); y, Alam et al. (2021), para países de Asia, Europa, Australia y Estados

Unidos, encuentran que los sectores de tecnologías de la información, fabricación de medicamentos, servicios de salud y enfermería, y procesamiento de alimentos, y sectores financieros, no se vieron afectados de manera negativa por la pandemia y ha estado mejorando su rentabilidad y confianza durante y después de la pandemia. Mientras que, los sectores energía, construcción, transporte y hoteles tuvieron grandes volatilidades y crecimientos negativos en los precios de acciones, y aun después de las restricciones no han logrado tener los mismos niveles de antes de pandemia.

Con lo anterior, se logra observar que en Colombia los sectores relacionados con bienes de consumo, servicios financieros, materiales básicos, servicios públicos y telecomunicaciones, fueron afectados de manera diferente por la pandemia (Boubaker et al., 2022; Rodríguez et al., 2025). Algunos sectores, como el de materiales básicos y petróleo y gas, experimentaron dificultades significativas debido a la disminución de la demanda; mientras que otros, como el financiero, mostraron una disminución temporal pero lograron recuperarse, esto se debe a que los sectores mantuvieron sus

operaciones durante la pandemia, aunque algunos experimentaron aumentos de precios debido a factores como la interrupción de la cadena de suministro (Choi, 2020; Ruiz y Rodríguez, 2022; Cardona-Arenas et al., 2023).

Así mismo, se destacan los bienes de consumos, en donde las empresas pudieron adaptar sus productos y servicios a los nuevos hábitos de consumo de los consumidores durante la pandemia y fueron capaces de recuperarse (Baek et al., 2020).

Referente a los resultados del modelo econométrico VAR, se encuentra que los precios de cierre de las acciones son auto causales, es decir, que los precios de cierre de las acciones en el período actual están influenciados por los precios de cierre de las acciones en el período anterior. Esto significa que los inversores tienden a tener en cuenta las expectativas de los precios de cierre futuros al tomar decisiones de inversión, este comportamiento es explicado por la teoría de la Hipótesis de los mercados eficientes, en donde el valor de los precios de acciones está determinado por los valores rezagados de este (Ruiz y García, 2020).

Este comportamiento de los auto causal de los precios y la volatilidad de las acciones en las BVC se encuentra en la literatura nacional, las cuales utilizan modelos de series de tiempos, como Arima, autorregresivos, y autorregresivos con heterocedasticidad, entre otros (Pérez y Fernández, 2006; Rodríguez, 2017; Giraldo y Morales, 2023).

Adicionalmente, el modelo encuentra que los nuevos casos de Covid-19 aumentan la volatilidad de los precios de cierre de las acciones. Esto significa que los inversores tienden a ser más reacios a invertir en acciones cuando hay más casos de Covid-19 en el período anterior, puesto que esto puede conducir a una disminución de las ganancias de las empresas y a una disminución del valor de las acciones. En la literatura económica nacional, no se encuentra evidencia ni trabajos que utilicen el método de VAR panel. Sin embargo, se destaca el trabajo de Ramos (2022), que con un modelo T-GARCH, encuentra que el índice

Colcap tiende a estabilizarse con lentitud, el impacto de los riesgos del pasado presenta memoria larga y las noticias negativas tienen mayor incidencia que las positivas.

A nivel internacional, existen trabajos que demuestran la causalidad y el impacto de los nuevos casos de Covid-19 con la volatilidad de los precios de acciones y utilizan modelo VAR panel, entre los que se destacan: Cevik et al. (2022), que encuentran que el número de rezagos afecta la volatilidad de los precios hasta en 10 rezagos. Así mismo, Arfaoui y Yousaf (2022) encuentran que 15 rezagos del número de contagios son significativos en la volatilidad de los precios de acciones. De igual manera, Oanh (2022) encuentra que el primer rezago de contagios y vacunas afectan la volatilidad en los precios de acciones.

Conclusiones

El objetivo de esta investigación fue analizar el impacto del Covid-19 en la volatilidad de los precios de las acciones de las empresas listadas en la Bolsa de Valores de Colombia (BVC) durante el período 2019-2022. Los resultados obtenidos confirman que la pandemia de Covid-19 tuvo un impacto significativo en la volatilidad de los precios de cierre de las acciones en la BVC.

A través de un análisis descriptivo por sectores económicos y la aplicación de modelos econométricos (Panel VAR y test de causalidad de Granger), se encontró que la pandemia de Covid-19 tuvo un efecto adverso en la mayoría de los mercados financieros, pero algunos sectores fueron más afectados que otros. Los más golpeados fueron los que dependen del consumo de los hogares, como el consumo de bienes, el consumo de servicios y el turismo. Los sectores menos golpeados fueron los que dependen del consumo interno, como los recursos naturales, la energía y los servicios públicos.

