



**CRISIS FINANCIERA Y CONTAGIO, EL CASO DE COLOMBIA Y LA UNIÓN EUROPEA
DURANTE EL PERIODO 2010-2020**

**AUTORES:
DANIEL ESTEBAN PAZ GUTIERREZ
SHARAD DAYANA PITTO LENIS**

**DIRECTOR DEL PROYECTO:
JAIME ANDRÉS CARABALÍ
UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS
ECONOMÍA Y NEGOCIOS INTERNACIONALES
SANTIAGO DE CALI
2021**

**CRISIS FINANCIERA Y CONTAGIO, EL CASO DE COLOMBIA Y LA UNIÓN EUROPEA
DURANTE EL PERIODO 2010-2020**

**DANIEL ESTEBAN PAZ GUTIERREZ
SHARAD DAYANA PITTO LENIS**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ECONOMISTA Y NEGOCIADOR
INTERNACIONAL**

ASESOR

JAIME ANDRÉS CARABALÍ



**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS
ECONOMÍA Y NEGOCIOS INTERNACIONALES
SANTIAGO DE CALI
2021**

Tabla de contenido

Resumen.....	5
Abstract.....	6
1. Introducción	7
2. Revisión De Literatura	8
2.1 Definición Conceptual.....	8
2.2 Literatura Teórica.....	10
2.3 Literatura Empírica	13
3. Metodología	14
3.1 Datos.....	14
3.2 Análisis De Calma Y Crisis	15
3.3 Pruebas Estándar De Correlación.....	16
3.4 Pruebas Formales De Contagio (Pruebas De Correlación Aumentadas)	17
<i>Prueba De Correlación Lineal Ajustada.....</i>	<i>17</i>
<i>Pruebas De Co-Asimetría.....</i>	<i>17</i>
<i>Prueba de co-volatilidad</i>	<i>18</i>
4. Resultados.....	19
5. Implicaciones que tiene este resultado para los inversionistas y el gobierno	25
6. Conclusiones	25
7. Referencias	27

Lista de figuras

Figure 1 Resultados del análisis de calma y crisis para el periodo 2010-2020.....	20
--	----

Lista de tablas

Tabla 1	21
Tabla 2	21
Tabla 3	23
Tabla 4	23
Tabla 5	24

Resumen

Las barreras al comercio cada vez son más difíciles de percibir debido a diferentes acuerdos entre países, por ejemplo, el TLC de Colombia y la unión europea. Todos estos procesos integrativos traen consigo nuevos retos que involucran al gobierno e inversionistas ya que deben tomar decisiones de control e inversión respectivamente. Uno de los fenómenos que ha sido estudiado ampliamente durante las últimas décadas es el contagio financiero, el cual puede ser entendido como un acontecimiento que ocurre cuando la interdependencia de los mercados financieros aumenta en momentos de crisis. En este trabajo se determina la existencia o no de contagio financiero entre Colombia y la Unión Europea. El periodo analizado comprende desde el año 2010 hasta el 2020. Además, para su desarrollo se utilizan las series de tiempo del COLCAP y del Euronext100, que son los índices bursátiles representativos para Colombia y la UE respectivamente. Con dichos datos se realizan las diferentes pruebas de contagio que se explican en la metodología. Finalmente, se concluye diciendo si existe o no contagio financiero y se resaltan algunas apreciaciones importantes de dicho resultado.

Palabras clave: contagio financiero, interdependencia, mercado bursátil, series de tiempo.

Abstract

Given that barriers to trade seem to be fading further, this is due to different agreements between countries such as the free trade agreement between Colombia and the European Union signed on 26 June 2012, which entered into force in 2013. All these integrative processes give us a glimpse into a future in which new challenges arise involving governments and investors. One of the phenomena that has been extensively studied over the past few decades has been financial contagion, which can be understood as a phenomenon that occurs when the interdependence of financial markets increases in times of crisis. This writing will attempt to determine whether there is financial contagion between Colombia and the European Union, taking as a time horizon the period from 2010-2020. To do this we will take the time series of COLCAP and Euronext100, which are the stock indices for Colombia and the European Union respectively, with this data will perform the different contagion tests that will be explained in the methodology and finally conclude by saying whether there is financial contagion.

