

# Causalidad y volatilidad en el índice Colcap de la Bolsa de valores de Colombia por contagios y muertes por Covid-19

Elcira Solano-Benavides<sup>1</sup>  Nelson Alandete-Brochero<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Faculty of Economic Sciences, Universidad del Atlántico, Barranquilla-Colombia

## Resumen

Este artículo analiza la causalidad y volatilidad del índice Colcap de la Bolsa de Valores de Colombia por contagios y muertes por Covid-19. La metodología es econométrica mediante la estimación de los tests de causalidad de Granger lineal y no lineal. Los resultados obtenidos con los tests muestran que hubo una sobrerreacción de los inversionistas de la Bolsa de valores a los contagios y muertes por COVID-19. Así mismo, el test de causalidad no lineal determinó que los inversionistas tuvieron en cuenta para la decisión de inversión, la evolución de los contagios de los últimos tres a 10 días y del número de muertes los últimos 15 días. En cambio, el test de Granger lineal indica que tuvieron en cuenta la evolución de los contagios y muertes en los últimos 11 días.

**Palabras clave:** Test Granger no lineal, Test Granger lineal, Covid-19, Volatilidad, Contagios

### ¿Cómo citar?

Solano-Benavides, E., Alandete-Brochero, N. Causality and volatility in the Colcap index of the Colombian Stock Exchange as a result of Covid-19 infections and deaths. *Ingeniería y Competitividad*. 2024, 26(1) e-20412930

<https://doi.org/10.25100/iyc.v26i1.12930>

Recibido: 04-26-23  
Aceptado 06-02-24

### Correspondencia:

elcirasolano@mail.uniatlantico.edu.co

Este trabajo está licenciado bajo una licencia internacional Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-CompartirIgual4.0.



Conflicto de intereses:  
Ninguno declarado



### ¿Por qué se llevó a cabo?

El estudio se realizó para analizar la causalidad y volatilidad del índice Colcap de la Bolsa de Valores de Colombia por contagios y muertes por Covid-19. La atención se centró en comprender cómo la pandemia influyó en las reacciones de los inversores y la dinámica del mercado, utilizando metodologías econométricas con pruebas de causalidad de Granger lineales y no lineales.

### ¿Cuáles fueron los resultados más relevantes?

Los hallazgos más relevantes fueron que los inversores del mercado de valores reaccionaron significativamente de forma exagerada ante las infecciones y muertes por COVID-19. La prueba de causalidad no lineal reveló que los inversores tuvieron en cuenta la evolución de las infecciones de los últimos tres a diez días y el número de muertes de los últimos quince días en sus decisiones de inversión. Por el contrario, la prueba lineal de Granger indicó que los inversores tuvieron en cuenta la evolución de las infecciones y muertes durante los últimos once días.

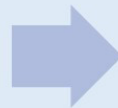
### ¿Qué aportan estos resultados?

Estos resultados contribuyen a comprender cómo las crisis sanitarias como la pandemia de COVID-19 pueden afectar a los mercados financieros, específicamente a través del comportamiento de los inversores y la volatilidad del mercado. Destacan el impacto significativo de las noticias relacionadas con la pandemia en la toma de decisiones de los inversores y la dinámica más amplia del mercado. Además, los hallazgos enfatizan la importancia de considerar relaciones tanto lineales como no lineales al analizar los efectos de los shocks externos en los mercados financieros, lo que podría tener implicaciones para los analistas financieros, inversionistas y formuladores de políticas en la gestión y mitigación de la volatilidad del mercado durante las crisis.

### Graphical Abstract

## Causalidad y volatilidad en el índice Colcap de la Bolsa de Valores de Colombia como consecuencia de contagios y muertes por Covid-19

Analiza la causalidad y volatilidad del índice Colcap de la Bolsa de Valores de Colombia provocada por contagios y muertes por Covid-19.



La metodología es econométrica mediante la estimación de pruebas de causalidad de Granger lineales y no lineales.

### Reflejos



Impactos del COVID-19 en el índice Colcap analizados mediante pruebas de Granger lineales y no lineales.



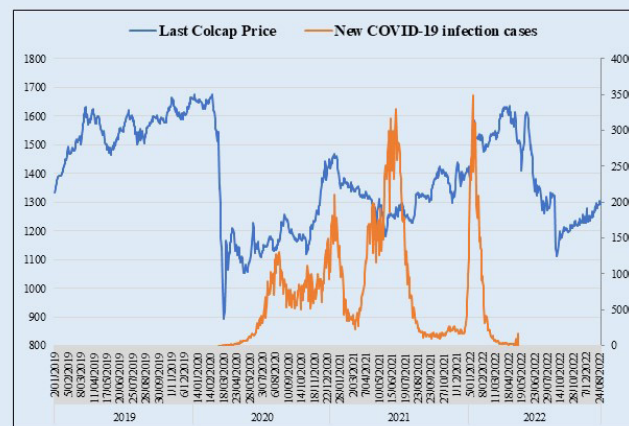
Los inversores reaccionaron exageradamente ante las tasas de infección y mortalidad, lo que influyó en la volatilidad del Colcap.



Las pruebas no lineales muestran decisiones de inversión basadas en tendencias de infección y recuentos de muertes.



Los resultados destacan la importancia de los datos de la pandemia en las reacciones de los mercados financieros.



