

Riesgo y rendimiento de un portafolio diversificado en México pospandemia

José Carlos Espinoza*

Tania Alejandra Olvera Viera**

Danya Paola Ramos Pérez***

(Recibido: enero, 2023/Aceptado: abril, 2023)

Resumen

En el presente artículo se analiza el riesgo y el rendimiento de un portafolio diversificado en el mercado bursátil mexicano, esto a través del cálculo del riesgo sistemático y el ratio de Sharpe para realizar un comparativo entre la situación prepandemia y pospandemia, considerando datos de agosto de 2017 a julio de 2022. Se ha encontrado que si bien, un portafolio diversificado en México ha incrementado sus niveles de riesgo y rendimiento en la situación pospandemia, no existe suficiente evidencia que demuestre la presencia de un cambio estadísticamente significativo entre la situación prepandemia y pospandemia, por lo cual se concluye que el mercado bursátil en México se ajustó rápidamente, lo cual pudiera ser una prueba indirecta de la hipótesis de los mercados eficientes.

Palabras clave: teoría del portafolio; riesgo sistemático; ratio de Sharpe; Covid-19.

Clasificación JEL: G01; G11; G32.

* Universidad Autónoma de Nuevo León, México. <https://orcid.org/0000-0001-6718-9336>; jose.espinozabr@uanl.edu.mx

** Universidad Autónoma de Nuevo León, México. <https://orcid.org/0000-0002-4864-8346>; tania.olveravr@uanl.edu.mx

*** Universidad Autónoma de Nuevo León, México. danya.ramospr@uanl.edu.mx

Risk and return of a diversified portfolio in the post-pandemic Mexico

Abstract

This article aims to analyze the risk and return of a diversified portfolio in the Mexican stock market through the estimation of the systematic risk and the Sharpe ratio to make a comparison between the pre-pandemic and post-pandemic situation. Data from August 2017 to July 2022 have been considered. It has been found that although a diversified portfolio in Mexico has increased its risk and return levels in the post-pandemic situation, there is not enough evidence to determine the presence of a statistically significant change between the pre-pandemic and post-pandemic situations. It is concluded that the stock market in Mexico adjusted rapidly, which could be indirect evidence for the efficient markets hypothesis.

Keywords: portfolio theory; systematic risk; Sharpe ratio; Covid-19.

JEL classification: G01; G11; G32.

1. Introducción

El desarrollo matemático de la teoría del portafolio ha sido uno de los mayores avances dentro del área de las finanzas en el siglo XX. Dicha teoría fue desarrollada por Markowitz (1952) y en ella, la diversificación es un componente clave debido a que la construcción de un portafolio contempla el riesgo y rendimiento individual, así como la correlación entre los activos financieros incluidos en el portafolio.

El proceso de diversificación consiste en la combinación de distintos activos financieros en un portafolio de inversión con el fin de alcanzar menores niveles de riesgo que el mismo riesgo individual de dichos activos. Lo anterior, siempre y cuando el coeficiente de correlación entre los activos financieros sea distinto de uno, es decir, que no se tenga una correlación perfecta positiva (Elton *et al.*, 2014).

La presente investigación tiene como objetivo realizar una medición del riesgo y del rendimiento de un portafolio diversificado en el mercado bursátil mexicano para el periodo 2017-2022, del 1 de agosto de 2017 al 29 de julio de 2022, donde el punto central del horizonte temporal es el

anuncio de la pandemia Covid-19 como “emergencia de salud pública de alcance internacional” por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 30 de enero de 2020 (Escudero *et al.*, 2020).

En específico, se busca determinar el riesgo y rendimiento de un portafolio diversificado prepandemia y compararlo con un mismo portafolio pospandemia, con el fin de encontrar si existen diferencias estadísticas significativas que muestren la evidencia de un panorama bursátil distinto debido a la pandemia.

La hipótesis es que la pandemia ha provocado cambios significativos en el sistema financiero, en particular, es de esperarse un cambio significativo en el riesgo y rendimiento de un portafolio diversificado en México debido a la pandemia. Dicha hipótesis será contrastada con un análisis de varianza (ANOVA). Lo anterior cobra importancia ya que el Covid-19 ha creado incertidumbre en los mercados financieros internacionales (Outlaw *et al.*, 2021), por lo que el estudio de los efectos del Covid-19 sobre los precios y niveles de riesgo en el sector financiero es un tema de relevancia actual.

El texto está estructurado de la siguiente manera, primero se muestra la evidencia empírica de lo acontecido en los mercados bursátiles a nivel internacional, posteriormente se muestra la metodología empleada en el artículo, luego se detallan los resultados, y finalmente se señalan las conclusiones.

2. Mercados bursátiles a nivel internacional

Dado que en la presente investigación se pretende mostrar el panorama general del mercado bursátil mexicano, empleando un portafolio diversificado, a medida de evidencia empírica respecto a lo acontecido en los mercados bursátiles a nivel internacional posterior a la pandemia, a continuación, se describen los hallazgos de mayor relevancia a nivel internacional en el mercado bursátil.

