

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

**ANÁLISIS DE LOS MERCADOS EMERGENTES BRICS EN
PANDEMIA Y POST PANDEMIA**

**ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO Y RIESGO DE LOS ÍNDICES
REFERENCIALES DE LOS BRICS Y EVALUACIÓN DEL
CONTAGIO SISTÉMICO ENTRE LOS PAÍSES QUE CONFORMAN
EL GRUPO BRICS VERSUS EL ÍNDICE S&P 500 EN PERÍODO
2016 – 2022**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO ECONOMISTA**

ANTONNY JAVIER JIMENEZ AYALA

antonny.jimenez@epn.edu.ec

DIRECTOR: DRA. MARCELA ELIZABETH GUACHAMIN GUERRA

marcela.guachamin@epn.edu.ec

DMQ, febrero 2024

CERTIFICACIONES

Yo, Antony Javier Jimenez Ayala declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

ANTONNY JAVIER JIMENEZ AYALA

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Antony Javier Jimenez Ayala, bajo mi supervisión.

DRA. MARCELA ELIZABETH GUACHAMIN GUERRA
DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

ANTONNY JAVIER JIMENEZ AYALA

DRA. MARCELA ELIZABETH GUACHAMIN GUERRA

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos	3
1.3 Alcance	3
1.4 Marco teórico y empírico.....	3
2 METODOLOGÍA.....	12
2.1 Datos.....	24
2.2 Descripción de las variables.....	25
3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
3.1. Resultados	35
3.1 Conclusiones.....	49
3.2 Recomendaciones.....	50
4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
5 ANEXOS.....	58
ANEXO I.....	59
ANEXO II.....	61
ANEXO III.....	62
ANEXO IV	65

RESUMEN

Los modelos de valoración de activos se usan para evaluar la relación entre riesgo y rendimiento de una acción, a través del coeficiente beta que, es un indicador de la volatilidad de un activo en relación con el mercado. No obstante, el uso de modelos de valoración de activos para evaluar el mercado bursátil de un país en función del mercado global al que pertenece es muy limitado. Este artículo analiza los rendimientos y riesgo sistemático del mercado bursátil de los países del BRICS, de enero del 2016 a marzo del 2022, tomando en consideración posibles contagios financieros entre estos mercados y el índice S&P 500. Para el análisis se utilizó el modelo de tres factores de Fama y French usando las siguientes variables: índices bursátiles MSCI de cada país de los BRICS, índice bursátil MSCI Mundial, índices bursátiles representativos de cada país, índice bursátil MSCI Emergente, y los factores tamaño y valor de cada país. Además, para el análisis de contagio financiero entre estos países y el S&P 500 se utilizó una metodología conformada por la cointegración de Engle y Granger y la prueba de causalidad de Granger. Los mercados brasileño, ruso y sudafricano son más rentables que el mercado mundial, pero conllevan un mayor riesgo, mientras que el mercado indio y chino son menos volátiles que el mercado global. Asimismo, todos los países emergentes BRICS tienen una relación de largo plazo con el índice S&P 500, y existe contagio sistémico por parte del S&P 500 sobre estos países.

PALABRAS CLAVE: valoración de activos, Fama y French, BRICS, Mercados emergentes, riesgo, rendimientos.

ABSTRACT

Asset pricing models are used to assess the relationship between risk and return of a stock through the beta coefficient, which is an indicator of the volatility of an asset relative to the market. However, the use of asset pricing models to evaluate the stock market of a country in relation to the global market to which it belongs is very limited. This article analyzes the returns and systematic risk of the stock markets of BRICS countries from January 2016 to March 2022, taking into consideration potential financial contagions among these markets and the S&P 500 index. For the analysis, the Fama and French three-factor model was used, using the following variables: MSCI stock indices of each BRICS country, MSCI World, representative stock indices of each country, MSCI Emerging Markets, and the size and value factors of each country. In addition, for the analysis of financial contagion between these countries and the S&P 500, a methodology composed of Engle and Granger cointegration, and the Granger causality test was used. The Brazilian, Russian, and South African markets are more profitable than the global market but entail higher risk, while the Indian and Chinese markets are less volatile than the global market. Likewise, all BRICS emerging countries have a long-term relationship with the S&P 500 index, and there is systemic contagion from the S&P 500 to these countries.

KEYWORDS: asset pricing, Fama and French, BRICS, emerging markets, risk, returns.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

Los mercados emergentes han experimentado un crecimiento notable y sostenido durante más de dos décadas, sobresaliendo por su capacidad para adaptarse y su dinamismo. A pesar de su naturaleza económica volátil, estos países proyectan un futuro prometedor (Diaz et al., 2008). Por otro lado, según Britzelmaier (2009), las inversiones en mercados emergentes han ganado considerable relevancia, generando una necesidad de valorarlos. Adicionalmente, según Diaz et al. (2008), se sostiene que estos mercados presentan opciones de inversión más rentables y atractivas en comparación con otras oportunidades en mercados desarrollados.

Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica pertenecen al grupo emergente conocido como BRICS, este grupo resalta por el incremento de su participación en el mercado bursátil internacional. Los BRICS, no son simplemente vistos como naciones en desarrollo, sino como países con un papel cada vez más importante en el escenario económico mundial (Baumann, 2009). Por otro lado, Stuenkel (2016) identificó que los BRICS han pasado por fases evolutivas. En la primera fase (2001-2007), este grupo solo estaba conformado por Brasil, Rusia, India y China y fue impulsado a través de una inversión creada por Goldman Sachs. La segunda fase (2008-2014) integro a Sudáfrica en el grupo, adquiriendo fortaleza política, aunque de carácter informal. El inicio de una tercera fase se marcó en 2015 con un proceso de institucionalización, simbolizado por el lanzamiento del Nuevo Banco de Desarrollo. Además, Cabello et al. (2021) mencionan que los BRICS contribuyen con el 22% del PIB mundial, donde China representa el 13% del total. A pesar de las diferencias entre sus miembros, la colaboración creciente de los BRICS ha consolidado su importancia tanto en el desarrollo global en general como en el progreso de las economías de estos países emergentes.

Bajo este escenario propongo analizar el comportamiento bursátil de los BRICS, por lo que este estudio responderá las siguientes preguntas: i) ¿Cuál es la sensibilidad sistemática que tiene el índice MSCI de cada país miembro de los BRICS ante el comportamiento del mercado global bursátil? ii) Cuál es la incertidumbre sistémica que presentan los principales índices bursátiles de los BRICS frente al comportamiento del mercado emergente?, y iii) existe presencia de contagio sistémico entre el comportamiento del índice MSCI de cada miembro de los BRICS con respecto al índice S&P 500 antes y durante la Pandemia Covid 19?

Eraslan & Assist (2013), Kristjanpoller & Liberona (2010), Dos Santos et al. (2011), Gomes (2017), Ozornov (2015), Research et al. (2001), Xu & Zhang (2014) y Basiewicz & Auret

(2010) han evaluado el comportamiento de los rendimientos de carteras compuestas por empresas de alta, media y baja capitalización en algunos de estos mercados emergentes, teniendo en cuenta la prima por riesgo de mercado, que abarca todas las empresas incluidas en dichas carteras, así como la prima de riesgo por tamaño y la prima de riesgo por valor en libros. Los resultados generales indican que más del 60% de la variación en los rendimientos de estas carteras se atribuye al mercado al que pertenecen. Aunque los factores de tamaño y valor también influyen en los rendimientos, su contribución es relativamente menor, aunque es importante señalar que la significancia y los signos de estos factores pueden variar en relación con la literatura presentada por el modelo de Fama y French de tres factores.

A diferencia de las investigaciones existentes, este estudio pretende aportar al análisis de los rendimientos de los activos financieros más representativos de cada país dentro de los BRICS en relación con los rendimientos de los activos financieros a nivel global. En otras palabras, buscamos identificar el riesgo de mercado a nivel mundial en contraste con el mercado bursátil a nivel nacional. El objetivo principal es determinar la sensibilidad al riesgo de inversión de cada país miembro de los BRICS, teniendo en cuenta el impacto de factores como el tamaño y el valor de mercado de las empresas en cada nación. Además, este estudio identificó la posible presencia de contagio sistémico entre los países que conforman el grupo BRICS y el índice S&P 500, tanto en el periodo previo a la pandemia como durante la misma. Este enfoque integral proporcionará una comprensión más completa de los riesgos asociados con las inversiones en los mercados financieros de los BRICS y su interconexión con los mercados globales, ofreciendo así valiosas perspectivas para la toma de decisiones en un contexto económico complejo.

Este estudio está estructurado de la siguiente manera: en los siguientes párrafos de esta sección se encuentran los objetivos, el alcance y el marco teórico. La sección 2 muestra la metodología, así como la descripción de las variables. En la sección 3, se presentan los resultados, las conclusiones y las recomendaciones, mientras que las referencias bibliográficas están expuestas en la sección 4. Finalmente, los Anexos se presentan en la sección 5.

1.1 Objetivo general

Identificar el rendimiento y riesgo sistemático del mercado bursátil de los BRICS entre enero del 2016 a marzo 2022, considerando posibles contagios financieros entre el mercado bursátil de los BRICS y el SP500.

1.2 Objetivos específicos

1. Determinar el rendimiento y riesgo sistémico entre el comportamiento del mercado bursátil de cada país emergente versus el mercado global bursátil, utilizando la metodología de Fama Y French Tres Factores entre enero del 2016 a marzo 2022.
2. Identificar el rendimiento y riesgo sistémico entre los principales índices bursátiles de cada país versus el comportamiento del mercado emergente a través del modelo de valoración de activos Fama y French – tres factores entre enero del 2016 a marzo 2022.
3. Identificar la presencia de un contagio sistémico bursátil entre los países que conforman el grupo BRICS versus el índice bursátil S&P 500, mediante la metodología de causalidad de Granger antes y durante la pandemia COVID 19.

1.3 Alcance

Para alcanzar los objetivos descritos, se realizará una revisión de la literatura teórica y de la evidencia empírica, y se trabajará con los datos de las bases del MSCI, Investing.com y *Global Factor Data* a nivel estadístico y econométrico. El análisis se realizará para todos los países cuya información conste en la base de datos mencionada.

1.4 Marco teórico y empírico

Marco Teórico

En los años 80, apareció la expresión mercado emergente en contraposición a los mercados tradicionales. La idea principal para definir un mercado emergente se basa en las relaciones económicas importantes para un estudio específico. Según Jiménez et al., (1995) un país es considerado como emergente cuando inicia con un nivel de desarrollo bajo o medio, experimenta un crecimiento económico continuo con el tiempo y se espera que siga evolucionando hasta integrarse globalmente. Por otro lado, Hoskisson et al., (2000) definen a los mercados emergentes como países con ingresos bajos y crecimiento rápido, donde la liberalización económica es el principal impulsor para su desarrollo.

Gregoriou (2010) indica que, los mercados emergentes han crecido mucho en los primeros años de la década de 1990, debido a la diversificación de carteras o portafolio de

inversiones tradicionales, motivados por una baja correlación positiva que presentaban estos mercados respecto a los mercados desarrollados. Los mercados emergentes están fuertemente vinculados a la economía estadounidense por lo que se espera perspectivas prometedoras a largo plazo. Además, Gregoriou (2010) menciona que, la capitalización de los mercados bursátiles emergentes ha aumentado significativamente, alcanzando los 8.300 millones de dólares estadounidenses a fines de 2007, lo que representa más del 27% de la capitalización bursátil global. Este aumento representa un crecimiento del 11,000% desde los inicios de la década de 1980. Además, el autor señala que los mercados emergentes han negociado un gran volumen de acciones, superando el 19.000% desde principios de la década de 1980, este volumen representa el 13% del total mundial, superando el 3.75% que representaba en los primeros años de la década. En términos de tamaño y liquidez, los mercados emergentes están emergiendo como socios de inversión para los mercados desarrollados.

Brasil, Rusia, India y China, conocidos conjuntamente como los BRICS, son algunos de los mercados en ascenso que tienen un importante potencial de expansión en el futuro. Se espera que las grandes empresas originarias de estas cuatro naciones experimenten un importante crecimiento financiero, lo que les permitirá cosechar los beneficios de los efectos de escala. Estos cuatro países representan la mitad de la población mundial (Baumann, 2009).

(Gregoriou, 2010) dice que los BRICS han evolucionado económicamente, dejando atrás antiguos errores de política y construyendo bases macroeconómicas sólidas. Estos países han experimentado una disminución de períodos de déficits fiscales y comerciales, y han aceptado de manera universal el papel de los mercados como mecanismo de asignación de recursos, reconociendo la capacidad de la empresa capitalista para generar riqueza y un rápido crecimiento económico. Además, el tamaño de las economías de los BRICS pasó de ser un tercio, a la mitad del tamaño de la economía estadounidense. Esto se ve reflejado en el aumento simultáneo del rendimiento y la capitalización del mercado de acciones en 2010.

Por otro lado, Baumann (2009) analiza la participación de los BRICS en el comercio internacional e identificó que aumentó los réditos por exportaciones de Brasil, India, China y Sudáfrica de 3.9% en 1990 a 10.6% 2006. Al incluir a Rusia, el peso total de los BRICS en el comercio internacional llegó al 13.1% en 2006. Además, Schulz (2016) menciona que el 2009 fue el año, donde China presentó un monto de inversión extranjera igual al de Estados Unidos. Sin embargo, los otros miembros de los BRICS también experimentaron un aumento en el flujo de inversiones extranjeras entre 2005 y 2013, ya que Rusia

experimentó un crecimiento 346%, mientras que India creció 287%, y Brasil aumentó en un 423% sus inversiones extranjeras en este período.

Aunque las economías de los BRICS presentan diferencias significativas en la especialización de recursos, sus acciones han tenido un rendimiento destacado gracias a una integración orientada al mercado con el resto del mundo en el periodo 2000 - 2010. A pesar de que China importa materias primas y exporta productos manufacturados, y Brasil se destaca por sus exportaciones de recursos naturales, como mineral de hierro, soja y azúcar, mientras que Rusia se centra en productos a base de petróleo y gas natural, e India está más orientada hacia los servicios con una fuerza laboral altamente educada, los BRICS en conjunto han experimentado un crecimiento económico notable. Este éxito se refleja también en los mercados de acciones, donde el comercio actual se impulsa cada vez más por fundamentos y una información más completa que en el pasado, evidenciando un cambio significativo en la dinámica del mercado. (Gregoriou, 2010)

En general, los mercados emergentes no se destacan por su eficiencia bursátil pero los BRICS se destacan por ser buenos en este aspecto, ya que son tan eficientes como los mercados desarrollados en cuanto a cómo reflejan la información de las empresas en los precios de las acciones y en la consistencia de esos precios (Gregoriou, 2010).

Según Radulescu et al. (2014) los BRICS no tuvieron un fuerte impacto de la crisis financiera del 2008, y además mencionan que el grupo tuvo un mejor desempeño económico que los países desarrollados durante el periodo 2008 a 2012. Los autores dicen que los factores clave que impulsaron la expansión económica de los BRICS fueron un aumento en la contribución de factores y la presencia de enormes poblaciones y recursos. Tanto Brasil como Rusia, por ejemplo, cuentan con importantes yacimientos de recursos naturales que sirven de base a su economía. Por otro lado, China es capaz de aprovechar recursos de bajo coste y mano de obra muy barata. La mano de obra barata es otro factor del que depende India. Por último, pero no por ello menos importante, los autores señalan que todas las naciones BRICS, con la excepción de Brasil, tienen tasas de inversión notablemente altas (Radulescu et al. 2014).

Finalmente, las naciones BRICS han experimentado cambios entre los años 2012 y la actualidad. En 2012, se informó sobre el cable BRICS, que fue un proyecto estratégico de comunicación que buscaba conectar directamente a Rusia, China, India, Sudáfrica y Brasil con los Estados Unidos (Businesswire, 2012). En 2015, los BRICS crearon el Nuevo Banco de Desarrollo como una alternativa al Banco mundial. Además, el año 2023, se anunció que los países de Argentina, Arabia Saudí, Egipto, Irán, Etiopía y los Emiratos Árabes

Unidos se unirán al a los BRICS a partir de enero de 2024 (Portafolio, 2023). A lo largo de todo este tiempo, los países BRICS han logrado mantener sus características únicas en lo que respecta a sus mercados de valores, como se ha indicado anteriormente. Al igual que los mercados bursátiles de todo el mundo, los mercados financieros bursátiles de los BRICS sufrieron un colapso durante la epidemia de COVID-19. Debido a este fenómeno, la estabilidad y el rendimiento de los mercados bursátiles de todo el mundo se vieron afectados negativamente.

La Teoría de Portafolio de Markowitz, desarrollada en 1952, muestra la relación entre riesgo y rendimiento en finanzas. Markowitz (1952) postula que, los inversores aversos al riesgo prefieren activos con menor exposición al riesgo cuando las rentabilidades son iguales. Markowitz se centra en la formación óptima de carteras mediante la diversificación, utilizando medidas como la media para rendimiento y la varianza para riesgo. La utilidad esperada se determina considerando ponderaciones, correlaciones y optimizando la diversificación. En otras palabras, el enfoque de Markowitz busca portafolios eficientes y óptimos en lugar de maximizar rendimiento o minimizar riesgo de manera aislada.

Sharpet (1964) incluyó dos hipótesis en el Modelo de Cartera de Markowitz. La primera hipótesis decía que dos activos financieros están conectados entre sí en función de su relación con la cartera de mercado. La segunda hipótesis afirmaba que cada instrumento financiero está linealmente relacionado con la cartera de mercado. Además, Sharpet (1964) estableció el modelo CAPM de valoración de activos financieros, en el que introduce la idea de beta como un indicador de la volatilidad de un activo con respecto al mercado. Beta es una medida de la sensibilidad de la rentabilidad de un activo a los cambios en el mercado. Partiendo del supuesto de que no existe riesgo no sistemático ¹ en el mercado como consecuencia de la diversificación, el Modelo de valoración de activos de capital (CAPM) postula que sólo existe riesgo sistemático². El hecho de que esto sea así sugiere que existe una clara conexión entre beta, rentabilidad y riesgo: cuanto mayor sea el riesgo, mayor será el número de inversores que exigirán más remuneración, y viceversa. Se supone que todos los inversores tienen acceso a la misma información actualizada en tiempo real cuando utilizan el modelo de valoración de activos de capital (CAPM) para evaluar

¹ Herrera & Terán (2008) indican que el riesgo no sistemático, es la incertidumbre específica de una empresa o sector que puede afectar su rendimiento financiero. Este riesgo se puede mitigar mediante la diversificación de una cartera, ya que está vinculado a factores internos. A diferencia del riesgo sistemático, no se origina en el funcionamiento general del sistema económico o del mercado.

² Según Herrera & Terán (2008) el riesgo sistemático se refiere a la posibilidad de pérdidas en una cartera de inversiones debido a las fluctuaciones impredecibles de factores como tipos de interés, precios de acciones y tipos de cambio. Este riesgo es intrínseco a la naturaleza del mercado financiero.

instrumentos y proyectos financieros. Se parte del supuesto de que el mercado es totalmente competitivo y no existe asimetría de información.

Posteriormente, Merton (1973) sostiene que los recursos del inversionista están expuestos a diversos riesgos más allá de la incertidumbre de precios. En este contexto, Merton (1973) propone el Modelo CAPM Multifactor, que se centra en la compensación que los inversores deberían obtener por cada riesgo adicional que asumen además del riesgo de mercado., es decir, las primas de riesgo³.

La Teoría del Precio de Arbitraje (APT) fue creada por Ross (1976). Esta teoría tiene en cuenta la presencia de una serie de riesgos sistemáticos diferentes, cuya rentabilidad depende de variables contribuyentes tanto anticipadas como imprevistas. Según Ross, el modelo APT es menos restrictivo y más flexible en cuanto a las preferencias de riesgo y rentabilidad de los inversores que el modelo CAPM multifactorial original. Esto se debe a que el modelo APT tiene en cuenta estas preferencias.

Fama & French (1996), critican del modelo CAPM de Sharpe (1964), al cuestionar el ajuste empírico del modelo. Sharpe (1994) defendió la relevancia de su modelo a pesar de las críticas, argumentando que los avances tecnológicos y la integración de los mercados resolvían el problema empírico del CAPM, manteniendo su aplicabilidad. No obstante, Fama & French (2004), y más tarde Fernández (2014), insistieron con las críticas al modelo argumentando que las modificaciones en la beta del mercado, la falta de robustez del indicador beta y los supuestos poco realistas, hacían que el CAPM tenga un ajuste empírico deficiente.

Fama & French (1993), señalaron que después de definir los nuevos factores SMB (factor tamaño) y HML (factor valor), los coeficientes asociados podrían variar tanto en positivo como en negativo. Además, estos autores mencionaron que su modelo de tres factores demostró explicar más del 90% de los retornos de carteras diversificadas, superando el promedio del 70% propuesto por el CAPM. Los signos de los coeficientes indicaban que las empresas de pequeña capitalización y de valor presentaban mayores retornos esperados, y, por ende, un riesgo esperado más elevado, en comparación con las grandes empresas de crecimiento.

Griffin et al. (2002) evidenciaron que los nuevos factores que proponen Fama y French eran específicos de cada país, concluyendo que los factores locales ofrecían una mejor

³ Un inversor recibe una compensación conocida como prima de riesgo cuando decide invertir en un activo más arriesgado en lugar de en otro que lo es menos. En otras palabras, la prima de riesgo es una recompensa por ser más arriesgado. Para más detalles, ver Sevilla (2012).

explicación para la variación en el rendimiento de las acciones que los factores globales. Posteriormente, Fama & French (2012) ampliaron su análisis a cuatro regiones con mercados desarrollados, incluyendo Norteamérica, Europa, Japón y Asia Pacífico. La conclusión fue que los factores locales superaban a los globales para carteras regionales.