## Introducción

El Covid-19 ha tenido un profundo impacto sobre la economía global provocando una incertidumbre sin precedentes y afectando en gran medida a los mercados de valores y a los inversores. En muchos países, los mercados de valores se desplomaron como resultado de la pandemia, mientras que otros han experimentado alta volatilidad en sus índices bursátiles (1- 3). En respuesta a la pandemia, los gobiernos de todo el mundo se apresuraron a adoptar acciones de emergencia como cierres forzosos, restricciones de viaje, pruebas de COVID-19 y cuarentenas (4). El principal objetivo de estas acciones era asegurar el distanciamiento social entre las personas para contener la propagación de la enfermedad. Sin embargo, estas acciones generaron incertidumbre en los mercados financieros (2, 4, 5).

En la literatura económica, es esencial para el funcionamiento de los mercados financieros conocer la volatilidad, la evolución del precio de las acciones y el riesgo en los índices bursátiles que influyen en las decisiones de inversión, estrategias financieras y políticas económicas. Además, la volatilidad puede servir como un indicador económico que refleja la salud general de la economía y la confianza de los inversores. Según Wen et al. (6), la pandemia de Covid-19 ha generado una nueva área de investigación que vincula los impactos y las consecuencias de ésta en la volatilidad de los mercados financieros, actividad económica e interacciones sociales. Según Giraldo-Picón (7) debido a la pandemia, la conmoción y el miedo, el precio de los índices bursátiles en el mundo cayeron tales como el índice Dow Jones Industrial Average y el FTSE 100 un -23% y un -25%, respectivamente.

En Colombia, el primer brote de Covid-19 se registró el 6 de marzo de 2020 y hasta el 2022 se contagiaron cerca de seis millones de personas. Ante esto, el gobierno nacional con el Decreto 457 del 25 de marzo de 2020, dictaminó aislamiento obligatorio que conllevó al cierre de la actividad económica del país. Asimismo, según los datos de la Bolsa de valores de Colombia (Bvc), el índice Colcap, que mide los movimientos de las empresas más cotizadas de la Bvc, presentó una pérdida del 47% de su valor el 18 de marzo de 2020 con respecto al valor de cierre del 19 de febrero del 2020 (8). Además, en el 2019 el crecimiento del índice Colcap fue de 0.091% y en el periodo 2020- 2022 fue de -0.021%. De igual manera, según Giraldo-Picón (7), en el periodo de la pandemia, cerca del 20% de las empresas que cotizan en la Bvc no emitieron acciones.

Por tal razón, el objetivo del presente artículo es analizar la causalidad y volatilidad del índice Colcap de la Bolsa de Valores de Colombia por contagios y muertes por Covid-19. La metodología es econométrica mediante la estimación de los tests de causalidad lineal y no lineal en el sentido de Granger. A su vez, el artículo muestra el impacto que tuvo los contagios y muertes por Covid-19 en el mercado bursátil colombiano.

Si bien el foco de este estudio es la relación entre los contagios y muertes por Covid-19 y la volatilidad del índice Colcap en la Bolsa de Valores de Colombia, es importante reconocer que existen otros factores asociados a la volatilidad de los índices bursátiles como: dinámicas laborales, políticas económicas de emergencia, fluctuaciones de los mercados, gestión interna de las empresas, y la percepción general de riesgo en los mercados, entre otras (9-11). A pesar de esta variedad de factores, este artículo se enfoca en los contagios y muertes por Covid-19 debido a su impacto directo e inmediato en la percepción del riesgo y la incertidumbre de los mercados bursátiles, aspectos críticos para comprender la volatilidad del Colcap durante este período (6,7). Asimismo, se siguen las metodologías propuestas por autores como Harjoto et al. (10), Romero-Meza (12), Ashraf (13), Al-Awadhi et al. (14), Reimer et al. (15), que utilizan los contagios y muertes de Covid 19 como variable importante en la volatilidad de los precios de los mercados bursátiles, recurriendo a métodos univariados y causales.

En función de lo anterior, este artículo se estructura iniciando con el marco teórico, seguido de la metodología y los resultados obtenidos producto del estudio. Por último, se encuentran las conclusiones.

## Marco teórico

La literatura económica identifica factores que generan incertidumbre e influyen significativamente en la volatilidad en los mercados de valores. Estos pueden ser institucionales, políticos, económicos (16, 17). Sin embargo, Bora y Basistha (18) tienen evidencia de que la actividad comercial, los sentimientos de los inversores y la aversión al riesgo en la economía, se han añadido como factores que impactaron en la incertidumbre y la volatilidad durante la pandemia.

La medición de la volatilidad tiene una importancia significativa en los modelos económicos y financieros, dado que permite identificar el comportamiento asimétrico en los rendimientos financieros con el fin de obtener ganancia en los mercados bursátiles (19). La volatilidad se define como el mejor indicador de riesgo para la previsión infalible de rendimientos en los mercados financieros (20) y se refiere a la magnitud de la incertidumbre relacionada con los cambios en el precio de un activo. Según la teoría de mercados eficientes estos cambios en los precios reflejan nueva información y toda nueva información es un fenómeno independiente del tiempo, pues no puede ser deducida con anterioridad (21). En contraste, Stiglitz y Rothschild (22) con la teoría de las asimetrías de información, argumentan que los problemas de riesgo moral y selección adversa afectan el precio e intercambio en los mercados de capitales.

El mercado de capitales es muy volátil debido a la existencia de incertidumbre e información asimétrica. La primera se refiere a estados de la naturaleza o eventos impredecibles e incontrolables, mientras que la segunda indica que algunos agentes cuentan con información que no está disponible para otros en el mismo mercado (23). Esta distinción permite entender que los agentes no solo se enfrentan a la competencia, sino a una serie de fenómenos naturales o siniestros incontrolables, como también a factores de riesgo moral y selección adversa de agentes e instituciones que les generan riesgos en sus inversiones (24).