Keywords: financial contagion, interdependence, stock market, time series.

1. Introducción

Los análisis de contagio financiero están tomando relevancia debido a las cambiantes dinámicas de la globalización que impulsan una mayor movilidad de capitales que de mano de obra o bienes. Esta tendencia ha permitido evidenciar con más claridad el fenómeno del contagio financiero, el cual se refiere a la transmisión del efecto de un choque económico en un país hacia otro u otros. Dicha propagación parece no ser explicada completamente por los vínculos comerciales tradicionales, por lo que comprenderla junto con los efectos que podría tener en la economía local cobra especial importancia. Es en este contexto es que los estudios sobre contagio financiero toman creciente valor tanto para los gobiernos como para los inversionistas.

En términos económicos, si países con iguales variables macroeconómicas padecen una crisis de igual forma, no se trataría de contagio, pero si estos tienen diferentes indicadores macroeconómicos son tratados, ante un choque negativo, equivalentemente por el mercado de capitales, se trata de contagio financiero (Claessens et al., 2001). Para mayor precisión, durante el desarrollo de esta investigación, se entenderá al contagio financiero como un fenómeno que ocurre cuando la interdependencia de los mercados financieros aumenta en momentos de crisis.

La Unión Europea es el segundo socio comercial más importante de Colombia después de los Estados Unidos; por ello la importancia de la presente investigación por la se busca determinar la existencia o no de contagio financiero entre ambos socios comerciales. Según datos tomados de la delegación de la UE en Colombia, en 2016, las exportaciones colombianas a la UE alcanzaron un valor de € 5.600, sobre todo de productos minerales (46%), como el petróleo y el carbón, y productos agrícolas (43%) destacando el banano fresco (€ 918) y el café (€ 604) (Equipo de prensa e información de la Delegación de la UE en Colombia, 2016).

Esta investigación se realiza con previa consulta de la literatura disponible alrededor de la construcción del concepto de contagio, los distintos enfoques teóricos y empíricos que se han usado al tratar de determinar la existencia y los canales de contagio. Además, se describe y explica la metodología usada para comparar las series de precios; se realizan pruebas estándar para comprobar los cambios en la correlación entre los mercados financieros pero dado la gran cantidad de defectos que estas pruebas presentan, resaltados en muchas investigaciones anteriores, se toma como guía a Mahadeo et al. (2019) en la aplicación de pruebas más robustas que permitirán extraer conclusiones de los resultados obtenidos.

2. Revisión De Literatura

En este apartado se realiza una exploración de la literatura sobre contagio financiero haciendo énfasis en aquellas investigaciones que evalúan la existencia y canales de contagio en mercados emergentes como lo es Colombia, el objeto de la investigación. Para empezar, se hace una aproximación conceptual del tema a partir de la definición de contagio financiero más aceptada por la comunidad académica y se discuten las complicaciones de esta definición. Continuando la recopilación de algunas de las visiones teóricas y empíricas con las que se ha abordado el problema en los últimos años. Para finalizar se revisan los hallazgos en materia de la relación comercial y en cuanto a contagio en Latinoamérica que puedan ser relevantes para entender los resultados de la presente investigación.

2.1 Definición Conceptual

En la literatura académica de contagio financiero se han propuesto varias definiciones de este fenómeno. Autores como Pericoli y Sbracia (2003) se han encargado de recopilar algunas definiciones destacables otorgadas al contagio a lo largo de los años entre las cuales se repiten características como un aumento significativo, comovimientos, variables fundamentales y

canales de transmisión. Dentro de esta área uno de los trabajos más importantes y citados está el realizado por Rigobon (2002) quien realiza su propia taxonomía de las definiciones propuestas y las resume en dos categorías generales: aquellas que se enfocan en la fuerza con la que se transmiten los choques en los mercados, y las que se abordan el problema preguntando ¿cuáles son esos mecanismos que permiten la propagación de dichos shocks?