El análisis basado en un modelo econométrico VAR panel y la revisión de la literatura financiera y económica revelan dos conclusiones clave. En primer lugar,

se confirma que los precios de cierre de las acciones en Colombia son auto causales y sugiere que los inversores toman en cuenta las expectativas de los precios futuros al tomar decisiones de inversión.

Además, se encuentra una relación significativa entre el aumento de los casos de Covid-19 y la volatilidad de los precios de cierre de las acciones. Los inversores tienden a ser más cautelosos en momentos de aumento de casos, reflejando la percepción de que la pandemia puede impactar negativamente en las ganancias corporativas y el valor de las acciones.

Este estudio representa una contribución pionera al analizar la relación causal entre los nuevos casos de Covid-19 y la volatilidad de los precios de las acciones en el contexto de un mercado emergente como Colombia, utilizando un enfoque de datos de panel y modelos econométricos avanzados (VAR y Granger). Debido a que la literatura se ha basado en mercado desarrollados y los desarrollado en países emergentes, utilizan métodos de serie de tiempo unidimensional y no estudiar el conjunto de acciones por empresas sino considerarlo como un componente unitario, el presente trabajo considera la heterogeneidad entre los sectores y empresas.

Así mismo, el estudio presenta limitaciones al ser un análisis dinámico univariado, en donde se tiene en cuenta a los casos nuevos de Covid-19 como única causa de la volatilidad de los precios. Sin embargo, estas limitaciones abren el debate para la incorporación de variables macroeconómicas como los precios internacionales del petróleo, las políticas internacionales y nacionales como el confinamiento, la volatilidad de los mercados internacionales, entre otras. De igual manera, tener en cuenta factores empresariales y sectoriales que permitirían recuperaciones de precios antes futuros eventos.

Referencias bibliográficas

Alam, M. M., Wei, H., y Wahid, A. N. M.
Licencia de Creative Commons
Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>

(2021). COVID-19 outbreak and sectoral performance of the Australian stock market: An event study analysis. *Australian Economic Papers*, 60(3), 482-495. <https://doi.org/10.1111/1467-8454.12215>

Al-Awadhi, A. M., Alsaifi, K., Al-Awadhi, A., y Alhammadi, S. (2020). Death and contagious infectious diseases: Impact of the COVID-19 virus on stock market returns. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 27, 100326. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2020.100326>

Arango, M. (13 de abril de 2020). Gestión del impacto del COVID-19 en el sector financiero. *Banco de Desarrollo de América Latina CAF*. <https://www.caf.com/es/blog/gestion-del-impacto-del-covid-19-en-el-sector-financiero/>

Arfaoui, N., y Yousaf, I. (2022). Impact of COVID-19 on volatility spillovers across international markets: Evidence from VAR asymmetric BEKK GARCH model. *Annals of Financial Economics*, 17(1), 2250004. <https://doi.org/10.1142/S201049522250004X>

Ashraf, B. N. (2020). Stock markets' reaction to COVID-19: Cases or fatalities? *Research in International Business and Finance*, 54, 101249. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2020.101249>

Baek, S., Mohanty, S. K., y Glambosky, M. (2020). COVID-19 and stock market volatility: An industry level analysis. *Finance Research Letters*, 37, 101748. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101748>

Baker, S. R., Bloom, N., Davis, S. J., Kost, K. J., Sammon, M. C., y Viratyosin, T. (2020). *The unprecedented stock market impact of COVID-19* (NBER Working Paper No. 26945). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w26945>