Una de las herramientas financieras más importante para la medición de los mercados de valores son los índices bursátiles; índices que se calculan a partir de los precios de las acciones de un grupo selecto de empresas que están presentes en el mercado de valores y representan una industria o mercado específico (25). En otras palabras, permite analizar la tendencia del rendimiento colectivo de las empresas desde un punto de vista global de una industria o de la economía nacional. Según Pérez-Faúndez (25) estos índices son útiles para los gerentes a la hora de administrar e invertir porque proveen información que les permiten medir la probabilidad de rentabilidad y riesgos del mercado, o crear una cartera que replique el comportamiento de estos índices.

En relación al impacto del Covid-19 y la volatilidad de los índices bursátiles a nivel internacional, Al-Awadhi et al. (14) encontró que las acciones de todas las empresas en China reaccionaron negativamente tanto a los casos infectados como a las muertes por día debido a COVID-19. Del mismo modo, Alfaro et al. (26) mostró que el COVID-19 tuvo un impacto negativo significativo en los rendimientos de las acciones estadounidenses, usando modelos de la familia GARCH. Así mismo, en Europa, Sanguinetti-Sánchez (27), encuentra que el índice de la Bolsa de Milán tuvo una caída del -37,31%; la de Londres del -30%; la de Frankfurt del -35%; la de París del -35%. En África, Emenogu et al. (28) informó que el COVID-19 afectó negativamente los rendimientos del mercado de valores de Nigeria. Por último, en Latinoamérica, Rakshit y Neog (29), encuentran que el covid-19 tuvo efectos negativos en los mercados bursátiles de México, Brasil, Chile, Colombia y Perú.

En la literatura sobre el impacto de los contagios del Covid-19 en la volatilidad de los índices bursátiles, Albulescu (30) concluye que la crisis sanitaria aumenta la volatilidad en el índice S&P 500, utilizando datos de Estados Unidos y a nivel mundial. Así mismo, Albulescu (31) analiza el efecto de los anuncios oficiales de nuevos casos de infección y las tasas de mortalidad sobre el índice de volatilidad de los mercados financieros VIX. Mientras que los nuevos casos notificados dentro y fuera de China tienen un efecto mixto sobre la volatilidad financiera, el índice de mortalidad influye positivamente en el VIX. Igualmente, en este estudio se encuentra que, cuanto mayor es el número de países afectados, mayor es la volatilidad financiera. Por otro lado, Onali (32) identificó qué aumentos significativos en la volatilidad de los mercados bursátiles de los Estados Unidos están relacionados a los informes de casos de COVID-19 y

muerres en múltiples países. De la misma manera, Haroon y Rizvi (33) investigan si la cobertura de noticias sobre COVID-19 provoca cambios en la volatilidad. Sus resultados muestran que para los distintos sectores económicos, las noticias cargadas de pánico contribuyen en mayor medida a un aumento de la volatilidad en los sectores que se consideran más afectados por el brote de coronavirus.

Utilizando los métodos de selección de características a través del aprendizaje automático, Baek et al. (5), eligen los indicadores económicos que mejor explican los cambios en la volatilidad. Sus resultados demuestran que la volatilidad es sensible a las noticias acerca de COVID-19. Adicionalmente, encuentran que tanto las noticias buenas como las malas son significativas. Sin embargo, las noticias malas tienen un mayor impacto sobre la volatilidad. Así mismo, Romero-Meza et al (12), estudia la causalidad de las noticias sobre el COVID-19 y la volatilidad del índice bursátil Ipsa en Chile, en donde encontraron que las noticias sobre el COVID-19 causan volatilidad en el sentido de Granger lineal y no lineal.

## Metodología

Para analizar la relación de los contagios y muertes del COVID-19 en Colombia con la volatilidad del índice Colcap se aplican dos pruebas de causalidad: 1) la prueba de causalidad de Granger lineal (34) consistente en comprobar si el comportamiento actual y el pasado de los contagios y muertes del COVID-19 predicen la volatilidad del índice Colcap. Para ello, el test estima un modelo VAR o autorregresivo; es decir, una regresión que tiene en cuenta valores rezagados utilizando la prueba F. A continuación se observa la especificación del modelo:

$$\begin{aligned} VolatilidadColcap_t = & \delta + \theta_1 VolatilidadColcap_{t-1} + \dots + \theta_p VolatilidadColcap_{(t-p)} + \delta_1 Covid19_{t-1} + \dots \\ & + \delta_q Covid19_{t-q} + e_t \end{aligned} \quad (1)$$

Donde:

t = es el periodo de tiempo de 6 de marzo de 2020 hasta 12 de mayo de 2022.

$VolatilidadColcap_t$  = es la variable dependiente de la volatilidad del índice Colcap en el periodo t.

$VolatilidadColcap_{t-1}$  = es la variable independiente de la volatilidad del índice Colcap rezagado en el periodo t-1.

$VolatilidadColcap_{(t-p)}$  = es la variable de la volatilidad del índice Colcap rezagado en el periodo t-p-rezagos.

$Covid19_{t-1}$  = es la variable de la contagios o muertes por Covid-19 rezagado en el periodo t-1.

$Covid19_{t-q}$  = es la variable de la contagios o muertes por Covid-19 rezagado en el periodo t-p-rezagos.

Con la Ec. (1), se crea el test de causalidad de Granger, donde:

$$H_0 : \delta_1 = 0, \delta_2 = 0, \dots, \delta_q = 0$$

$$H_1 : \text{al menos uno } \delta_i \neq 0 \quad (2)$$

El rechazo de  $H_0$  implica que el COVID-19 causa, en el sentido lineal de Granger, la  $VolatilidadColcap$ . Según lo anterior, el número de contagios y muertes por COVID-19 en periodos anteriores mejorarán el pronóstico para  $VolatilidadColcap$  de manera lineal.