En la primera categoría el contagio se define como un cambio en la fuerza de propagación de los choques entre mercados (shift contagion), de un país a otro, durante un periodo de turbulencia con respecto a uno de calma (Rigobon, 2002). Para evaluar esto se suele analizar los cambios en la correlación de los mercados. El problema asociado a este enfoque lo discuten Forbes y Rigobon, quienes prueban que usar el método de correlación no ajustado para determinar si existe o no contagio financiero puede conllevar al investigador a confundir contagio con interdependencia pues, “el contagio no es simplemente una alta correlación entre mercados después de un shock. Es un aumento significativo de esta correlación después del shock” (Forbes & Rigobon, 2002, p. 35).

Al aplicar los coeficientes de correlación ajustados a las pruebas estándar de contagio, encontraron significativamente menos evidencia de contagio a lo largo de las crisis de Asia oriental, el colapso del peso mexicano y de la bolsa estadounidense, de lo que se creía anteriormente. Así Rigobon y Forbes (2002), al igual que otros autores, comprueban que el método de correlaciones no proporciona una respuesta definitiva a la existencia de contagio y sugieren que la investigación futura en el tema debe centrarse en porqué mercados con diferentes características se encuentran tan correlacionados.

En el segundo enfoque, Rigobon (2002) propone el concepto de contagio puro y define este como la "propagation of shocks among markets in excess of the transmission explained by

fundamentals” (p.5), es decir, un cambio en los canales de propagación que se origina en vínculos diferentes a las relaciones comerciales y financieras entre los mercados financieros y causa la transmisión de choques.

Esta acepción ofrece la ventaja que presenta un enfoque más amplio pero esa misma amplitud lleva al problema de cuáles son los fundamentales o cómo se llega a la conclusión de que algo no es explicado por ellos (Uribe, 2011). La principal desventaja de la segunda definición es su casi imposible implementación empírica puesto que la mayoría de estas tratan el contagio como un residuo de una regresión (la propagación no explicada por los canales fundamentales en el modelo), entonces habría que tener en cuenta todos los posibles canales comerciales de un país o el resultado del análisis sería sesgado.

De las definiciones anteriores se alimentan dos visiones en la literatura: la teórica y la empírica. Se evidencia que la primera tiene como objetivo explicar, comprender y analizar el fenómeno de contagio financiero, mientras que la segunda presenta un enfoque más práctico y ha evolucionado a medida que desarrolla distintos métodos para la medición de este. La finalidad de los dos siguientes apartados es recopilar los avances en cada campo.

2.2 Literatura Teórica

De acuerdo con una investigación más reciente de Rigobon (2016), donde revisa brevemente las teorías detrás de la propagación internacional de choques, la literatura teórica se ha dividido en tres (3) visiones generales: la fundamental, la financiera y la de coordinación. A continuación, se explica en qué consiste cada una de ellas.

La visión fundamental se caracteriza porque son los canales reales los que explican el contagio en la transmisión de los choques. En esta línea se estudia principalmente como canales de transmisión las relaciones comerciales, las políticas macroeconómicas y los choques exógenos

(Rigobon, 2016). Dentro de esta visión hay investigaciones como la de Connolly y Wang (2003), quienes estiman dos posibles explicaciones a los comovimientos de las rentabilidades entre los mercados bursátiles de EE. UU., Reino Unido y Japón: factores económicos fundamentales y rendimientos del mercado exterior. Estos investigadores examinan un conjunto de noticias con posibles efectos macroeconómicos, pero concluyen que el efecto de las noticias macroeconómicas es demasiado pequeño para dar cuenta de una parte económicamente importante del comovimiento. En cambio, los retornos del mercado extranjero tienen un impacto económico significativo en el mercado interno por lo cual no se le puede atribuir los movimientos a los factores económicos fundamentales y esto concuerda con la definición de contagio puro propuesta por Rigobon (2002).