Primero se muestran los estudios que han analizado algún índice bursátil. Belhassine y Karamti (2021) han encontrado que debido al Covid-19 ha existido mayor volatilidad en los principales índices bursátiles a nivel mundial y debido a la presencia de movimientos relacionados entre ellos, no recomiendan la construcción de portafolios que incluyan dichos índices, al menos que incorporen en su cartera, activos como el petróleo o criptomonedas como el Bitcoin. Para ello han empleado datos diarios entre el 2 de enero de 2018 y el 7 de junio de 2021, contemplando los índices bursátiles, S&P 500,

Euro STOXX 50, SSE, representativos de Estados Unidos, Europa y China, respectivamente.

Por su parte, Abuzayed *et al.* (2021) han estudiado los principales índices de Estados Unidos, Italia, España, Alemania, China, Francia, Reino Unido, Turquía, Suiza, Bélgica, Países Bajos, Canadá, Austria y Corea del Sur, con datos del 7 de enero de 2016 y al 1 de julio de 2020, concluyendo que con la pandemia Covid-19 se ha dado un incremento en el riesgo sistemático, por lo que habría que fomentar la resiliencia de los mercados financieros.

Mientras que, Choi (2022) ha examinado la volatilidad generada por la crisis económica mundial de 2008 y por la pandemia del Covid-19 en los mercados bursátiles de Corea del Sur, Japón, China y Estados Unidos, a través de los índices KOSPI, NILKKEI225, SSEC y S&P 500, respectivamente. Donde ha encontrado la presencia de una conexión dinámica en función del tiempo entre dichos mercados de valores, y en época de crisis, Estados Unidos ha sido un transmisor neto de volatilidad y los mercados asiáticos han sido receptores netos.

Por otro lado, Bouri *et al.* (2022) han analizado las medidas de contingencia sanitaria derivadas del Covid-19 en Nueva Zelanda y su repercusión en el mercado financiero, donde han encontrado que el confinamiento ha tenido un impacto positivo en el mayor índice bursátil del país, el NZ50, a diferencia de las medidas relacionadas al paquete de estímulos económicos y la cancelación de viajes internacionales, las cuales no han tenido impacto en el mercado. Para ello han empleado datos diarios del 1 de enero de 2019 al 25 de agosto de 2020.

Por último, Esparcia y López (2022), considerando fondos de inversión cotizados (ETF por sus siglas en inglés) en Estados Unidos, han encontrado que las acciones de las empresas relacionadas al sector salud presentan la mejor relación riesgo-rendimiento por encima del resto de sectores, al menos durante el periodo de estudio, el cual comprende de enero de 2019 a abril de 2021.

Ahora bien, se muestran los estudios relacionados al mercado bursátil, pero que no han utilizado un índice representativo de un país. Wei *et al.* (2022) han estudiado el efecto de la pandemia Covid-19 sobre los mercados del petróleo y del oro, empleando datos del mercado de Futuros de Londres, han concluido que la pandemia ha tenido un impacto positivo en la volatilidad de ambos activos, sin embargo, el petróleo ha sido más vulnerable a dichos cambios, así mismo, han estimado que la misma pandemia ha generado un efecto positivo en la correlación existente entre dichos activos.

Por su parte, Aliu *et al.* (2022) han analizado la construcción de portafolios de inversión con la incorporación de acciones, divisas, criptomonedas y materias primas durante la pandemia del Covid-19, donde han encontrado que la incorporación de acciones reduce considerablemente el riesgo individual del resto de activos financieros estudiados, reduciendo en mayor medida el riesgo de una cartera conformada por criptomonedas, seguida por una cartera de divisas y finalmente por una cartera de materias primas, por lo que concluyen que la diversificación permite optimizar diversas carteras de inversión.

A continuación se muestran los estudios existentes tomando en cuenta el mercado bursátil mexicano y los efectos de la pandemia. Liu *et al.* (2022) han examinado el contagio de riesgos entre los 16 mercados bursátiles más importantes del mundo durante la pandemia, tomando en cuenta los mercados de Inglaterra, la Eurozona, Noruega, Alemania, España, Suiza, Australia, China, Hong Kong, India, Corea del Sur, Japón, Brasil, Canadá, USA y México. Donde han concluido que la pandemia Covid-19 ha incrementado los efectos de contagio del riesgo en dichos mercados, lo cual puede durar entre 6 y 8 meses.

Mientras que, Samaniego *et al.* (2022) han encontrado que el Covid-19 ha tenido un impacto positivo en el rendimiento de 422 acciones de empresas del sector automotriz para 29 países, entre ellos México, con datos del cuarto trimestre de 2017 al primer trimestre de 2022.

Es así, que en prácticamente todos los estudios a nivel internacional, se ha encontrado que la incertidumbre generada por la pandemia del Covid-19 ha tenido un impacto significativo en la volatilidad y por ende, en los rendimientos obtenidos en un mercado bursátil, por lo que, en la presente investigación se tiene la hipótesis de que la pandemia ha provocado un cambio significativo en el riesgo y el rendimiento de un portafolio diversificado en México.

3. Metodología

La metodología empleada contempla la teoría del portafolio desarrollada por el economista estadounidense Harry Markowitz, ganador del premio nobel de economía en 1990.

En particular, a partir de las fórmulas generales para obtener el riesgo y el rendimiento de un portafolio se ha construido un portafolio diversificado contemplando todas las acciones para las cuales se puede calcular un riesgo y un rendimiento para el periodo que abarca del 1 de agosto de 2017 al 29 de julio de 2022.