La segunda prueba es la de causalidad en el sentido de Granger no lineal de Diks y Panchenko (35), la cual no tiene el supuesto restringido de que la distribución de las series en su conjunto o de forma individual sean independientes e idénticamente distribuidas (36). El estadístico de esta prueba es:

$$T_n(\varepsilon_n) = \frac{n-1}{n(n-2)} \sum_{\tau} (f(\text{Covid19}, \text{VolatilidadColcap}, \text{VolatilidadColcap}_{\tau+1}) * f(\text{VolatilidadColcap}) - f(\text{VolatilidadColcap}, \text{Covid19}) * f(\text{VolatilidadColcap}, \text{VolatilidadColcap}_{\tau+1})) \quad (3)$$

Empieza con una longitud de rezago de orden 1 y un ancho de banda con una distribución normal estándar como límite (37).

$$\varepsilon_n = C n^{-\beta} \left( C > 0, \beta \in \left( \frac{1}{4}, \frac{1}{3} \right) \right) \quad (4)$$

El estadístico de prueba en la Ec. 5 satisface:

$$\sqrt{n} * \frac{(T_n(\varepsilon_n) - q)}{s_n} \stackrel{D}{\Rightarrow} N(0,1) \quad (5)$$

$$\stackrel{D}{\Rightarrow}$$

Donde  $\stackrel{D}{\Rightarrow}$  denota convergencia en la distribución y  $s_n$  es un estimador de la varianza asintótica de  $(T_n(\varepsilon_n) - q)$ . En consecuencia, el estadístico de la prueba de causalidad en el sentido de Granger no lineal en la Ec. (3) para la causalidad no lineal se distribuye asintóticamente como normal estándar y diverge a infinito positivo bajo la hipótesis alternativa. Por lo tanto, el estadístico superior a 1,28 rechaza la hipótesis nula hasta el 10% de nivel de significancia y respalda la evidencia a favor de una causalidad de Granger no lineal

## Datos

Los datos utilizados en la presente investigación fueron: el precio de cierre y apertura del índice Colcap en el periodo del 6 de marzo del 2020 hasta el 12 de mayo de 2022, con un total de 533 datos. Esta información fue obtenida en la página web de la Bvc.

Para calcular la Volatilidad del índice Colcap se utilizan los retornos de la serie a través de su transformación logarítmica, como se observa en la Ec. (6):

$$r_t = (\ln(p_t) - \ln(p_{(t-1)})) * 100, \quad (6)$$

donde  $r_t$  es el retorno de la serie en el tiempo  $t$ ,  $p_t$  es el valor del índice en el tiempo  $t$  y  $p_{(t-1)}$  es el valor del índice en un periodo anterior.

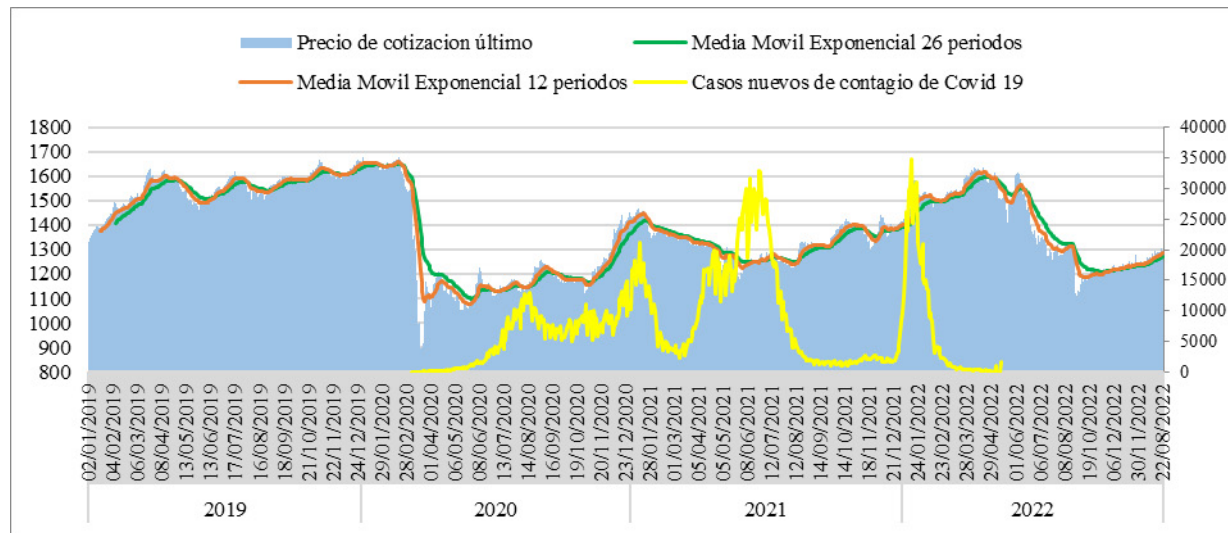
Así mismo, se tendrán en cuenta los datos del número de contagios, nuevos contagios, y muertes por el COVID-19 en el periodo del 6 de marzo del 2020 hasta el 12 de mayo de 2022 con un total de 533 datos. Esta información fue obtenida en la página web del Ministerio de Salud de Colombia.