Según Granger (1986), en la teoría económica más básica, se sostiene que ciertos pares de variables económicas no deben divergir demasiado entre sí, al menos a largo plazo. Aunque estas variables pueden separarse en el corto plazo, si permanecen distantes a largo plazo, se espera que fuerzas económicas, como mecanismos de mercado o intervenciones gubernamentales, las reúnan nuevamente. La idea implícita a la cointegración permite la especificación de modelos que capturan parte de esas creencias, al menos para un tipo específico de variables que se encuentra con frecuencia en macroeconomía. Dado que, el concepto de largo plazo es dinámico, el ámbito natural para estas ideas es, el de la teoría y análisis de series temporales.

Marco Empírico

Papp (2022) identificó que al no existir un modelo de factor único que pueda prevalecer en el análisis de los BRICS, la dominancia del modelo es única para cada país. Además, señala que el poder explicativo de los factores es considerablemente diferente que el de los Estados Unidos. Los resultados de su trabajo sugieren que determinada información de fijación de precios se encuentra dentro de los factores comunes de Fama y French en los países BRICS, pero no en los Estados Unidos. Esto indica que, en los países BRICS, los factores más comunes relacionados con el riesgo contienen una mayor cantidad de información de fijación de precios.

El mercado bursátil de Brasil ha sido analizado varias veces con el modelo Fama Y French tres Factores, por ejemplo, Dos Santos et al. (2011) utilizaron acciones listadas en la Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA) durante el periodo de 1995 a 2006. Los autores estimaron un modelo de Tres Factores de Fama y French, y encontraron que todos los factores resultaron ser significativos. Además, los autores mencionan que el modelo de tres factores superó al modelo CAPM. Dos Santos et al. (2011) señalan que la prima de riesgo asociada al factor tamaño fue negativa, contradiciendo los hallazgos previos de Fama & French (1993). En este contexto, Gomes (2017) analizó las acciones de empresas brasileñas enlistadas en BOVESPA entre 2010 y 2016 para evaluar el modelo de Tres Factores de Fama y French para lo cual utilizó rendimientos mensuales. Según Gomes, el modelo de Tres Factores es válido para el mercado brasileño durante el periodo estudiado, alineándose con las conclusiones de Dos Santos et al. (2011) al señalar que una prima de

riesgo negativa está asociada al factor de tamaño. No obstante, Gomes (2017) también encontró que las variables del factor valor resultaron no significativas en la mayoría de las carteras examinadas.

Por otro lado, Machado (2022) encuentra que apenas un reducido porcentaje de los rendimientos previstos por el modelo Fama y French Tres Factores de las acciones de 20 empresas brasileñas que estudió coincidieron con los rendimientos reales durante el período de análisis comprendido entre 2000 y 2018. Sin embargo, menciona que un modelo de dos factores, centrado en el riesgo de mercado y el tamaño sería una herramienta poderosa para evaluar el rendimiento de las acciones en el mercado brasileño.

Ozornov (2015) indica que el modelo de tres factores de Fama y French ofrece mejor capacidad explicativa que el CAPM en el mercado de valores de Rusia, especialmente en el índice RTS para un conjunto de datos de 50 empresas rusas de primera categoría. El modelo de tres factores demuestra ser robusto, con todos los factores significativos. Sin embargo, su validez se limita a solo tres de las seis carteras observadas. Por otro lado, Rashidovich (2017), encontró que en el mercado bursátil ruso el comportamiento de los parámetros SMB (Factor Tamaño) y HML (Factor Valor) sigue la norma establecida del modelo tres factores Fama Y French⁴. Además, señala que el coeficiente de prima de riesgo es significativo en los seis casos analizados. Las constantes, por otro lado, no alcanzan significancia estadística. Cabe señalar que el poder descriptivo del modelo es alto en todos los casos examinados. En su mayoría, los residuos del modelo siguen una distribución normal, lo que sugiere la eficacia de las estimaciones realizadas.

Research et al. (2001) analizaron el modelo Fama-French aplicado a los rendimientos de acciones en la India y encontraron que los factores de mercado, tamaño y relación libro-valor tienen poder explicativo en los rendimientos de las acciones indias. Los resultados empíricos encontrados por estos autores se alinean de manera razonable con el modelo de tres factores de Fama-French. En este contexto, Pal (2010), analizó el CAPM y el modelo de Fama y French mediante una muestra de 187 empresas durante el periodo de 2004 a 2009. Sus hallazgos revelaron que el Modelo de Fama y French es un modelo predictor eficiente para el mercado bursátil de la India. No obstante, el autor menciona que cualquiera de los dos factores, ya sea tamaño o valor, podría mejorar el modelo debido a la identificación de una correlación significativa entre los rendimientos asociados con estos dos factores. Además, Sehgal & Balakrishnan (2013) utilizan datos recopilados de 1996 a

⁴ Según Rashidovich (2017) la norma establecida del modelo tres factores Fama Y French factor SMB aumenta de pequeñas a grandes empresas, mientras que el factor HML aumenta de empresas con un bajo ratio de valor contable sobre valor de mercado a empresas con un alto ratio de valor contable.

2010 para 465 empresas que forman parte del índice BSE-500. Siguiendo los mismos procedimientos metodológicos que Fama y French (1993) para construir las carteras. Encontraron que el modelo Fama y French tiene un desempeño superior al CAPM al explicar los rendimientos de la mayoría de las carteras construidas según las características de las empresas.

Xu & Zhang (2014) analizaron el mercado bursátil de China y encontraron que el modelo de tres factores de Fama-French puede explicar más del 93% de la variación en los rendimientos de la cartera en las acciones chinas tipo A. En este contexto, Jiao & Lilti (2017) aplicaron los modelos de Fama y French de tres y cinco factores en el mercado de acciones tipo A en China donde construyeron tres conjuntos de carteras y encontraron que los factores de mercado, tamaño y valor muestran poder explicativo para los rendimientos esperados en los tres conjuntos de carteras. Los autores señalan que la significancia estadística del factor tamaño puede variar según el tipo de cartera, al igual que la significancia del factor de valor. Por otro lado, Hu et al., (2019) examinan la relación entre los rendimientos de las acciones y el tamaño de las empresas en el mercado chino utilizando la metodología clásica de Fama-French tres factores. Estos muestran que el factor tamaño es estadísticamente significativo. Sin embargo, no encuentran una relación clara entre los rendimientos y el factor valor, el factor valor no es estadísticamente significativo. Además, mencionan que el factor de mercado resultó no significativo.

En el caso de Sudáfrica, Basiewicz & Auret (2010) analizaron el modelo de tres factores de Fama y French en la Bolsa de Johannesburgo (JSE). Según los autores el modelo de tres factores explicó el efecto de valor y parcialmente el efecto de tamaño. Además, consideran que el modelo tiene un alto poder estadístico, debido a que mostró que el efecto de tamaño se atenuó, pero no desapareció en las pruebas de series temporales. Luego, Boamah (2015) evaluó la aplicabilidad de los modelos Fama-French y Carhart en el mercado de valores sudafricano, utilizando datos recopilados de 848 empresas durante el período comprendido entre enero de 1996 y abril de 2012. En este contexto, se evidenció la presencia de efectos significativos de tamaño, valor en libros (BM) y momentum en el mercado de valores de Sudáfrica. Boamah indica que los portafolios conformados por empresas pequeñas y con un alto valor en libros presentan un perfil de riesgo mayor que los portafolios que contienen empresas grandes y un bajo BM. Asimismo, el autor menciona que los modelos Fama-French y Carhart solo logran capturar parcialmente los efectos asociados al tamaño y al valor en el mercado sudafricano.

Karp (2017) aplicó el CAPM y el Modelo de Tres Factores de Fama-French en la Bolsa de Johannesburgo. Karp creó carteras de acciones según Fama-French (1993), clasificando

según Tamaño y Libro a Mercado. El periodo de estudio fue de 2010 a 2015, con 46 empresas de la Bolsa de Johannesburgo incluidas. El autor encontró que ambos modelos son deficientes debido a que los supuestos de los modelos se cumplen parcialmente en este mercado emergente. Además, el autor observó que la prima de riesgo del factor valor explica más la variación de los rendimientos que la prima del factor tamaño, siendo más evidente en carteras con un mayor factor valor.

Finalmente, Guachamín (2011) analizó la relación de contagio financiero mediante el uso de una metodología que se centra en la cointegración de Engle y Granger y la prueba de causalidad de Granger, para determinar la relación entre el índice de las principales acciones de mercados emergentes y el índice de Down Jones, para el periodo 2007 - 2010.

2 METODOLOGÍA

En esta investigación se utiliza el tipo de datos conocido como series temporales o series de tiempo. La dimensión temporal es crucial en estas bases de datos debido a la influencia de eventos pasados en los futuros y la presencia frecuente de comportamientos rezagados en las ciencias sociales. El orden cronológico de las observaciones proporciona información significativa. Además, la periodicidad de los datos en las series de tiempo es una característica importante, debido a que, en el ámbito económico, las frecuencias incluyen intervalos diarios, semanales, mensuales, trimestrales y anuales (Wooldridge et al., 2010).

En esta investigación se utiliza series de tiempo vinculadas a índices y factores financieros representativos de los países emergentes BRICS al cierre del mercado de cada viernes desde enero de 2016 hasta marzo de 2022. Estas series presentan el fenómeno de acumulación de la volatilidad⁵. Además, la mayor parte de estas series de tiempo presentan una estructura de caminata aleatoria⁶ en nivel; es decir, son no estacionarias (Gujarati & Porter, 2010). La información de las series financieras fue obtenida a través de MSCI Inc., Investing.com y *Global Factor Data* de Jensen, Kelly y Pedersen (2022).

En este contexto, este estudio utiliza la metodología de valoración de activos financieros de Fama y French de Tres Factores con el objetivo de evaluar el riesgo sistémico considerando el tamaño y el valor contable de las empresas que forman parte de estos índices de cada país, desarrollada a través de modelos Autorregresivos con heterocedasticidad Condicional Generalizada GARCH. Además, este estudio identifica una relación de contagio sistémico entre estos índices y el comportamiento del índice S&P 500 a través de la metodología de cointegración de Engle y Granger.

Fama y French Tres Factores

La investigación realizada por Fama & French (1993) demostró que las acciones de empresas más pequeñas con una capitalización bursátil comparativamente más baja tendían a mostrar, en promedio, rendimientos superiores a los de las acciones de empresas más grandes. Además, las empresas de alto valor, que se definen como aquellas que tienen una elevada capitalización contable en comparación con su capitalización bursátil,

⁵ El fenómeno conocido como acumulación de volatilidad describe episodios en los que los valores bursátiles muestran fluctuaciones significativas durante largos periodos de tiempo, a los que siguen periodos de relativa calma. Para más detalles, ver (Gujarati & Porter, 2010).

⁶ Caminata aleatoria representa el hecho de que la previsión más exacta para el precio de una acción es igual al precio actual de la acción más el término de error. Mas detalles, consultar (Gujarati & Porter, 2010).

tienen tendencia a demostrar, en promedio, rendimientos superiores a las empresas que aún están en expansión dentro de su sector.

El modelo de tres factores de Fama Y French tiene el objetivo de capturar los factores expuestos en el párrafo anterior, el factor tamaño y el factor valor. Este modelo pronostica el excedente esperado de los rendimientos un portafolio, así:

Sea,

$$E(R_i) - R_f = \beta_1[E(R_m) - R_f] + \beta_{i1}E(SMB) + \beta_{i2}E(HML) + \varepsilon_i$$

Ecuación 2.1. Modelo de tres factores de Fama Y French de un portafolio i.

Donde:

$E(R_i)$: Rendimiento esperado del portafolio i.

R_f : Rendimiento fuera de riesgo.

$E(R_m)$: Rendimiento esperado del mercado.

$E(R_m) - R_f$: Rendimiento excedente del mercado.

$E(R_i) - R_f$: Rendimiento excedente esperado del portafolio.

$E(SMB)$: Factor tamaño esperado.

$E(HML)$: Factor valor esperado.

β_1 : Sensibilidad del factor de mercado.

β_{i1} : Sensibilidad del factor tamaño.

β_{i2} : Sensibilidad del factor valor.

ε_i : Término de error.

En la ecuación 2.1, el término $\beta_1[E(R_m) - R_f]$, se puede interpretar como la prima de riesgo del mercado (Fama & French, 1993).

El impacto del tamaño está representado por el segundo factor, mientras que el efecto del valor en el tercer componente está representado por el tercer factor. La diferencia de rendimientos entre una cartera de acciones de pequeñas empresas y una cartera de acciones de grandes empresas suele denominarse factor de tamaño (SMB), que es una abreviatura que significa "pequeño menos grande"; cuando se comparan los rendimientos de una cartera de acciones con un valor contable alto en relación con el valor de mercado,

con los de una cartera con un valor contable bajo en relación con el valor de mercado, el factor de valor (HML), que es una abreviatura que significa "alto menos bajo", es la diferencia entre los rendimientos respectivos (Ross et al., 2010)

En mayor medida, los rendimientos de los valores de pequeñas empresas y los valores de alto valor suelen ser superiores a los rendimientos de los valores de grandes empresas y los valores de crecimiento, respectivamente. Por lo tanto, los valores que se prevé que estén asociados a los componentes de tamaño (SMB) y valor (HML) son positivos. Como resultado, el modelo de tres factores hace la predicción de que el rendimiento anticipado de una cartera crecerá de forma lineal con el peso del factor de tamaño (β_{i1}), y con el peso del factor de valor (β_{i2}). Como consecuencia del hecho de que existe la posibilidad de que una cartera de valores tenga cargas positivas en SMB y HML en este escenario, el modelo pronostica que la rentabilidad prevista de la cartera será razonablemente alta (Fama & French, 1993).

En este estudio, para estimar los coeficientes del modelo de tres factores de Fama y French, se llevó a cabo dos regresiones de los rendimientos excedentes sobre los tres factores, la primera considerando como rendimiento de mercado al rendimiento del índice MSCI ACWI, y evaluando los rendimientos de los i índices MSCI de los países que comprenden en grupo BRICS:

$$R_{it} - R_{ft} = \alpha_i + \beta_{i1}(R_{mt} - R_{ft}) + \beta_{i2}SMB_t + \beta_{i3}HML_t + \varepsilon_{it}, \quad i = 1,2,3,4,5$$

Ecuación 2.2. Modelo de tres factores de Fama Y French para cada índice MSCI i con rendimiento de mercado global

Donde:

R_{it} : Rendimiento del índice i en el tiempo t .

R_{ft} : Rendimiento de Bono de Estados Unidos a 10 años en el tiempo t .

R_m : Rendimiento del mercado global en el momento t .

SMB_t : Factor tamaño en el momento t .

HML_t : Factor valor en el momento t .

En la ecuación 2.2., R_{it} es la rentabilidad del índice MSCI de cada uno de los países que conforman los BRICS, R_{ft} es la tasa fuera de riesgo, R_{mt} es la rentabilidad del mercado global, y el término de error se denota por ε_{it} . Por lo tanto, el factor de mercado ($R_{mt} - R_{ft}$) puede considerarse el primer factor de riesgo en la ecuación 2.2. Se trata del mismo

elemento que se utiliza en el modelo CAPM. El factor de tamaño, también conocido como factor SMB, es el segundo elemento analizado. La finalidad de este factor es reflejar el impacto de la pequeña empresa. El tercer componente es el factor de tamaño, a menudo conocido como factor de tamaño HML. Este factor es significativo ya que, históricamente hablando, las acciones de valor son propensas a generar mayores rendimientos (Ross et al., 2010).

En la segunda regresión se consideró como rendimiento de mercado al rendimiento del índice MSCI Emergente, y se evaluó los rendimientos de los j índices bursátiles de los países que comprenden en grupo BRICS, así:

$$R_{jt} - R_{ft} = \alpha_j + \beta_{j1}(R_{mt} - R_{jt}) + \beta_{j2}SMB_t + \beta_{j3}HML_t + \varepsilon_{jt}, \quad j = 1,2,3,4,5$$

Ecuación 2.3. Modelo de tres factores de Fama y French para cada índice bursátil j con rendimiento de mercado emergente.

Donde:

R_{jt} : Rendimiento del índice bursátil j en el tiempo t .

R_{ft} : Rendimiento de Bono de Estados Unidos a 10 años en el tiempo t .

R_m : Rendimiento del mercado emergente en el momento t .

SMB_t : Factor tamaño en el momento t .

HML_t : Factor valor en el momento t .

En el pronóstico de los modelos, el intercepto (α_i) en estas regresiones de serie de tiempo financieras es cero (Fama & French, 1993).

En la ecuación 2.3., R_{jt} es el rendimiento del índice bursátil más representativo de cada país miembro de los BRICS, y R_{mt} es el rendimiento del mercado Emergente. De manera similar a la primera regresión, el primer factor de riesgo en la Ecuación 2.3. es el factor de mercado ($R_{mt} - R_{ft}$); el segundo factor, es el factor tamaño (SMB); y, el tercer factor es del valor (HML). Y ε_{jt} el término de error.

ARCH

Como se mencionó anteriormente, las series financieras no son estacionarias en términos de nivel, más bien, son estacionarias en términos de sus primeras diferencias. Estas diferencias suelen presentar volatilidad, que es un indicio de que la varianza de las series temporales financieras cambia a lo largo del tiempo. Esto da lugar a la aparición del modelo

autorregresivo de heteroscedasticidad condicional (ARCH), que fue creado por primera vez por Engle en el año 1982 (Gujarati & Porter, 2010).

Los componentes que integran un modelo ARCH son los siguientes: primero una ecuación que ilustra cómo cambia la esperanza condicional del proceso a lo largo del tiempo; en segundo lugar, una ecuación que demuestra cómo cambia su varianza condicional a lo largo del tiempo; y finalmente, una hipótesis de la distribución que sigue el término de error de la ecuación inicial (Novales, 2013).

Así, el modelo ARCH (q) es,

$$Y_t = \varepsilon_t h_t$$

Ecuación 2.4. Esperanza condicional del proceso

$$h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i Y_{t-i}^2$$

Ecuación 2.5. varianza condicional del proceso

Con,

$$\alpha_0 > 0, \quad \alpha_i \geq 0, \quad \sum_{i=1}^q \alpha_i \leq 1$$

Donde, se supone que ε_t es un proceso ruido blanco, con $E(\varepsilon_t) = 0$ y $Var(\varepsilon_t) = 1$; h_t^2 es la varianza condicional del proceso Y_t . Por simplicidad en este modelo se supone que la variable Y_t no tiene autocorrelación y que ninguna otra variable puede explicar la evolución temporal de Y_t .

La función de heterocedasticidad condicional ARCH no es exógena, más bien, es predeterminada, por ello, el modelo determina la varianza de Y_t condicional (h_t^2) al pasado del proceso (Russell & Mackinnon, 1993).

Por otro lado, si existe la posibilidad de que otras variables puedan explicar el comportamiento de Y_t ; por ejemplo, incluyendo rezagos de la propia variable entonces la varianza condicional del componente de error del modelo que describe el comportamiento de la serie Y_t se denota por h_t^2 . En concreto, suponiendo un modelo AR (1) – ARCH (p) se tiene:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t, \quad |\phi_1| < 1, \quad \varepsilon_t \sim N(0, h_t^2)$$

Ecuación 2.6. Proceso AR (1)

$$h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2$$

Ecuación 2.7. Varianza condicional del término de error del proceso AR (1)

Con,

$$\alpha_0 > 0, \quad \alpha_i \geq 0, \quad \sum_{i=1}^q \alpha_i < 1$$

Donde, Y_t es la serie de tiempo financiera; Y_{t-1} es el primer rezago de la serie y ϕ_1 su coeficiente; ε_t es el término de error del modelo que sigue una distribución normal con $E(\varepsilon_t) = 0$ y $Var(\varepsilon_t) = h_t^2$. Además, h_t^2 es la varianza condicional de ε_t ; α_0 es el intercepto de la varianza condicional y α_i es el coeficiente del cuadrado del error en el periodo anterior (ε_{t-i}^2).

En este trabajo de investigación se utilizó el modelo ARCH en los rendimientos de los índices que mejor se ajustaban, así:

$$R_{it} - R_{ft} = \alpha_i + \beta_{i1}(R_{mt} - R_{ft}) + \beta_{i2}SMB_t + \beta_{i3}HML_t + \varepsilon_{it}, \quad \varepsilon_t \sim N(0, h_t^2)$$

Ecuación 2.8. Modelo Fama y French de tres factores

$$h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2$$

Ecuación 2.9. Varianza condicional del término de error del Modelo Fama y French de tres factores

Con,

$$\alpha_0 > 0, \quad \alpha_i \geq 0, \quad \sum_{i=1}^q \alpha_i < 1$$

ARCH – M

Las primas de riesgo varían sistemáticamente con las percepciones de los inversionistas sobre la incertidumbre subyacente del activo financiero. En periodos volátiles los pronósticos son menos seguros y la especulación más riesgosa, por lo tanto, las primas de riesgo se ajustan para persuadir a los inversionistas a mantener el activo financiero a pesar de una alta incertidumbre provocada por la alta volatilidad. (Engle et al., 1987).

Engle et al. (1987) postulan que la expectativa del excedente del rendimiento al mantener un activo financiero a largo plazo depende de su varianza condicional. Y con esto Engle et al. (1987) amplían el modelo ARCH para permitir que la media de los rendimientos del activo financiero dependa de la varianza condicional.

El modelo ARCH-M propuesto por Engle et al. (1987), es un modelo que se utiliza para modelar la volatilidad de una serie financiera. El modelo es considerado como una extensión del modelo ARCH, y se utiliza para describir la dependencia en el tiempo de la volatilidad condicional de los precios de los activos financieros.