Por lo tanto, de las 141 empresas listadas en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) al 1 de Septiembre de 2022, se ha construido un portafolio con 102 acciones, las lista de acciones se puede consultar al final del documento en la sección de “Anexos”. Se han empleado las ecuaciones de la teoría del portafolio para calcular el riesgo y rendimiento del mismo, las cuales están expresadas en las ecuaciones [1] y [2], respectivamente (Markowitz, 1952).

$$\sigma_p^2 = E[r_p - \bar{r}_p]^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j \sigma_{ij} = \sum_{i=1}^N x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N x_i x_j \sigma_{ij} \quad (1)$$

$$\bar{r}_p = E[r_p] = \sum_{i=1}^N x_i \bar{r}_i \quad (2)$$

Donde σ_p^2 y r_p se refieren a la varianza y al rendimiento del portafolio p , respectivamente, x_i y x_j son la ponderación del activo i y j en el portafolio p , σ_i^2 representa la varianza del activo i y σ_{ij} la covarianza entre los activos i y j .

Es importante destacar que la fórmula del rendimiento representa una medida absoluta, por lo que más adelante se explicará la manera en que se cuantificará el rendimiento relativo del portafolio respecto al riesgo.

Por otro lado, tomando en cuenta que el portafolio diversificado se construye con ponderaciones iguales, el cálculo del riesgo de un portafolio mostrado en la ecuación 1, se puede simplificar, por lo que el riesgo del portafolio se puede estimar a partir de la ecuación 3 (Elton *et al.*, 2014).

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{N}\right)^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N \left(\frac{1}{N}\right)^2 \sigma_{ij} = \frac{1}{N} \bar{\sigma}_i^2 + \frac{N-1}{N} \bar{\sigma}_{ij} \quad (3)$$

Donde N es el número de activos a incorporar en el portafolio, $\bar{\sigma}_i^2$ es la varianza promedio del activo i y $\bar{\sigma}_{ij}$ es la covarianza promedio entre el activo i y j . Por lo tanto, el riesgo del portafolio está compuesto por la varianza individual promedio y la covarianza promedio. Sin embargo, a medida que N se incrementa, el riesgo del portafolio se puede reducir al cálculo de la covarianza promedio.

Lo anterior es fundamental en teoría del portafolio y la conclusión es que, a medida que se incrementa el número de activos en un portafolio, el riesgo individual puede ser diversificado, sin embargo, el riesgo originado

por las covarianzas no. En otras palabras, existe un riesgo no diversificable, el riesgo sistemático.

Como se ha comentado anteriormente, en la estimación del rendimiento del portafolio será necesario realizar un cálculo adicional, ya que se empleará el ratio de Sharpe, medida que indica la rentabilidad de un portafolio por unidad de riesgo (Sharpe, 1966), el cual fue desarrollado a partir de lo postulado por Markowitz (1952) y Tobin (1958), quienes establecieron la teoría del portafolio y el teorema de la separación, respectivamente. Dicho indicador está expresado en la ecuación 4.

$$S = \frac{r_p - r_f}{\sigma_p} \quad (4)$$

Donde r_p es el rendimiento del portafolio y es calculado a través de la ecuación 2, r_f es la tasa libre de riesgo y σ_p el riesgo del portafolio.

Si bien, existen diversos indicadores para estimar la rentabilidad de un portafolio, tales como el ratio de Treynor (Treynor y Mazuy, 1966) o el Alfa de Jensen (Jensen, 1968), los cuales al igual que el ratio de Sharpe toman en cuenta una tasa libre de riesgo, pero en lugar de expresarlo respecto al riesgo del portafolio a través de la desviación estándar lo hacen respecto a la beta del portafolio calculada. Dado el objetivo de la presente investigación, resulta conveniente la utilización del ratio de Sharpe.

En resumen, para estimar el riesgo del portafolio se han considerado las ecuaciones 3 y 4, empleando datos diarios del precio de cierre de cada acción y con dicho precio se ha obtenido el riesgo 3 y el rendimiento promedio de manera mensual, para lo cual, una vez obtenido el rendimiento promedio del portafolio se ha calculado el ratio de Sharpe 4, indicador imprescindible de rentabilidad para un inversionista, ya que indica el rendimiento del portafolio en unidades de riesgo considerando una tasa libre de riesgo.

Es así, que se tendrá el cálculo de un riesgo sistemático y un rendimiento mensual para 60 meses, 30 en situación prepandemia y 30 en pospandemia, con lo cual se hará un comparativo y un ANOVA con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas en el portafolio debido a la contingencia sanitaria mundial.

Para llevar a cabo el ANOVA se ha utilizado e-views, donde la prueba compara estadísticamente la media entre dos o más poblaciones y la hipótesis nula del ANOVA es que la media de las distintas poblaciones es igual (Wackerly, Mendenhall & Scheaffer, 2008). En particular, en el presente artículo se cuenta con dos poblaciones las cuales han sido determinadas a partir de la agrupación

de los datos en prepandemia y pospandemia, para lo cual se ha determinado como punto de inflexión, el anuncio de la OMS del 30 de enero de 2020.