- Banchit, A., Abidin, S., y Wu, J. (2016). Are shares more volatile during the global financial crisis? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 224, 221-229. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.448>
- Bansal, T. (2020). Behavioral finance and COVID-19: Cognitive errors that determine the financial future. *SSRN*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3595749>
- Bedir, F., Bozma, G., Turan, M., y Mizrak, O. (2022). Effects of COVID-19 on football stock markets return and uncertainty. *International Journal of Sport Finance*, 17(3), 345-362. <https://doi.org/10.32731/ijssf.173.082022.02>
- Bilan, Y., Brychko, M., Buriak, A., y Vasylieva, T. A. (2019). Financial, business and trust cycles: The issues of synchronization. *Zbornik Radova Ekonomskog Fakulteta u Rijeci / Proceedings of Rijeka School of Economics*, 37(1), 113-138. <https://doi.org/10.18045/zbefri.2019.1.113>
- Blankespoor, E., DeHaan, E., y Marinovic, I. (2020). Disclosure processing costs, investors' information choice, and equity market outcomes: A review. *Journal of Accounting and Economics*, 70(2-3), 101344. <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2020.101344>
- Boubaker, S., Goodell, J. W., Pandey, D. K., y Kumari, V. (2022). Heterogeneous impacts of wars on global equity markets: Evidence from the invasion of Ukraine. *Finance Research Letters*, 48, 102934. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.102934>
- Canova, F., y Ciccarelli, M. (2013). *Panel vector autoregressive models: A survey*. Working Paper Series No. 1507. European Central Bank (ECB). <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwp/scrwp/scrwp1507.pdf>
- Cardona-Arenas, C. D., Gómez-Gómez, R., y Morales-Zuluaga, E. (2023). COVID-19 and its short-term informational impact on the stock markets of the Pacific Alliance countries. *SN Business & Economics*, 3, 93. <https://doi.org/10.1007/s43546-023-00469-6>
- Cevik, E., Kirci, B., Cevik, E. I., y Dibooglu, S. (2022). Investor sentiments and stock markets during the COVID-19 pandemic. *Financial Innovation*, 8, 69. <https://doi.org/10.1186/s40854-022-00375-0>
- Choi, S.-Y. (2020). Industry volatility and economic uncertainty due to the COVID-19 pandemic: Evidence from wavelet coherence analysis. *Finance Research Letters*, 37, 101783. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101783>
- Cortes, C., y Cangrejo, Á. (2019). Modelo de volatilidad a los precios de cierre de la acción pfcmargos comprendidas entre 16/mayo/2013 al 31/mayo/2017. *Cuadernos de Economía*, 42, 119-138. <https://doi.org/10.32826/cude.v42i119.78>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE (2020). *Producto Interno Bruto (PIB): 1 trimestre 2020 preliminar*. DANE. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_1trim20_produccion_y_gasto.pdf
- Dieppe, A., Legrand, R., y Van Roye, B. (2016). *Bayesian Estimation, Analysis and Regression (BEAR) Toolbox: Technical guide*. Working Paper No. 1934. European Central Bank. <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwp/scrwp1934.en.pdf>
- Dumitrescu, E.-I., y Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.02.014>

- Emirmahmutoglu, F., y Kose, N. (2011). Testing for Granger causality in heterogeneous mixed panels. *Economic. Modelling*, 28(3), 870-876. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2010.10.018>
- Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417. <https://doi.org/10.2307/2325486>
- Galarza, E., y Fajardo, C. L. (2021). Estimadores de volatilidad basados en información de alta frecuencia del índice de capitalización accionaria (Colcap) en Colombia. *Semestre Económico*, 24(56), 143-166. <https://doi.org/10.22395/se.v24n56a6>
- Giraldo, E. L. (2022). *Pronóstico de volatilidades a los rendimientos de activos financieros de renta variable en Colombia a través de modelos ARCH y GARCH* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/items/da526471-ba73-4eef-8d16-e59bdc3c1d29>
- Giraldo, L. V., y Morales, J. M. (2023). *Impacto de la tasa de cambio spot: USD/COP sobre el índice MSCI COLCAP en el periodo 2020–2022* [Tesis de maestría, Universidad EAFIT]. <https://repositorio.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/0c11d005-cc01-4c24-aafa-06da04ec971f/content>
- Gómez, T., Ríos, H., y Zambrano, A. (2021). Volatilidad y COVID-19: Evidencia empírica internacional. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas, Nueva Época*, 16(3), e605. <https://doi.org/10.21919/remef.v16i3.605>
- González, J. (2021). COVID-19. Descontrol e incertidumbre económica global, acciones de política económica contra cíclica: El caso de China. *Panorama Económico*, 16(32), 9-34. <https://doi.org/10.29201/peipn.v16i32.5>
- Hamid, S. A., y Dhakar, T. S. (2019). Anomalous behavior of the volatility of Nasdaq Composite Index: 1971 to 2017. *ASBBS Proceedings*, 26, 261-271.
- He, P., Sun, Y., Zhang, Y., y Li, T. (2020). COVID-19's impact on stock prices across different sectors - An event study based on the Chinese stock market. *Emerging Markets Finance and Trade*, 56(10), 2198-2212. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2020.1785865>
- Holtz-Eakin, D., Newey, W., y Rosen, H. S. (1988). Estimating Vector Autoregressions with Panel Data. *Econometrica*, 56(6), 1371-1395. <https://doi.org/10.2307/1913103>
- Insaiddoo, M., Ullah, A., Dziwornu, R. K., Amoako, S., y Abdul-Mumuni, A. (2023). COVID-19 pandemic and stock market performance: A comparative study of emerging economies. *Heliyon*, 9(5), e16054. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16054>
- Izzeldin, M., Muradoğlu, Y. G., Pappas, V., y Sivaprasad, S. (2021). The impact of COVID-19 on G7 stock markets volatility: Evidence from a ST-HAR model. *International Review of Financial Analysis*, 74, 101671. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101671>
- Juodis, A., Karavias, Y., y Sarafidis, V. (2021). A homogeneous approach to testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Empirical Economics*, 60(1), 93-112. <https://doi.org/10.1007/s00181-020-01970-9>
- Mancera, M. I. (2021). *Análisis de la volatilidad accionaria de entidades bancarias de Colombia en el periodo 2011-2020* [Tesis de pregrado, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca]. <https://repositorio.universidadmayor.edu.co/entities/publication/0c1f0d92-aa16-4b03-ac9a-a4bc1d7e8c5e>