En segundo lugar, la visión financiera se refiere a la transmisión de contagio debido a las limitaciones e ineficiencias en los sectores bancarios y mercados de valores internacionales. En esta categoría los vínculos entre países son explicados por: **1. la teoría del prestamista común** (los países están interrelacionados porque ambos reciben servicios financieros de una institución común y cuando un shock en un país afecta el balance del intermediario financiero se limita la capacidad de este para ofrecer sus servicios al otro país), **2. margin calls, aspectos de liquidez o efecto riqueza** (el intermediario financiero es el mercado de capitales en lugar del sector bancario) (Rigobon, 2016). El trabajo de Calvo (2004) es un ejemplo perfecto de estas teorías. El documento de Calvo supone que el mercado de capitales está poblado por inversores desinformados que intentan extraer información de los inversores informados. Pero esto abre la posibilidad de que, si los inversores informados se ven obligados a vender valores de mercados emergentes para cumplir con las llamadas de margen, por ejemplo, los inversores desinformados

pueden interpretar erróneamente esta acción como una señal de bajos rendimientos en los mercados emergentes.

En la última categoría se estudia el comportamiento de los inversionistas y los responsables políticos, su habilidad para coordinarse, como explicación del contagio. Estas teorías consideran 3 tipos de canales de transmisión: los equilibrios múltiples, el comportamiento en manada y el contagio político. En el primero se explica el contagio y la ocurrencia simultánea de los choques negativos como resultado de que los inversionistas ven un choque negativo en un país y consideran esto como una señal de que otro país se moverá también a un equilibrio negativo (Masson, 1998). En cuanto al comportamiento en manada como canal de transmisión es recomendable revisar la investigación de (Calvo et al., 2000), en esta se defiende que la globalización de los mercados de valores puede impulsar el fenómeno de contagio en el sentido de que con esta se crean incentivos para que los agentes copien las decisiones de otros agentes sin conocer las razones y la información relevante. Por último, el contagio político es un concepto abordado principalmente por Drazen (1999) quien defiende que, en primer lugar, la naturaleza política de la decisión de “devaluar” una moneda combinada con la información incompleta de las intenciones del gobierno que toma esa decisión, es un factor clave de la aparición de presiones especulativas.

En segundo lugar, el autor propone un modelo con el cual explica el riesgo de presión especulativa que se corre al formar parte de una integración política y económica con otros países pues la devaluación de uno de estos tiene consecuencias negativas para los otros. Es decir, (Drazen, 1999) prueba la existencia de riesgo de contagio en las alianzas políticas y económicas lo cual es importante tener en cuenta al comparar los resultados del presente estudio con la relación política y comercial entre los países evaluados.

2.3 Literatura Empírica

La literatura empírica que busca determinar la existencia de contagio en la región latinoamericana y los países emergentes en esta abordan varios enfoques. Algunos como Aizenman et al. (2012) han estudiado los canales de transmisión buscando determinar la manera en que la vulnerabilidad de los países en desarrollo aumenta con las crisis, las europeas en su caso. Estos autores concluyen que la vulnerabilidad de los países en desarrollo con respecto a la unión europea es en torno a dos canales: el comercial, dadas las relaciones entre los países y cierto nivel de dependencia por parte de los países en desarrollo; y en segundo lugar las noticias e inestabilidad financiera. Sobre lo anterior hacen mucho énfasis pues llegan a la conclusión de que las noticias de la Euro-crisis tuvieron un impacto en los mercados de renta variable y bonos en los países en desarrollo. En cuanto al primer canal la investigación de Bernardi Carriello (2005) justifica los altos comovimientos en los retornos de los precios de las acciones para un determinado número de países emergentes por sus estrechos vínculos a través de canales comerciales. En cuanto al segundo canal, una investigación similar a la de Aizenman se lleva a cabo por Baig y Goldfajn (1998) con respecto a la crisis del este asiático y encuentran una sustancial proporción de noticias de un país impactando sobre las economías vecinas.