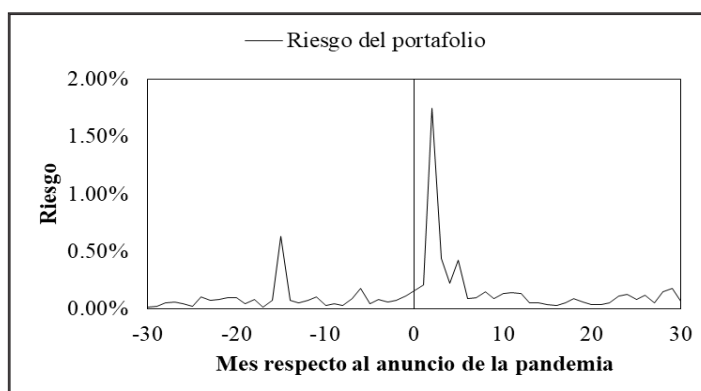
Por su parte, los datos el precio de las acciones han sido tomados del sitio Yahoo Finance (2022) y la tasa libre de riesgo se obtuvo de Banxico (2022), en particular se empleó la tasa de rendimiento anual de los Cetes a 28 días. Todos los datos se calcularon mensualmente por lo que cada tasa se puede interpretar como el promedio diario mensual.

3.1 Resultados

La sección de resultados se presenta en dos apartados, en el primero se muestra el comportamiento del riesgo y rendimiento del portafolio diversificado para el periodo considerado, en el segundo se lleva a cabo el comparativo estadístico entre la situación prepandemia y la situación pospandemia.

3.2 Riesgo y rendimiento

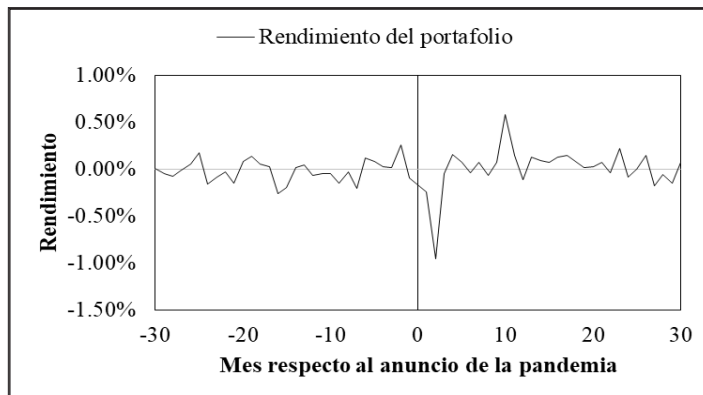
Como ya se ha indicado en la sección de la metodología, el riesgo del portafolio ha sido calculado a partir de la covarianza promedio entre los activos financieros. Por lo que, considerando que el portafolio fue construido con 102 acciones de la BMV se han calculado 5 151 covarianzas de manera mensual y dado que se contemplan 60 meses en el horizonte temporal de análisis, se han calculado 309 060 covarianzas en total.



Fuente: elaboración propia con datos de Yahoo Finance (2022).

Figura 1
Riesgo del portafolio

En la figura 1 se muestra el comportamiento del riesgo del portafolio diversificado, el cual ha tenido un comportamiento sinusoidal pero con dos grandes incrementos en la volatilidad, en octubre de 2018 y en marzo de 2022. Donde octubre de 2018 fue considerado como “un octubre negro” debido a que la BMV acumuló unas pérdidas de 11.23% durante el mes (El Economista, 2018), ocasionado por la corrección de Wall Street, la guerra comercial y el temor a una desaceleración económica a nivel internacional (Expansión, 2018). Mientras que en marzo de 2022, además del anuncio del Covid-19 como “pandemia” de manera oficial el 11 de marzo de 2020 por parte de la OMS (Escudero *et al.*, 2020), el gobierno de México comunicó el 14 de marzo del mismo año la suspensión de clases y recomendó la suspensión de actividades no esenciales con el fin de fomentar el trabajo a distancia (El País, 2020). Es así, que en un comparativo gráfico se alcanza a apreciar que el riesgo ha sido mayor en la situación pospandemia que en la situación prepandemia, lo cual será contrastado estadísticamente más adelante.



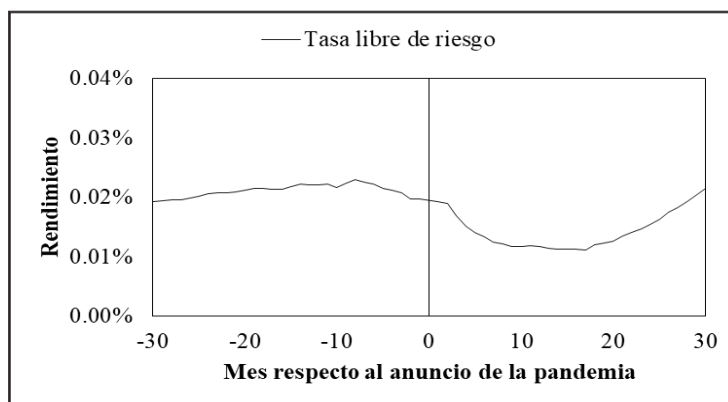
Fuente: elaboración propia con datos de Yahoo Finance (2022).

Figura 2
Rendimiento del portafolio.

Ahora bien, calculando el rendimiento promedio del portafolio diversificado se ha obtenido la figura 2, en la cual se observa el comportamiento del rendimiento durante los 60 meses de estudio. En dicha figura se destaca la caída del rendimiento promedio durante marzo de 2020, como ya se ha comentado, debido a la pandemia Covid-19.