- Morales, A. (2021). *Las finanzas conductuales en los inversionistas mexicanos: Una crítica a los Mercados Eficientes* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptd2021/mayo/0811700/0811700.pdf>
- Oanh, T. T. K. (2022). The impact of COVID-19 vaccination on stock market: Is there any difference between developed and developing countries? *Heliyon*, 8(9), e10718. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10718>
- Olsen, R. A. (1998). Behavioral finance and its implications for stock-price volatility. *Financial Analysts Journal*, 54(2), 10-18. <https://doi.org/10.2469/faj.v54.n2.2161>
- Pérez, F. O., y Fernández, H. (2006). Análisis de la volatilidad del índice general de la bolsa de valores de Colombia utilizando modelos ARCH. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(8), 13-33.
- Ramos, H. S. (2022). *Incidencia del riesgo biológico SARS-COV-2 (COVID-19) en los rendimientos y volatilidad de las acciones del mercado de la bolsa de valores de Colombia (BVC) en los años 2020-2022* [Tesis de maestría, Universidad de Nariño]. <https://sired.udenar.edu.co/9216/>
- Rodríguez, D., Pérez-Plaza, S., Castaño-Martínez, A., y Fernández-Palacin, F. (2025). A study of the Colombian stock market with multivariate functional data analysis (FDA). *Mathematics*, 13(5), 858. <https://doi.org/10.3390/math13050858>
- Rodríguez, F. A. (2017). *Impacto de la caída de los precios del petróleo en las acciones de las empresas petroleras que cotizan en la bolsa de valores de Colombia: Valoración financiera y análisis de riesgo desde el modelo CAPM* [Tesis de pregrado, Universidad de La Salle]. <https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/93f5673f-e905-43c1-8fb8-f35834cd4c99/content>
- Romero-Meza, R., Coronado, S., e Ibañez-Veizaga, F. (2021). COVID-19 e causalidad en a volatilidade do mercado acionário chileno. *Estudios Gerenciales*, 37(159), 242-250. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2021.159.4412>
- Ruiz, B. D., y García, G. (2020). Hipótesis de mercados eficientes y estrategias de inversión en el MILA: 2014-2019. *Análisis Económico*, 35(90), 67-90.
- Ruiz, A. A., y Mosquera, J. (2021). *Análisis y consecuencias de la volatilidad de la TRM y el COLCAP en el mercado financiero colombiano entre 2019 y 2020* (Tesis doctoral, Universidad EAFIT).
- Ruiz, A. F., y Rodríguez, A. (2022). *Análisis del impacto de la pandemia COVID-19 en el riesgo, rentabilidad y portafolios óptimos de las acciones que conforman el Índice COLCAP* [Tesis de pregrado, Universidad de Córdoba]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/327fffd-4f37-4616-b40b-64233ac14012/content>
- Sarmiento, P., Duarte, J., y Mascareñas, J. (2014). Análisis de causalidad entre mercados bursátiles latinoamericanos y el Standard & Poor's 500. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XX(2), 241-253. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rcs/article/view/25663>
- Traseira, C. (2022). *Predicción de precios de acciones en bolsa a través de redes neuronales* [Tesis de pregrado, Universidad pontificia Comillas]. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/56871>
- Tversky, A., y Kahneman, D. (1973). Availability: A heuristic for judging frequency and probability. *Cognitive*

- Psychology*, 5(2), 207-232. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(73\)90033-9](https://doi.org/10.1016/0010-0285(73)90033-9)
- Walter, C. (2003). Excessive volatility or uncertain real economy? The impact of probabilist theories on the assessment of market volatility. *Boom and bust* (pp. 15-29). European Asset Management Association.
- Xiao, X., Liu, J., Wang, Z., Zhou, Y., Qi, Y., Cheng, Q., He, B. y Jiang, S. (2023). Robotic learning in the era of foundational models: A study. *arXiv arXiv:2311.14379*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.14379>
- Yu, P., y Yan, X. (2020). Stock price prediction based on deep neural networks. *Neural Computing and Applications*, 32, 1609-1628. <https://doi.org/10.1007/s00521-019-04212-x>
- Zaremba, A., Kizys, R., Aharon, D. Y., y Demir, E. (2020). Infected markets: Novel coronavirus, government interventions, and stock return volatility around the globe. *Finance Research Letters*, 35, 101597. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101597>