Finalmente, diversos estudios han seguido una metodología propuesta por Demirguc-Kunt y Levine (1996) que resulta bastante completa y de fácil implementación, lo que posibilita las comparaciones entre mercados, este es importante para el caso específico de Colombia tras el fortalecimiento de sus relaciones comerciales con la Unión Europea después de firmar el acuerdo de libre comercio, este acuerdo fue firmado en el 2013. Los años posteriores a la firma del acuerdo coinciden con la caída de los precios de los commodities y una desaceleración de la economía global. Ahcar Olmos y Rodrrguez-Barco (2017) encontró que tras la firma del acuerdo

de libre comercio entre Colombia y la Unión Europea se pudo constatar que, en cuanto a sus exportaciones, el TLC con la UE le permitió explotar sus ventajas comparativas en los productos con mayor potencial por tener un alto nivel de exportación en EU.

3. Metodología

3.1 Datos

Para examinar los comovimientos entre el mercado europeo y el colombiano se determinó el índice bursátil que mejor representaba a cada uno. Para el mercado europeo se usó el Euronext 100:

The index for largest and most liquid blue-chip stocks traded on Euronext exchanges. Companies listed the Euronext 100 must trade at least 20% of their issues annually (calculated on a rolling basis). It is considered a major benchmark index for European stocks. (Farlex Financial Dictionary, 2012)

Se considera relevante en la presente investigación debido que recoge la información de empresas alrededor de toda Europa incluyendo mayoritariamente países miembros de la Unión Europea como Francia, Bélgica, Luxemburgo, Portugal, Holanda y Reino Unido (el cual se toma en cuenta dado el marco temporal manejado aquí).

Para Colombia se tomó el COLCAP dado que este refleja las variaciones de las 20 acciones con mayor liquidez en el mercado de capitalización bursátil colombiano además de estar asociado a corto y mediano plazo con factores económicos importantes como el PIB, la inflación, la tasa de cambio, el desempleo, el precio y la producción de petróleo (Triana Rodríguez & Lozano, 2019).

Todas las series de tiempo empleadas en este estudio fueron obtenidas de “investing.com”. Inicialmente se obtuvieron los datos de cierre diario de los mercados financieros cubriendo desde enero del 2010 hasta el mismo mes del 2020 y posteriormente se agregaron tomando el último dato del mes.

3.2 Análisis De Calma Y Crisis

En primer lugar, se buscaba detectar los periodos de calma y crisis en el mercado bursátil europeo puesto que el objetivo es comprobar si hay co-movimientos o transmisión de los choques en el mercado más amplio (Unión Europea) al mercado nacional. Para identificar dichos períodos de calma (bull) y crisis (bear) se usaron 2 algoritmos bien conocidos y usados entre los analistas financieros pero que difieren en cómo califican si el periodo es de calma(crisis) debido a que no hay una definición formal generalmente aceptada del término. El algoritmo de Lunde y Timmermann califica un periodo como de calma(crisis) si el precio del mercado de valores aumenta(disminuye) sustancialmente por lo que propone que se debe escoger de forma arbitraria el valor de 2 parámetros para este cambio en los precios de un periodo a otro. Lunde y Timmermann también reportan los resultados de distintos conjuntos de parámetros donde los valores de λ_1 =(bull) y λ_2 =(bear) varía entre 5% y 30% con una diferencia de 5% (Zakamulin, 2017) así que para el presente trabajo de investigación se establecieron parámetros de $\lambda_1 = 20\%$ y $\lambda_2 = 15\%$. Cabe resaltar que bajo estos parámetros es más fácil que el periodo sea calificado como crisis que como calma.