Sin embargo, hay que recordar que en figura 2 solamente se muestra el rendimiento promedio y no es como tal un adecuado indicador de rentabilidad

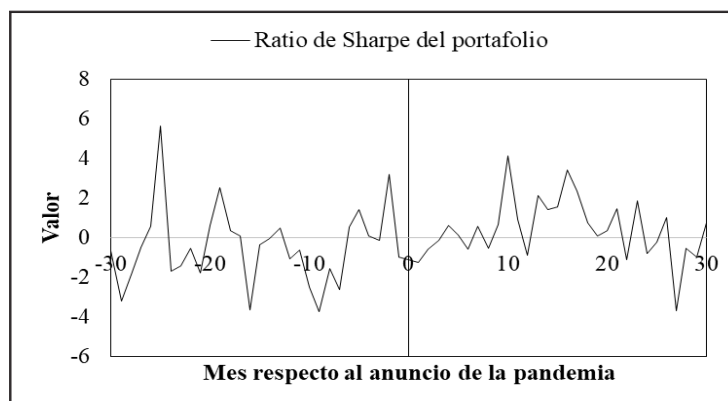
para un inversionista, ya que habría que precisar la incorporación de la tasa libre de riesgo y expresarlo en términos del riesgo, lo cual será estimado a través de la ratio de Sharpe.



Fuente: elaboración propia con datos de Banxico (2022).

Figura 3
Tasa libre de riesgo

Pero antes de mostrar el ratio de Sharpe se representa en la figura 3 el comportamiento de la tasa libre de riesgo, es decir, del rendimiento diario mensual de los Cetes a 28 días a lo largo del periodo considerado, donde se observa un ligero comportamiento sinusoidal y una reducción de las tasas posterior a la pandemia, aunque en los últimos periodos se ha incrementado debido a la dinámica económica internacional.



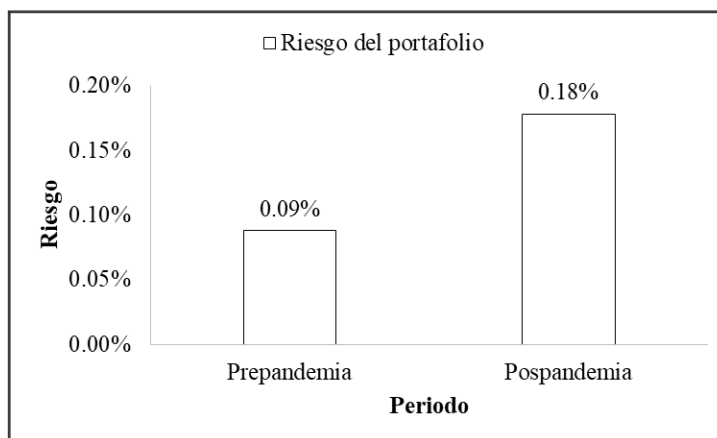
Fuente: elaboración propia con datos de Yahoo Finance (2022).

Figura 4
Ratio de Sharpe del portafolio

En la figura 4 se observa el comportamiento del ratio de Sharpe durante los 60 meses de estudio, donde resalta un hecho en particular, la diferencia entre la situación prepandemia y pospandemia. Si bien, posterior a la pandemia hubo una caída en el rendimiento del portafolio diversificado, se puede apreciar que dicho rendimiento ha sido mayor en la situación pospandemia que en la situación prepandemia, lo cual será probado estadísticamente a continuación.

4. Comparativo entre prepandemia y pospandemia

Una vez mostradas las tendencias del riesgo y del rendimiento del portafolio diversificado construido con 102 acciones de la BMV, a continuación se plasman los resultados que se derivan de la agrupación de los mismos en situación prepandemia y pospandemia. Los resultados completos con periodicidad mensual se han incorporado en los “Anexos”.

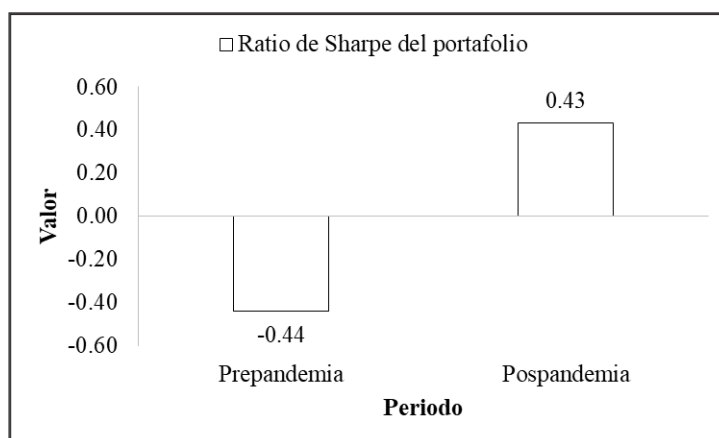


Fuente: elaboración propia con datos de Yahoo Finance (2022).

Figura 5
Comparativo del riesgo prepandemia y pospandemia

En la figura 5 se muestra el riesgo diario mensual promedio durante los 30 meses prepandemia y los 30 meses pospandemia. Los datos son evidentes, el riesgo de un portafolio diversificado en el mercado bursátil mexicano se ha duplicado, lo cual se explica debido a la incertidumbre que se genera en los mercados financieros con una situación de crisis global como lo ha

sido la pandemia Covid-19. No obstante, una cosa son los resultados descriptivos y otra la inferencia, por lo cual más adelante se contrasta estadísticamente el hecho anterior.