Este modelo considera que la varianza condicional es un determinante de la prima de riesgo actual. Dado que el riesgo de un activo puede ser medido por la varianza de sus rendimientos, la prima de riesgo será una función monótona de la varianza condicional de los rendimientos (Engle et al., 1987). Los autores expresan esta idea escribiendo el exceso de rendimiento por la tenencia de un activo financiero así:

$$Y_t = \mu_t + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, h_t^2)$$

Ecuación 2.10. Excedente del rendimiento por mantener un activo financiero

Donde, Y_t es el excedente del rendimiento obtenido por mantener un activo financiero a largo plazo; μ_t es la prima de riesgo necesaria para inducir al inversionista a mantener el activo en el largo plazo; y ε_t es el termino de error del exceso de rendimiento en el largo plazo, y sigue una distribución normal con $E(\varepsilon_t) = 0$ y $Var(\varepsilon_t) = h_t$.

Además, el excedente del rendimiento esperado por mantener el activo financiero debe ser igual a la prima de riesgo:

$$E_{t-1}Y_t = \mu_t$$

Ecuación 2.11. Media de los rendimientos

Es decir, la media de los rendimientos del activo financiero es igual a la prima de riesgo.

Engle et al., (1987) asumen que la prima de riesgo es una función creciente de la varianza condicional de ε_t . Por lo tanto μ_t se puede escribir como:

$$\mu_t = \beta + \delta h_t, \quad \delta > 0$$

Ecuación 2.12. Media de los rendimientos monótona

Donde h_t^2 es el proceso:

$$h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2$$

Ecuación 2.13. Varianza condicional del término de error

Por lo tanto, el modelo ARCH-M está constituido por las ecuaciones (2.10.) (2.12.) y (2.13.).

En este estudio, se aplicó el modelo ARCH-M de la siguiente manera:

$$R_{it} - R_{ft} = \mu_t + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, h_t^2)$$

Ecuación 2.14. Excedente del rendimiento del índice i

$$\mu_t = \alpha_i + \beta_{i1}(R_{mt} - R_{ft}) + \beta_{i2}SMB_t + \beta_{i3}HML_t + \delta h_t, \quad \delta > 0$$

Ecuación 2.15. Media de los rendimientos monótona de la forma Fama y French

$$h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2$$

Ecuación 2.16. Varianza condicional del término de error

GARCH

El modelo GARCH o también conocido como ARCH Generalizado permite tener en cuenta las varianzas condicionales pasadas en la ecuación de varianza condicional actual. Es un modelo autorregresivo generalizado que captura las agrupaciones de volatilidad de las rentabilidades de activos financieros a través de la varianza condicional (Bollerslev, 1986).

El modelo GARCH (p, q) se puede escribir así:

$$Y_t = \varepsilon_t h_t$$

Ecuación 2.17. Esperanza condicional

$$h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i Y_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j}^2 \quad (11)$$

Ecuación 2.18. Varianza condicional

Con,

$$\alpha_0 > 0, \quad \alpha_i, \beta_j \geq 0, \quad \sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j < 1$$

Donde, ε_t es un proceso ruido blanco, con $E(\varepsilon_t) = 0$ y $Var(\varepsilon_t) = 1$; h_t^2 es la varianza condicional del proceso Y_t . Por simplicidad en este modelo se supone que la variable Y_t no tiene autocorrelación y que ninguna otra variable puede explicar la evolución temporal de Y_t .

De manera similar al modelo ARCH, si existe la posibilidad de que otras variables puedan explicar el comportamiento de Y_t , se tiene un modelo AR (1) – GARH (p, q), así:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t, \quad |\phi_1| < 1, \quad \varepsilon_t \sim N(0, h_t^2)$$

Ecuación 2.19. Proceso AR (1)

$$h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j}^2$$

Ecuación 2.20. Varianza condicional

Con,

$$\alpha_0 > 0, \quad \alpha_i, \beta_j \geq 0, \quad \sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j < 1$$

Donde, Y_t es la serie de tiempo financiera; Y_{t-1} es el primer rezago de la serie y ϕ_1 su coeficiente; ε_t es el termino de error del modelo que sigue una distribución normal con $E(\varepsilon_t) = 0$ y $Var(\varepsilon_t) = h_t^2$. Además, h_t^2 es la varianza condicional de ε_t ; α_0 es el intercepto de la varianza condicional; α_i es el coeficiente del cuadrado del error en el periodo anterior (ε_{t-i}^2); β_j es el coeficiente de los rezagos de la varianza condicional en el periodo anterior (h_{t-j}^2).

Para garantizar que la varianza condicional calculada sea positiva en todos los períodos de tiempo, se deben cumplir los requisitos descritos anteriormente.(Novales, 2013)

En este trabajo de investigación se aplicó el modelo GARCH en los índices que mejor se ajustaron a este modelo. Así, se tiene un modelo Fama y French Tres Factores - GARCH (p, q):

$$R_{it} - R_{ft} = \alpha_i + \beta_{i1}(R_{mt} - R_{ft}) + \beta_{i2}SMB_t + \beta_{i3}HML_t + \varepsilon_{it}, \quad \varepsilon_{it} \sim N(0, h_t^2)$$

Ecuación 2.21. Modelo Fama y French Tres Factores

$$h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j}^2$$

Ecuación 2.22. Varianza condicional del término de error del modelo Fama y French

Con,

$$\alpha_0 > 0, \quad \alpha_i, \beta_j \geq 0, \quad \sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j < 1$$

Cointegración

Para examinar la relación de contagio financiero, empleamos una metodología centrada en la cointegración de Engle y Granger, junto con la prueba de causalidad de Granger. Estos enfoques permitieron discernir la conexión entre el índice de las principales acciones de mercados emergentes (MSCI) y el índice de S&P 500 durante el periodo contemplado en esta investigación.

La teoría económica sugiere a menudo existe relaciones estrechas entre variables económicas. Por ejemplo, tasas de interés en diferentes inversiones, ingreso disponible y consumo, gastos gubernamentales e ingresos fiscales, salarios y precios, así como el precio de una acción y el precio de un índice al que pertenece la acción. Aunque se supone que las relaciones entre estas variables son determinísticas a largo plazo, se espera que las fuerzas económicas trabajen para eliminar desviaciones a corto plazo de estas relaciones a largo plazo. (Russell & Mackinnon, 1993)

Un gran número de variables económicas son, o al menos parecen ser integradas de orden uno⁷ "I (1)". En este contexto, la cointegración hace referencia al escenario en el cual una combinación lineal de un conjunto de variables de orden I (1) sean I (0), en otras palabras, existe cointegración si una combinación lineal de dos o más variables integradas de orden uno resulta ser estacionaria (Russell & Mackinnon, 1993).

A continuación, para determinar si existe cointegración se realizan las siguientes pruebas.

Prueba de cointegración de Engle y Granger

La prueba de Engle y Granger es un análisis estadístico diseñado para evaluar la hipótesis de cointegración entre dos series temporales. En otras palabras, su objetivo es determinar si hay una relación a largo plazo entre las dos series, lo que implica que comparten una tendencia común a pesar de las fluctuaciones a corto plazo. El estadístico se obtiene como

⁷ I(1) en lo que se refiere a series temporales, significa que la primera diferencia de una serie temporal es estacionaria. Una serie de tiempo I(1) a menudo se considera un proceso estacionario en diferencias. Para más detalles ver (Wooldridge et al., 2010)

el estadístico de Dickey-Fuller (DF) usando los residuales de MCO (Wooldridge et al., 2010).

Por lo tanto, solo se requiere estimar una regresión de la combinación lineal de las series, obtener los residuos y aplicar la prueba Dickey-Fuller (DF) o Dickey-Fuller Aumentada (DFA). En este contexto, estas pruebas representan la prueba de Engle-Granger (EG) y la prueba de Engle-Granger aumentada (EGA) (Gujarati & Porter, 2010).

Así, la prueba DFA consiste en estimar la siguiente regresión⁸:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + e_t$$

Ecuación 2.23. Regresión para prueba DFA

Donde, Y_t es un paseo aleatorio con deriva alrededor de una tendencia determinista; e_t es el término de error ruido blanco y donde $\Delta Y_{t-i} = (Y_{t-i} - Y_{t-i-1})$. El número de términos de diferencia rezagados (m) se determina de manera empírica, de manera que se incluya los términos suficientes para que el término de error (e_t) no este correlacionado y se obtenga una estimación insesgada del parámetro de Y_{t-1} (Gujarati & Porter, 2010).

Para decidir si se rechaza o no la hipótesis nula, es necesario comparar el τ con los valores críticos de Mackinnon⁹:

$$H_0: \delta = 0, \quad \text{La serie es estacionaria}$$

$$H_a: \delta < 0, \quad \text{La serie no es estacionaria}$$

Si $|\tau| \leq |\text{valor crítico DF o DFA}|$ se rechaza la H_0 , por lo tanto, la serie es estacionaria.

Si $|\tau| > |\text{valor crítico DF o DFA}|$ no se rechaza la H_0 , por lo tanto, la serie no es estacionaria.

En esta investigación se realizó el análisis de estacionariedad de cada uno de los índices MSCI de los BRICS utilizando DFA mediante el paquete estadístico Eviews.

Ahora, suponiendo dos variables I (1), la relación de equilibrio a largo plazo puede escribirse como la siguiente combinación lineal:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Z_t + e_t$$

⁸ Para más detalles sobre la prueba DFA, ver (Gujarati & Porter, 2010)

⁹ En reconocimiento a las personas que idearon el estadístico o prueba tau, se le conoce como la prueba Dickey-Fuller (DF). Para más información, ver (Gujarati & Porter, 2010)

Ecuación 2.24. Combinación lineal de dos variables I (1)

Donde Y_t y Z_t son variables de orden I (1); β_0 y β_1 son los parámetros de cointegración y e_t es el término de error. Los valores de la serie $\{e_t\}$ son los valores estimados de las desviaciones de la relación de largo plazo. Si la serie $\{e_t\}$ es estacionaria, entonces $\{Y_t\}$ y $\{Z_t\}$ están cointegrados de orden (1, 1).

Una vez estimada la ecuación 2.21., los residuos de dicha regresión se someten a pruebas de cointegración, para lo cual se utiliza DFA.

En este trabajo de investigación se aplicó la prueba de cointegración de Engle y Granger como se presenta a continuación:

$$Y_{it} = \beta_{i0} + \beta_{i1}Z_t + e_{it}, \quad i = 1,2,3,4,5$$

Ecuación 2.25. Combinación lineal de dos variables I (1)

Donde:

Y_{it} : Índice MSCI de cada mercado emergente que pertenece a los BRICS

Z_t : Índice S&P 500.

Prueba de Causalidad de Granger

Granger (1969) en su investigación seminal sobre causalidad mediante modelos econométricos muestra que teniendo en consideración el orden temporal inherente a las series temporales se puede establecer direcciones causales restringidas al pasado que causa el futuro. En otras palabras, si una serie puede predecir a la otra, una serie A causa en sentido de Granger a otra serie B si es que el pasado de la serie A no disminuye la varianza de la predicción de la serie B. Es decir, existe causalidad en el sentido de Granger si es que el pasado de la serie A ayuda a predecir el futuro de la serie B.

En este contexto, una serie temporal X_t causa en sentido de Granger otra serie temporal Y_t si los valores pasados de X_t ayudan a predecir los valores futuros de Y_t . Por lo tanto, Y_t estaría en función de sus propios valores pasados (Y_{t-i}) y los valores pasados de la otra variable X_t , es decir, (X_{t-i}).

Para realizar la prueba de causalidad de Granger se escribe el siguiente modelo¹⁰:

¹⁰ Gujarati & Porter, «Econometría», 2010, 5^e, page 654-655

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \gamma_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j X_{t-j} + \varepsilon_t$$

Ecuación 2.26. Regresión para prueba de causalidad de Granger

donde γ_i son los coeficientes de la primera serie temporal Y_t ; β_j son los coeficientes de la segunda serie temporal X_t ; ε_t es el término de error, y α es el término constante.

A continuación, se plantea la hipótesis nula de que X_t causa en sentido de Granger a Y_t , así:

$$H_0: \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_q = 0$$

Siendo H_0 : X_t causa en sentido de Granger a Y_t .

Se rechaza la hipótesis nula si \rightarrow pvalor del estadístico $F \leq 0.05$

No se rechaza la hipótesis nula si \rightarrow pvalor del estadístico $F > 0.05$

En este estudio se aplicó la prueba de causalidad de Granger, así:

$$Y_t = \alpha_i + \sum_{i=1}^p \gamma_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j X_{t-j} + \varepsilon_t$$

Ecuación 2.27. Regresión para prueba de causalidad de Granger

Donde:

Y_t : Índice MSCI de cada mercado emergente que pertenece a los BRICS

Y_{t-i} : i rezagos del Índice MSCI de cada mercado emergente que pertenece a los BRICS

X_{t-j} : j rezagos del Índice S&P 500.

2.1 Datos

Para evaluar el riesgo sistémico del mercado bursátil de los BRICS, este trabajo de investigación considera varias fuentes de datos, las cuales se presentan a continuación:

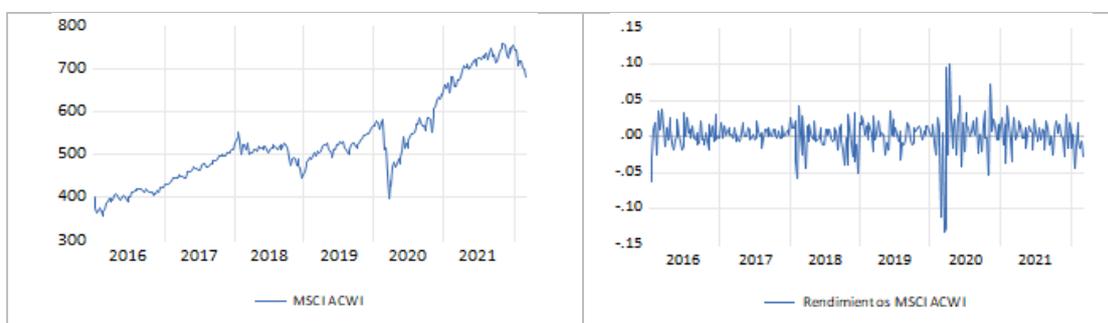
- La base de datos de MSCI Inc.¹¹ (*Morgan Stanley Capital Internacional*) que desarrolla índices y otras herramientas y servicios que sirven de apoyo en la toma de decisiones para la comunidad inversora mundial (MSCI, 2023a).
- La base de datos de la plataforma de mercados financieros Investing.com, que ofrece datos en tiempo real, cotizaciones, gráficos, herramientas financieras, noticias y análisis de 250 mercados de todo el mundo (Investing.com, 2023).
- La base de datos *Global Factor Data* que proporciona datos de rentabilidad para carteras gestionadas por "factores" de todo el mundo. Incluye factores para 153 características en 13 categorías, utilizando datos de 93 países y cuatro regiones, según la construcción de Jensen, Kelly y Pedersen (2023).

Los datos presentan los valores del índice MSCI, los valores del índice bursátil y los factores de rentabilidad de cada país del grupo BRICS al cierre del mercado cada viernes desde enero de 2016 hasta marzo de 2022 (muestra de 322 observaciones). Los valores se consideran en dólares estadounidenses. Además, se presenta las rentabilidades del bono de los Estados Unidos a 10 años como tasa libre de riesgo.

2.2 Descripción de las variables

MSCI ACWI

El índice MSCI ACWI captura la representación de empresas de gran y mediana capitalización en 23 mercados desarrollados y 24 mercados emergentes. Con 2,921 componentes, el índice abarca aproximadamente el 85% del conjunto global de oportunidades de inversión en acciones del mundo (MSCI, 2023b). En la Figura 2.2.1. se muestra esta serie de tiempo y sus rendimientos.



¹¹ MSCI es un proveedor de herramientas y servicios de apoyo a decisiones de inversionistas a nivel global (MSCI, 2023a).

Figura 2.2.1. MSCI ACWI y sus rendimientos, precio de cierre semanal, 2016 - 2022

La Figura 2.2.1. se observa la caída del precio bursátil del índice MSCI ACWI provocada por la pandemia de la COVID 19 en el año 2020, no obstante, la recuperación fue relativamente rápida. Por otro lado, en los rendimientos se observa que, en el periodo de la pandemia aumenta la variación de los rendimientos.

MSCI Emergentes

El Índice MSCI de Mercados Emergentes compila una representación de empresas de gran y mediana capitalización de veinticuatro naciones diferentes que se consideran mercados emergentes. Este índice consta de 1.441 componentes y representa más 80% de la capitalización bursátil de cada uno de estos países.(MSCI, 2023e).

En la Figura 2.2.2. se presenta al índice MSCI Emergente y sus rendimientos. Se observa que, al igual que el MSCI ACWI tras la caída provocada por la pandemia tiene una recuperación relativamente rápida, pero, no muestra un crecimiento sostenido como el MSCI ACWI. Mientras que la variación de sus rendimientos sugiere que, fue afectado con rendimientos más negativos que positivos.

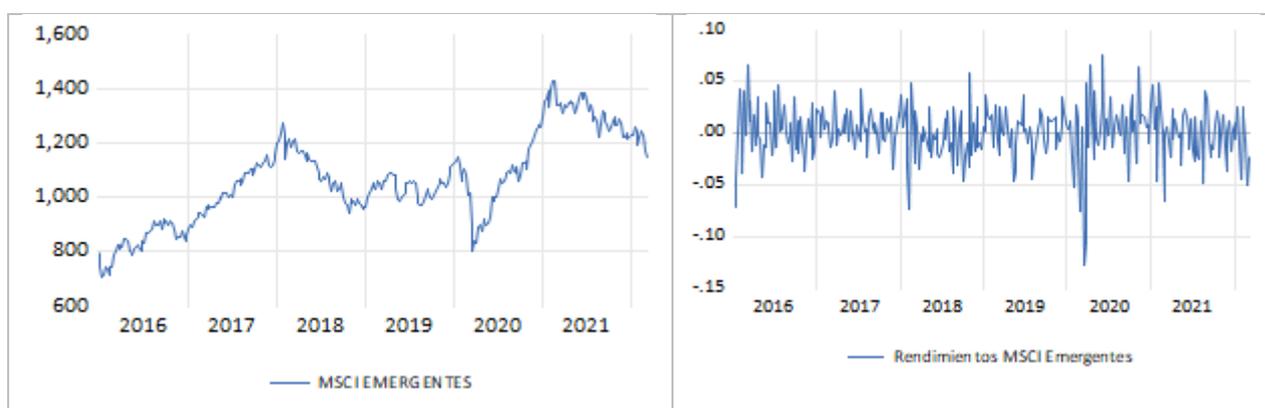


Figura 2.2.2. MSCI Emergentes y sus rendimientos con precio al cierre semanal en el periodo enero 2016 a marzo 2022

Brasil

El índice MSCI Brasil está específicamente diseñado para evaluar el desempeño de los segmentos de grandes y medianas empresas en el mercado brasileño. Conformado por 48 constituyentes, este índice abarca aproximadamente el 85% de las acciones en Brasil (MSCI, 2023c).

El índice Bovespa, es un índice de referencia que sigue el rendimiento de los principales valores negociados en la bolsa de valores de Brasil. En la actualidad cotiza alrededor de 90 grandes empresas brasileñas (TradingView, 2023b).

Los índices bursátiles MSCI Brasil y Bovespa se presentan la Figura 2.2.3. junto a sus respectivos rendimientos. Se observa que, para el periodo de análisis, el MSCI Brasil no ha logrado recuperar su nivel de precio previo a la pandemia en 2020, mientras que Bovespa se ha recuperado completamente. No obstante, los rendimientos de ambas series se muestran muy similares, con un pico de rendimientos positivos a inicios de 2016 y con el pico de rendimientos negativos en la pandemia.

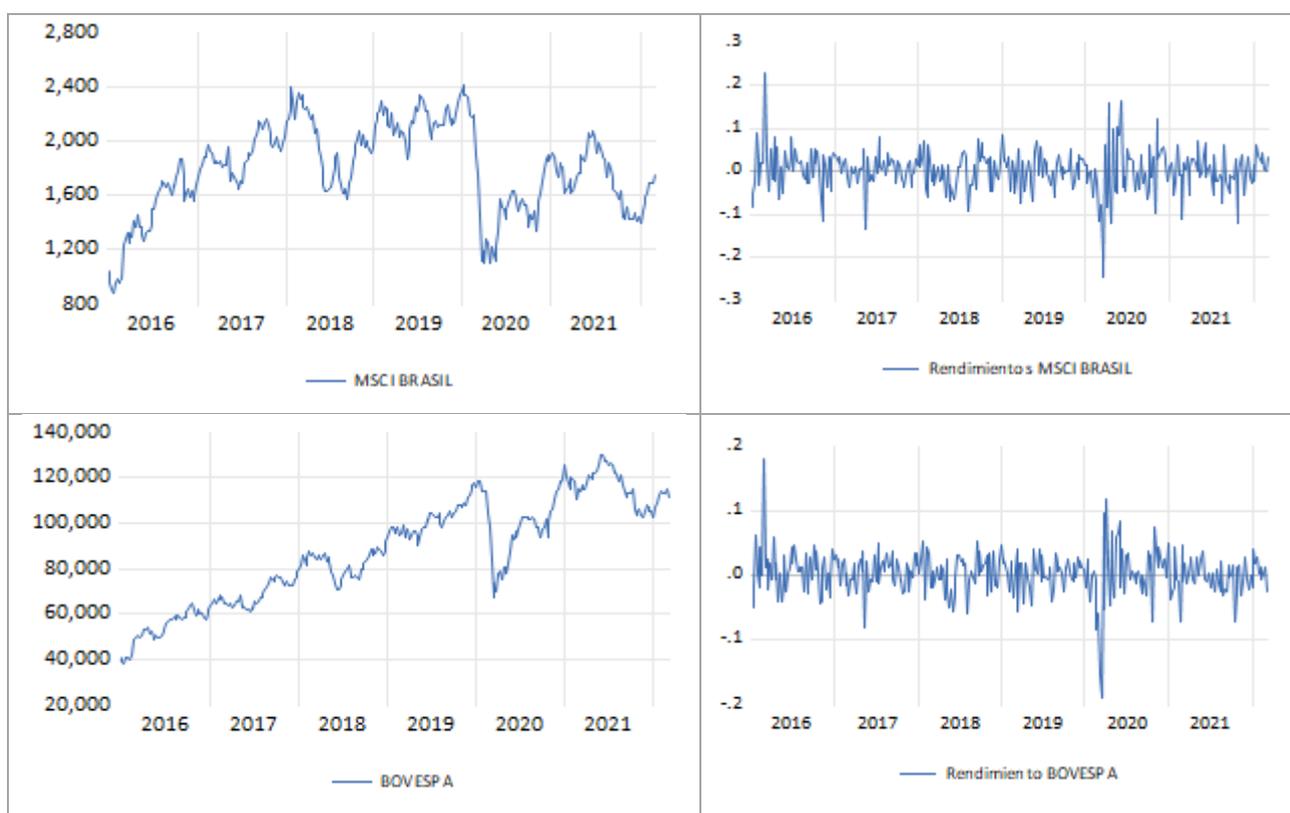


Figura 2.2.3. Índices bursátiles de Brasil y sus rendimientos con precio de cierre semanal en el periodo enero 2016 a marzo 2022

Rusia

El Índice MSCI Rusia mide el rendimiento de los segmentos de grandes y medianas empresas en el mercado ruso. Con 10 componentes, el índice abarca más del 80% de la capitalización bursátil en Rusia (MSCI, 2023g).

