

**VULNERABILIDAD INVISIBLE: “UN ESTUDIO ECONOMÉTRICO DE LOS
MERCADOS ACCIONARIOS COLOMBIANO Y ESTADOUNIDENSE”**

ALFREDO ISAAC GONZÁLEZ PINEDA

Monografía para optar al título de Economista

Tutor:

RAÚL ARMANDO MUÑOZ GUANA



UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA
PROGRAMA DE ECONOMÍA
BOGOTÁ D.C.
2021

Contenido

1. Introducción	7
2. Planteamiento del Problema	9
3. Justificación	11
4. Objetivos	12
4.1. Objetivo general	12
4.2. Objetivos específicos.....	12
5. Marco Teórico	13
5.1. Globalización de los mercados financieros	13
5.2. Contagio financiero	14
6. Estado del arte	17
6.1. Artículo de investigación 1	17
6.2. Artículo de investigación 2	19
6.3. Artículo de investigación 3	19
6.4. Artículo de investigación 4	20
6.5. Artículo de investigación 5	21
7. Marco Metodológico	23
7.1. Información del objeto de estudio.....	23
7.2. Índices Bursátiles	23
7.3. Pruebas de diagnóstico	23
7.3.1. Estacionariedad.....	24
7.3.2. Cointegración.....	24
7.3.3. Causalidad.....	24
7.4. Modelación de vectores autorregresivos	24
8. Análisis de Resultados	26
8.1. Series Temporales	26
8.2. Diagnóstico de Estacionariedad	27
8.3. Diagnóstico de Cointegración Temporal.....	28
8.4. Modelación Vectorial.....	29
8.4.1. Diagnóstico de selección de orden.....	29
8.4.2. Estimación de modelos vectoriales.....	30

8.4.3. Análisis de resultados econométricos	31
8.5. Diagnóstico de causalidad.....	32
9. Conclusiones.....	33
10. Recomendaciones.....	34
11. Referencias	35

Lista de tablas y figuras

Tabla 1. Diagnóstico de estacionariedad de las series temporales (2008-2010 y 2018-2020)	27
Tabla 2. Diagnóstico de estacionariedad de las series temporales en primeras diferencias	28
Tabla 3. Diagnósticos de cointegración de Johansen (2008-2010).....	28
Tabla 4. Diagnóstico de cointegración de Johansen (2018-2020)	28
Tabla 5. Criterio de selección de orden periodo 2008-2010.....	29
Tabla 6. Criterio de selección de orden periodo 2018-2010.....	29
Tabla 7. Estimación de vector autorregresivo (2008-2010).....	30
Tabla 8. Estimación de vector autorregresivo (2018-2020).....	31
Tabla 9. Prueba de causalidad de Granger.....	32
Figura 1. Evolución semanal de los índices bursátiles entre 2008-2010 y 2018-2020.....	26
Figura 2. Evolución semanal de las primeras diferencias logarítmicas de los índices	27

Resumen

En la actualidad, se ha generado una inevitable integración en las economías del mundo como consecuencia de la globalización. Esta investigación aplicada tiene como objeto el responder a la pregunta *¿Cuáles son las características del mercado accionario colombiano con respecto al mercado accionario estadounidense en momentos de crisis?*, siendo la característica más relevante la dependencia que existe entre estos dos mercados accionarios, se evalúa a través de los precios de cierre de sus principales índices bursátiles, a saber: *S&P 500* y *COLCAP*.

Mediante el uso de metodologías econométricas, como la modelación autorregresiva de varianza *ARCH* y la estimación sistemas de ecuaciones vectoriales para series de tiempo *VAR*, se logró encontrar una evidente dependencia del mercado accionario doméstico con respecto al extranjero para el primer periodo de estudio, correspondiente con la crisis de hipotecas *subprime*, pero se refuta tal dependencia para el segundo. Ello, se hizo basándose en la comparación de tres características fundamentales: bondad de ajuste general, significancia estadística y pruebas de diagnóstico. Además, se verificó la direccionalidad de dicha dependencia, siendo tal que el índice *S&P 500* afecta al índice *COLCAP*.

Descriptores temáticos JEL: C32, C58

Palabras clave: Contagio financiero, dependencia de mercados financieros, econometría financiera, modelos *VAR*.

Abstract

Currently, an inevitable integration has been generated in the economies of the world because of globalization. This applied research aims to answer the question "What are the characteristics of the Colombian stock market with respect to the U.S. stock market in times of crisis?", being the most relevant characteristic the dependence that exists between these two stock markets, it is evaluated through the closing prices of its main stock market indexes, namely: S&P 500 and COLCAP.

Using econometric methodologies, such as the autoregressive variance ARCH modeling and the estimation of vector equation systems for VAR time series, it was possible to find an evident dependence of the domestic stock market on the foreign one for the first period of study, corresponding to the subprime mortgage crisis, but such dependence is refuted for the second one. This was done based on the comparison of three fundamental characteristics: general goodness of fit, statistical significance and diagnostic tests. In addition, the directionality of such dependence was verified, being that the S&P 500 index affects the COLCAP index.

JEL Classification: C32, C58

Keywords: financial contagion, market dependence, financial econometrics, VAR models.

1. Introducción

El siguiente estudio tiene como énfasis el conocer las características de la relación existente entre los mercados accionarios colombiano y estadounidense analizando de manera prioritaria las relaciones de dependencia que existen entre estos, en dos periodos de tiempo, siendo el primer periodo 2008-2010 y el segundo 2018-2020, mediante el uso de herramientas econométricas, para de esta manera realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos.

Mediante este estudio se logra determinar, primeramente, la existencia de dicha dependencia del mercado accionario colombiano con respecto al mercado accionario estadounidense para el primer periodo de estudio, no siendo una sorpresa debido a un evidente contexto mundial de globalización, sin embargo, no es posible afirmar lo mismo para el segundo y más actual rango temporal analizado. De este modo, se puede visualizar posibles efectos negativos causados por economías más grandes, y de los cuales, países como en este caso Colombia no podría actuar en consecuencia al ser efectos de origen exógeno, conociendo este tipo de relación de dependencia que existe en los mercados accionarios abre la posibilidad de tomar medidas preventivas que ayuden a atenuar dichos efectos negativos, que, para el caso en cuestión, sería un contagio financiero de Estados Unidos a Colombia.