Fuente: elaboración propia con datos de Yahoo Finance (2022) y de Banxico (2022).

Figura 6
Comparativo del ratio de Sharpe prepandemia y pospandemia

Por su parte, en la figura 6 se representa el comparativo entre el rendimiento prepandemia y pospandemia, calculado a partir del ratio de Sharpe, donde se observa que el rendimiento se ha incrementado. En ésta figura resalta que en los meses prepandemia se tuvo un rendimiento negativo y en pospandemia se obtuvo un rendimiento positivo.

Lo anterior en concordancia con lo esperado en la teoría financiera, es decir, hay una consistencia entre la relación riesgo-rendimiento, donde es de esperarse que a mayor riesgo, mayor rendimiento.

A continuación se lleva a cabo el ANOVA para comprobar estadísticamente si existe diferencia significativa entre las medias de prepandemia y pospandemia. Se han hecho las pruebas de normalidad de los datos y se ha obtenido que el riesgo no ha tenido un comportamiento normal, en cambio el ratio de Sharpe ha mostrado normalidad en los datos. Los resultados de dichas pruebas se encuentran en los "Anexos". Por lo tanto, para el riesgo se ha empleado el estadístico de Welch, mientras que para el ratio de Sharpe se ha empleado el estadístico F del ANOVA.

Tabla 1
Resultados del ANOVA

Variable	Estadístico	p-value
Riesgo del portafolio	2.224331	0.1446
Ratio de Sharpe del portafolio	3.665877	0.0605

Fuente: elaboración propia con datos de Yahoo Finance (2022) y de Banxico (2022).

La tabla 1 muestra los resultados del comparativo, el cual indica que ninguna de las variables, ni el riesgo ni el rendimiento han sufrido un cambio significativo entre la situación prepandemia y la situación pospandemia, considerando un p-value del 1%. No obstante, el ratio de Sharpe del portafolio es significativo al 10%, sin embargo, dicho valor de significancia es muy alto.

Un hecho interesante del análisis es que, una vez realizado el ANOVA sobre el riesgo del portafolio entre los 30 meses prepandemia y los 30 meses pospandemia, se ha llevado a cabo el análisis iteradamente a escala más pequeña, llegando a hacer el comparativo estadístico entre los 29 meses antes y 29 después, luego entre los 28 antes y 28 después y así sucesivamente hasta encontrar el punto en el que ha existido una diferencia significativa entre la situación prepandemia y pospandemia, y esto se ha encontrado hasta el comparativo entre dos meses antes y dos meses después, lo cual no es casualidad, debido a que fue en el mes de Marzo de 2020 cuando el gobierno de México implementó medidas restrictivas de distanciamiento social, como ya se ha comentado anteriormente. No obstante, dichos resultados carecen de validez estadística por el número de datos contemplados, es decir, en el caso de los dos meses previos y posteriores solamente se hace el comparativo con cuatro datos, por lo cual hacer inferencia estadística, en el mejor de los casos, sería asintóticamente válido.

5. Conclusiones

En la presente investigación se ha encontrado que, si bien los niveles de riesgo y de rendimiento de un portafolio diversificado en México se han incrementado en la situación pospandemia, respecto a la situación prepandemia, no existe suficiente evidencia estadística que demuestre que los niveles de riesgo y de rendimiento cambiaron significativamente con la pandemia.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis inicialmente planteada, ya que no existe evidencia suficiente de que la pandemia ha provocado cambios significativos en el riesgo y rendimiento de un portafolio diversificado en México.

Por otro lado, se puede llegar a una conclusión de manera indirecta, este trabajo es un estudio que aporta evidencia indirecta sobre la confirmación de la hipótesis de los mercados eficientes, la cual indica que, en un mercado financiero eficiente, los precios de los activos reflejan toda la información relevante para tomar decisiones de inversión (Fama, 1965). Es decir, si bien la pandemia impactó en el mercado bursátil mexicano en el corto plazo, el mercado se ajustó rápidamente y los inversionistas racionalmente consideraron la información existente, con ello los precios de los activos incorporaron la información del mercado así como el contexto nacional e internacional, por lo que, un portafolio de inversión diversificado en México ahora ofrece mayor rendimiento pero con una mayor incertidumbre, pero la situación no es estadísticamente diferente a la situación prepandemia, en otras palabras, el mercado no cambió, se ajustó.

Finalmente, se indica que la principal limitación del estudio ha sido la delimitación del horizonte temporal analizado, en particular los periodos en los que se calculó la covarianza, la cual ha sido cuantificada mensualmente, por lo que existe la posibilidad de que los resultados pudieran ser distintos, si la covarianza se calculara quincenalmente o incluso semanalmente.