Por otro lado, el algoritmo de Pagan y Sossonouv está inspirado en el trabajo de Bry y Boschan, un algoritmo diseñado para detectar los puntos de inflexión en el ciclo de negocios calificando como bull (bear) la situación donde el índice de precios aumenta(disminuye) durante un periodo de tiempo sustancial superior al valor máximo/ mínimo anterior. Como los datos son

mensuales usamos los parámetros estándar de la función siendo $T_{window} = 8$; $T_{censor} = 6$; $T_{phase} = 4$; $T_{cycle} = 16$; $\theta = 20\%$ (Zakamulin, 2017).

3.3 Pruebas Estándar De Correlación

Dado que se desea comprobar cómo cambia la interdependencia entre el mercado bursátil europeo y el colombiano cuando el primero atraviesa períodos de calma versus crisis se usaron tres coeficientes de correlación estándar: la q de Pearson, la q de Spearman y la t de Kendall.

El coeficiente de correlación de Pearson es uno de los más populares por su simplicidad. Este permite medir la correlación bivariada lineal tan solo obteniendo la covarianza de las variables y dividiéndola por el producto de sus desviaciones estándar. Sin embargo, como medida de contagio se presenta insuficiente principalmente porque no es apropiado para analizar relaciones no lineales entre variables y asume homocedasticidad. Se usan entonces medidas alternativas de correlación en conjunto con el coeficiente de Pearson: los coeficientes de Spearman y Kendall. Estos coeficientes aportan robustez a las conclusiones extraídas del análisis de correlación ya que ambos son medidas de asociación ordinal, que se determinan en función del grado de similitud entre las clasificaciones de dos variables y al ser medidas de dependencia no paramétricas su uso es apropiado cuando los datos son propensos a condiciones de valores extremos (Mahadeo, 2019). A pesar de lo anterior las pruebas de correlación estándar pueden resultar insuficientes para concluir la existencia de contagio, en especial si los resultados obtenidos no coinciden completamente, por lo cual se procede a implementar las pruebas formales discutidas en Mahadeo (2019) y explicadas a continuación.

3.4 Pruebas Formales De Contagio (Pruebas De Correlación Aumentadas)

Prueba De Correlación Lineal Ajustada

Para corregir el sesgo por heterocedasticidad se trabaja una prueba de significancia para un cambio en la correlación ajustada del período de crisis ($\hat{V}_{y|x_i}$) en comparación con la correlación del período de calma ($\hat{\rho}_x$) desde un mercado fuente “i” (el europeo) a un mercado receptor “j” (el colombiano):

$$CR_{\bar{F}R}(i \rightarrow j) = \left(\frac{\hat{V}_{y|x_i} - \hat{\rho}_x}{\sqrt{\text{Var}(\hat{V}_{y|x_i} - \hat{\rho}_x)}} \right)^2 \quad (1)$$

Donde el coeficiente de correlación muestral ajustado, que permite un aumento libre de la volatilidad del mercado se expresa como:

$$\hat{V}_{y|x_i} = \frac{\hat{\rho}_y}{\sqrt{1 + \left[\frac{S_{y,i}^2 - S_{x,i}^2}{S_{x,i}^2} \right] (1 - \hat{\rho}_y^2)}} \quad (2)$$

Siendo $S_{x,i}^2$ y $S_{y,i}^2$ las variaciones de los retornos en el mercado europeo (i) en períodos de calma y crisis, correspondientemente; y donde $\hat{\rho}_x$ en la ecuación 1 y $\hat{\rho}_y$ en la ecuación 2 son, respectivamente, las correlaciones de Pearson durante los periodos de calma y crisis en el mercado europeo.