El documento está segmentado en seis partes, primeramente la especificación de los objetivos a lograr, seguido de un marco teórico que explica a detalle los conceptos y las ideas fundamentales de la investigación, la tercera parte es el estado del arte, una compilación de estudios empíricos que demuestran y explican con éxito el fenómeno del contagio financiero y la dependencia de mercados accionarios, la cuarta parte explica de manera detallada el marco metodológico adoptado para la consecución de los objetivos anteriormente planteados, la quinta parte se denomina el análisis de resultados, siendo este segmento la explicación principal de los

resultados obtenidos, y por último, las conclusiones y las recomendaciones generadas a partir de los resultados obtenidos en este documento

2. Planteamiento del Problema

Gracias a la alta integración de las economías debido a la globalización, mediante diversos métodos, los mercados financieros se han extendido a través de los países a nivel mundial, entre otras consecuencias producto de este fenómeno encontramos que los países han sufrido los efectos de los contagios de las crisis financieras de las potencias mundiales, específicamente las provenientes de Estados Unidos, y Colombia no es la excepción.

Se han realizado diversos estudios con anterioridad para la paridad Colombia-Estados Unidos, donde se evidencia tanto el aumento de la dependencia, así también como del contagio financiero, tal como lo demuestran (Meneses & Macuacé, 2012), a través de un modelo econométrico que utiliza los índices bursátiles del IGBC y del Dow Jones, comparando las elasticidades para determinar cambios en la dependencia de dichos mercados. Así también existen estudios de contagio financiero que evalúan la situación de distintos mercados accionarios latinoamericanos tal como lo hace (Leyton, 2020), cuyo análisis incluye dos economías grandes, Estados Unidos y Brasil, y cinco economías receptoras del contagio provenientes de la región latinoamericana, siendo estas Colombia, Perú, Chile, Argentina y México.

Para el caso de este estudio enfocado al comportamiento del mercado accionario colombiano atañe conocer la existencia de dependencia entre el mercado accionario colombiano con respecto al mercado accionario estadounidense a través de técnicas econométricas que permitirán conocer tanto la causalidad, así también la existencia del contagio financiero mediante el análisis de los principales índices bursátiles de dichos países (*COLCAP* y *Standard & Poor 500*), que a diferencia de los estudios anteriormente mencionados, hace uso de dichos índices debido a su pertinencia, su actualidad y además, siendo estos los mayores índices bursátiles en

términos de capitalización de mercado para ambas economías, durante el periodo de la crisis financiera 2008-2010; y realizar una comparación de estos resultados con los resultados para los años comprendidos entre 2018-2020 para señalar posibles cambios en el comportamiento de la dependencia entre dichos mercados.

3. Justificación

Las crisis ocasionadas en y por las economías líderes tienen la capacidad de alterar de manera negativa el estado de economías más pequeñas, para el caso del continente americano se tiene el contagio financiero desde la economía de mayor tamaño siendo esta Estados Unidos hacia la economía de Colombia que es más pequeña, como ocurrió en la crisis financiera del 2008, donde la crisis estadounidense alcanzó no solo a Colombia sino a la mayoría de los países en el mundo afectando principalmente los mercados financieros.

Un nivel de dependencia de Colombia con respecto a Estados Unidos puede traducirse como una relación que crea la posibilidad de contraer efectos negativos causados por el último sobre el primero, lo cual implica una afectación de manera externa y por tanto sin posible control al desconocerse si existe dicha dependencia. El análisis y/o descubrimiento de una dependencia de los mercados bursátiles entre Colombia y Estados Unidos permitirá conocer la existencia de una vulnerabilidad del mercado financiero colombiano con respecto al americano.

De la misma manera, la caracterización de la causalidad existente entre ambos mercados accionarios facilitará el entendimiento de las dinámicas de transmisión del contagio financiero, es decir, conoceremos la direccionalidad de afectación entre los mercados de ambos países, siendo el mercado accionario colombiano dependiente del mercado accionario estadounidense.

Además, se desarrolla un modelo econométrico capaz de comparar sus resultados con respecto a los diferentes periodos de tiempos analizados, permitiendo caracterizar una situación de dependencia del mercado doméstico con respecto al extranjero en una situación de crisis como lo es en el primer periodo analizado, mas no así para el segundo periodo el cual no presenta dicha situación especial de crisis financiera.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Determinar la dependencia del mercado accionario colombiano con respecto al mercado accionario estadounidense entre los periodos 2008-2010 y 2018-2020.

4.2. Objetivos específicos

- Analizar los resultados de los modelos econométricos para el análisis de las hipótesis de dependencia entre los mercados accionarios para ambos periodos propuestos.
- Identificar la relación existente entre los mercados accionarios de Colombia y Estados Unidos a través de los índices bursátiles del COLCAP y S&P-500, respectivamente.
- Relacionar los resultados de ambos periodos para determinar el cambio con respecto a la dependencia de los mercados.

5. Marco Teórico

5.1. Globalización de los mercados financieros

El panorama económico mundial actual tiene como una de sus características principales la integración económica entre las naciones, estas se pueden identificar comúnmente como uniones comerciales, políticas o financieras entre otras, donde los países son más interdependientes entre sí, esto puede resultar como se explicará más adelante en países siendo receptores y viéndose afectados por crisis financieras externas a su actividad económica y decisiones propias.

El resultado de estas integraciones ha revelado nuevas dinámicas entre los países, pero también ha traído nuevos retos a este mundo de economías globalizadas, el contagio económico y financiero –o *spillover*– son alguna de ellas. Como resultado de la crisis inmobiliaria en Estados Unidos alrededor del año 2007 los gigantescos organismos financieros de este país se vieron en peligro, así también toda la economía norteamericana, pero este hecho no quedó confinado únicamente a este país, los efectos de la crisis norteamericana tuvieron repercusión en el resto de los países del mundo.

Es común pensar que el contagio de las economías se transmite, al igual que el contagio visto desde la medicina, por medios o mecanismos que unen tanto al contagiado como al virus, para el caso económico uno de los mecanismos de transmisión son los mecanismos macroeconómicos tales como las importaciones, exportaciones o incluso las tasas de cambio:

El contagio de la crisis desde Estados Unidos el 2007 hacia el resto del mundo fue principalmente por vía del comercio, un menor consumo de los ciudadanos y de las empresas americanas se tradujo en una caída de las importaciones y exportaciones, siendo Estados Unidos el mayor exportador del mundo, siendo esta característica fundamental para el

entendimiento de la transmisión de la crisis al resto de las economías (Blanchard, Amighini, & Giavazzi, 2012, pág. 473)

Uno de los efectos más interesantes en esta crisis es la afectación que tuvo en los mercados bursátiles tanto en Estados Unidos como en los mercados bursátiles del resto del mundo, según explica (Rigobo, 2016) unas de la teorías que explican el contagio financiero habla de que este es causado por intermediarios presentes tanto en la economía causante de la crisis como una economía sana la cual no es causante de la crisis, esta entidad financiera puede servir de medio para el contagio ya que su actividad comercial puede verse afectada debido a que presta servicios en el país con la crisis, y esto provoca que dicha entidad financiera reduzca o limite sus servicios tanto en el país causante de la crisis como en el país sin crisis, contagiándolo.