Referencias

- Abuzayed, Bana, Elie Bouri; Nedal Al-Fayoumi y Najj Jalkh (2021). Systemic risk spillover across global and country stock markets during the COVID-19 pandemic. *Economic Analysis and Policy*, vol. 71, pp. 180-197, <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.04.010>.
- Aliu, Florin, Ujkan Bajra y Naim Preniqi (2022). Analysis of diversification benefits for cryptocurrency portfolios before and during the COVID-19 pandemic. *Studies in Economics and Finance*, vol. 39, No. 3, pp. 444-457. <https://doi.org/10.1108/SEF-05-2021-0190>.
- Banxico (2022). Valores Gubernamentales. Disponible en: <https://www.banxico.org.mx>

- Belhassine, Olfa y Chiraz Karamti (2021). Contagion and portfolio management in times of COVID-19. *Economic Analysis and Policy*, vol. 72, p. 73-86. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.07.010>.
- Bouri, Elie, Muhammad Abubakr Naeem, Safwan Mohd Nor, Imen Mbarki & Tareq Saeed (2022). Government responses to COVID-19 and industry stock returns. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, vol. 35, No. 1, pp. 1967-1990. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.1929374>.
- Choi, Sun-Yong (2022). Volatility spillovers among Northeast Asia and the US: Evidence from the global financial crisis and the COVID-19 pandemic. *Economic Analysis and Policy*, vol. 73, pp. 179-193 <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.11.014>.
- Elton, Edwin; Martin Gruber; Stephen Brown y William Goetzmann (2014). *Modern portfolio theory and investment analysis*. (Novena edición). Wiley.
- El Economista (2018). Bolsa Mexicana de Valores cerró con alza de 0.93%; reportó octubre negro al acumular caída. Publicado el 31 de octubre de 2018. Disponible en: <https://www.economista.com.mx/mercados/Bolsa-Mexicana-de-Valores-cerro-con-alza-de-0.93-reporto-octubre-negro-al-acumular-caida-20181031-0079.html>.
- El País (2020). México suspende las clases por un mes y pide trabajar desde casa para mitigar la epidemia. Publicado el 14 de marzo de 2020. Disponible en: <https://elpais.com/sociedad/2020-03-14/mexico-adelanta-y-alarga-las-vacaciones-de-semana-santa-para-contener-la-epidemia.html>.
- Esparcia, Carlos y Raquel López (2022). Outperformance of the pharmaceutical sector during the COVID-19 pandemic: Global time-varying screening rule development. *Information Sciences*, vol. 609, pp. 1181-1203. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2022.07.146>.
- Expansión (2018). Octubre negro para las bolsas mundiales: pierden 4,5 billones. Publicado el 1 de noviembre de 2018. Disponible en: <https://www.expansion.com/mercados/2018/11/01/5bda1c13e5fdeaba028b45cd.html>.
- Escudero, Xavier; Jeannette Guarner; Arturo Galindo-Fraga; Mara Escudero-Salamanca; Marco Alcocer-Gamba y Carlos Del Río (2020). La pandemia de Coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19): Situación actual e implicaciones para México. *Archivos de Cardiología de México*, vol. 90, supl. 1, pp. 7-14. <https://doi.org/10.24875/acm.m20000064>.
- Fama, Eugene (1965). The Behavior of Stock-Market Prices. *The Journal of Business*, vol. 38, No. 1, pp. 34-105. <https://www.jstor.org/stable/2350752>.
- Jensen, Michael (1968). The performance of mutual funds in the period 1945-1964. *The Journal of Finance*, vol. 23, No. 2, pp. 389-416. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1968.tb00815.x>.

- Liu, Yuntong; Yu Wei, Qian Wang y Yi Liu (2022). International stock market risk contagion during the COVID-19 pandemic. *Finance Research Letters*, vol. 45. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102145>.
- Markowitz, Harry (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, vol. 7, No. 1, pp. 77-91. <https://doi.org/10.2307/2975974>.
- Outlaw, Dominique, Aimee Hoffmann y Na Wang (2021). The Implications of Contemporary Research on COVID-19 for Volatility and Portfolio Management. *The Journal of Portfolio Management*, vol. 47, No. 9, pp. 159-177. <https://doi.org/10.3905/jpm.2021.1.282>.
- Samaniego, Jesús, Roberto Santillán-Salgado y Luis Escobar (2022). The Global Automotive Industry Stock Returns during the COVID-19 Pandemic. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas, Nueva Época*, vol. 17, No. 4, pp. 1-21. <https://doi.org/10.21919/remef.v17i4.800>.
- Sharpe, William (1966). Mutual Fund Performance. *The Journal of Business*, vol. 39, No. 1, pp. 119-138. <https://www.jstor.org/stable/2351741>.
- Tobin, James (1958). Liquidity preference as behavior towards risk. *Review of Economic Studies*, vol. 25, No. 2, pp. 65-86. <https://doi.org/10.2307/2296205>.
- Treynor, Jack y Kay Mazuy (1966). Can mutual funds outguess the market? *Harvard Business Review*, vol. 44, No. 4, pp. 131-136.
- Wackerly, Dennis, William Mendenhall & Richard Scheaffer (2008). *Mathematical Statistics with Applications*. Séptima edición. Cengage Learning.
- Wei, Yu, Zhuo Wang, Dongxin Li y Xiaodan Chen (2022). Can infectious disease pandemic impact the long-term volatility and correlation of gold and crude oil markets? *Finance Research Letters*, vol. 47. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102648>.
- Yahoo Finance (2022). Historical Prices. Disponible en: <https://finance.yahoo.com>.