## Resultados

Al analizar la evolución del índice Colcap como se muestra en la Ilustración 1, en el 2019 se observa que el desempeño del índice es estable con una tendencia alcista con baja volatilidad. Sin embargo, al inicio de la pandemia con los primeros casos reportados de contagiados, el índice tuvo una fuerte caída inmediatamente, producto de la sobre-reacción de los inversionistas a la incertidumbre económica y las medidas de distanciamiento social que estaba regulando el gobierno. Este mismo comportamiento a nivel mundial es observado por Rakshit y Neog (29) donde encuentran que el mercado bursátil sobre-reaccionó ante las noticias de contagios a inicios de la pandemia hasta que los gobiernos brindaban garantías y creaban estrategias para mitigar y salvaguardar la economía. En valor más bajo del índice Colcap fue el día 18 de marzo de 2020, con un valor de 894.03 pesos colombianos, una caída del -40% con respecto al 19 de febrero del mismo año, siendo el número de contagios por COVID-19 únicamente de 102 en todo el país y cero muertes. A partir del 25 de marzo de 2020, el gobierno mediante el Decreto 457 determina la cuarentena obligatoria y el índice tiene una lenta recuperación, sin lograr alcanzar su valor antes de pandemia en el 2022.

Según Valdés-Medina et al. (38), los índices bursátiles en muchos países en el segundo trimestre del año 2020 tuvieron una leve recuperación, producto de la cotización de empresas de los sectores bancarios, farmacéuticas, alimentarias, tecnología, entre otras, que podían funcionar de manera remota. En cambio, los sectores que necesitaban trabajo presencial por las normas y decretos tuvieron una caída y cierre de actividades como el turismo y comercio.

Ilustración 1. Evolución del índice Colcap y nuevos contagios de Covid-19, 2019-2022.



### Test de causalidad

Para el análisis de causalidad de los contagios y muertes del COVID-19 en la volatilidad del índice Colcap, las series deben ser estocásticas, es decir, que sea estable con media y varianza constantes en el tiempo. Para ello, se debe realizar una prueba de raíces unitarias Dickey-Fuller aumentado, el cual permite constatar si una serie de tiempo es o no estacionaria. Las series de tiempo que fueron evaluadas son: índice Colcap de apertura y cierre, volatilidad del índice Colcap, número de contagios de COVID-19, número de muerte, y crecimientos de contagios y muertes por COVID-19.

Al aplicar el test de Dickey-Fuller, las series que resultaron como estocásticas fueron volatilidad, el número de contagios de COVID-19 en escala logarítmica, la tasa de crecimiento de los contagios de COVID-19, el número de muerte por COVID-19 en escala logarítmica, y la tasa de crecimiento de las muertes por COVID-19.

Tabla 1. Test de raíces unitarias Dickey-Fuller.

Serie	Z(t)	P-Value	Resultado
<b>Precio Ultimo Colcap</b>	-1.803	0.3792	No es estocástica
<b>Ln(Precio Ultimo Colcap)</b>	-1.639	0.4628	No es estocástica
<b>Precio apertura Colcap</b>	-0.859	0.8013	No es estocástica
<b>Ln(Precio apertura Colcap)</b>	-1.321	0.6194	No es estocástica
<b>Volatilidad del índice Colcap</b>	-11.062	0.0000	Es estocástica
<b>Número de Casos de contagios COVID-19</b>	0.379	0.9807	No es estocástica
<b>Ln(Número de Casos de contagios COVID-19)</b>	-7.101	0.0000	Es estocástica
<b>Tasa crecimiento (Número de Casos de contagios COVID-19)</b>	-15.308	0.0000	Es estocástica
<b>Número de muertos por COVID-19</b>	-0.994	0.7555	No es estocástica
<b>Ln(Número de muertos por COVID-19)</b>	-9.614	0.0000	Es estocástica
<b>Tasa crecimiento (Número de muertos por COVID-19)</b>	-9.776	0.0000	Es estocástica

Con los resultados del test de raíces unitarias se realizaron los tests de causalidad lineal y no lineal en el sentido de Granger con el fin de determinar si el número y el crecimiento

de contagios y muertes por COVID-19 tienen la suficiente información para pronosticar la volatilidad del índice Colcap.

Referente a la relación entre el crecimiento del número de contagios por COVID-19 y la volatilidad del índice Colcap, el test de causalidad no lineal encuentra que los rezagos del 3 a 10 periodos son significativos, es decir, que estos rezagos del crecimiento de los contagios predicen de manera significativa y no lineal la volatilidad del índice Colcap. De estos resultados se interpreta que los inversionistas que participaron en el mercado bursátil de Colombia tenían en cuenta la decisión de invertir en la evolución del crecimiento de contagios entre el tercer y el décimo día. Así mismo, el test indica que los contagios generaron una retroalimentación en el efecto del índice Colcap, lo cual produjo la sobrereacción de los inversionistas.

En contraste, el test de causalidad lineal de Granger encuentra que los 11 rezagos del crecimiento de los contagios predicen de manera significativa y lineal la volatilidad del índice Colcap. Se deduce que los inversionistas pertenecientes a las empresas que se encuentran en el índice Colcap tuvieron en cuenta la decisión de invertir frente a la evolución del crecimiento de contagios en los últimos 11 días.

Referente a la relación entre el número de contagios por COVID-19 en escala logarítmica y la volatilidad del índice Colcap, el test de causalidad no lineal encuentra que los ocho primeros rezagos son significativos, es decir, que estos rezagos del número de contagios predicen de manera significativa y no lineal la volatilidad del índice Colcap. De igual forma, se interpreta que los inversionistas de las empresas en el índice Colcap decidieron invertir frente a la evolución del número de contagios entre los ocho últimos días. Así mismo, el test indica que los contagios generaron una retroalimentación en el efecto del índice Colcap, lo cual causó la sobrereacción por parte de los inversionistas.