Entidades como las bolsas de valores son instituciones que hacen presencia a nivel global y su alcance no solo se limita a su país de origen, como el caso del mercado bursátil estadounidense, la caída de los índices norteamericanos fueron los precursores de un comportamiento similar en los demás mercados bursátiles a nivel global, incluido la bolsa de valores de Colombia, hecho al que en este trabajo se le denomina contagio financiero.

Un interesante hecho es que en la profesión aún no se tiene una manera específica de definir contagio y diferenciarlo del derramamiento (*spillover*), puesto que dichas definiciones, en muchos casos están dadas por los autores de las mismas investigaciones, y dependiendo del nivel de interdependencia o variabilidad de los mercados se puede definir de una u otra forma siempre sujeta a la interpretación dada por el autor de las investigaciones.

5.2. Contagio financiero

Para la teoría de contagio financiero se tiene tres vistas diferentes, primeramente, se tiene el punto de vista fundamental, que explica que el contagio financiero es la propagación de

choques a través de canales o medio reales, tales como las importaciones o exportaciones, el punto de vista financiero, que explica el contagio financiero como la transmisión de las imperfecciones exacerbadas del sistema financiero, a través de servicios prestados por entes financieros internacionales, tales como bancos, y el tercer punto de vista, denominado de coordinación, donde son los inversionista los causantes del contagio financiero, donde dichos individuos actual de manera descoordinada junto con los policy-makers (Rigobo, 2016), .

Se asumirá la definición de contagio financiero como una propagación anormalmente alta de los choques entre activos financieros (o entidades financieras) en tiempos de crisis comparados con niveles de transmisión normales en periodos de tiempo sin crisis , *spillover* siempre está presente, ya sea bueno o malo, y es simplemente el nivel de propagación de los efectos de un choque económico, pero el termino de contagio es comúnmente usado en casos de crisis financiera donde se agudiza esta interrelación y las consecuencias de las crisis sobre las diferentes economías como bien lo explica (Rigobo, 2016) .

Los resultados de los análisis empíricos de (Benavides & Hernández, 2019) y (Leyton, 2020) muestran un aumento del coeficiente de correlación entre los mercados bursátiles latinoamericanos y el mercado bursátil estadounidense, en periodos de crisis financiera. Además (Bejarano, 2015) concluye que los rendimientos de los precios de las acciones entre los países latinoamericanos se vieron afectadas o contagiadas por los rendimientos de las acciones estadounidenses, en presencia de un fortalecimiento de la correlación de las variables en la crisis del 2008.

Con el inevitable hecho que es la globalización, hay nuevos riesgos que ascienden a escalas globales, tal es el caso de los contagios financieros en las economías mundiales,

entendiendo a estas en términos generales, como la trasmisión o propagación de perturbaciones entre los mercados financieros de diferentes países en cuyo contagio financiero se ve reflejado principalmente a través de las correlaciones existentes entre los mercados bursátiles y/o también a través de su comprobación por medio de análisis econométricos VAR.

Dicha afirmación es congruente con los resultados de distintos y variados estudios empíricos realizados hasta el momento como el culminado por (Roa-Rozo, 2017), donde se busca por medio de los métodos y herramientas econométricas analizar dichas interdependencias que ayuden a explicar los casos de volatilidad en el mercado bursátil

Consecuente a la apertura económica a nivel mundial y a la facilidad que existe para el tránsito de capitales, las economías en búsqueda de oportunidades de inversión y de diversificación de portafolios han encontrado dichos objetivos en los mercados bursátiles de las economías más grandes. Pero junto con la integración mundial de los mercados bursátiles aparecen las consecuencias de dichas homogenizaciones en los mercados que se traducen como una mayor velocidad y alcance de los efectos de contagio (Gamba, Gómez, & Hurtado, 2017), que no es más que la presencia de entidades financieras de manera internacional jugando un papel de transmisor de las crisis.

Los contagios financieros son medibles gracias a la volatilidad de los activos estudiados, pueden ser bonos, acciones, tasas de cambio entre otros, y se analizan por medio de la variabilidad de su precio de manera diaria tomando en cuenta los precios más bajos y los precios más altos de cada día analizado y explicado por (Diebold & Yilmaz, 2010).

6. Estado del arte

A continuación se presentaran de manera organizada y enumerada, una serie de documentos investigativos que demuestran la constante existencia de una dependencia entre los mercados financieros, específicamente una dependencia de los mercados accionarios latinoamericanos (considerados pequeños, a excepción de Brasil) con respecto a la economía de mayor tamaño, Estados Unidos, donde se incluye a Colombia, y como esta última demuestra resultados positivos de dependencia constante en cada uno de los estudios realizados y citados a continuación.

6.1. Artículo de investigación 1

Contagio financiero entre economías: análisis exploratorio desde la econometría. Caso Colombia - Estados Unidos. Para el primer documento seleccionado como guía correspondiente a (Meneses & Macuacé, 2012), se aplican procedimientos de tipo cuantitativo, deductivo y correlacional. La información de los mercados financieros utilizada es tomada de las páginas de la Bolsa de Valores de Colombia y de la página de la Bolsa de Valores de Nueva York. Siguiendo a esto, el autor identifica algunos de los canales de contagio, se da un panorama general de la economía internacional y nacional para el periodo de estudio y, por último, se estiman modelos econométricos para determinar el nivel de relacionamiento entre los dos índices mencionados. El autor cita cinco canales de contagio los cuales en su orden son: la existencia de una perturbación común, similitud de los fundamentos económicos entre países, relaciones comerciales, vínculos políticos entre países y vínculos financieros.

Para el análisis econométrico el autor toma los índices bursátiles del IGBC para el mercado colombiano y el DJ para el mercado estadounidense, implementa un modelo

econométrico doble logarítmico que demuestra la sensibilidad que tiene el IGBC sobre el DJ, entendiéndola como una elasticidad.

La información para ambos índices corresponde a una periodicidad diaria, de lunes a viernes, iniciando el 3 de enero del 2007 y finaliza el 31 de diciembre del 2010, para un total de 1.028 observaciones, para los días festivos se asume que los índices conservan su valor inercial. La fuente de información es Secundaria, la información tomada correspondiente a el IGBC proviene de la Bolsa de Valores de Colombia, mientras que para el DJ proviene de la página oficial de la bolsa de valores de Nueva York (NYSE).