El índice RTS (Russian Trading System) es ponderado por capitalización y calculado a partir de las 50 acciones rusas más líquidas de emisores rusos principales, relacionadas

con sectores clave de la economía rusa y negociadas en la Bolsa (Moscow Exchange, 2023).

En la Figura 2.2.4. se exponen los índices bursátiles representantes de Rusia. Ambos índices muestran movimientos muy similares, tras la caída en pandemia se presenta una recuperación completa del precio a finales del 2021. No obstante, los dos índices presentan una caída excepcional en sus precios, debido al conflicto armado en el que entro Rusia en el primer trimestre del año 2022. Por otro lado, sus rendimientos son similares, hasta llegar al tiempo de la guerra donde se observa que, el índice RTS refleja un pico de rendimientos negativos y positivos, mientras que el índice MSCI solo presenta un pico de rendimientos negativos.

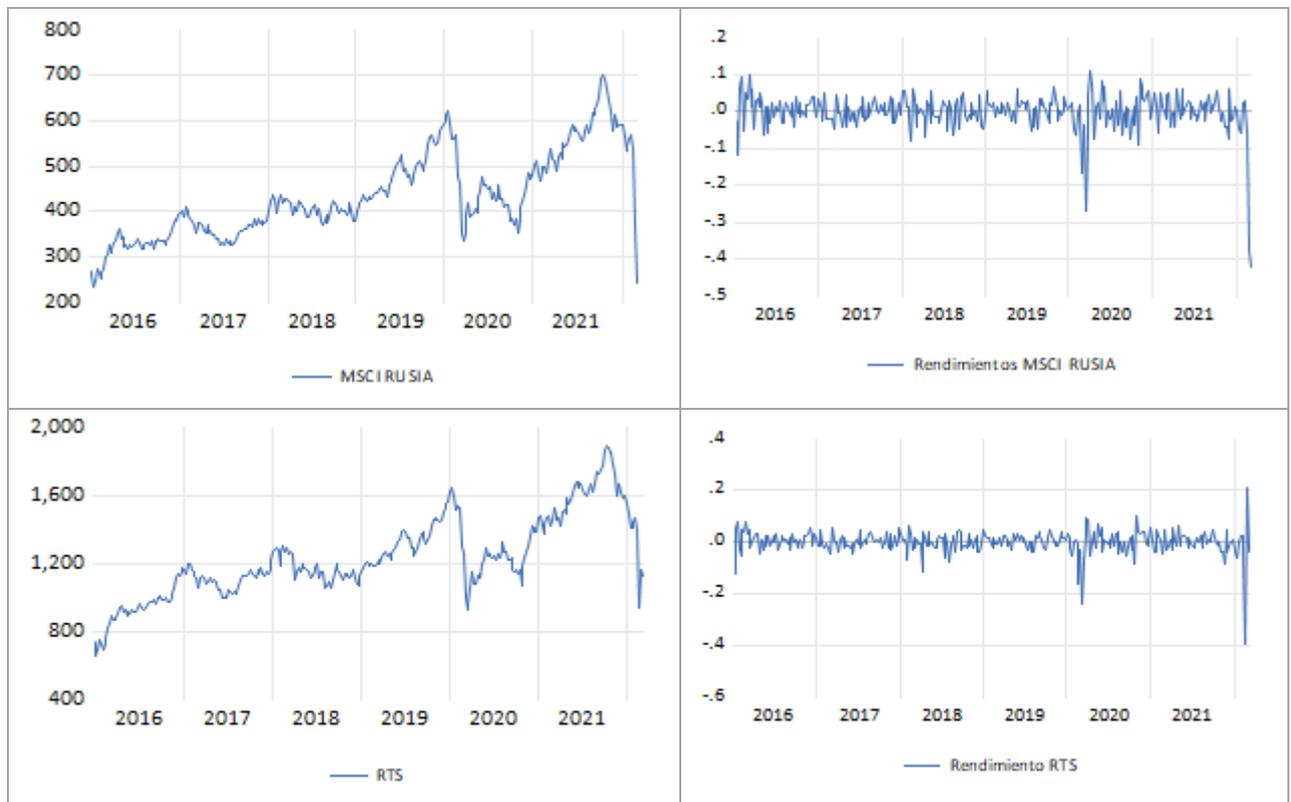


Figura 2.2.4. Índices bursátiles de Rusia y sus rendimientos con precio de cierre semanal en el periodo enero 2016 a marzo 2022

India

El Índice MSCI India evalúa el rendimiento de los segmentos de grandes y medianas empresas en el mercado indio. Con 131 constituyentes, el índice abarca aproximadamente el 85% de acciones en India (MSCI, 2023f).

El BSE SENSEX 30 es un índice bursátil que sigue el rendimiento de las 30 compañías más grandes y con mayor liquidez que cotizan en la bolsa de Bombay, operando en sectores clave de la economía india. Este índice es una poderosa herramienta para observar los inversores que tienen un ojo puesto en el mercado de valores indio (TradingView, 2023d).

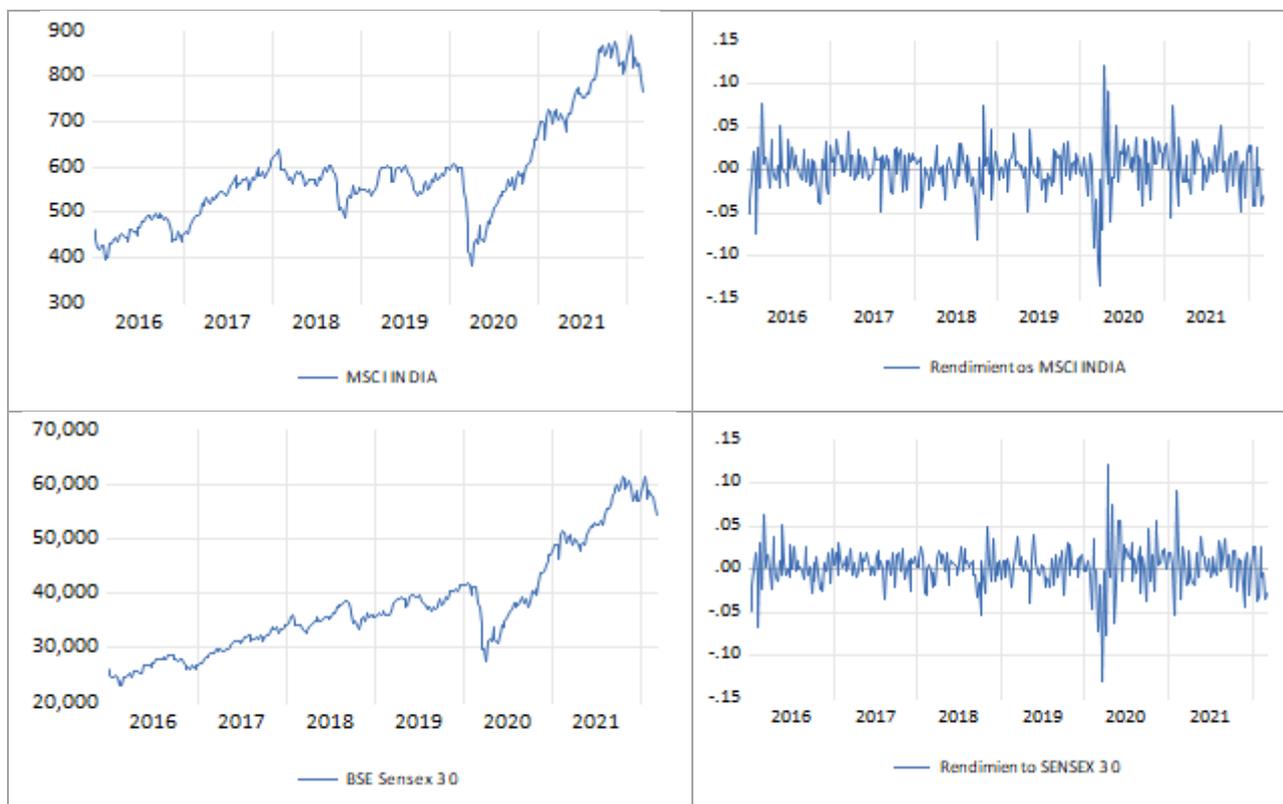


Figura 2.2.5. Índices Bursátiles de India y sus rendimientos con precio de cierre semanal en el periodo enero 2016 a marzo 2022

En la Figura 2.2.5. se muestra a los índices representantes de India. Se observa que, ambos índices presentan una gran similitud en sus movimientos de precio. Tras la caída de precios provocada por el COVID 19, los dos índices se recuperan ese mismo año, y presentan un crecimiento sostenido hasta el año 2022. Por otro lado, sus rendimientos presentan movimientos y picos muy similares.

China

El Índice MSCI China representa a empresas de gran y mediana capitalización en acciones de China, incluyendo acciones A, H, B, Red chips, P chips y listados extranjeros. Con 717 componentes, el índice cubre más del 80% de las acciones de China (MSCI, 2023d).

El Índice SZSE Component es un índice bursátil que sigue el rendimiento de las 500 mayores empresas que cotizan en la bolsa de valores de Shenzhen. Este índice ayuda a los inversores a que sepan lo que ocurre en la economía china (TradingView, 2023e).

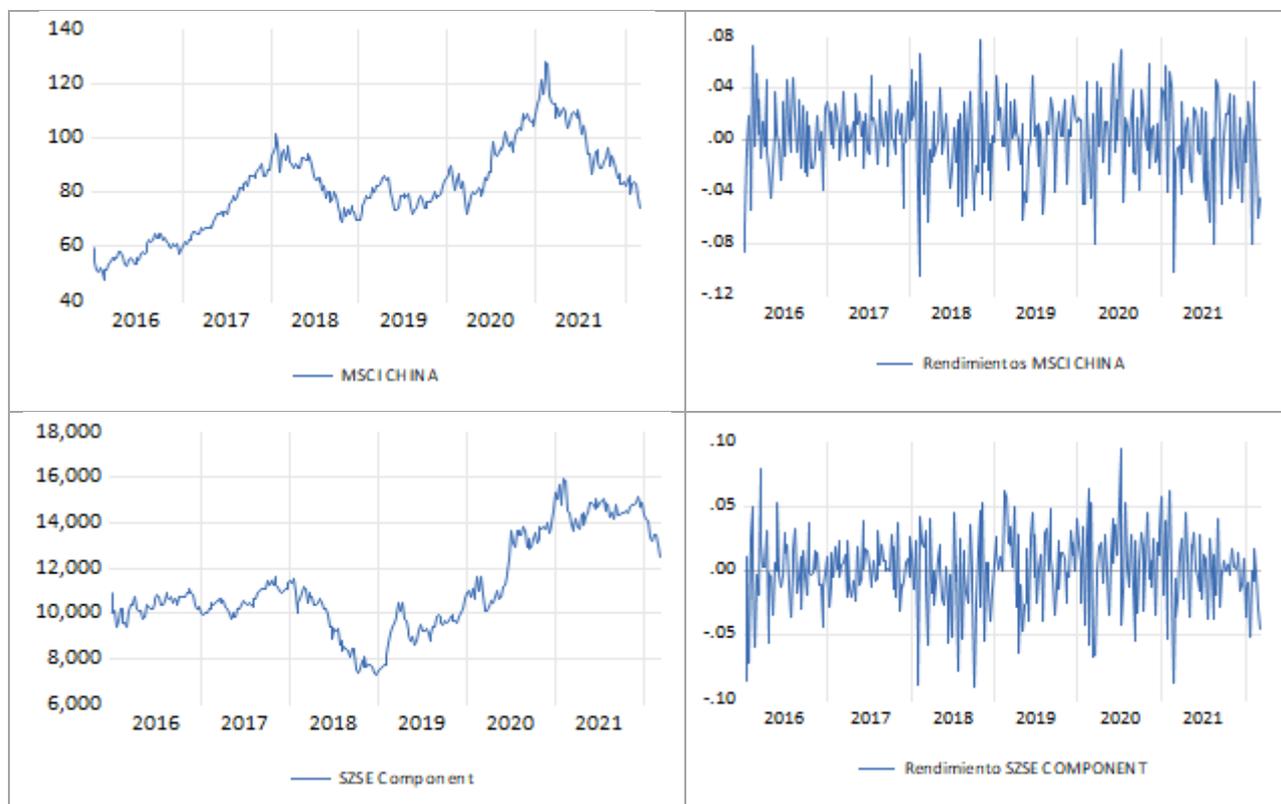


Figura 2.2.6. Índices Bursátiles de China y sus rendimientos con precio de cierre semanal en el periodo enero 2016 a marzo 2022

Los índices bursátiles representantes de China se muestran en la Figura 2.2.6. Se observa que, estos índices no tienen mucha similitud en los movimientos de sus precios, sin embargo, llama la atención el comportamiento de ambos índices tras la pandemia de la COVID 2019. Inesperadamente, ambos índices muestran un crecimiento sostenido durante la pandemia, específicamente en el periodo de 2020 a inicios de 2021. Por otro lado, los rendimientos de ambos índices se muestran estables en este periodo de estudio, es decir, no aparecen picos fuera de lo habitual.

Sudáfrica

El Índice MSCI Sudáfrica mide el rendimiento de los segmentos de grandes y medianas empresas en el mercado sudafricano. Con 32 componentes, el índice abarca más del 80% de la capitalización bursátil en Sudáfrica (MSCI, 2023h).

El Índice South África Top 40, ponderado por capitalización, sigue el rendimiento de las 40 mayores empresas en la bolsa de Johannesburgo (JSE), capturando más del 80% de la capitalización bursátil de las empresas en la JSE (TradingView, 2023c).

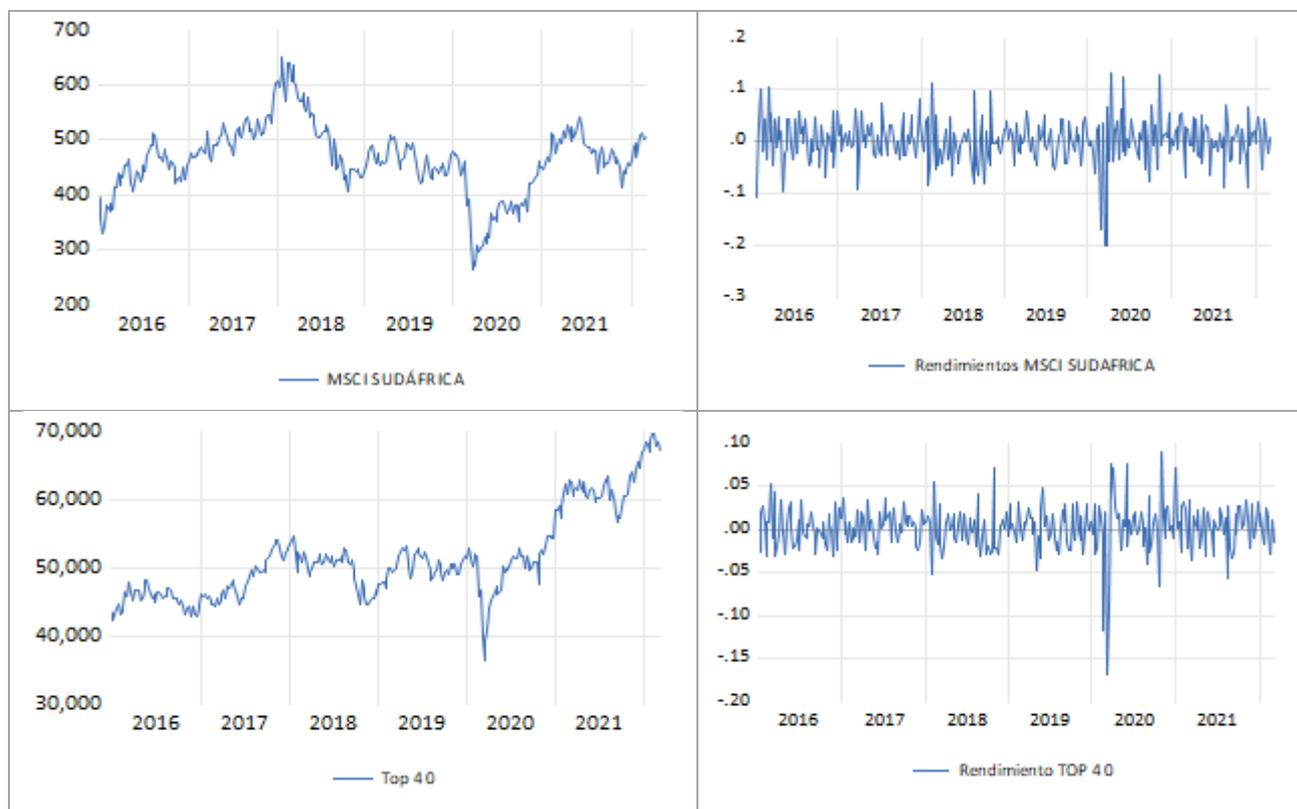


Figura 2.2.7. MSCI Sudáfrica con precio al cierre semanal y sus rendimientos en el periodo enero 2016 a marzo 2022

Los índices bursátiles representativos de Sudáfrica se muestran en la Figura 2.2.7. Se observa que, las series de los índices no son muy similares, sin embargo, se puede ver que, ambos activos se han recuperado tras la pandemia en 2020. No obstante, el índice TOP 40 refleja un crecimiento sostenido tras la pandemia, mientras que el MSCI India refleja que se ha tardado más en recuperarse de la crisis, y, a partir de allí, no ha experimentado movimientos representativos. Además, los rendimientos de estos índices muestran un pico negativo en la pandemia.

Bonos del Tesoro de Estados Unidos

Los bonos de deuda pública a 10 años de los Estados Unidos son certificados de deuda emitidos por el gobierno. Es considerado como un activo financiero libre de riesgo.

En la Figura 2.2.8. se muestra el rendimiento del bono de los Estados Unidos a 10 años, para el periodo de estudio. Se observa que, en la crisis los rendimientos del bono estuvieron

cercanos a cero. Se refleja una recuperación de los rendimientos tras un año de la crisis pandémica. Además, se observa que, los rendimientos de este bono no presentan rendimientos negativos, razón por la cual se le considera un activo financiero sin riesgo.



Figura 2.2.8. Rendimiento de los bonos de EE. UU. a 10 años con a cierre semanal para el periodo enero 2016 a marzo 2022

Los factores de tamaño (SMB) y valor (HML) se muestran en el ANEXO I. Jensen et al. (2022) calcularon el factor HML como el factor específico del país siguiendo el enfoque de Fama y French (1993) y utilizando puntos de quiebre de acciones no micro capitalizadas dentro del país. De manera similar, Jensen et al. (2022) calcularon el factor SMB con el enfoque Fama y French (1993) calculando el promedio de carteras pequeñas menos promedio de carteras grandes.

S&P 500

El índice Standard & Poor's 500 sigue la evolución de las 500 mayores empresas cotizadas de Estados Unidos. Este índice es un índice bursátil ponderado por capitalización. Es un reflejo de la fortaleza económica de Estados Unidos al abarcar los sectores tecnológico, sanitario, energético y financiero, y actúa como referencia de la salud general del mercado bursátil en Estados Unidos. Representa aproximadamente más del 80% de la capitalización de mercado disponible (S&P Global, 2023; TradingView, 2023a).

Las pérdidas en el S&P 500 pueden considerarse posibles problemas para la economía, mientras que las ganancias en el índice suelen interpretarse como buenas señales para la economía. Es un barómetro de las carteras de los inversores, este índice se utiliza para analizar el rendimiento de empresas concretas y calibrar el comportamiento general del mercado. Los analistas e incluso los políticos ponen mucho énfasis en el índice S&P 500,

ya que se considera de importancia crítica en el mundo de las finanzas (TradingView, 2023a).

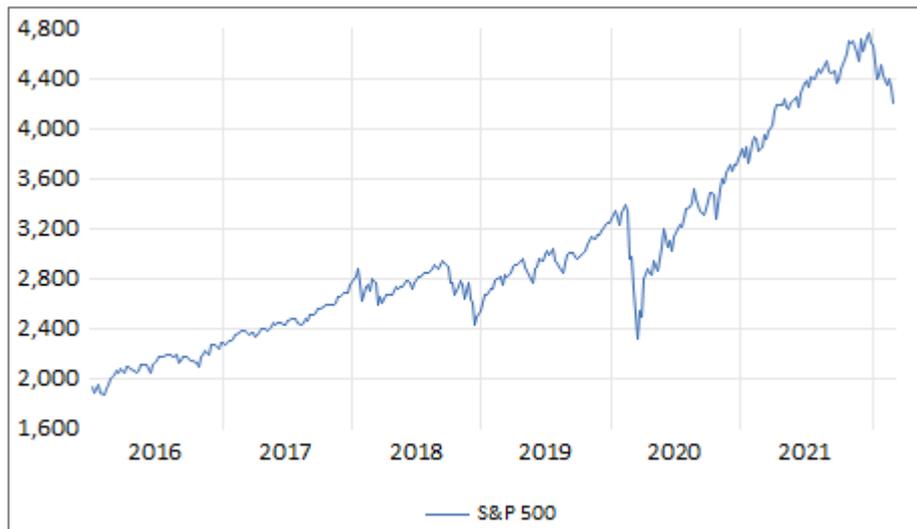


Figura 2.2.9. S&P 500, precio de cierre semanal, en el periodo enero 2016 a marzo 2022

En la Figura 2.2.9. se presenta la serie financiera del índice bursátil S&P 500. Se observa que, como la mayor parte de activos financiero experimento una fuerte caída de sus precios en la pandemia de 2020, sin embargo, tras esta crisis refleja un crecimiento sostenido hasta inicios de 2022.