En cambio, el test de causalidad lineal de Granger encuentra que los 10 rezagos del número de contagios predicen de manera significativa y lineal la volatilidad del índice Colcap. Solo el rezago en el periodo dos no resultó significativa. Es decir, los inversionistas invirtieron sobre la evolución del número de contagios de los últimos 10 días.

Referente a la relación entre el crecimiento del número de muertes por COVID-19 y la volatilidad del índice Colcap, el test de causalidad no lineal encuentra que los rezagos de los periodos 2 al 15 son significativos, es decir, que estos rezagos del crecimiento de las muertes por COVID-19 predicen de manera significativa y no lineal, la volatilidad del índice. Se puede interpretar que los inversionistas participantes en las empresas que se encuentran en el índice Colcap, tenían en cuenta en su decisión de invertir en la evolución del crecimiento de las muertes entre el segundo y el décimo quinto día. Así mismo, el test indica que los contagios generaron una retroalimentación en el efecto del índice Colcap, lo cual produce la sobrereacción de los inversionistas.

En cambio, el test de causalidad lineal de Granger encuentra que los rezagos tres, cuatro, y del nueve al 15 del crecimiento de la muerte por COVID-19, predicen de manera significativa y lineal la volatilidad del índice Colcap. Se resalta que a diferencia de los contagios, los inversionistas tienen en cuenta en su decisión de invertir, la evolución del crecimiento del número de muertes en los últimos 15 días; Es decir, cinco días más.

Referente a la relación entre el número de muerte por COVID-19 en escala logarítmica y la volatilidad del índice Colcap, el test de causalidad no lineal encuentra que los 11 primeros rezagos son significativos, es decir, que estos rezagos predicen de manera significativa y no lineal la volatilidad del índice Colcap. Estos resultados se pueden interpretar así: los inversionistas que participaron en las empresas que se encuentran en el índice Colcap tenían en cuenta en su decisión de invertir la evolución del número de muerte en los últimos 11 días. Así mismo, el test indica que los contagios generaron una retroalimentación en el efecto del índice Colcap, lo cual generaron la sobrereacción de los inversionistas.

En cambio, el test de causalidad lineal de Granger encuentra que los rezagos uno, cuatro, cinco, seis y doce del número muertes predicen de manera significativa y lineal la volatilidad del índice Colcap. Esto indica que los inversionistas en su decisión de invertir en la Bvc tienen en cuenta la evolución del número de muertes en los últimos 11 y 12 días, según los tests no lineal y lineal.



Tabla 2. Resultados del test de causalidad lineal y no lineal en el sentido de Granger, Volatilidad índice Colcap y contagios y muertes por COVID-19

	Test de Causalidad no Lineal de Granger			Test de Causalidad Lineal de Granger		
	Rezagos	Prueba f	P-value	Rezagos	Prueba f	P-value
<b>Volatilidad-Crecimiento contagio COVID-19</b>	1	-10.3321	1.0000	1	4.2609	0.0395
	2	-2.07156	1.0000	2	19.131	0.0000
	3	5.68587	0.0000	3	24.757	0.0000
	4	11.964	0.0000	4	8.5693	0.0000
	5	13.1377	0.0000	5	19.316	0.0000
	6	11.5337	0.0000	6	17.188	0.0000
	7	7.67409	0.0000	7	15.393	0.0000
	8	4.56968	0.0000	8	14.16	0.0000
	9	2.49796	0.0000	9	12.797	0.0000
	10	1.53312	0.0079	10	7.232	0.0000
	11	0.903252	0.6935	11	2.2344	0.0119
<b>Volatilidad-Ln(Número de contagio COVID-19)</b>	1	9.25046	0.0000	1	8.8702	0.0030
	2	36.5777	0.0000	2	0.8921	0.4104
	3	27.3365	0.0000	3	2.3782	0.0690
	4	19.3441	0.0000	4	4.7663	0.0009
	5	14.1551	0.0000	5	6.7231	0.0000
	6	9.32704	0.0000	6	7.2446	0.0000
	7	6.823	0.0000	7	9.8502	0.0000
	8	3.97918	0.0000	8	23.759	0.0000
	9	-7.4668	1.0000	9	12.711	0.0000
	10	-6.68368	1.0000	10	12.23	0.0000
	11	-5.99186	1.0000	11	11.659	0.0000
<b>Volatilidad-Crecimiento de número de muertes por COVID-19</b>	1	-0.380382	1.0000	1	1.0352	0.3094
	2	6.07997	0.0000	2	1.2364	0.2913
	3	11.9357	0.0000	3	4.1398	0.0065
	4	17.7108	0.0000	4	3.0723	0.0162
	5	21.9285	0.0000	5	1.1195	0.3489
	6	23.838	0.0000	6	1.0528	0.3902
	7	21.6613	0.0000	7	1.1568	0.3262
	8	17.8076	0.0000	8	1.0686	0.3838
	9	13.2868	0.0000	9	1.6888	0.0889
	10	9.58563	0.0000	10	1.7519	0.0670
	11	6.48749	0.0000	11	2.1433	0.0164
	12	4.44416	0.0000	12	2.3117	0.0071
	13	2.88464	0.0000	13	2.3456	0.0049
	14	1.87158	0.0000	14	2.3085	0.0045
	15	1.15348	0.1796	15	2.2203	0.0053
<b>Volatilidad-Ln(Número de Muerte por COVID-19)</b>	1	43.2961	0.0000	1	6.2179	0.0130
	2	103.786	0.0000	2	0.6681	0.5131
	3	87.5079	0.0000	3	0.9581	0.4123
	4	62.3466	0.0000	4	3.1241	0.0148
	5	47.0739	0.0000	5	2.6175	0.0238
	6	33.6894	0.0000	6	2.0791	0.0542
	7	23.7275	0.0000	7	1.7029	0.1060
	8	16.3273	0.0000	8	0.7367	0.6591
	9	11.0156	0.0000	9	0.7836	0.6317
	10	7.14009	0.0000	10	1.3487	0.2015
	11	4.28138	0.0000	11	1.2812	0.2318
	12	-5.091	1.0000	12	1.9801	0.0243