Utiliza un protocolo para las series de tiempo denominado protocolo de Box-Jenkins. Para indagar la estacionariedad de las series y para el análisis su grado de integración se utilizó la prueba de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). Para conocer si las series están o no cointegradas se aplicó la prueba de Johansen y teniendo en cuenta un cambio estructural se añade una variable dicotómica para indicar si se está en un estado de crisis o no.

El modelo econométrico utilizado es un modelo econométrico lineal estimado vía MCO y se utiliza el mecanismo de corrección de errores (MCE) para determinar la velocidad en la que se equilibran desde el corto al largo plazo. Los resultados apoyan la hipótesis de que existe no solo una dependencia del mercado accionario doméstico, sino que esta dependencia del mercado se intensificó, de la misma manera lo hizo el contagio financiero para el periodo de tiempo estimado, afirmando de esta manera la interconexión y dependencia de los mercados financieros, pero ¿es esta característica una constante a través de las economías de menor tamaño en comparación a Estados Unidos?

6.2. Artículo de investigación 2

¿Hubo contagio financiero en las crisis financieras recientes? Una aplicación DCC-MGARCH para Argentina, Brasil, Colombia y Estados Unidos. De esta manera, en el segundo artículo realizado por Rozo (2017) se analizan los índices bursátiles de Argentina (IBG), Brasil (BVSP), Colombia (COLCAP) y Estados Unidos (S&P 500) desde el 16 de enero de 2008 hasta el 26 de octubre de 2016, la razón de estos rangos de fechas es debido que se tiene información del COLCAP a partir del 16 de enero de 2008, los índices están en escalas logarítmicas. Se utilizó un modelo econométrico de tipo M-GARCH, Para indagar la estacionariedad de las series y para conocer su grado de integración se utilizó la prueba de Dickey-Fuller Aumentado (ADF).

Los resultados del análisis resaltan a la economía estadounidense como la líder, la mas influyente y de mayor tamaño a nivel global, y la economía brasileña como la economía líder a nivel regional, de tal manera que los países se ven afectados tanto en la crisis *sub-prime*, como en la crisis de deuda soberana europea, siendo la economía colombiana la menos afectada según dichos resultados, y además, las crisis endógenas de las economías de menor tamaño influenciaron únicamente a sus propios países, sin contagiar al resto, de todas maneras existe otro estudio similar que examina casos de contagio financiero para la región latinoamericana.

6.3. Artículo de investigación 3

Contagio del mercado accionario: Casos de Colombia, Mexico, Peru, Chile y Argentina. En el tercer documento de investigación citado el cual fue realizado por (Leyton, 2020), se analizó el comportamiento de cinco economías latinoamericanas con respecto a la economía líder, Estados Unidos, y la economía líder regional, Brasil, utilizando los rendimientos, que son calculados como la diferencia logarítmica del precio de cierre de las bolsas de valores de los siguientes países: Colombia, México, Perú, Chile y Argentina.

Dicho artículo concluye con una gran correlación (la cual explica los niveles de contagio financiero y dependencia) de los países de Chile y Perú, y una baja correlación de las economías de Colombia y México comparativamente con las dos anteriores, demostrándose una vez más la recurrente manifestación del contagio financiero y dependencia de mercados bursátiles en las economías americanas y en la colombiana.

6.4. Artículo de investigación 4

Las correlaciones dinámicas de contagio financiero: Estados Unidos y América Latina.

El cuarto documento investigativo nuevamente tiene como finalidad proveer evidencias de contagio financiero entre las economías en el continente americano:

[...] el objetivo principal del trabajo es proveer evidencia de contagio financiero entre el mercado accionario más representativo de los Estados Unidos y los principales mercados accionarios de América Latina: Argentina, Brasil, Chile y México en el periodo de 2002 a 2009. Con este fin estimamos las correlaciones dinámicas condicionales a través del modelo DCC a partir de la modelación de los rendimientos diarios de estos mercados. Una vez estimado el DCC, exploramos la posibilidad de contagio financiero del mercado accionario de Estados Unidos a los de América Latina. Para explicar los cambios repentinos en las correlaciones dinámicas entre el mercado accionario de Estados Unidos y los de América Latina estimamos un modelo cambio de régimen Markoviano de acuerdo con lo sugerido por Boffelli y Urga (2016). El análisis estadístico de las correlaciones dinámicas revela que el contagio financiero tuvo lugar en estos países mucho antes de la quiebra de Lehman Brothers. (Benavides & Hernández, 2019) .

Su conclusión es la siguiente:

Los resultados del modelo GARCH multivariado muestran que la volatilidad estimada de los mercados accionarios de América Latina es persistente. Por otro lado, las pruebas de 166 REMEF (The Mexican Journal of Economics and Finance) Las correlaciones dinámicas de contagio financiero: Estados Unidos y América Latina dominancia estocástica de Kolmogorov-Smirnov aplicadas a las correlaciones dinámicas de las distribuciones de los periodos previo y posterior a las crisis sugieren que la distribución de las correlaciones del

periodo de crisis domina a la distribución de las correlaciones del periodo previo a la crisis en todos los casos analizados. De lo cual, se deduce que hay evidencia de contagio financiero del mercado accionario de Estados Unidos (SP 500) hacia los mercados accionarios de América Latina analizados: Argentina (MERVAL), México (IPyC), Brasil (IBOVESPA) y Chile (IPSA) (Benavides & Hernández, 2019) .

Así también existe un ultimo estudio que no solo toma en cuenta la economía estadounidense como economía emisora del contagio, sino que además toma en cuenta a Alemania, una economía europea, para examinar una vez mas la existencia de contagio financiero en las economías latinoamericanas.

6.5. Artículo de investigación 5

Contagio Financiero en mercados latinoamericanos: una aplicación de DDC-MGARCH.

El quinto y último artículo investigativo pertinente a este documento tiene como finalidad el siguiente objetivo:

[...] busca identificar si existió potencial efecto contagio entre los índices accionarios de seis países latinoamericanos frente a Estados Unidos y Alemania, el periodo de análisis es 2001 – 2013. Para este ejercicio se utiliza la metodología de Correlación Dinámica Condicional para modelos GARCH multivariados con el fin de modelar las correlaciones condicionales entre los retornos diarios de los índices accionarios de estas economías. Los resultados revelan aumentos de las correlaciones condicionales de Estados Unidos y Alemania, con respecto a los países latinoamericanos para los periodos 2007 – 2009 y 2011 – 2012 respectivamente, dando evidencia de contagio financiero. Por último, en un ejercicio de volatilidades internas y externas, se encuentra que los incrementos de la correlación se dan por una mayor exposición a choques externos (Bejarano, 2015).