En la Tabla 2.2.1. se presenta la estadística descriptiva de los rendimientos de los índices MSCI y bursátiles de cada país perteneciente al grupo los BRICS. Se observa que, en promedio, Bovespa tienen el valor más alto (0.003698), indicando un rendimiento positivo más fuerte en comparación con otros índices. Mientras que, MSCI Rusia tiene un rendimiento promedio negativo (-0.00032), que es causa del conflicto armado entre Rusia y Ucrania¹². Por otro lado, todos los rendimientos son cercanos a cero. Además, el mejor rendimiento promedio es el del bono (0.019176). Por otro lado, la desviación estándar es un reflejo de la volatilidad de los rendimientos. En la tabla, se observa que, los índices con desviaciones estándar más altas son el MSCI Brasil y MSCI Rusia, lo que indica que, son los índices más volátiles de la muestra, mientras que, el Rendimiento del Bono, presenta la mayor estabilidad en los rendimientos, es decir, menos volatilidad.

La mayoría de los índices exhibidos en la Tabla 2.2.1. presentan asimetría negativa, lo que indica una cola izquierda más pesada y, con ello, una tendencia hacia rendimientos más

¹² Para mayor detalle, ver el trabajo de investigación “Efecto de la guerra de Ucrania en los mercados financieros” (Bandrés, 2022)

bajos. Esto muestra la evidente presencia del efecto apalancamiento¹³ que es muy común en las series financieras. Asimismo, los bonos presentan la asimetría menos negativa, mientras que los índices de Rusia presentan asimetría relativamente muy negativa, causa directa del conflicto armado que vive Rusia en el periodo de análisis. Por otro lado, todos los índices muestran un coeficiente de curtosis mayor a 3, lo que indica que tienen distribución leptocúrtica, característica de los rendimientos de las series financieras. Además, MSCI Rusia y RTS presentan coeficientes de curtosis muy altos, debido a su conflicto armado, mientras que MSCI China y SZSE Component presentan las curtosis más bajas. No obstante, el coeficiente de curtosis del rendimiento de los bonos es la más baja en comparación con todos los índices. No obstante, los valores altos de curtosis indican la alta ocurrencia de valores extremos.

Tabla 2.2.1. Estadística Descriptiva de Rendimientos

Índices	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente asimetría	Kurtosis	Max	Min	Jaque-Bera
MSCI ACWI	0.001650	0.022736	-1.254672	12.55922	0.099543	-0.1322	1310.479
MSCI Emergentes	0.001136	0.025033	-0.727261	6.021729	0.748441	-0.1272	150.8903
MSCI Brasil	0.001618	0.047545	-0.366963	7.539113	0.225708	-0.2450	283.6578
Bovespa	0.003698	0.033041	-0.471857	10.03276	0.180126	-0.1887	675.5337
MSCI Rusia	-0.00032	0.049786	-3.794033	29.96923	0.109437	-0.4219	10518.82
RTS	0.001302	0.043149	-2.800222	28.84715	0.213837	-0.3953	9384.153
MSCI India	0.001588	0.026902	-0.502422	7.205087	0.121526	-0.1355	250.7906
BSE Sensex 30	0.002270	0.024174	-0.449394	8.839897	0.121635	-0.1310	468.4055
MSCI China	0.000702	0.030784	-0.484155	3.408328	0.077538	-0.1052	15.81677
SZSE Component	0.000415	0.029048	-0.314762	3.720362	0.094919	-0.0902	12.27922
MSCI Sudáfrica	0.000768	0.042777	-0.617553	6.505134	0.13018	-0.2027	185.3037
TOP 40	0.001374	0.025551	-0.997405	10.57885	0.088701	-0.1693	824.0275
Rend. Bono	0.019176	0.006917	-0.1646	2.198843	0.032330	0.0053	10.06593

En la Tabla 2.2.1. los índices MSCI Brasil y MSCI Rusia, presentan el rango entre máximo y mínimo más amplio del grupo en el periodo analizado, mientras que el rendimiento de bonos muestra un rango más estrecho y positivo, por su naturaleza. Asimismo, los valores del estadístico Jarque – Bera son muy altos, lo que indica que las distribuciones de los rendimientos de los índices no siguen una distribución normal, característico de series financieras.

¹³ El efecto apalancamiento es una característica de las series financieras en la cual, si los retornos previos han sido negativos, la volatilidad es mayor que cuando los retornos previos han sido positivos. Mas detalles, ver (Espinosa, 2016)

3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Resultados

Esta sección muestra los resultados obtenidos a través del modelo de tres factores de Fama y French con heterocedasticidad condicional para evaluar los rendimientos medios y el riesgo sistémico de los mercados bursátiles de los BRICS. Además, se presenta los resultados de posibles contagios sistémicos entre el mercado bursátil de los BRICS y uno de los principales índices de los Estados Unidos, el S&P 500.

Primero, se aplicó el modelo de Tres Factores de Fama y French con Heterocedasticidad condicional a los índices MSCI de los países que componen el BRICS respecto a la sensibilidad del mercado global (MSCI ACWI). En segundo lugar, se aplicó el mismo modelo, pero a los índices bursátiles más representativos de cada país de los BRICS respecto a la sensibilidad del mercado Emergente (MSCI Emergente). Con el fin de contrastar la sensibilidad que tienen los mercados bursátiles de los países en relación con el mercado global y emergente. Y, en tercer lugar, mediante el modelo de cointegración de Engle – Granger y la prueba de causalidad de Granger se analizó la existencia de contagio financiero por parte del S&P 500 y los índices MSCI de los BRICS. Los resultados se encuentran en la Tabla 3.1.1., Tabla 3.1.2. y Tabla 3.1.3., respectivamente.

En las siguientes tablas (Tabla 3.1.1. y Tabla 3.1.2.) se presenta los mejores modelos para cada país, estimados por el software Eviews. Después de examinar los excesos de rendimiento se pudo notar que todas las series resultaron estacionarias, esto se verifica a través de la prueba de raíz unitaria de Dikey-Fuller aumentada DFA. Los residuos de todos los modelos resultaron ruido blanco, asimismo, los valores Durbin-Watson de los modelos se encuentran alrededor del 2, por lo que ninguno presenta autocorrelación.

En la Tabla 3.1.1. se muestra los resultados de los modelos Fama y French de tres factores (FF3F) con heterocedasticidad condicional. Se observa que, los excedentes de rendimiento de los índices de los mercados bursátiles de Brasil y Sudáfrica medidos por el MSCI (MSCI-Brasil, MSCI-Sudáfrica) se ajustan mejor a un modelo FF3F sin heteroscedasticidad condicional, debido a que, no presentan efectos ARCH. Por otro lado, los excedentes de rendimiento de los índices MSCI-India y MSCI-China se ajustan de mejor manera a un modelo FF3F – GARCH (1, 1), debido a la presencia de efectos ARCH. Además, el excedente de rendimiento del índice MSCI-Rusia se ajustó mejor a un modelo FF3F - ARCH (1), a pesar de que en el periodo de estudio constan rendimientos muy negativos debido a su conflicto armado en el primer trimestre del 2022.

Tabla 3.1.1. Modelos Fama y French con heterocedasticidad condicional

	Índice	MSCI-Brasil	MSCI-Rusia	MSCI-India	MSCI-China	MSCI-Sudáfrica
	Modelo	FF3F	FF3F - ARCH (1)	FF3F - GARCH (1,1)	FF3F - GARCH (1,1)	FF3F
Variables						
Ecuación media	C	0.003	0.002	-0.003***	-0.000	0.004**
	$R_m - R_f$	1.193***	1.072***	0.755***	1.006***	1.278***
	SMB	0.109	-0.231	-0.127	-0.782***	-0.859***
	HML	0.747**	1.103*	0.540**	0.375*	0.488*
	δ					
Ecuación de la varianza	ω		0.001***	0.000***	0.000	
	ε_{t-i}^2		0.171***	0.166***	0.130**	
	h_{t-j}^2			0.657***	0.749***	
	R^2	0.37	0.27	0.47	0.47	0.52
	DW	1.84	1.25	1.92	2.11	2.38
	Prob. F	0.000				0.000
	# Obs.	322	322	322	322	322

***Indica que el coeficiente es significativo en el nivel del 1%

**Indica que el coeficiente es significativo en el nivel del 5%

*Indica que el coeficiente es significativo en el nivel del 10%

Los resultados presentados en la Tabla 3.1.1. muestran que en el modelo FF3F representativo de Brasil no presenta significancia estadística en la constante, ni en el factor tamaño, mientras que los coeficientes de las demás variables si son estadísticamente significativos. Además, dado que este modelo es lineal, se presenta que FF3F para Brasil es globalmente significativo. Por otro lado, se observa que, si el excedente de rendimiento del mercado bursátil global aumenta en 1%, el excedente del rendimiento del mercado bursátil brasileño aumenta en 1.193%, por lo tanto, como el factor de mercado es mayor que 1, se dice que el índice MSCI Brasil es sensible a los movimientos del mercado global. El mercado bursátil de Brasil subió 4.7% en su moneda nacional, siendo una de las pocas bolsas con capitalización bursátil de \$500.000 millones que terminaron el año 2022 en positivo, superando las ganancias de las bolsas de India y Reino Unido (Turner, 2022). Asimismo, se muestra que las empresas brasileñas de un alto valor contable influyen positivamente en el rendimiento del mercado bursátil brasileño, se observa que, si el factor valor aumenta en 1%, el excedente de rendimiento del MSCI Brasil aumenta en 0.747%. Turner (2022) indica que, la valoración de las acciones de las empresas brasileñas se

encuentra entre las más baratas del mundo, lo que ha contribuido a estimular su demanda durante los últimos años, por lo que, los resultados del modelo y la actualidad bursátil de Brasil se encuentran alineados, y muestran que, los rendimientos del mercado de Brasil son sensibles al mercado global y dependen del valor en libros de las empresas.

El modelo que representa al mercado bursátil de Rusia en la Tabla 3.1.1. muestra resultados similares a los de Brasil en la ecuación de la media, presenta significancia estadística en el factor de mercado y el factor de valor, y no muestra significancia estadística en el factor de tamaño y en la constante. Además, este modelo presenta ecuación de la varianza, donde, tanto la constante como el parámetro del primer rezago del error al cuadrado (término ARCH (1)) resultan estadísticamente significativos. Por otro lado, los resultados sugieren que, si el excedente de rendimiento del mercado global aumenta en 1%, el excedente de rendimiento del mercado ruso aumenta en 1.072%, por lo tanto, como el factor de mercado es levemente mayor que 1, se dice que el índice MSCI Rusia es ligeramente sensible a los movimientos del mercado global. También, se presenta que las empresas con un alto valor contable en Rusia tienen una influencia positiva en los rendimientos del mercado bursátil, si el factor valor de Rusia aumenta en 1%, el excedente de rendimiento del índice MSCI Rusia aumenta en 1.103%. Además, la varianza condicional (volatilidad) del índice MSCI RUSIA se explica en un 17.1% por el error de los rendimientos al cuadrado de un periodo anterior. No obstante, Ismail & Andrianova Anya (2022) mencionan que, tras el conflicto armado contra Ucrania el mercado bursátil ruso experimentó una caída de \$259.000 millones, el rublo llegó a un mínimo histórico y las acciones rusas se desplomaron hasta un 45%. Sin embargo, los resultados sugieren que, Rusia es ligeramente más sensible al mercado global y las empresas con un alto valor en libros afectan directamente a los rendimientos.

La ecuación de la media en el índice MSCI India en la Tabla 3.1.1. presenta significancia estadística en la constante, la prima de riesgo de mercado y el factor de valor, y no muestra significancia estadística en el factor de tamaño. Además, en la ecuación de la varianza la constante, el coeficiente del término ARCH (1) y el coeficiente del primer rezago de la varianza condicional (Término GARCH (1)) se muestran estadísticamente significativos. Por otro lado, los resultados sugieren que, si el excedente de rendimiento del mercado global aumenta en 1%, el excedente de rendimiento del mercado indio aumenta en 0.755%, por lo tanto, como el factor de mercado es menor que 1, se dice que el índice MSCI India es menos sensible a los movimientos del mercado global. Asimismo, las empresas con un alto valor contable en India influyen de manera positiva en los rendimientos del mercado bursátil, si el factor valor de la India aumenta en 1%, el excedente de rendimiento del índice

MSCI India aumenta en 0.540%. Además, volatilidad del índice MSCI India se explica en un 16.6% por el error de los rendimientos al cuadrado de un periodo anterior y en un 65.7% por la varianza condicional de un periodo anterior. No obstante, según Mukherjee (2023) el peso del mercado bursátil de India sobre el índice MSCI Emergentes ha superado significativamente a los mercados de Taiwán y Corea del Sur y ahora se sitúa en segundo lugar, detrás de China que es principal exponente del índice. Además, el mercado de valores indio alcanzó niveles históricos, con las bolsas Nifty y Sensex registrando un crecimiento del 18.5% y 17.3%, respectivamente, en 2023 (Ranjan & Jha, 2023). Estos resultados sugieren al mercado de la India presenta resultados prometedores, a pesar de que este mercado sea menos sensible a los rendimientos del mercado global.

En China, la ecuación de la media de su índice MSCI presenta significancia estadística en todos los coeficientes de las variables. Mientras que, en la ecuación de la varianza el único parámetro que no resulta significativo es la constante. Por otro lado, estos resultados indican que, si el excedente de rendimiento del mercado global aumenta en 1%, el excedente de rendimiento del mercado chino aumenta en 1.006%, por lo tanto, como el factor de mercado prácticamente igual a 1, se dice que el índice MSCI China es sensible a los movimientos del mercado global. Además, las empresas que tienen relativamente una baja capitalización en la China afectan negativamente a los rendimientos de su mercado bursátil, si el factor tamaño aumenta en 1%, el excedente de rendimiento del índice MSCI China disminuye en 0.782%%, este resultado puede ser causado porque China ha experimentado una caída del 40% en su mercado de valores desde junio de 2021, afectado por políticas aislacionistas, problemas en el sector inmobiliario y una campaña antimonopolio, mientras que este mercado tuvo una salida de \$187.000 millones de su mercado bursátil en el año 2022 como lo indica Mukherjee (2023). No obstante, las empresas con un alto valor contable en China afectan positivamente en los rendimientos del su mercado bursátil, si el factor valor de China aumenta en 1%, el excedente de rendimiento del índice MSCI China aumenta en 0.375%. Además, volatilidad del índice MSCI China se explica en un 13% por el error de los rendimientos al cuadrado de un periodo anterior y en un 74.9% por la varianza condicional de un periodo anterior. Estos resultados sugieren que los rendimientos del mercado chino son ligeramente sensibles a los rendimientos del mercado global y se muestran afectados negativamente por la situación de las empresas de mayor tamaño debido a los motivos mencionados por Mukherjee (2023).

Sudáfrica en su modelo FF3F expuesto en la Tabla 3.1.1. muestra resultados similares a los de Brasil, ajustándose mejor a un modelo lineal sin heterocedasticidad condicional. No

obstante, el modelo presenta todos los parámetros estadísticamente significativos, y también, es estadísticamente significativo a nivel global. Por otro lado, se observa que, si el excedente de rendimiento del mercado bursátil global aumenta en 1%, el excedente del rendimiento del mercado bursátil de Sudáfrica aumenta en 1.278%, por lo tanto, como el factor de mercado es mayor que 1, se dice que el índice MSCI Sudáfrica es muy sensible a los movimientos del mercado global. Asimismo, se muestra que las empresas brasileñas de un alto valor contable afectan de manera positiva el rendimiento de su mercado bursátil, mientras que las empresas que tienen una baja capitalización en la este país influyen de manera negativa en los rendimientos de su mercado bursátil, por lo tanto, si el factor valor aumenta en 1%, el excedente de rendimiento del MSCI Sudáfrica aumenta en 0.488%, y si el factor tamaño aumenta en 1%, el excedente de rendimiento del índice MSCI Sudáfrica disminuye en 0.859%. SWI (2022) menciona que, en el primer trimestre de 2022, la economía de Sudáfrica experimentó un crecimiento del 1.9%, alcanzando niveles prepandemia y recuperando el Producto Interno Bruto (PIB) de la era anterior a la covid-19. La expansión económica se debió principalmente al sólido desempeño de sectores como la industria manufacturera, finanzas y comercio, siendo de mayor importancia el aumento de la producción de alimentos, químicos y maquinaria. Estos resultados sugieren que, los rendimientos de este mercado son muy sensibles a los rendimientos del mercado global, se ven afectados negativamente por el desempeño de las empresas de mayor tamaño y positivamente por las empresas con mayor valor en libros.

Los modelos Fama y French con heterocedasticidad condicional, presentados en la Tabla 3.1.2., evalúan los rendimientos de los principales índices bursátiles de cada país de los BRICS en función de los rendimientos del mercado bursátil emergente. Se observa que, los coeficientes de determinación (R^2) son realmente bajos y cercanos a cero, a excepción del índice bursátil de India. Por otro lado, los modelos de Brasil y Sudáfrica exponen que el coeficiente del factor de mercado no es estadísticamente significativo, mientras que, en los modelos de los índices bursátiles de Rusia y China, el coeficiente del factor de mercado se encuentra muy por debajo de 1, por lo tanto, los índices bursátiles de RTS y SZSE Component son apenas sensibles a los movimientos del mercado Emergente. Estos resultados sugieren que, los principales índices bursátiles de cada país de los BRICS no se ven afectados en gran medida por los movimientos del mercado Bursátil Emergente, con excepción de la India.

Tabla 3.1.2. Modelos Fama y French con heterocedasticidad condicional

	Índice	Bovespa	RTS	BSE Sensex 30	SZSE Component	TOP 40
	Modelo	FF3- GARCH-M	FF3 - ARCH-M	FF3 - GARCH (1,1)	FF3 -GARCH (1,1)	FF3 -GARCH (1,1)
Variables						
Ecuación media	C	-0.024***	-0.013***	-0.004***	-0.015***	-0.018***
	$R_m - R_f$	-0.044	0.183**	0.666***	0.179***	0.005
	SMB	0.958***	0.341	0.393**	0.577*	0.085
	HML	-0.072	-0.659*	-0.139	-0.355	0.004
	δ	7.570**	1.657***			
Ecuación de la varianza	ω	0.000**	0.000***	0.000**	0.000**	0.000***
	ε_{t-i}^2	0.147***	0.957***	0.249***	0.137***	0.1435***
	h_{t-j}^2	0.762***		0.535***	0.811***	0.739***
	R^2	0.039	0.045	0.55	0.037	0.0013
	DW	1.905	1.68	1.94	2.09	1.85
	# Obs.	322	322	322	322	322

***Indica que el coeficiente es significativo en el nivel del 1%

**Indica que el coeficiente es significativo en el nivel del 5%

*Indica que el coeficiente es significativo en el nivel del 10%

En las siguientes figuras se muestra los resultados gráficos de los modelos Fama y French aplicados en este estudio, donde se observa el aumento de volatilidad en todos los rendimientos provocado por la pandemia COVID 19.

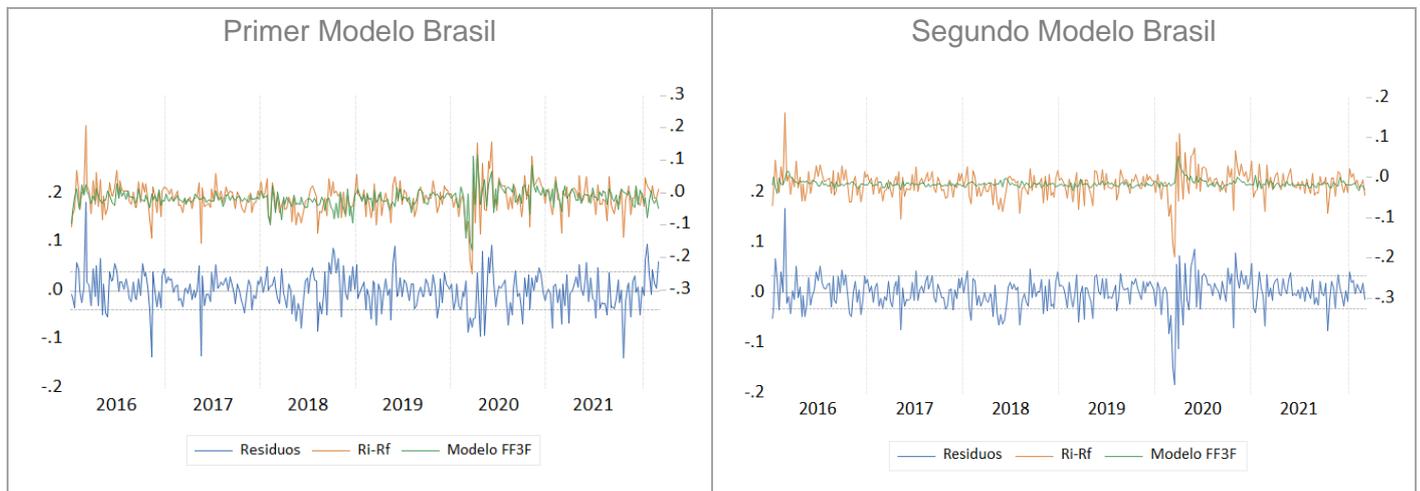


Figura 3.1.1. Residuos de los modelos de Brasil

En la Figura 3.1.1. se muestran los residuos de los modelos Fama y French propuestos para en mercado bursátil brasileño. Se observa que, el primer modelo se ajusta bien al exceso de rendimiento, y sus residuos son ruido blanco. No obstante, en el segundo modelo el ajuste no es bueno, y sus residuos son ruido blanco, pero, dado que estos residuos pertenecen a rendimientos, es más una característica, que una señal de que el modelo está bien ajustado. Se observa un pico de rendimientos en el primer trimestre del año 2016, que pudo ser causado por los siguientes acontecimientos: el índice bursátil principal de Brasil, IBOVESPA, bajó un 10%, y el diferencial soberano del país aumentó un 24%. Además, la moneda brasileña, disminuyó alrededor del 6%, llegando a aproximadamente 3,98 reales por dólar a finales de febrero (BBVA RESEARCH, 2016b). Por otro lado, en el último trimestre de 2016, se observa otro pico en los rendimientos, dado que, los mercados financieros de Brasil mostraron ganancias, influenciadas por factores externos como menor preocupación por China, mayores precios de materias primas y la cautela de la Reserva Federal de EE. UU. (BBVA RESEARCH, 2016a). En el último trimestre de 2021, se observa un pico de rendimientos negativos provocados por varias razones: las malas expectativas para la economía brasileña debido a la inflación (superior al 10% en el año), el aumento de las tasas de interés y la incertidumbre fiscal y política (EXPANSIÓN, 2021).