## Conclusiones

De acuerdo a la investigación y los resultados obtenidos, se plantean las siguientes conclusiones: en el año 2019, la volatilidad del índice Colcap fue positiva y estable con una tendencia de cotización alta. En contraste, en tiempos de pandemia, creció la volatilidad del índice Colcap con una sobre-reacción ante el aumento de los contagios y muertes por COVID-19. Los tests de causalidad no lineal y lineal del Granger muestran que los contagios y muertes por COVID-19 fueron los causantes de la volatilidad en el índice Colcap en la Bvc. Así mismo, el test de Granger no lineal indica que los inversionistas tuvieron en cuenta la evolución de los contagios entre los últimos 3 a 10 días y la evolución del número de muertes los últimos 15 días. En cambio, el test de Granger lineal indica que los inversionistas tuvieron en cuenta la evolución de los contagios y muertes en los últimos 11 días a la hora de invertir en la Bvc.

Sin embargo, es crucial reconocer que otros factores también pueden haber contribuido a esta volatilidad. Entre estos, se incluyen cambios en las políticas económicas, la gestión y adaptabilidad tecnológica de las empresas, las políticas de contención de la pandemia, entre otras. Sin embargo, el presente trabajo refuerza la decisión de centrarse en los contagios y muertes por COVID-19, dado su impacto directo e inmediato sobre las decisiones de los inversores y la dinámica del mercado. Este enfoque no niega la influencia de otros factores, sino que destaca la importancia de los contagios y muertes como un impulsor crítico de la volatilidad en un contexto de crisis sanitaria global sin precedentes.

## Referencias

- [1] Albarracín S, Bojanini JD. Rendimientos del índice COLCAP en tiempos de COVID-19 [Internet]. [Bogotá]: Colegio de Estudios Superiores de Administración; 2021. Disponible en: <https://repository.cesa.edu.co/handle/10726/4125>
- [2] Gómez Rodríguez T, Ríos Bolívar H, Zambrano Reyes A. Volatilidad y COVID-19: evidencia empírica internacional. *Rev Mex Econ Finanz* [Internet]. 2021;16(3):1–22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21919/remef.v16i3.605>
- [3] Das R, Debnath A. Analyzing the covid-19 pandemic of volatility spillover influence the collaboration of foreign and Indian stock markets. *Rev finanz política econ* [Internet]. 2022;14(2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.v14.n2.2022.5>
- [4] Contessi S, De Pace P. The international spread of COVID-19 stock market collapses. *Fin Res Lett* [Internet]. 2021;42(101894):101894. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.frl.2020.101894>
- [5] Baek S, Mohanty SK, Glambosky M. COVID-19 and stock market volatility: An industry level analysis. *Fin Res Lett* [Internet]. 2020;37(101748):101748. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.frl.2020.101748>
- [6] Wen F, Cao J, Liu Z, Wang X. Dynamic volatility spillovers and investment strategies between the Chinese stock market and commodity markets. *Int Rev Fin Anal* [Internet]. 2021;76(101772):101772. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101772>
- [7] Giraldo Picón EL. Pronóstico de volatilidades a los rendimientos de activos financieros de renta variable en Colombia a través de modelos ARCH y GARCH [Internet]. [Manizales, Colombia]: Universidad Nacional de Colombia; 2022. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81518>
- [8] Romero Álvarez YP. IMPACTO DE LA PANDEMIA POR COVID-19 EN LA CANASTA ACCIONARIA DEL COLCAP EN COLOMBIA. *Revista Pensamiento Gerencial* [Internet]. 2021;9(9):1–9. Disponible en: <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/rpg/article/view/860/950>