Y cuyos resultados son los siguientes:

Haciendo uso de la metodología DCC – MGARCH, se estimaron correlaciones cruzadas entre los retornos diarios del mercado accionario de Estados Unidos, Alemania y seis países latinoamericanos, con el fin de identificar la existencia de contagio financiero durante la crisis financiera de 2008 y la crisis de deuda europea. Los resultados muestran evidencia de

contagio financiero entre estos retornos durante las turbulencias referenciadas.

Adicionalmente para el final de la muestra se aprecia un crecimiento de la correlación condicional dando muestra de posible interdependencia entre los mercados. (Bejarano, 2015).

De esta manera, existe suficiente evidencia que indica una existencia no solo de dependencia entre los mercados accionarios de menor tamaño, siendo estos los latinoamericanos, sino que también un aumento del contagio financiero proveniente no solo de economías grandes de este continente, sino también de economías perteneciente a Europa, como es el caso de este último estudio. Por lo que se puede anticipar una respuesta positiva para características de contagio financiero similares para los objetos de estudio de este artículo de investigación empírica.

7. Marco Metodológico

7.1. Información del objeto de estudio

Para la investigación pertinente a este trabajo se hizo uso de un modelo. Se utilizaron los precios de cierre de los índices COLCAP para el mercado colombiano y S&P 500 representando al mercado americano, con una periodicidad semanal de la cual se da comienzo desde la semana del 20 de enero del 2008 hasta la semana terminada el 10 de enero del 2010 como primer periodo de análisis y luego se analizará el rango temporal con la misma periodicidad comprendido entre la semana terminada el 21 de enero del 2018 hasta la semana terminada el día 12 de enero del 2020 para el segundo análisis. Los datos de los precios históricos para ambos índices se tomaron de la página Web de *Investing.com*.

7.2. Índices Bursátiles

Para el análisis de las series de tiempo se utilizaron los índices bursátiles mas representativos de cada una de las economías, siendo estos índices netamente financieros, para el mercado doméstico se utilizó el índice bursátil COLCAP, siendo el índice más representativo de este mercado accionario precediendo al índice IGBC el año 2008. Para el índice bursátil americano se utilizó el índice S&P 500, que según su página web oficial *www.spglobal.com* lo describe como el mejor indicador de las acciones de alta capitalización de EE. UU, y además el índice incluye 500 empresas líderes y representa aproximadamente 80% de la capitalización de mercado disponible. Así, estos dos índices son los más propicios para el presente estudio.

7.3. Pruebas de diagnóstico

Debido a la naturaleza altamente volátil de los mercados accionarios se deben tener en cuenta varios aspectos, los cuales son, la estacionariedad, la cointegración y la aplicación del modelo de corrección de errores en caso de ser necesario.

7.3.1. Estacionariedad

Se dice que una serie temporal es estacionaria, cuando su distribución de probabilidad en un instante de tiempo fijo, o una posición fija, es constante para todos los instantes de tiempo o posiciones. En consecuencia, parámetros tales como la media y la varianza no varían a lo largo del tiempo o la posición. En concreto, para determinar la estacionariedad de las series de tiempo se utilizará la prueba aumentada de Dickey-Fuller.

7.3.2. Cointegración

La cointegración es una característica estadística de las variables en las series de tiempo donde dos o más series de tiempo están cointegradas si comparten una tendencia estocástica común. Para hallar cointegración se aplicará la prueba de Johansen y para posibles desequilibrios en el corto plazo se aplicaría el modelo de corrección de errores en caso contrario un modelo de vectores autorregresivos.

7.3.3. Causalidad

Una vez estimado el modelo vectorial, se debe diagnosticar la relación causal entre los índices: es decir, cuál índice impacta sobre los cambios del otro. Para ello se realizará la prueba de causalidad de Granger.

7.4. Modelación de vectores autorregresivos

La metodología econométrica que permite esta evaluación simultánea es el sistema de ecuaciones autorregresivo (*VAR*), cuya expresión algebraica es:

$$\begin{bmatrix} \Delta \log(y_t) \\ \Delta \log(x_t) \end{bmatrix} = \vec{\alpha}_0 + A_1 \begin{bmatrix} \Delta \log(y_{t-1}) \\ \Delta \log(x_{t-1}) \end{bmatrix} + \dots + A_k \begin{bmatrix} \Delta \log(y_{t-k}) \\ \Delta \log(x_{t-k}) \end{bmatrix} + A_1 \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t} \\ \varepsilon_{2,t} \end{bmatrix}$$

Donde $\vec{\alpha}_0$ es el vector de términos de intercepto; A_1 hasta A_k son las matrices de coeficientes; k el número de rezagos sensibles y $\vec{\varepsilon}_t$ las perturbaciones aleatorias de cada índice.

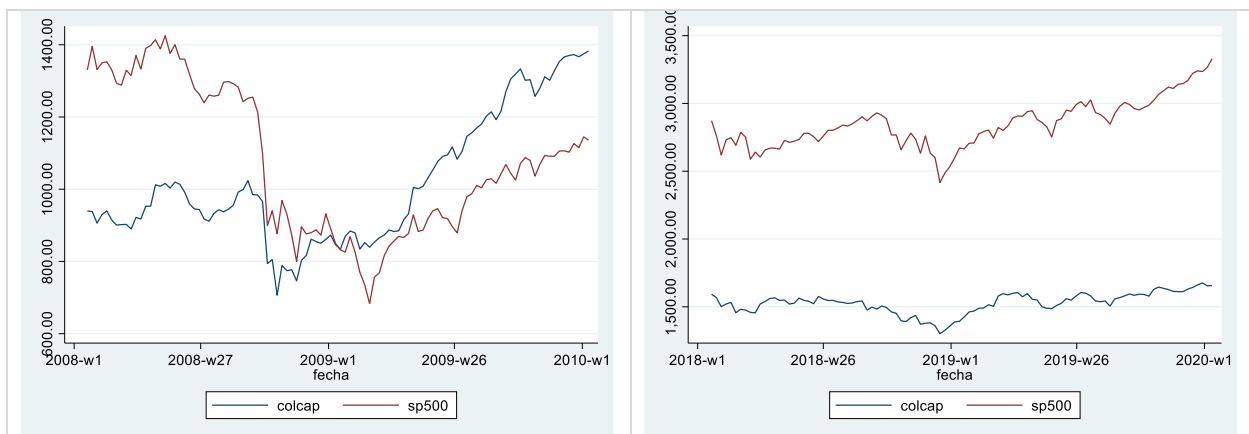
Al final, se compararán los resultados del modelo econométrico para ambos periodos de tiempo y se determinará si hubo un cambio con respecto a los errores cuadrados, los cuales son interesantes medidores de que tan idílico es el modelo, cambios de la significancia estadística entre los resultados del modelo en ambos periodos y en la elasticidad del primero periodo con respecto al segundo (2008-2010 al 2018-2020).