Anexos:

Lista de empresas incluidas en el portafolio de inversión por clave de pizarra

AC	BAFAR	CULTIBA	GFNORTE	IDEAL	OMA	TLEVISA
ACTINVR	BBAJIO	CYDSASA	GICSA	INVEX	ORBIA	TMM
AEROMEX	BBVA	DINE	GIGANTE	KIMBER	PASA	TS
AGUA	BIMBO	ELEKTRA	GISSA	KUO	PE&OLES	UNIFIN
ALEATIC	BOLSA	FEMSA	GMD	LAB	PINFRA	URBI
ALFA	BSMX	FINAMEX	GMEXICO	LACOMER	POCHTEC	VALUEGF
ALPEK	CEMEX	FINDEP	GNP	LALA	POSADAS	VASCONI
ALSEA	CERAMIC	FRAGUA	GPROFUT	LAMOSA	PROCORP	VESTA
AMX	CHDRAUI	GAP	GRUMA	LIVEPOL	Q	VINTE
ARA	CIDMEGA	GBM	GSANBOR	MEDICA	R	VITRO
ASUR	CIE	GCARSO	HCITY	MEGA	RLH	VOLAR
AUTLAN	CMOCTEZ	GCC	HERDEZ	MFRISCO	SIMEC	WALMEX
AXTEL	CMR	GENTERA	HOMEX	MINSA	SORIANA	
AZTECA	CONVER	GFAMSA	HOTEL	MONEX	SPORT	
BACHOCO	CUERVO	GFINBUR	ICH	NEMAK	TEAK	

Pruebas de normalidad

Variable	Jarque-Bera
Riesgo del portafolio	3390.09
Rendimiento del portafolio	345.34
Tasa libre de riesgo	7.13
Ratio de Sharpe del portafolio	4.13*

*Indica significancia al 1%.

Resultados mensuales

Mes	Riesgo	Rendimiento	Libre de riesgo	Ratio de Sharpe
-30	0.02%	0.01%	0.02%	-0.66865465
-29	0.02%	-0.05%	0.02%	-3.17816359
-28	0.05%	-0.08%	0.02%	-1.84564039
-27	0.06%	-0.01%	0.02%	-0.48825176
-26	0.05%	0.05%	0.02%	0.590825875
-25	0.03%	0.18%	0.02%	5.664889573
-24	0.11%	-0.16%	0.02%	-1.69958919
-23	0.08%	-0.09%	0.02%	-1.41366964
-22	0.09%	-0.03%	0.02%	-0.54110694
-21	0.10%	-0.15%	0.02%	-1.76874789
-20	0.10%	0.08%	0.02%	0.620372347
-19	0.04%	0.13%	0.02%	2.524991975
-18	0.09%	0.05%	0.02%	0.378542866
-17	0.02%	0.02%	0.02%	0.106197489
-16	0.08%	-0.26%	0.02%	-3.63279341
-15	0.63%	-0.20%	0.02%	-0.35043446
-14	0.08%	0.02%	0.02%	-0.04163289
-13	0.05%	0.05%	0.02%	0.478060418
-12	0.08%	-0.06%	0.02%	-1.07733443
-11	0.11%	-0.04%	0.02%	-0.60896232
-10	0.03%	-0.05%	0.02%	-2.46328213
-9	0.05%	-0.15%	0.02%	-3.7294601
-8	0.03%	-0.03%	0.02%	-1.52930716
-7	0.09%	-0.21%	0.02%	-2.60899378
-6	0.18%	0.12%	0.02%	0.531356094
-5	0.04%	0.09%	0.02%	1.428662972
-4	0.08%	0.03%	0.02%	0.083973097
-3	0.06%	0.01%	0.02%	-0.13628103
-2	0.08%	0.26%	0.02%	3.186042734
-1	0.11%	-0.09%	0.02%	-0.99015649
1	0.21%	-0.24%	0.02%	-1.25164613
2	1.75%	-0.96%	0.02%	-0.56041026
3	0.44%	-0.05%	0.02%	-0.14709705
4	0.23%	0.16%	0.02%	0.627793497
5	0.43%	0.07%	0.01%	0.138463643
6	0.09%	-0.04%	0.01%	-0.56415637
7	0.10%	0.07%	0.01%	0.590844812
8	0.15%	-0.07%	0.01%	-0.52263327
9	0.09%	0.07%	0.01%	0.655949499
10	0.14%	0.58%	0.01%	4.131840059
11	0.14%	0.14%	0.01%	0.918716747
12	0.14%	-0.11%	0.01%	-0.87780325
13	0.06%	0.13%	0.01%	2.131913163
14	0.06%	0.09%	0.01%	1.432281046
15	0.04%	0.07%	0.01%	1.544127919
16	0.03%	0.13%	0.01%	3.408124316
17	0.06%	0.15%	0.01%	2.347796771
18	0.10%	0.08%	0.01%	0.758494499
19	0.06%	0.02%	0.01%	0.09561283
20	0.04%	0.03%	0.01%	0.357452482
21	0.04%	0.07%	0.01%	1.450617828
22	0.05%	-0.04%	0.01%	-1.10083341
23	0.11%	0.22%	0.01%	1.85822791
24	0.13%	-0.09%	0.02%	-0.7893039
25	0.09%	0.00%	0.02%	-0.22861495
26	0.12%	0.15%	0.02%	1.03874743
27	0.05%	-0.18%	0.02%	-3.69932415
28	0.15%	-0.06%	0.02%	-0.52116363
29	0.18%	-0.15%	0.02%	-0.95463222
30	0.07%	0.07%	0.02%	0.770312776