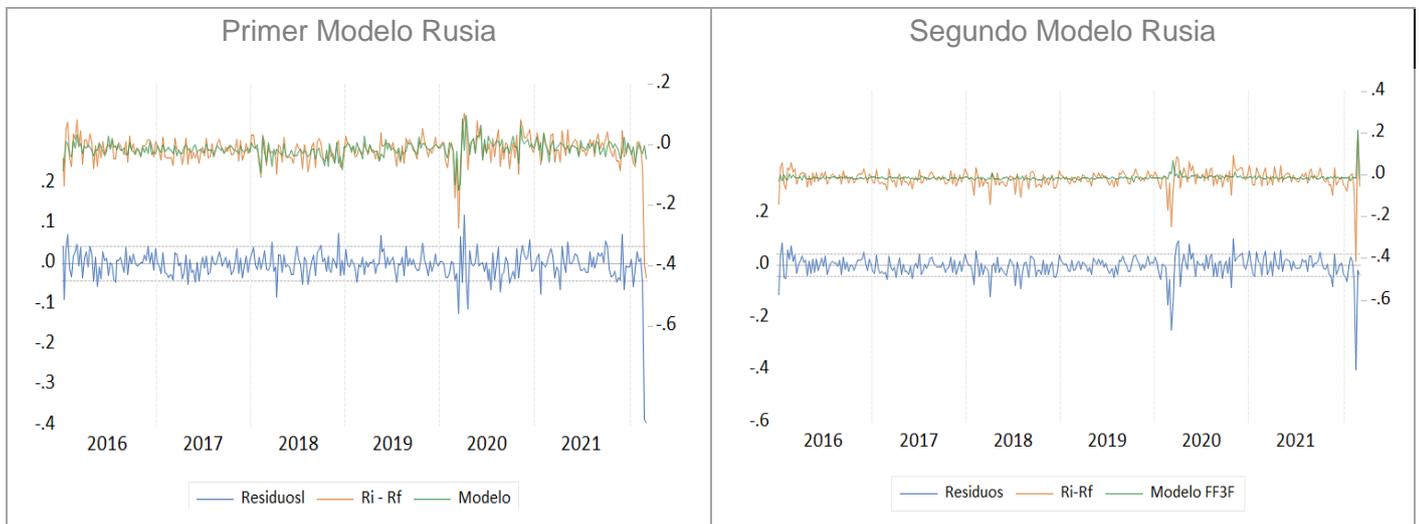


Figura 3.1.2. Residuos de los modelos de Rusia

Los residuos de los modelos pertenecientes a Rusia se exponen en la Figura 3.1.2. Se observa que, el primer modelo se ajusta bien hasta principios del 2022, debido a que en el primer trimestre de 2022 (datos disponibles hasta esa fecha) Rusia entro en un conflicto armado, y, por lo tanto, se observa una fuerte caída en los rendimientos de su mercado bursátil. Esta caída no es ajustada por el primer modelo, ya que Rusia fue el país afectado,

mas no, el mercado global. A pesar de lo expuesto, los residuos resultan ser ruido blanco. Por otro lado, el segundo modelo presenta un pésimo ajuste, similar a lo que ocurre con Brasil.

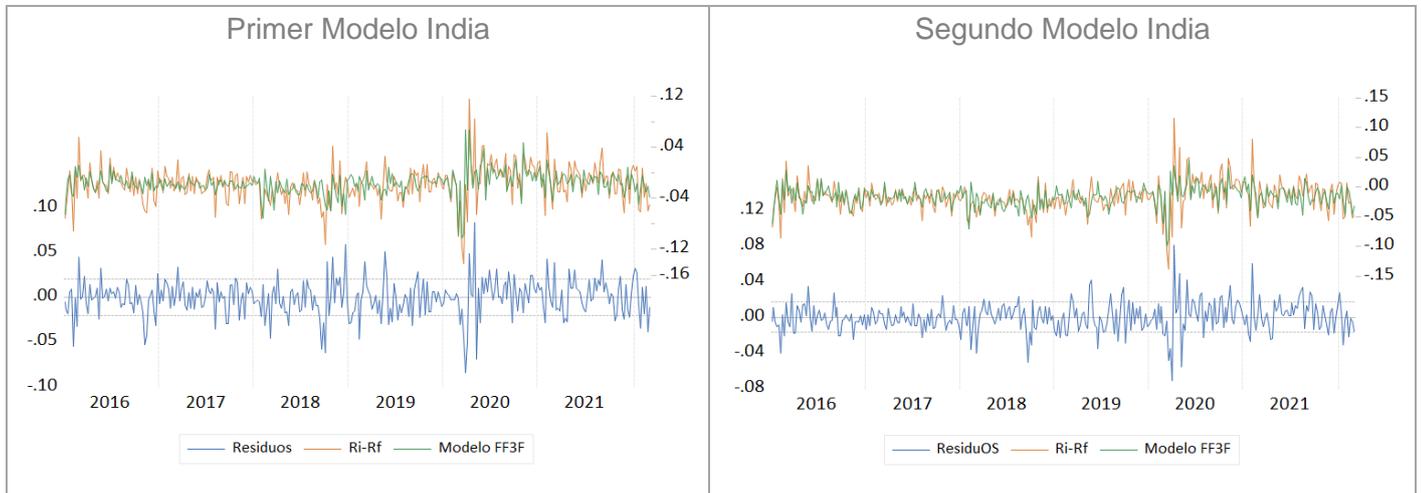


Figura 3.1.3. Residuos de los modelos de India

Los dos modelos de India presentados en la Figura 3.1.3. sugieren un buen ajuste y sus residuos resultan ser ruido blanco. El mercado bursátil indio resulto ser el único mercado donde los dos modelos aplicados se ajustaron a los datos. Además, se observa un pico de rendimientos negativo en el cuarto trimestre de 2016 que pudo ser causado por la retirada de circulación de los billetes de 500 y 1000 rupias como medida para evitar casos de corrupción y blanqueo de dinero, estos billetes representaban más del 80% de la cantidad total de dinero que estaba en circulación; por lo tanto, esta medida y la actitud desfavorable hacia los mercados en desarrollo como consecuencia de los resultados de las elecciones en Estados Unidos, el mercado bursátil indio registró enormes ventas del 10% hasta finales de año; sin embargo, a finales de diciembre, la bolsa india se disparó un dieciséis por ciento y cotizó a niveles superiores a los valores existentes antes de la desmonetización (Goldman Sachs, 2017). Por otro lado, es posible que las catastróficas inundaciones que tuvieron lugar en el estado de Kerala, en el sur de la India, fueran la razón del aumento de los rendimientos negativos que se produjo durante el tercer trimestre de 2018. En agosto de 2018 tuvieron lugar estas inundaciones, que fueron las peores en esta región en más de un siglo; como consecuencia, más de 483 personas perdieron la vida y 15 desaparecieron. (Hunt & Menon, 2020; The Indian Express, 2018).

Por otro lado, en la Figura 3.1.4. se muestran los residuos de los modelos de China. El primer modelo presenta un buen ajuste al exceso de rendimientos, mientras que en el

segundo modelo se observa un deficiente ajuste del modelo al exceso de rendimientos del mercado bursátil de China. Además, ambos residuos resultaron ruido blanco.

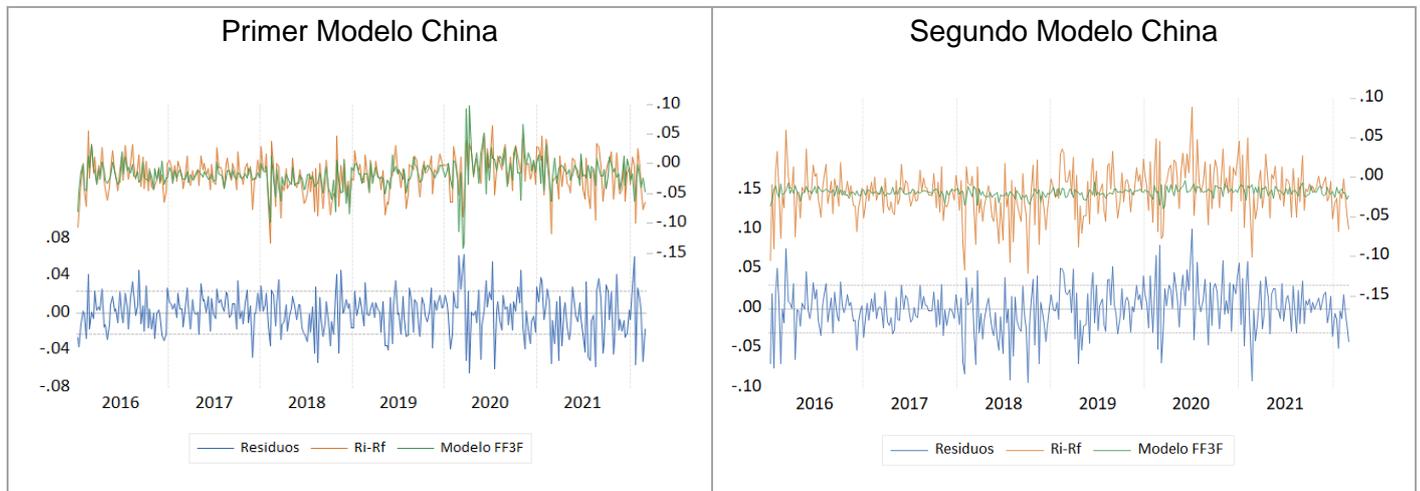


Figura 3.1.4. Residuos de los modelos de China

Asimismo, en la Figura 3.1.4. se observa un pico de rendimientos negativos a inicios del año 2016, porque, la bolsa de China presento una caída que llevó a la suspensión del mercado, debido a la activación de un mecanismo de interrupción para limitar la volatilidad. Entre los factores clave de esta caída se encuentran: el desplome de acciones y monedas asiáticas en el primer día del año nuevo, el índice Shanghai cayó 6.9% y el CSI 300 bajó un 7%, mientras que el índice tecnológico Shenzhen cayó más del 8%. Además, el índice PMI registró 48.2 en diciembre de año anterior, señalando la décima contracción mensual consecutiva en la actividad de fábricas. Con todo esto, la incertidumbre se intensificó, y con ello los inversores también vendieron acciones anticipando la prohibición de vender activos de empresas chinas cotizadas en bolsa (BBC Mundo, 2016). Por otro lado, el pico de rendimientos negativos presente en el primer trimestre de 2018 es el inicio de una tendencia bajista en la bolsa de China, debido a que experimentó caídas continuas en 2018, el índice Shanghai Composite cayó más del 20% desde enero. La guerra comercial entre Estados Unidos y China fue un factor clave, ya que las amenazas de nuevos aranceles afectaron las expectativas de exportaciones chinas y generaron temor acerca de posibles restricciones a las inversiones en empresas estadounidenses, especialmente en el sector tecnológico. La ofensiva comercial de Donald Trump impactó en las previsiones de crecimiento económico de China, con malas expectativas debido a la posible restricción en las exportaciones (Expansión, 2018). Finalmente, se observa un pico negativo de rendimientos en año 2021, que pudo ser causado por la crisis de Evergrande, la inmobiliaria más endeudada del mundo, con una deuda de aproximadamente US\$330.000 millones. El tribunal de Hong Kong dictaminó la liquidación ante la falta de un plan viable de

reestructuración. Esta situación aumentó las dudas y miedos en el mercado inmobiliario chino, afectando a la economía del país. El sector inmobiliario representa cerca de una cuarta parte de la economía china, por lo que esta noticia ha contribuido a la volatilidad en los mercados financieros (BBC News Mundo, 2021).

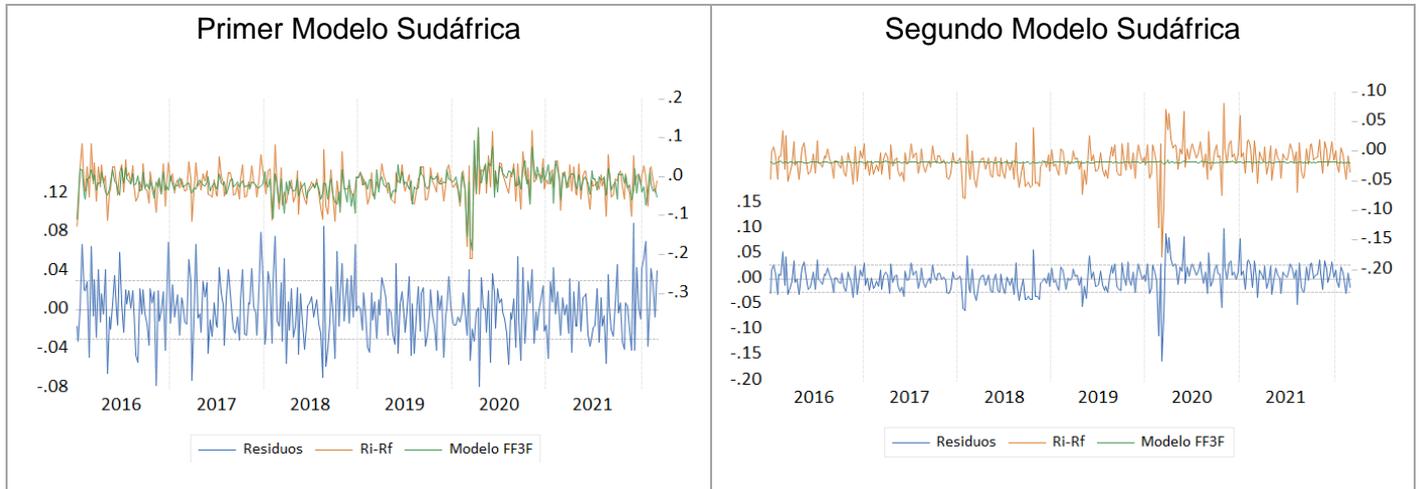


Figura 3.1.5. Residuos de los modelos de Sudáfrica

En la Figura 3.1.5., se muestran los modelos del mercado bursátil de Sudáfrica. En el primer modelo se observa un buen ajuste, mientras que el segundo modelo presenta el peor ajuste de todos los modelos. Este segundo modelo en la Tabla 3.1.2. muestra que ninguna de las variables del modelo Fama y French resultó ser estadísticamente significativa. Por otro lado, en el pico de rendimientos negativos en inicios 2016 fue causado porque Sudáfrica se vio afectado por la caída de los precios de las materias primas, los efectos del fenómeno del Niño, que provocó la peor sequía del país en 30 y una disminución de la demanda china (Fondo Europeo de Desarrollo Regional, 2018). Además, los rendimientos negativos pronunciados presentes en el año 2018 pueden ser causados porque Sudáfrica ha ingresado en recesión técnica, con una contracción del 0,7% en el PIB durante el segundo trimestre, siguiendo la disminución del 2,6% en los primeros tres meses del año. Esta noticia provocó una fuerte depreciación de la moneda nacional, cayendo más del 3% frente al dólar estadounidense y un 2,9% frente al euro, acumulando una pérdida del 15% a septiembre de 2018 (Blanco, 2018)

Por otro lado, en el análisis de contagios financieros, se utilizó la prueba de cointegración de Engle y Granger y la prueba de causalidad de Granger para determinar la relación de los índices MSCI de los países emergentes BRICS y en índice S&P 500. En este contexto, primero se analizó el orden de integración de las series mediante la prueba DFA, en segundo lugar, se verificó la causalidad en el sentido de Granger y, finalmente, se aplicó la

prueba de cointegración de Engle y Granger. Los resultados de estas pruebas se encuentran en el ANEXO II.

Análisis del índice S&P500

Los componentes del S&P 500 son principalmente empresas de EE. UU., muchas de ellas tienen presencia internacional, generando ingresos y activos en otros países. Por lo tanto, eventos internacionales pueden impactar en las empresas del S&P 500 y en el rendimiento general del índice (Brzenk 2018). Según las estadísticas presentadas por Brzenk (2018), casi el 71% de los ingresos obtenidos por el S&P 500 se crearon en Estados Unidos. El resto de los ingresos procedieron de mercados internacionales, entre los que figuran China (4,3%), Japón (2,6%), Reino Unido (2,5%), Canadá (2,1%), Alemania (1,9%), Francia (1,1%), Brasil (1,0%) y otros países (13,6%).

A continuación, se describe la relación entre las empresas representativas de cada uno de los índices MSCI de los BRICS y las empresas del SP&500. Las empresas más representativas de los MSCI y del S&P500 se encuentran en el ANEXO III.

Como se mencionó anteriormente, el S&P 500 es un índice bursátil que se pondera en función de la capitalización de las 500 mayores empresas que cotizan en la bolsa de Estados Unidos. Hay muchos sectores diferentes que se incluyen en su ámbito de aplicación, como la tecnología, las finanzas, la salud, el consumo discrecional, los servicios de comunicación, la industria y la energía, entre otros. Este índice se considera un reflejo de la fortaleza económica de los Estados Unidos de América y actúa como referencia de la salud general del mercado bursátil estadounidense (TradingView, 2023a).

Análisis de la relación MSCI Brasil versus S&P500

En 2021, las principales importaciones de Brasil desde EE. UU. incluyeron aeronaves, maquinaria, productos derivados del petróleo y equipos médicos. A su vez, Brasil exporta aviones, petróleo crudo, maquinaria, hierro y acero a los Estados Unidos. (SOBEL, 2023).

Una de las principales empresas del MSCI Brasil es VALE S.A., que es una empresa que extrae minerales, hace logística y se encuentra en el negocio de la energía y la siderurgia (Vale, 2023). Asimismo, otra de las empresas es Petrobras, que es una empresa brasileña que se dedica a la extracción y tratamiento de petróleo y gas natural (PETROBRAS, 2023). Además, Itaú Unibanco y Bradesco son entidades bancarias y de servicios financieros. Otra de las empresas principales es WEG, que se encuentra en los siguientes negocios: generación, transmisión y distribución de energía; productos y servicios eléctricos; y soluciones inteligentes para el desarrollo inmobiliario (WEG, 2023).

Por lo tanto, esta información sugiere que, estas empresas brasileñas son las que producen en gran medida los productos o servicios que se exportan hacia los Estados Unidos, probablemente a una o varias empresas de las 500 que componen el S&P500. Entonces, VALE S.A. exporta una gran parte del hierro y el acero; Petrobras exporta el petróleo crudo; Itaú Unibanco y Bradesco se encargan de los servicios financieros y WEG es el encargado de exportar maquinaria.

Análisis de la relación MSCI Rusia versus S&P500

En 2017, los servicios exportados por Estados Unidos a Rusia fueron: servicios de viaje, servicios financieros y otros servicios comerciales entre los más relevantes. En 2020, los servicios exportados por Rusia a Estados Unidos fueron servicios de computación e información, otros servicios comerciales y transporte. Por otro lado, en 2021, Rusia exportó productos como petróleo refinado, petróleo crudo y platino, y Estados Unidos exportó a Rusia productos como coches, turbinas de gas y vehículos de motor y accesorios (OEC, 2023a).

En las principales empresas del índice bursátil MSCI Rusia se encuentran las siguientes: Novolipetsk Steel es una empresa siderúrgica de Rusia enfocada en la producción de acero (NLMK, 2023); MOSCOW EXCHANGE es la bolsa más grande de Rusia y opera mercados comerciales de acciones, bonos, derivados, divisas, etc (MOEX, 2023); y Yandex es una empresa rusa que se enfoca en servicios y productos de Internet (Yandex, 2023).

Por lo tanto, esta información sugiere que, estas empresas rusas son las que producen la mayor parte de los productos o servicios que se exportan hacia los Estados Unidos, probablemente a alguna de las 500 empresas que componen el S&P500. Entonces, Novolipetsk se encarga del platino; MOSCOW EXCHANGE realiza los servicios financieros y Yandex desarrolla los servicios de computación e internet.

Análisis de la relación MSCI India versus S&P500

En 2017, Estados Unidos exportó a India servicios como viajes, regalías y tarifas de licencia, y servicios financieros. En 2021, India exportó a Estados Unidos diamantes, medicamentos envasados y joyería como principales productos, mientras que Estados Unidos exportó a India petróleo crudo, diamantes y gas petróleo entre los productos más relevantes. (OEC, 2023b).