8. Análisis de Resultados

8.1. Series Temporales

A continuación, se presenta la evolución temporal de los precios de cierre de los índices bursátiles, doméstico y extranjero, durante los periodos en estudio. Se escogió la periodicidad semanal, en preferencia a las periodicidades diaria y mensual, porque los índices conservaron un mayor poder explicativo al modelar sus varianzas por la metodología *ARCH*.

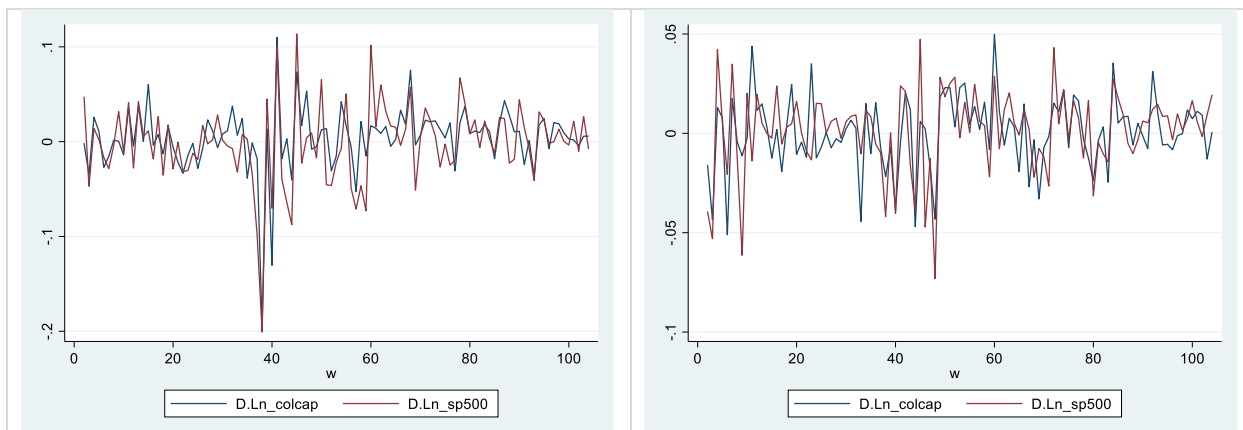
Figura 1. Evolución semanal de los índices bursátiles entre 2008-2010 y 2018-2020



Una inspección visual a los precios de cierre de los índices sugiere una correlación entre los mercados accionarios doméstico y extranjero, siendo mayor la correlación del segundo periodo (Figura 1), Ello, respaldaría la premisa de que con el tiempo se afianza la integración de mercados y, en consecuencia, hay mayor dependencia financiera.

Siguiendo la metodología predefinida, las series temporales se transformaron logarítmicamente para garantizar la disminución de su varianza y, al tiempo, poder interpretar los parámetros como elasticidades (Figura 2).

Figura 2. Evolución semanal de las primeras diferencias logarítmicas de los índices



8.2. Diagnóstico de Estacionariedad

Ahora bien, aun cuando las series temporales se transformaron logarítmicamente podrían seguir siendo estacionarias; lo cual, en principio, impide modelarlas debido a que su dependencia sería espuria (Ghouse, Khan, & Rehman, 2018). Esto se verificó con un diagnóstico de no-estacionariedad: el cual resultó positivo (Tabla 1).

Tabla 1. Diagnóstico de estacionariedad de las series temporales (2008-2010 y 2018-2020)

<i>COLCAP</i>					<i>S&P 500</i>				
Dickey-Fuller test for unit root					Dickey-Fuller test for unit root				
Number of obs = 103					Number of obs = 103				
	Interpolated Dickey-Fuller					Interpolated Dickey-Fuller			
Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical		Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical	
Statistic	Value	Value	Value		Statistic	Value	Value	Value	
Z(t)	-0.180	-3.509	-2.890	-2.580	Z(t)	-1.422	-3.509	-2.890	-2.580
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.9409					MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.5719				
Dickey-Fuller test for unit root					Dickey-Fuller test for unit root				
Number of obs = 103					Number of obs = 103				
	Interpolated Dickey-Fuller					Interpolated Dickey-Fuller			
Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical		Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical	
Statistic	Value	Value	Value		Statistic	Value	Value	Value	
Z(t)	-1.560	-3.509	-2.890	-2.580	Z(t)	-0.789	-3.509	-2.890	-2.580
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.5038					MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.8224				

Un resultado positivo de esta prueba indica la existencia de no-estacionariedad de las series, lo que significa que sus medias y varianzas son dependientes del cambio del tiempo. Para solucionarlo, se calcularon las primeras diferencias temporales de los índices lo que resulta en nuevas series estacionarias, es decir, con media y varianza independientes del tiempo (Tabla 2).

Así, se evita modelar relaciones espurias.

Tabla 2. Diagnóstico de estacionariedad de las series temporales en primeras diferencias

<i>COLCAP</i>					<i>S&P 500</i>				
Dickey-Fuller test for unit root					Dickey-Fuller test for unit root				
Number of obs = 102					Number of obs = 102				
	Interpolated Dickey-Fuller					Interpolated Dickey-Fuller			
Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value		Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-10.646	-3.509	-2.890	-2.580	Z(t)	-10.513	-3.509	-2.890	-2.580
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000					MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000				
Dickey-Fuller test for unit root					Dickey-Fuller test for unit root				
Number of obs = 102					Number of obs = 102				
	Interpolated Dickey-Fuller					Interpolated Dickey-Fuller			
Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value		Test Statistic	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-10.329	-3.509	-2.890	-2.580	Z(t)	-11.277	-3.509	-2.890	-2.580
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000					MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000				

8.3. Diagnóstico de Cointegración Temporal

Después de verificar el supuesto de estacionariedad necesario para modelar, es necesario evaluar si las series están cointegradas para así decidir el tipo de modelo a estimar (*VAR* o *VEC*). De hecho, que los índices estén cointegrados significa que su combinación lineal podría anular tendencias de largo plazo y se escogería una modelación tipo *VEC* (Isufi, Loukas, & Perraudin, 2019). En virtud de ello, se contrastó la prueba de Johansen: los resultados muestran que no existe vector alguno de cointegración para los periodos en estudio (Tabla 3 y Tabla 4). En consecuencia, se procede a una estimación vectorial tipo *VAR*.