Pruebas De Co-Asimetría

Aquí se realizan dos pruebas de contagio de comovimientos de orden superior para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en las correlaciones del mercado de crisis y de crisis basadas en cambios en la co-asimetría. El contagio de co-asimetría puede

ocurrir en dos maneras: el comportamiento medio de un mercado que afecta la volatilidad de otro, lo cual se puede expresar en la siguiente fórmula:

$$CS_1(i \rightarrow j; r_i^1, r_j^2) = \left[\frac{\hat{\psi}_y(r_i^1, r_j^2) - \hat{\psi}_x(r_i^1, r_j^2)}{\sqrt{\frac{4\hat{V}_{(y|x_i)} + 2}{T_y} + \frac{(\hat{\rho}_x^2 + 2)}{T_x}}} \right]^2 \quad (3)$$

O, la volatilidad de un mercado que afecta el comportamiento medio de otro como se ilustra en:

$$CS_2(i \rightarrow j; r_i^2, r_j^1) = \left[\frac{\hat{\psi}_y(r_i^2, r_j^1) - \hat{\psi}_x(r_i^2, r_j^1)}{\sqrt{\frac{4\hat{V}_{(y|x_i)} + 2}{T_y} + \frac{(\hat{\rho}_x^2 + 2)}{T_x}}} \right]^2 \quad (4)$$

Donde, para ambas ecuaciones, r_i^1 y r_i^2 son la media y la desviación estándar de los retornos en el mercado europeo y r_j^1 y r_j^2 son los mismos para un mercado local que puede verse potencialmente afectado. Además, T_x y T_y se definen como los tamaños del mercado europeo en calma y en crisis, respectivamente, y $\hat{\rho}_x$ es la estimación de correlación condicional entre los mercados evaluados durante periodos de calma en el mercado europeo. Por último, \hat{V}_{y/x_i} es un coeficiente de correlación muestral que corrige el sesgo de heterocedasticidad en el periodo de crisis del mercado europeo condicionado a la volatilidad en los periodos de calma.

Prueba de Co-volatilidad

Se trata de “una prueba de dependencia extrema basada en cambios en la volatilidad que usa la estadística para probar la transmisión de la volatilidad del mercado i (fuente) a la

volatilidad del mercado j (receptor)” (Mahadeo, 2019, p.10). La fórmula usada corresponde como sigue:

$$CV(i \rightarrow j; r_i^2, r_j^2) = \left(\frac{\hat{\xi}_y(r_i^2, r_j^2) - \hat{\xi}_x(r_i^2, r_j^2)}{\sqrt{\frac{4\hat{V}^4(y|x_i) + 16\hat{V}^2(y|x_i) + 4}{T_y} + \frac{(4\hat{\rho}_x^4 + 16\hat{\rho}_x^2 + 4)}{T_x}}} \right)^2 \quad (5)$$

Al igual que la anterior esta prueba parte de la hipótesis nula de que no existe contagio. Usa los términos definidos en las pruebas anteriores incluyendo el factor $\hat{V}_{y|x_i}$ que se usa para ajustar el sesgo por heterocedasticidad en los periodos de crisis. Adicionalmente las fórmulas siguientes corresponden con los parámetros de estandarización usados:

$$\hat{\xi}_x(r_i^2, r_j^2) = \frac{1}{T_x} \sum_{t=1}^{T_x} \left(\frac{x_{i,t} - \hat{\mu}_{xi}}{\hat{\sigma}_{xi}} \right)^2 \left(\frac{x_{j,t} - \hat{\mu}_{xj}}{\hat{\sigma}_{xj}} \right)^2 - (1 + 2\hat{\rho}_x^2) \quad (6)$$

$$\hat{\xi}_y(r_i^2, r_j^2) = \frac{1}{T_y} \sum_{t=1}^{T_y} \left(\frac{y_{i,t} - \hat{\mu}_{yi}}{\hat{\sigma}_{yi}} \right)^2 \left(\frac{y_{j,t} - \hat{\mu}_{yj}}{\hat{\sigma}_{yj}} \right)^2 - (1 + 2\hat{V}_{(y|x_i)}^2) \quad (7)$$