Reliance Industries Limited es una de las principales empresas de la India que se encuentra en el negocio de energía, petroquímicos, comercio minorista, servicios digitales, medios y entretenimiento, y nuevas energías, y nuevos materiales (Reliance, 2023). Infosys

Technologies Limited es el proveedor de servicios y consultoría digital de futura generación con mayor éxito en el mundo (Infosys, 2023). ICICI Bank ofrece una amplia gama de productos bancarios y servicios financieros a clientes particulares y empresas (ICICI Bank, 2023), además es una de las empresas más representativas de India.

Por lo tanto, esta información sugiere que, ICICI Bank abarca gran parte de los servicios financieros exportados a EE. UU. mientras que Infosys se encarga de los servicios tecnológicos que se exportan al mercado estadounidense.

Análisis de la relación MSCI China versus S&P500

En 2017, Estados Unidos exportó a China servicios de viajes, regalías, tarifas de licencia y servicios financieros, entre los más relevantes. En 2021, China exportó Estados Unidos productos como ordenadores, equipo de transmisión y piezas de máquina de oficina., mientras que Estados Unidos exportó a China productos principales como soja, circuitos integrados y coches. (OCD, 2023a).

Las siguientes empresas pertenecen a las 10 empresas de mayor capitalización en el índice bursátil MSCI China. Tencent es la empresa china líder mundial en las industrias de Internet y la tecnología, desarrolla bienes y servicios de vanguardia con el objetivo de mejorar el nivel de vida de las personas en todo el mundo (Tencent, 2023). Alibaba es la principal plataforma global de comercio mayorista, conectando a millones de compradores y proveedores en todo el mundo, ofrecen una amplia gama de productos en más de 40 categorías, desde electrónica hasta prendas de vestir y maquinaria (Alibaba.com, 2023). China Construction Bank es el banco líder en China, ofrece una amplia gama de servicios financieros en los sectores corporativo y personal, así como operaciones de tesorería (China Construction Bank, 2023).

Por lo tanto, esta información sugiere que, estas empresas son las que producen en mayor medida los productos o servicios que se exportan hacia EE. UU., probablemente a alguna de las 500 empresas del S&P500. Entonces, se sugiere que, Tencent Holdings se encarga de los servicios tecnológicos y China Construction Bank abarca los servicios financieros.

Análisis de la relación MSCI Sudáfrica versus S&P500

En 2017, Estados Unidos exportó a Sudáfrica servicios como viajes, regalías, tarifas de licencia y servicios financieros. En 2021, Sudáfrica exportó a Estados Unidos productos como platino, coches y oro, mientras que, Estados Unidos exportó a Sudáfrica productos como vehículos de motor y piezas, compuestos de metales preciosos y platino (OCD, 2023b).

Algunas de las empresas con mayor capitalización del MSCI Sudáfrica son las siguientes: FirstRand Limited es una empresa financiera que ha tenido éxito generando buenos rendimientos para los accionistas mediante el crecimiento orgánico, adquisiciones y la innovación (FirstRand, 2023). Standard Bank es una organización de servicios financieros enfocada en África (Standard Bank, 2023). Gold Fields es una empresa productora de oro (Gold Fields, 2023). AngloGold Ashanti es una empresa minera de oro que opera en nueve países de cuatro continentes y están interesados en expandir su presencia en otros minerales utilizando sus activos y experiencia existentes (AngloGoldAshanti, 2023).

Por lo tanto, esta información sugiere que, estas empresas son las que producen en mayor medida los productos o servicios que se exportan hacia EE. UU. Entonces, First Rand y Standard Bank se encargan en gran parte de los servicios financieros, mientras que Gold Fields y AngloGold abarcan la exportación de oro.

Estos datos reflejan en gran medida la importancia de las relaciones comerciales entre las empresas más representativas de los índices MSCI de los países de estudio y las empresas del índice S&P 500 de los Estados Unidos. Por lo tanto, se presentan los siguientes resultados.

En la Tabla 5.1. se presentan los resultados de las Prueba Dickey-Fuller Aumentada (DFA). Se observa que todas las series no son estacionarias en nivel, mientras que, si lo son en sus primeras diferencias. Por lo tanto, todas las series presentadas en la Tabla 5.1. son integradas de orden uno, es decir, $I(1)$.

En la Tabla 5.2. se muestra los resultados de la prueba de causalidad de Granger. Se observa que, el índice S&P 500 causa en sentido de Granger a todos los índices MSCI del grupo de los BRICS. Mientras que, los índices MSCI Brasil, MSCI Rusia, MSCI China y MSCI India no causan en sentido de Granger a el índice S&P 500. No obstante, los resultados sugieren que, entre el índice MSCI Sudáfrica y el S&P 500 existe una causalidad en sentido de Granger bidireccional, es decir el MSCI Sudáfrica también causa en sentido de Granger al S&P 500.

Los resultados de la prueba de cointegración de Engle y Granger se muestran en la Tabla 5.3., donde se observa que, los índices: MSCI Brasil, MSCI Rusia, MSCI India, MSCI China y MSCI Sudáfrica están cointegrados individualmente con el índice S&P 500.

Finalmente, en el ANEXO IV se muestran las series de tiempo de los índices MSCI de cada país de los BRICS junto con la serie del S&P500, donde se observa gráficamente la tendencia común de cada uno de los MSCI con el S&P500.

3.1 Conclusiones

El modelo tres factores de Fama y French tiene la capacidad de explicar el rendimiento de una acción en función de los rendimientos del mercado al que pertenece, la relación del tamaño, y, el valor en libros de las empresas pertenecientes a ese mercado. Lo novedoso de este trabajo de investigación es que, se utilizó este modelo para explicar el rendimiento bursátil de países en función del rendimiento del mercado al que pertenecen (Global y Emergente), el factor tamaño y factor valor de cada país. Además, se utilizó el modelo para evaluar el riesgo asociado al mercado, al factor tamaño y al factor valor.

Se determinó que el riesgo asociado al mercado global impacta directamente en los rendimientos de los mercados de Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica. Los mercados brasileño, ruso y sudafricano son más rentables, es decir, tienen rendimientos superiores a las del mercado global, pero conllevan mayor riesgo, en otras palabras, son más volátiles; mientras que los rendimientos de los mercados indio y chino son menos volátiles que el mercado global. En concreto, Brasil, Rusia y Sudáfrica son 1.193; 1.072 y 1.278 veces más riesgosos que el mercado global para el periodo comprendido entre enero de 2016 y marzo de 2022. Asimismo, se determinó el riesgo asociado al factor valor y al factor tamaño de cada mercado, Brasil, Rusia e India se ven positivamente afectados por las empresas de baja capitalización bursátil, mientras que todos los mercados de los países que pertenecen a los BRICS son impactados de manera positiva por las empresas que tienen un alto valor contable.

Por otro lado, no se logró identificar que el riesgo asociado al mercado emergente sea significativo para todos los mercados bursátiles de los BRICS en el periodo comprendido entre enero de 2016 y marzo de 2022, porque los modelos propuestos con el mercado emergente presentan coeficientes de determinación cercanos a cero, es decir las variables exógenas del modelo no alcanzan a explicar la variable endógena. Esto sucedió debido a que, se utilizó índices bursátiles que tienen una diferente metodología de cálculo. En concreto, el índice bursátil calculado por el propio país, por ejemplo, Bovespa, es calculado a través de las empresas con mayor capitalización de mercado; mientras que, en índice de mercado emergente, es calculado a través de las empresas de grande y media capitalización.

Todos los países emergentes que pertenecen al grupo de los BRICS tienen una relación de largo plazo con el índice S&P 500. Es decir que, a pesar de las fluctuaciones de mercado en el corto plazo, los países de este estudio tienen una tendencia común con el S&P 500. Además, el pasado del S&P 500 ayuda a explicar los rendimientos y riesgo de cada uno

de los países del BRICS. Por lo tanto, existe contagio sistémico por parte del S&P 500 sobre los países emergentes BRICS. Esta relación entre las empresas de los BRICS y las del S&P500 se debe a la similitud en los sectores en los que operan y a las interacciones comerciales, donde las empresas de los BRICS a menudo suministran materias primas a las estadounidenses.

3.2 Recomendaciones

Se recomienda incursionar en un modelo Fama y French Autorregresivo de Media Móvil con heterocedasticidad condicional. Debido a que, como indican Fama y French (1993), su modelo tiene la capacidad de explicar hasta el 90% de los rendimientos de un activo financiero, y como se sabe, las series de tiempo se modelan con modelos ARIMA. De aquí esta recomendación, que surge al hacerse la pregunta ¿ese 10% restante, se podría explicar por el pasado de los mismos rendimientos?

Por otro lado, se recomienda que, para futuras investigaciones que usen el modelo de tres Factores de Fama y French para evaluar rendimientos y riesgos de países, en base a sus índices bursátiles, se use índices bursátiles calculados a través de la misma metodología. Por ejemplo, se recomienda usar el índice MSCI Brasil en función del índice MSCI Global.

Además, se recomienda probar esta idea de usar un modelo de valoración de activos para valorar países y su situación bursátil. En investigaciones futuras, por ejemplo, se podría evaluar el riesgo y rendimiento del mercado ecuatoriano con los rendimientos de su índice bursátil representativo, y si existiese, en algún momento futuro, un índice bursátil de un grupo de países que tengan características económicas similares a las de Ecuador.

Finalmente, considerando la interconexión entre empresas y países, se recomienda realizar un análisis detallado de los factores de riesgo asociados al mercado bursátil, además de los factores incluidos en este estudio. Por ejemplo, se puede incluir en el análisis: la interdependencia entre los sectores industriales, las relaciones comerciales, las tasas de interés de los países e incluso podría considerarse el riesgo país, para proporcionar una evaluación más precisa del riesgo y la volatilidad del mercado.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alibaba.com. (2023). *about alibaba.com*. Alibaba.com.
<https://activities.alibaba.com/alibaba/following-about-alibaba.php>
- AngloGoldAshanti. (2023). *THE COMPANY*. ANGLOGOLDASHANTI.
<https://www.anglogoldashanti.com/company/>
- Bandrés, I. (2022). *Efecto de la guerra de Ucrania en los mercados financieros*.
- Basiewicz, P. G., & Auret, C. J. (2010). Feasibility of the fama and french three factor model in explaining returns on the JSE. *Investment Analysts Journal*, 71(1), 13–25.
<https://doi.org/10.1080/10293523.2010.11082516>
- Baumann, R. (2009). *EL COMERCIO ENTRE LOS PAÍSES “BRICS”*.
- BBC Mundo. (2016). *China activa cierra automático del mercado accionario tras dramática caída de la bolsa*. BBC NEWS MUNDO.
https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/01/160104_economia_china_bolsa_acciones_caida_interrupcion_wbm
- BBC News Mundo. (2021). *3 claves para entender la liquidación de Evergrande, el gigante inmobiliario chino (y qué consecuencias tiene)*. BBC News Mundo.
<https://www.bbc.com/mundo/articles/c80nd0pdjln0>
- BBVA RESEARCH. (2016a). *SITUACIÓN BRASIL - 4º TRIMESTRE 2016*.
<https://www.bbvarsearch.com/wp-content/uploads/2016/11/Situacion-Brasil-2016.11.pdf>
- BBVA RESEARCH. (2016b). *Situación Brasil. Primer trimestre 2016*.
https://www.bbvarsearch.com/wp-content/uploads/2016/03/Situacion-Brasil_1T16.pdf
- Blanco, V. (2018). *Sudáfrica entra en recesión y su divisa se hunde un 3%*. elEconomista.es. <https://www.eleconomista.es/mercados-cotizaciones/noticias/9366728/09/18/Sudafrica-entra-en-recesion-y-su-divisa-se-hunde-un-3.html>
- Boamah, N. A. (2015). Robustness of the Carhart four-factor and the Fama-French three-factor models on the South African stock market. *Review of Accounting and Finance*, 14(4), 413–430. <https://doi.org/10.1108/RAF-01-2015-0009>
- Bollerslev, T. (1986). GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSKEDASTICITY. *Journal of Econometrics*, 31, 307–327.
- Britzelmaier, B. (2009). *Company valuation in Emerging Markets*.
- Brzenk, P. (2018). *El impacto de la economía global en el S&P 500®*.
<https://www.spglobal.com/spdji/es/documents/research/research-the-impact-of-the-global-economy-on-the-sp-500-spa.pdf>
- Businesswire. (2012). *Presentado BRICS Cable, el sistema que brindará servicios de comunicación directa e ininterrumpida entre Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica*. Businesswire. <https://www.businesswire.com/news/home/20120416006518/es/>

- Cabello, A., Ortiz, E., & Sosa, M. (2021). CRECIENTE IMPORTANCIA DE LOS BRICS EN LA GOBERNANZA FINANCIERA Y ECONOMÍA GLOBALES. *OIKOS POLIS*.
- China Construction Bank. (2023). *Overview*. China Construction Bank. <http://www.ccb.com/en/investor/overview.html>
- Diaz, S., Gallego, A., Neus, C., & Sala, P. (2008). *Riesgo País en Mercados Emergentes*.
- Dos Santos, J., Famá, R., & Mussa, A. (2011). A ADIÇÃO DO FATOR DE RISCO MOMENTO AO MODELO DE PRECIFICAÇÃO DE ATIVOS DOS TRÊS FATORES DE FAMA & FRENCH APLICADO AO MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO. 3, 453–472. <https://doi.org/10.5700/rege>
- Engle, R. F., Lilien, D. M., & Robins, R. P. (1987). Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: The Arch-M Model. *Econometrica*, 55(2), 391–407. <http://www.jstor.org>URL:<http://www.jstor.org/stable/1913242>http://www.jstor.org/stable/1913242?seq=1&cid=pdf-reference#references_tab_contents
- Eraslan, V., & Assist, R. (2013). Fama and French Three-Factor Model: Evidence from Istanbul Stock Exchange. *Business and Economics Research Journal*, 4, 11–22. www.berjournal.com
- Espinosa, O. A. (2016). *Estudio del efecto de apalancamiento en series financieras usando un modelo TAR*. Universidad Nacional de Colombia.
- Expansión. (2018). *La Bolsa china agrava su caída tras entrar en un mercado bajista*. Expansión. <https://www.expansion.com/mercados/2018/06/27/5b333f0ce2704e841e8b461e.html>
- EXPANSIÓN. (2021). *Brasil cierra 2021 con su primera caída en Bolsa en seis años*. Expansión.com. <https://www.expansion.com/mercados/2021/12/31/61ceb2c9468aebbd548b462e.html>
- Fama, E. F., & French, K. R. (1992). American Finance Association Wiley The Cross-Section of Expected Stock Returns. *Source: The Journal of Finance*, 47(2), 427–465. <http://www.jstor.org>URL:<http://www.jstor.org/stable/2329112>http://www.jstor.org/stable/2329112?seq=1&cid=pdf-reference#references_tab_contents
- Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds*. *Journal of Financial Economics*, 33, 3–56.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1996). The CAPM is wanted, dead or alive. *Journal of Finance*, 51(5), 1947–1958. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1996.tb05233.x>
- Fama, E. F., & French, K. R. (2004). The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence. *Journal of Economic Perspectives*, 18(3), 25–46.
- Fama, E. F., & French, K. R. (2012). Size, value, and momentum in international stock returns. *Journal of Financial Economics*, 105(3), 457–472. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2012.05.011>
- Fernández Profesor, P. (2014). *CAPM (capital asset pricing model): un modelo absurdo Relación entre la rentabilidad esperada y la beta ... según un modelo absurdo*. <http://ssrn.com/abstract=2505597><http://ssrn.com/abstract=2523870>

- FirstRand. (2023). *About FirstRand*. FirstRand. <https://www.firststrand.co.za/the-group/about-firststrand/>
- Fondo Europeo de Desarrollo Regional. (2018). *REPÚBLICA DE SUDÁFRICA*.
- Gold Fields. (2023). *ABOUT GOLD FIELDS*. Gold Fields. <https://www.goldfields.com/>
- Goldman Sachs. (2017). *Desmonetización en la India: cuatro meses después*. Goldman Sachs. <https://www.gsam.com/content/gsam/esp/es/advisors/market-insights/gsam-insights/2017/india-update-demonetization-four-months-on.html>
- Gomes, F. F. (2017). *UMA APLICAÇÃO DO MODELO DE TRÊS FATORES DE FAMA & FRENCH NO MERCADO ACIONÁRIO BRASILEIRO*. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.
- Granger, C. W. J. (1969). INVESTIGATING CAUSAL RELATIONS BY ECONOMETRIC MODELS AND CROSS-SPECTRAL METHODS. *Econometrica*, 37(3), 424–438.
- Granger, C. W. J. (1986). DEVELOPMENTS IN THE STUDY OF COINTEGRATED ECONOMIC VARIABLES. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 48(3), 213–228. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.1986.mp48003002.x>
- Gregoriou, G. (2010). *Emerging Markets: Performance, Analysis and Innovation* (M. Ong, Ed.; 4a ed., Vol. 4). CHAPMAN & HALL/CRC FINANCE SERIES.
- Griffin, J. M., Ahn, M., Bessembinder, H., Gadarowski, C., Karolyi, A., Lemmon, M., Martin, S., Moeller, S., Nardari, F., Schlingemann, F., Stulz, R. M., Williamson, R., & Ferson, W. (2002). Are the Fama and French Factors Global or Country Specific? The Society for Financial Studies. *The Review of Financial Studies Summer*, 15(3), 783–803.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (J. Mares, Ed.; 5a ed., Vol. 5).
- Herrera, M. de los Á., & Terán, J. F. (2008). Conceptualización del riesgo en los mercados financieros. *Revista de Derecho*, 10.
- Hoskisson, R. E., Eden, L., Ming Lau, C., & Wright, M. (2000). Strategy in Emerging Economies. *Source: The Academy of Management Journal*, 43(3), 249–267.
- Hu, G. X., Chen, C., Shao, Y., & Wang, J. (2019). Fama–French in China: Size and Value Factors in Chinese Stock Returns. *International Review of Finance*, 19(1), 3–44. <https://doi.org/10.1111/irfi.12177>
- Hunt, K. M. R., & Menon, A. (2020). The 2018 Kerala floods: a climate change perspective. *Climate Dynamics*, 54(3–4), 2433–2446. <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05123-7>
- ICICI Bank. (2023). *ABOUT US*. ICICI Bank. <https://www.icicibank.com/about-us>
- Infosys. (2023). *About Us*. Infosys. <https://www.infosys.com/about/history.html#:~:text=Established%20in%201981%2C%20Infosys%20is,capitalization%20of%20US%24%2076.29%20billion.>
- Investing.com. (2023). *Sobre nosotros*. Investing.com. <https://es.investing.com/about-us/>
- Ismail, N., & Andrianova Anya. (2022). *Mercado bursátil ruso se desploma y borra US\$250.000 millones en valor de mercado*. Bloomberg Línea.

- Jensen, T. I., Kelly, B., & Pedersen, L. H. (2022). *Global Factor Data Documentation*. www.bryankellyacademic.org.
- Jiao, W., & Lilti, J. J. (2017). Whether profitability and investment factors have additional explanatory power comparing with Fama-French Three-Factor Model: empirical evidence on Chinese A-share stock market. *China Finance and Economic Review*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40589-017-0051-5>
- Jiménez, J., Caballero, F., & Jiménez, N. (1995). *UNA INTRODUCCION A LOS MERCADOS EMERGENTES*.
- Karp, A. (2017). The Capital Asset Pricing Model And Fama-French Three Factor Model In An Emerging Market Environment. *International Business & Economics Research Journal-Third Quarter*, 16(3).
- Kristjanpoller, W., & Liberona, C. (2010). Comparación de modelos de predicción de retornos accionarios en el Mercado Accionario Chileno: capm, fama y french y reward beta. *Suplemento/Supplement*.
- Machado, K. (2022). STUDY OF THE FAMA AND FRENCH THREE-FACTOR MODEL IN THE BRAZILIAN STOCK MARKET. *Revista Evidenciação Contábil & Finanças*, 1, 105–116. <https://doi.org/10.22478/ufpb.2318-1001.2022v10n1.56417>
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91. <http://www.jstor.org/stable/2975974>
- Merton, R. C. (1973). An Intertemporal Capital Asset Pricing Model. *Source: Econometrica*, 41(5), 867–887.
- MOEX. (2023). *MOSCOW EXCHANGE*. MOEX Group. <https://www.moex.com/s348>
- Moscow Exchange. (2023). *Moscow Exchange Indices (MOEX Russia Index and RTS Index)*. Moscow Exchange Indices (MOEX Russia Index and RTS Index). <https://www.moex.com/en/index/RTSI>
- MSCI. (2023a). *About Us*. MSCI.com. <https://www.msci.com/who-we-are/about-us>
- MSCI. (2023b). *MSCI ACWI Index (USD)* (Vol. 69). www.msci.com.
- MSCI. (2023c). *MSCI Brazil Index (USD)* (Vol. 11). www.msci.com.
- MSCI. (2023d). *MSCI China Index (USD)*. www.msci.com.
- MSCI. (2023e). *MSCI Emerging Markets Index (USD)* (Vol. 71). www.msci.com.
- MSCI. (2023f). *MSCI India Index (USD)* (Vol. 83). www.msci.com.
- MSCI. (2023g). *MSCI Russia Index (USD)* (Vol. 91). www.msci.com.
- MSCI. (2023h). *MSCI South Africa Index (USD)* (Vol. 42, Número 26). www.msci.com.
- Mukherjee, A. (2023). *India y China una historia de dos mercados para 2023*. Bloomberg Línea.
- NLMK. (2023). *Nuestro negocio*. NLMK LIPETSK. <https://lipetsk.nlmk.com/en/our-business/>
- Novales, A. (2013). *Modelos ARCH univariantes y multivariantes*.