Tabla 3. Diagnósticos de cointegración de Johansen (2008-2010)

maximum				trace	5%
rank	parms	LL	eigenvalue	statistic	critical value
0	10	-1002.0151	.	10.9589*	15.41
1	13	-997.08316	0.09305	1.0950	3.76
2	14	-996.53566	0.01078		

Tabla 4. Diagnóstico de cointegración de Johansen (2018-2020)

maximum				trace	5%
rank	parms	LL	eigenvalue	statistic	critical value
0	10	-1002.0151	.	10.9589*	15.41
1	13	-997.08316	0.09305	1.0950	3.76
2	14	-996.53566	0.01078		

8.4. Modelación Vectorial

Debido a que la intención de esta investigación aplicada es caracterizar el contagio financiero entre los mercados bursátiles doméstico y extranjero, se propone modelar su relación empírica evaluando las interacciones entre sus índices bursátiles. La metodología econométrica que permite esta evaluación simultánea es el sistema de ecuaciones autorregresivo (*VAR*), cuya expresión específica es:

$$\begin{bmatrix} \Delta \log (colcap_t) \\ \Delta \log (sp500_t) \end{bmatrix} = \vec{\alpha}_0 + A_1 \begin{bmatrix} \Delta \log (colcap_{t-1}) \\ \Delta \log (sp500_{t-1}) \end{bmatrix} + \dots + A_k \begin{bmatrix} \Delta \log (colcap_{t-k}) \\ \Delta \log (sp500_{t-k}) \end{bmatrix} + A_1 \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t} \\ \varepsilon_{2,t} \end{bmatrix}$$

8.4.1. Diagnóstico de selección de orden

El primer paso para la estimación es encontrar una longitud de rezago sensible, es decir, la cantidad *k* de rezagos en los cuáles los índices bursátiles interactúan. Se evidenció, que para el primer periodo 2008-2010 el orden máximo sería de tres rezagos; y para el segundo periodo 2018-2020 el orden óptimo es de solo un rezago como lo muestra la [Tabla 5](#) y [Tabla 6](#), respectivamente.

Tabla 5. Criterio de selección de orden periodo 2008-2010

lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-1329.43				1.3e+09	26.6287	26.6498	26.6808
1	-961.11	736.65	4	0.000	861552	19.3422	19.4055	19.4985*
2	-955.922	10.378	4	0.035	841420	19.3184	19.4239	19.579
3	-948.159	15.526*	4	0.004	780648*	19.2432*	19.3908*	19.6079
4	-946.759	2.7998	4	0.592	822743	19.2952	19.485	19.7641

Tabla 6. Criterio de selección de orden periodo 2018-2010

lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-1182.66				6.7e+07	23.6932	23.7143	23.7453
1	-991.628	382.07*	4	0.000	1.6e+06	19.9526	20.0158*	20.1089*
2	-987.208	8.8404	4	0.065	1.6e+06*	19.9442*	20.0496	20.2047
3	-986.791	.83311	4	0.934	1.7e+06	20.0158	20.1634	20.3806
4	-984.116	5.3507	4	0.253	1.7e+06	20.0423	20.2321	20.5113

8.4.2. Estimación de modelos vectoriales

Finalmente, dado que las series son estacionarias en media y varianza y se tiene el número óptimo de rezagos se estimaron el modelo *VAR* propuesto para cada periodo de tiempo. Las estimaciones sugieren un contagio financiero evidente durante 2008-2010 mas no así durante 2018-2020; esto dado que el primer modelo es más desde su bondad de ajuste global y desde sus significancias individuales.

Tabla 7. Estimación de vector autorregresivo (2008-2010)

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
D_Ln_colcap	5	.031963	0.1873	23.27131	0.0001
D_Ln_sp500	5	.040411	0.1206	13.8565	0.0078

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
D_Ln_colcap						
Ln_colcap						
LD.	-.3754449	.1298214	-2.89	0.004	-.6298901	-.1209996
L2D.	.2635054	.1328669	1.98	0.047	.0030909	.5239198
Ln_sp500						
LD.	.312034	.1080666	2.89	0.004	.1002273	.5238408
L2D.	.0991777	.1068762	0.93	0.353	-.1102958	.3086513
_cons	.0054122	.0032347	1.67	0.094	-.0009278	.0117521
D_Ln_sp500						
Ln_colcap						
LD.	-.5003209	.1641348	-3.05	0.002	-.8220192	-.1786226
L2D.	.2691882	.1679853	1.60	0.109	-.060057	.5984334
Ln_sp500						
LD.	.3135921	.13663	2.30	0.022	.0458022	.581382
L2D.	-.0204636	.1351249	-0.15	0.880	-.2853037	.2443764
_cons	-.0000982	.0040897	-0.02	0.981	-.0081139	.0079175

Tabla 8. Estimación de vector autorregresivo (2018-2020)

Equation	Parms	RMSE	R-sq	chi2	P>chi2
D_Ln_colcap	3	.018408	0.0281	2.954201	0.2283
D_Ln_sp500	3	.020813	0.0140	1.447334	0.4850

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
D_Ln_colcap						
Ln_colcap						
LD.	-.1375593	.1180259	-1.17	0.244	-.3688858	.0937672
Ln_sp500						
LD.	.1768619	.1039543	1.70	0.089	-.0268848	.3806085
_cons	.0003667	.0017992	0.20	0.838	-.0031595	.003893
D_Ln_sp500						
Ln_colcap						
LD.	-.0111151	.1334444	-0.08	0.934	-.2726613	.2504311
Ln_sp500						
LD.	-.1106653	.1175345	-0.94	0.346	-.3410288	.1196981
_cons	.001975	.0020342	0.97	0.332	-.0020119	.005962

8.4.3. Análisis de resultados econométricos

El modelo VAR arroja resultados concluyentes respecto a la bondad de ajuste, significancia estadística y de elasticidades. En principio, se tiene una mayor significancia estadística para el modelo realizado en el primero periodo 2008-2010 con respecto al realizado en el periodo 2018-2020 lo que confirma una mayor dependencia en el primer periodo con respecto al segundo y, contrariamente a lo que se pudo sugerir en el análisis del comportamiento de sus precios únicamente según la (Tabla 1). La segunda característica para resaltar es un valor superior de los errores cuadrados para el primer periodo de tiempo comparativamente al segundo.