- [9] Chowdhury, Emon Kalyan. Strategic approach to analyze the effect of Covid-19 on the stock market volatility and uncertainty: a first and second wave perspective. *Journal of Capital Markets Studies* [Internet]. 2022, 6(3): 225-241.
- [10] Harjoto, Maretno Agus, et al. How do equity markets react to COVID-19? Evidence from emerging and developed countries. *Journal of Economics and Business* [Internet]. 2021,115(1): 105966. Disponible en: <https://doi.org/10.1016%2Fj.jeconbus.2020.105966>
- [11] Corradi, Valentina; Distaso, Walter; Mele, Antonio. Macroeconomic determinants of stock market volatility and volatility risk-premiums. *Swiss Finance Institute Research Paper* [Internet]. 2012: 12-18. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2005021>
- [12] Romero-Meza R, Coronado S, Ibañez-Veizaga F. COVID-19 y causalidad en la volatilidad del mercado accionario chileno. *Estud Gerenc* [Internet]. 2021;242–50. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18046/j.estger.2021.159.4412>
- [13] Ashraf, Badar Nadeem. Stock markets' reaction to COVID-19: Cases or fatalities?. *Research in international business and finance* [Internet], 2020, 54(1):101249. Disponible en: <https://doi.org/10.1016%2Fj.ribaf.2020.101249>
- [14] Al-Awadhi AM, Alsaifi K, Al-Awadhi A, Alhammadi S. Death and contagious infectious diseases: Impact of the COVID-19 virus on stock market returns. *J Behav Exp Finance* [Internet]. 2020;27(100326):100326. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbef.2020.100326>
- [15] Reimer, Guillermina; Briozzo, Anahí; Capobianco, Guillermo. Eventos informativos sobre COVID-19 y su efecto en índices bursátiles. Una revisión de la evidencia empírica. *Estudios Gerenciales*, 2023, 39(167): 219-232. Disponible en: <https://doi.org/10.18046/j.estger.2023.167.5759>
- [16] Chaengkham S, Wianwiwat S. The impacts of macroeconomic and financial indicators on stock market index: evidence from Thailand. *Int J Trade Glob Mark* [Internet]. 2021;14(2):197. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1504/ijtgm.2021.114058>
- [17] Ali I, Rehman KU, Yilmaz AK, Khan MA, Afzal H. Causal relationship between macro-economic indicators and stock exchange prices in Pakistan. *African Journal of Business Management* [Internet]. 2010;4(10):312–9. Disponible en: <https://www.internationalscholarsjournals.com/articles/causal-relationship-between-macro-economic-indicators-and-stock-exchange-prices-in-pakistan.pdf>
- [18] Bora D, Basistha D. The outbreak of COVID-19 pandemic and its impact on stock market volatility: Evidence from a worst-affected economy. *J Public Aff* [Internet]. 2021;21(4):e2623. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/pa.2623>
- [19] Qureshi M, Adrian T, Natalucci F. Macro-financial stability in the COVID-19 crisis: Some reflections. *IMF Work Pap* [Internet]. 2022;2022(251):1. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5089/9798400223532.001>
- [20] Green TC, Figlewski S. Market risk and model risk for a financial institution writing options. *J Finance* [Internet]. 1999;54(4):1465–99. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/0022-1082.00152>
- [21] Mandelbrot B. New methods in statistical economics. *J Polit Econ* [Internet]. 1963;71(5):421–40. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1086/258792>
- [22] Rothschild M, Stiglitz J. Equilibrium in competitive insurance markets: An essay on the economics of imperfect information. *Q J Econ* [Internet]. 1976;90(4):629. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2307/1885326>
- [23] Schiemann F, Sakhel A. Carbon disclosure, contextual factors, and information asymmetry: The case of physical risk reporting. *Eur Account Rev* [Internet]. 2019;28(4):791–818. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/09638180.2018.1534600>
- [24] Khan M, Kayani UN, Khan M, Mughal KS, Haseeb M. COVID-19 pandemic & financial market volatility; Evidence from GARCH models. *J Risk Fin Manag* [Internet]. 2023;16(1):50. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/jrfm16010050>

- [25] Pérez-Faúndez N. Impacto de la crisis del coronavirus sobre los índices bursátiles FTSE 100 y DAX [Internet]. [España]: Universidad de Valladolid; 2021. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/51515>
- [26] Alfaro L, Chari A, Greenland A, Schott P. Aggregate and firm-level stock returns during pandemics, in real time. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research; 2020.
- [27] Sanguinetti-Sánchez LA. Impacto de la Covid-19 sobre la volatilidad del mercado de valores peruano [Internet]. [Lima, Perú]: Universidad de Piura; 2022. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/5655>
- [28] Emenogu NG, Adenomon MO, Nweze NO. On the volatility of daily stock returns of Total Nigeria Plc: evidence from GARCH models, value-at-risk and backtesting. *Financ Innov* [Internet]. 2020;6(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s40854-020-00178-1>
- [29] Rakshit B, Neog Y. Effects of the COVID-19 pandemic on stock market returns and volatilities: evidence from selected emerging economies. *Stud Econ Fin* [Internet]. 2022;39(4):549–71. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1108/sef-09-2020-0389>
- [30] Albulescu C. Coronavirus and financial volatility: 40 days of fasting and fear. 2020; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.48550/ARXIV.2003.04005>
- [31] Albulescu C. Do COVID-19 and crude oil prices drive the US economic policy uncertainty? 2020; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.48550/ARXIV.2003.07591>
- [32] Onali E. COVID-19 and stock market volatility. *SSRN Electron J* [Internet]. 2020; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3571453>
- [33] Haroon O, Rizvi SAR. COVID-19: Media coverage and financial markets behavior-A sectoral inquiry. *J Behav Exp Finance* [Internet]. 2020;27(100343):100343. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbef.2020.100343>
- [34] Granger CWJ. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica* [Internet]. 1969;37(3):424. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2307/1912791>
- [35] Diks C, Panchenko V. A new statistic and practical guidelines for nonparametric Granger causality testing. *J Econ Dyn Control* [Internet]. 2006;30(9–10):1647–69. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jedc.2005.08.008>
- [36] Coronado S, Jimenez-Rodriguez R, Rojas O. An empirical analysis of the relationships between crude oil, gold and stock markets. *Energy J* [Internet]. 2018;39(01). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5547/01956574.39.si1.scor>
- [37] Oronado S, Fullerton TM, Rojas O. A Nonlinear Empirical Analysis of Oil Price Co-movements. *International Journal of Energy Economics and Policy* [Internet]. 2018;8(3):290–4. Disponible en: <https://www.econjournals.com/index.php/ijeeep/article/view/6248>
- [38] Valdés Medina FE, Saavedra García ML, Gutiérrez Navarro AA. Análisis del impacto de la pandemia COVID-19 en las cotizaciones de las empresas farmacéuticas listadas en el índice NYSE. *Cuad Econ* [Internet]. 2021;40(85). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/cuad.econ.v40n85.90900>