- OCD. (2023a). *China (CHN) and Estados Unidos (USA) Trade* _ Observatorio de Complejidad Económica. OECD World. <https://oec.world/es/profile/bilateral-country/chn/partner/usa>
- OCD. (2023b). *Sudáfrica (ZAF) and Estados Unidos (USA) Trade*. OECD World. <https://oec.world/es/profile/bilateral-country/zaf/partner/usa>
- OEC. (2023a). *Estados Unidos (USA) and Rusia (RUS)*. OEC World. <https://oec.world/es/profile/bilateral-country/usa/partner/rus>
- OEC. (2023b). *India (IND) and Estados Unidos (USA) Trade*. OEC WORLD. <https://oec.world/es/profile/bilateral-country/ind/partner/usa>
- Ozornov, S. (2015). Validity of Fama and French Model on RTS Index *. *Review of Business and Economics Studies*, 3(4).
- Pal, T. Y. (2010). REVISITING FAMA FRENCH THREE-FACTOR MODEL IN INDIAN STOCK MARKET. En *Jagadeesh*.
- Papp, B. (2022). *WHICH FACTORS IN BRICS?* Jyväskylä University.
- PETROBRAS. (2023). *Profile: learn more about our company*. PETROBRAS WEBSITE. <https://petrobras.com.br/quem-somos/perfil>
- Portafolio. (2023). *Qué es y cómo funciona el Nuevo Banco de Desarrollo de los Brics*. Portafolio. <https://www.portafolio.co/internacional/nuevo-banco-de-desarrollo-de-los-brics-que-es-y-como-funciona-587835>
- Radulescu, I. G., Panait, M., & Voica, C. (2014). BRICS Countries Challenge to the World Economy New Trends. *Procedia Economics and Finance*, 8, 605–613. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(14\)00135-x](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(14)00135-x)
- Ranjan, S., & Jha, A. (2023). *El desempeño estelar de la economía india; se une a las filas de las superpotencias del mercado de valores*. India News Network.
- Rashidovich, M. R. (2017). *MODELO FAMA-FRENCH DE TRES FACTORES PARA EL MERCADO DE VALORES RUSO*.
- Reliance. (2023). *Our Businesses*. ril.com. <https://www.ril.com/about>
- Research, A. E., Connor, G., & Sehgal, S. (2001). *FINANCIAL MARKETS GROUP Test of the Fama and French Model in India*.
- Ross, S. A. (1976). The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing. *Journal of Economic Theory*, 13, 341–360.
- Ross, S., Westerfield, R., & Jaffe, J. (2010). *Finanzas corporativas* (Vol. 9).
- Russell, D., & Mackinnon, J. (1993). *Estimation and Inference in Econometrics*. Oxford University Press.
- Schulz, J. S. (2016). *Los BRICS. El surgimiento de un proyecto de nueva arquitectura financiera y de un nuevo mundo multipolar (2009-2014)*. <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/tesis/te.1226/te.1226.pdf>

- Sehgal, S., & Balakrishnan, A. (2013). Robustness of Fama-French Three Factor Model: Further Evidence for Indian Stock Market. *Vision: The Journal of Business Perspective*, 17(2), 119–127. <https://doi.org/10.1177/0972262912483526>
- Sevilla, A. (2012, marzo 1). *Prima de riesgo*. Prima de riesgo - Qué es, definición y concepto. <https://economipedia.com/definiciones/prima-de-riesgo.html>
- Sharpe, W. F. (1991). American Finance Association Capital Asset Prices with and without Negative Holdings. *Source: The Journal of Finance*, 46(2), 489–509.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *Source: The Journal of Finance*, 19(3), 425–442.
- SOBEL. (2023). *INFÓRMESE SOBRE LAS RELACIONES ECONÓMICAS ENTRE EE.UU. Y BRASIL*. SOBEL NETWORK SHIPPING CO., INC. <https://www.sobelnet.com/informese-sobre-las-relaciones-economicas-entre-ee-uu-y-brasil/>
- S&P Global. (2023). *S&P 500*. S&P 500®. <https://www.spglobal.com/spdji/es/indices/equity/sp-500/#overview>
- Standard Bank. (2023). *About us*. Standard Bank. <https://www.standardbank.co.za/southafrica/personal/about-us>
- Stuenkel Oliver. (2016). *Post-western world : how emerging powers are remaking global order* (Polity Press, Ed.; 1a ed.). Polity Press.
- SWI. (2022). *El PIB de Sudáfrica vuelve a crecer en 2022 y recupera el valor prepandemia*. swissinfo.ch. https://www.swissinfo.ch/spa/sud%C3%A1frica-pib_el-pib-de-sud%C3%A1frica-vuelve-a-crecer-en-2022-y-recupera-el-valor-prepandemia/47654890
- Tencent. (2023). *About us*. Tencent. <https://www.tencent.com/en-us/about.html>
- The Indian Express. (2018). *483 dead in Kerala floods and landslides, losses more than annual plan outlay: Pinarayi Vijayan*. The Indian EXPRESS - JOURNALISM OF COURAGE. <https://indianexpress.com/article/india/483-dead-in-kerala-floods-and-landslides-losses-more-than-annual-plan-outlay-pinarayi-vijayan-5332306/>
- TradingView. (2023a). *El Índice S&P 500*. TradingView. <https://es.tradingview.com/symbols/SPX/>
- TradingView. (2023b). *Índice IBovespa*. TradingView. <https://es.tradingview.com/symbols/BMFBOVESPA-IBOV/>
- TradingView. (2023c). *Índice South Africa Top 40*. TradingView. <https://es.tradingview.com/symbols/TVC-SA40/>
- TradingView. (2023d). *Índice S&P BSE Sensex*. TradingView. <https://es.tradingview.com/symbols/BSE-SENSEX/>
- TradingView. (2023e). *Índice SZSE Component*. TradingView. <https://es.tradingview.com/symbols/SZSE-399001/>

- Turner, M. (2022). *Brasil se lleva la corona de rentabilidad bursátil en un año brutal para los mercados*. Bloomberg Línea. <https://www.bloomberglinea.com/2022/12/30/brasil-se-lleva-la-corona-de-rentabilidad-bursatil-en-un-ano-brutal-para-los-mercados/>
- Vale. (2023). *Quienes somos -Vale*. vale.com. <https://vale.com/who-we-are>
- WEG. (2023). *NUESTRO NEGOCIO*. weg.net. <https://www.weg.net/institutional/CO/es/our-business>
- Wooldridge, J. M., Enfoque Moderno, U., Del Carmen, M., Hano, E., Érika, R., Jasso, M., D'borneville, H., Profesionales, T., Pacheco, R. P., & Benavides, D. R. (2010). *Introducción a la econometría Traducción Revisión técnica* (Vol. 4).
- Xu, J., & Zhang, S. (2014). The Fama-French Three Factors in the Chinese Stock Market. *China Accounting and Finance Review*, 16(2). <https://doi.org/10.7603/s40570-014-0016-0>
- Yandex. (2023). *Our goal is to help consumers and businesses better navigate the online and offline world*. Yandex. https://yandex.com/company/general_info/yandex_today

5 ANEXOS

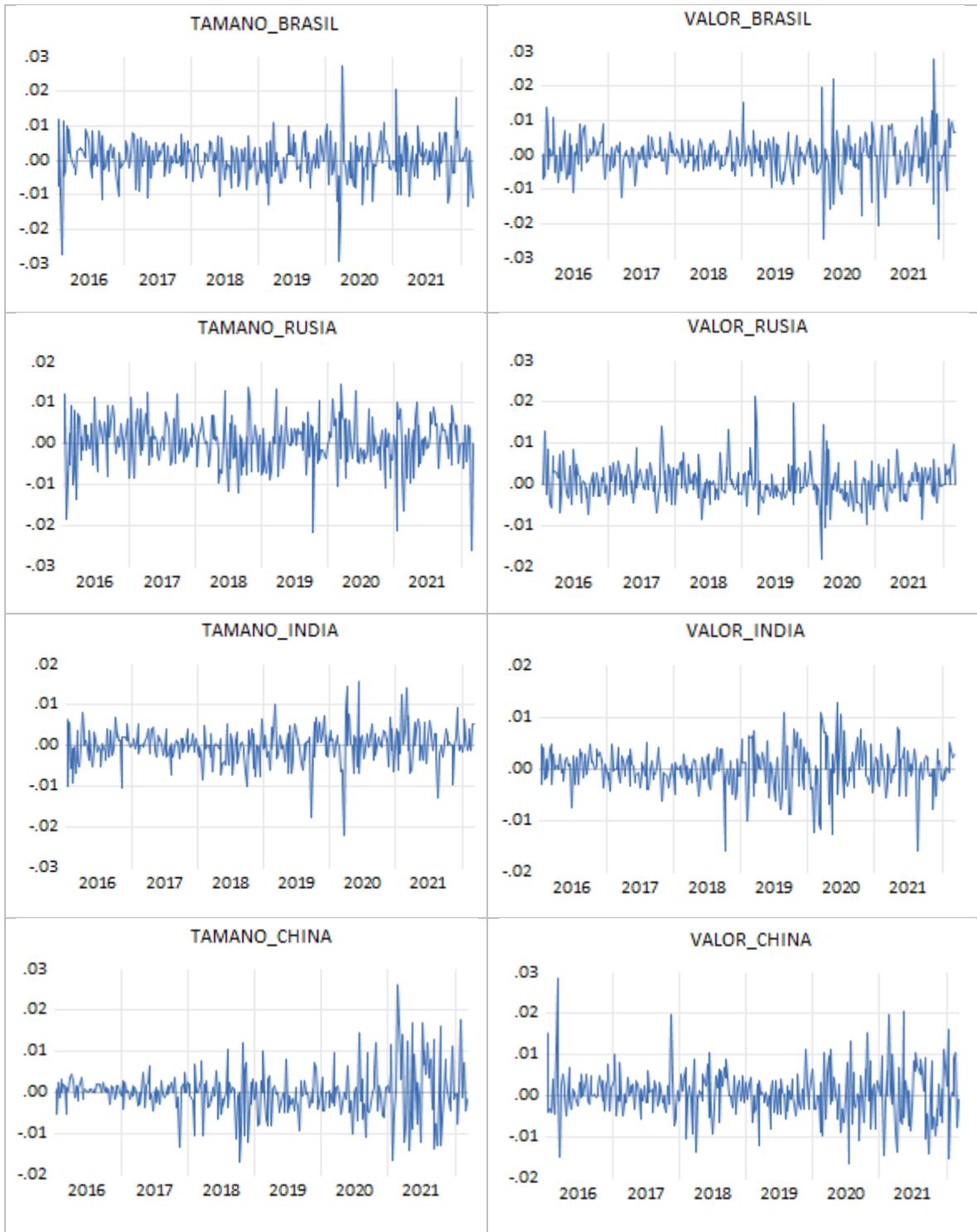
ANEXO I. Conjunto de factores de Tamaño (SMB) y valor (HML)

ANEXO II. Pruebas de: DFA, Causalidad de Granger, y Cointegración de Engle y Granger

ANEXO III. Empresas de mayor capitalización del índice bursátil MSCI de cada uno de los BRICS y los sectores con mayor peso en el índice S&P500.

ANEXO IV. Graficas de Series de tiempo MSCI de cada uno de los miembros de los BRICS y el S&P500 (Tendencia común).

ANEXO I



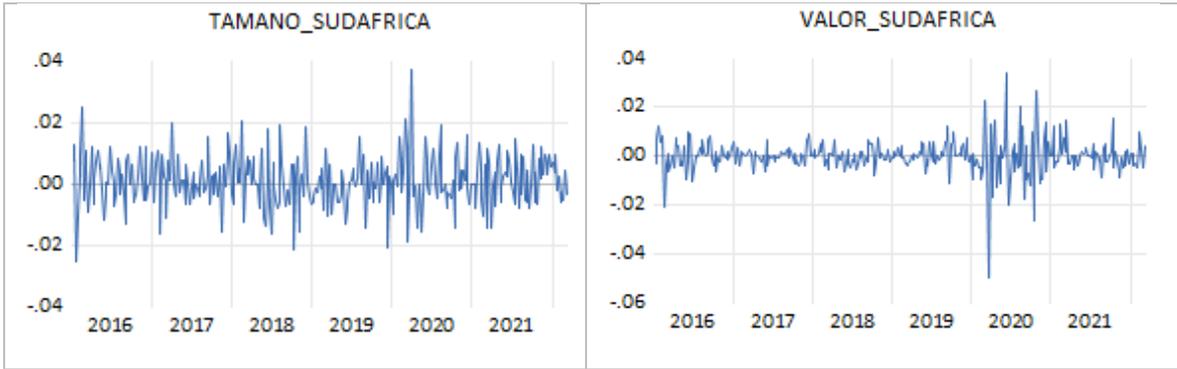


Figura 5.1. Conjunto de factores de Tamaño (SMB) y valor (HML) de los BRICS

ANEXO II

Tabla 5.1. Prueba de estacionariedad DFA

Prueba DFA para verificar el orden de integración		
Series	P-valor Serie en nivel	P-Valor 1era diferencia
MSCI Brasil	0.067	0.000
MSCI Rusia	0.162	0.000
MSCI India	0.798	0.000
MSCI China	0.410	0.000
MSCI Sudáfrica	0.067	0.000
S&P 500	0.845	0.000

Tabla 5.2. Prueba causalidad de Granger

H0: S&P 500 no causa en sentido de Granger a las series					
Series	MSCI Brasil	MSCI Rusia	MSCI India	MSCI China	MSCI Sudáfrica
	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
S&P 500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H0: Series no causan en sentido de Granger a S&P 500					
Series	MSCI Brasil	MSCI Rusia	MSCI India	MSCI China	MSCI Sudáfrica
S&P 500	0.274	0.479	0.165	0.063	0.006

Tabla 5.3. Prueba de Cointegración de Engle y Granger

H0: Las series no están cointegradas	p-valor
S&P 500 y MSCI Brasil	0.000
S&P 500 y MSCI Rusia	0.000
S&P 500 y MSCI India	0.000
S&P 500 y MSCI China	0.000
S&P 500 y MSCI Sudáfrica	0.000

*En esta prueba, las series están en primeras diferencias.

ANEXO III

Tabla 5.4. Sectores más representativos del S&P 500 y sus pesos, con algunas de sus empresas con mayor capitalización

SECTORES S&P 500 (Peso por sector)			
Tecnologías de la información	Finanzas	Salud	Consumo Discrecional
(29.50%)	(13.10%)	(12.80%)	(10.30%)
Microsoft Corp, Apple Inc., Nvidia Corp, Broadcom Inc	Berkshire Hathaway B; JP Morgan Chas; Bank of America	UnitedHealth Group Incorporated, Elevance Health Inc.	Amazon.com Inc; Tesla, Inc
Servicio Comunicación	Industria	Productos básicos de consumo	Energía
(8.90%)	(8.60%)	(6.10%)	(3.80%)
Meta Platforms, Inc. Class A(META); Alphabet Inc A (GOOGL)	General Electric Company; Applied Materials, Inc.; Caterpillar INC	Procter & Gamble Company; Coca-Cola Company; PepsiCo Inc	Exxon Mobil Corporation, Chevron Corporation, Shell PLC

Tabla 5.5. TOP 10 componentes con mayor capitalización MSCI Brasil

Empresa	% Índice	Sector
VALE ON	13.9	Materiales
PETROBRAS PN	8.9	Energía
ITAU UNIBANCO PN	8.26	Finanzas
PETROBRAS ON	7.28	Energía
BANCO BRADESCO PN	4.56	Finanzas
B3	4.25	Finanzas
AMBEV ON (NEW)	3.26	Productos Básicos de Consumo
WEG ON	3.11	Industria
LOCALIZA RENT A CAR ON	2.91	Industria
ITAUSA PN	2.82	Finanzas

Tabla 5.6. TOP 10 componentes con mayor capitalización MSCI Rusia

Empresa	% Índice	Sector
NOVOLIPETSK STEEL	36.14	Materiales
MOSCOW EXCHANGE	35.69	Finanzas
POLYMETAL INTL	8.57	Materiales
YANDEX A	7.4	Servicios de Comunicación
X5 RETAIL GROUP GDR	2.95	Finanzas
TCS GRP HLDG A GDR	2.88	Servicios de Comunicación
VK COMPANY GDR	2.75	Servicios de Comunicación
NORILSK NICKEL MMC	1.53	Materiales
OZON HLDGS ADR	1.28	Consumo Discrecional
POLYUS	0.82	Materiales

Tabla 5.7. TOP 10 componentes con mayor capitalización MSCI India

Empresa	% Índice	Sector
RELIANCE INDUSTRIES	8.00	Energía
ICICI BANK	5.25	Finanzas
INFOSYS	5.21	Tecnología de la Información
HDFC BANK	4.87	Finanzas
TATA CONSULTANCY	3.53	Tecnología de la Información
AXIS BANK	2.55	Finanzas
LARSEN & TOUBRO	2.41	Industria
BHARTI AIRTEL	2.36	Servicios de Comunicación
HINDUSTAN UNILEVER	2.23	Productos Básicos de Consumo
KOTAK MAHINDRA BANK	2.12	Finanzas

Tabla 5.8. TOP 10 componentes con mayor capitalización MSCI China

Empresa	% Índice	Sector
TENCENT HOLDINGS LI	12.23	Servicios de Comunicación
ALIBABA GRP HLDG	9.39	Consumo Discrecional
MEITUAN B	4.40	Consumo Discrecional
JD.COM (HK)	2.80	Consumo Discrecional
CHINA CONSTRUCTION BK H	2.80	Finanzas
PING AN INSURANCE H	1.87	Finanzas
BAIDU	1.83	Servicios de Comunicación
NETEASE	1.65	Servicios de Comunicación
ICBC H	1.45	Finanzas
BYD CO H	1.43	Consumo Discrecional

Tabla 5.9. TOP 10 componentes con mayor capitalización MSCI Sudáfrica

Empresa	% Índice	Sector
NASPERS N	12.72	Consumo Discrecional
FIRSTRAND	9.37	Finanzas
STANDARD BANK GROUP	7.04	Finanzas
GOLD FIELDS	6.27	Materiales
MTN GROUP	4.94	Servicios de Comunicación
CAPITEC BANK HOLDINGS	4.45	Finanzas
ANGLOGOLD ASHANT	3.74	Materiales
BID CORPORATION	3.61	Productos Básicos de Consumo
ABSA GROUP	3.51	Finanzas
SHOPRITE HOLDINGS	3.49	Productos Básicos de Consumo

ANEXO IV

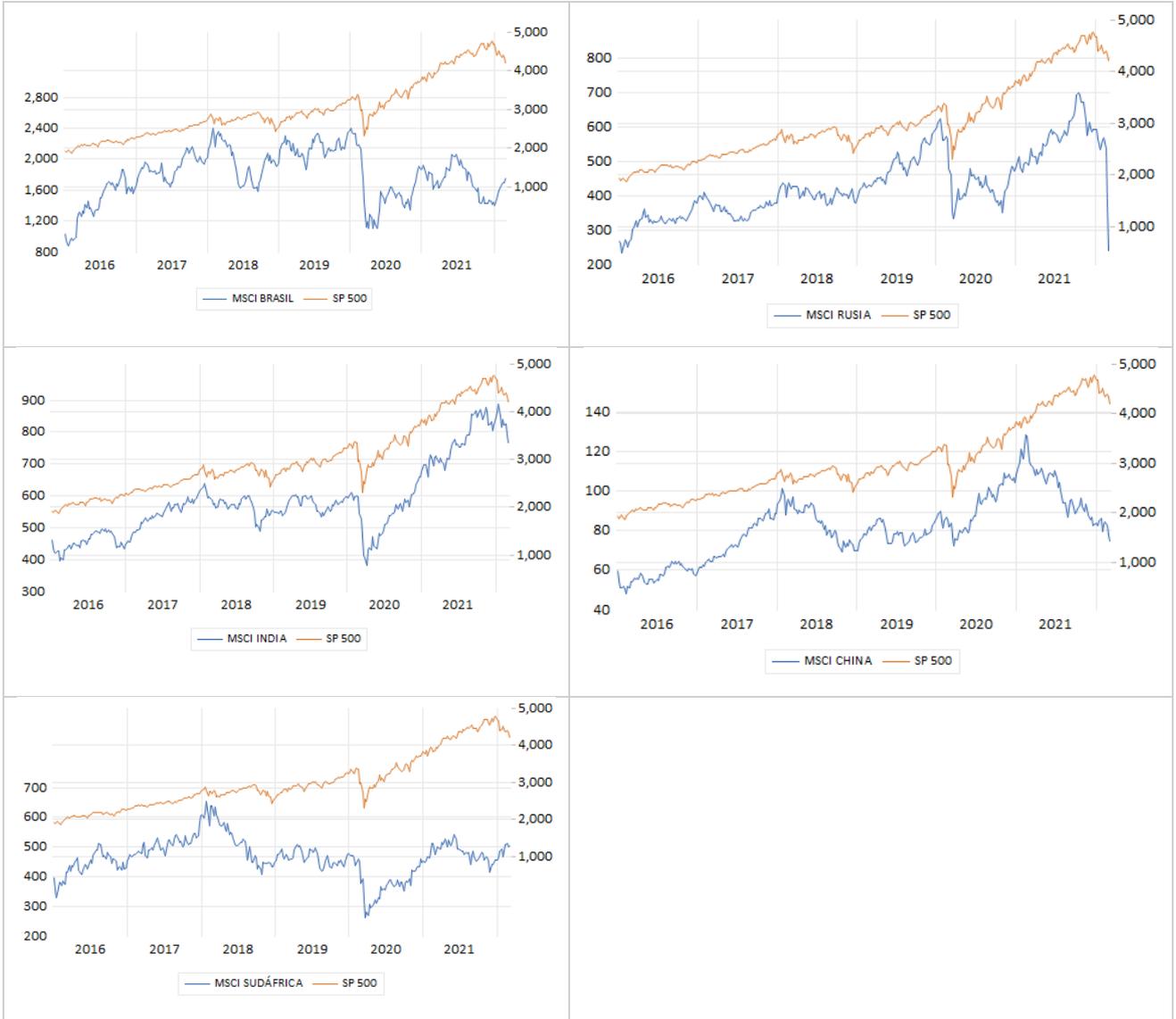


Figura 5.2. Series MSCI de los BRICS junto al S&P500