Por último, se tiene una elasticidad superior en los resultados del primer periodo de tiempo con respecto al segundo, específicamente, siendo que para el periodo 2008-2010 el valor del coeficiente de la variable Ln_sp500 el cual explica la ecuación D_Ln_colcap es superior que esta misma en el segundo periodo 2018-2020 según la (Tabla 9) y (Tabla 10), permitiendo de

esta manera afirmar que existe una mayor elasticidad y en consecuencia, una mayor dependencia en el mercado doméstico comparativamente entre estos periodos.

8.5. Diagnóstico de causalidad

Una vez estimado el modelo VAR, es conveniente comprobar cuál es la relación causal entre los índices propuestos. En concreto, se dice que una variable x_t “causa” a otra variable y_t si los rezagos de x_t son conjuntamente significativos en la ecuación y_t . (Siggiridou, Koutli, & Tsimpiris, 2019)

En este caso, los resultados fueron satisfactorios: cuando la variable dependiente y_t es el índice *COLCAP* y la variable explicativa x_t es el índice *S&P500* la prueba de Granger evidencia causalidad significativa, haciéndose visible y demostrándose en los resultados de las significancias estadísticas de la (Tabla 9), teniendo mayor significancia estadística en este caso comparativamente al caso directamente opuesto al descrito inicialmente.

Tabla 9. Prueba de causalidad de Granger

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
D_Ln_colcap	D.Ln_sp500	3.5134	1	0.061
D_Ln_colcap	ALL	3.5134	1	0.061
D_Ln_sp500	D.Ln_colcap	7.4824	1	0.006
D_Ln_sp500	ALL	7.4824	1	0.006

9. Conclusiones

El hecho de estudiar, únicamente, el comportamiento de los precios de cierre de dos mercados conduce a conclusiones espurias, esto se debe a que ambos pueden crecer o decrecer con aparente correlación (Figura 1), pero no existir una dependencia entre ellos. La real dependencia se evalúa con los “rendimientos” de los precios (primeras diferencias).

Después de un riguroso tratamiento de los datos, para la adecuación de su uso y aplicado el modelo econométrico *VAR*, los resultados econométricos confirman, de forma significativa, la existencia de dependencia entre los mercados accionarios colombiano y americanos para el primer periodo de estudio 2008-2010, no así, para el segundo periodo 2018-2020 (Tabla 7 y Tabla 8). Luego, no se halló evidencia significativa suficiente que respalde la premisa según la Figura 1, la cual afirma que la dependencia financiera se acentúa con el paso tiempo. El hecho, es que si hay crisis financieras tal evolución temporal puede verse interrumpida o invertida.

Finalmente, se contrastó un diagnóstico de causalidad entre las variables propuestas, siendo importante el orden en el cual los índices se ven afectados. Los resultados confirman la existencia de causalidad entre los mercados analizados (Tabla 9); específicamente, del índice *S&P 500* es la variable explicativa del índice *COLCAP*. En efecto, el mercado accionario americano afecta al colombiano, pero no así en viceversa.

Por otra parte, es interesante conocer la razón por las cuales se da este comportamiento muchas veces contraintuitivo entre los mercados con el paso del tiempo, ya que se asume de manera natural que los mercados tienden a integrarse conforme para el tiempo, así también caracterizar las implicaciones de estos resultados.

10. Recomendaciones

Demostrada la dependencia de los mercados financieros, se deja de manera clara, vulnerabilidades inherentes al proceso de globalización de las economías, siendo así, una decisión adecuada es el tomar medidas preventivas con respecto al posible alcance de contagio financiero por parte de los mercados bursátiles a la población directamente implicada en estos, como lo pueden ser: bancos nacionales, fondos de inversión o fondos de pensiones privados y/o públicos, y cuyos daños colaterales impactarían a la población colombiana en general.

Así también, es interesante el preámbulo establecido por la actual investigación para una búsqueda y estudio más profundo de la razones por las cuales existe dependencia entre los mercados financieros doméstico y extranjero, de la misma manera para el análisis de medios de transmisión del contagio financiero y del alcance de los efectos perjudiciales que este escenario plantea para Colombia.

11. Referencias

- Bejarano, L. V. (2015). *Contagio financiero en mercados latinoamericanos: una aplicación de DCC MGARCH*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Benavides, D. R., & Hernández, I. P. (2019). Las correlaciones dinámicas de contagio financiero: Estados Unidos y América Latina. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época*, 14(2), 151-168.
- Blanchard, O., Amighini, A., & Giavazzi, F. (2012). *Macroeconomía*. Madrid (España): Pearson.
- Diebold, F., & Yilmaz, K. (2010). Better to Give than to Receive: Predictive Directional Measurement. *International Journal of Forecasting*, 28(1), 57-66.
- Gamba, S., Gómez, J. E., & Hurtado, J. L. (2017). Volatility Spillovers among Global Stock Markets: Measuring Total and Directional Effects. *Borradores de Economía*, 983.
- Ghose, G., Khan, S., & Rehman, A. (2018). ARDL model as a remedy for spurious regression: problems, performance and prospectus. *Munich Personal Archive*, 1-29.
- Isufi, E., Loukas, A., & Perraudin, N. (2019). Forecasting time series with varma recursions on graphs. *IEEE*, 67(18), 4870-4885.
- Leyton, M. (2020). Contagio del mercado accionario: casos de Colombia, México, Perú, Chile y Argentina. *Dimensión Empresarial*, 18(1), 39-77. Obtenido de [http://dx.doi.org/10.15665/dem.v18i\(1\).2068](http://dx.doi.org/10.15665/dem.v18i(1).2068).
- Meneses, L. Á., & Macuacé, R. (2012). Contagio financiero entre economías: análisis exploratorio desde la econometría Caso Colombia-Estados Unidos. *Finanzas y Política Económica*, 4(2), 51-62.
- Rigobo, R. (2016). *Contagion, spillover and interdependence*. 0 Frankfurt: European Central Bank.
- Roa-Rozo, J. (2017). Hubo contagio financiero en las crisis financieras recientes? Una aplicación DCC-M-GARCH para Argentina, Brasil, Colombia y Estados Unidos. *Econografos Escuela de Economía FCE-CID*, 109.
- Siggiridou, E., Koutli, C., & Tsimpiris, A. (2019). Evaluation of Granger Causality Measures for Constructing Networks from Multivariate Time Series. *Entropy*, 21(11), 2-24.