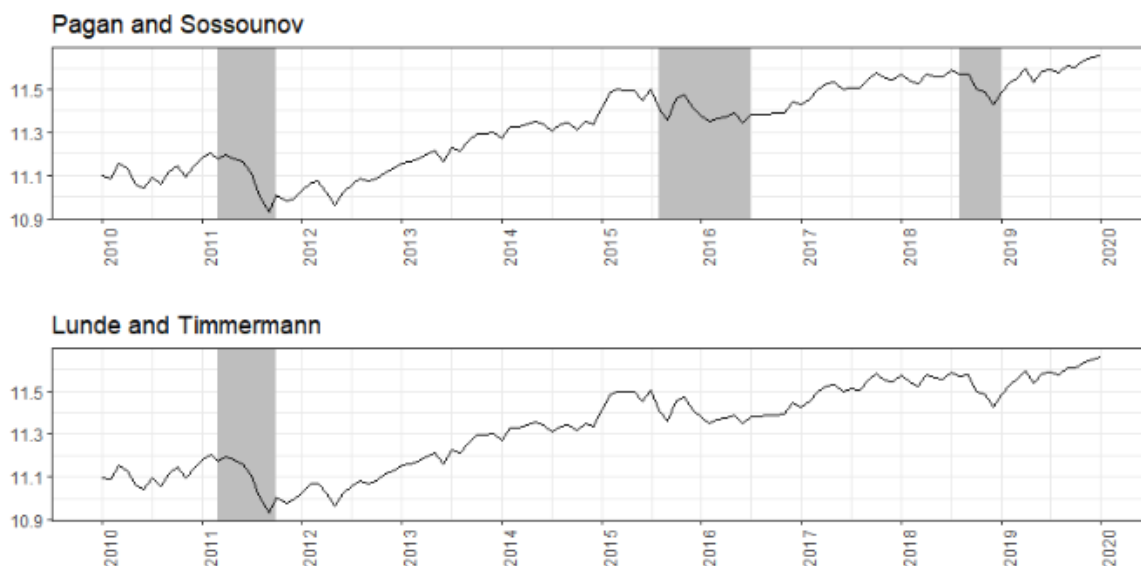
Al concluir la implementación de estas pruebas se espera llegar a un consenso respecto a la existencia o inexistencia de contagio entre el mercado europeo y colombiano.

4. Resultados

Para empezar, en la Figura 1 se tienen los resultados del análisis que buscaba determinar los periodos de crisis y calma en la serie de precios del índice bursátil europeo (Euronext100) usando los algoritmos de Pagan y Sossounov y el de Lunde and Timmermann.

Figura 1

Resultados del análisis de calma y crisis para el periodo 2010-2020



Las áreas grises en ambos gráficos de la Figura 1 representan las crisis en el mercado bursátil europeo durante el periodo de tiempo comprendido. Las diferencias son notables: usando el algoritmo de Pagan y Sossounov se identifican 4 periodos de crisis, durante estos la baja en el índice de precios se prolonga durante varios meses. Los periodos de crisis más cortos detectados por este método se encuentran en los años más recientes.

Por otro lado, el método de Lunde y Timmermann tan solo captura dos periodos de crisis y aunque, dado que este algoritmo es considerado el más robusto de los dos usados, se esperaba que capturara más crisis en ciclos económicos de corta duración, estos resultados se pueden explicar porque: 1) No hay variaciones significativas, Hay que recordar que el criterio usado en este algoritmo para marcar un periodo de crisis es una caída de los precios superior al 15%; 2) el algoritmo de Lunde y Timmermann es mucho más estable cuando se trabaja con datos de frecuencia semanal o diaria porque los parámetros del algoritmo son dos cambios en el precio de

las acciones (Zakamulin, 2017). Ambos resultados coinciden en mostrar los periodos de crisis del año 2011 y 2020, a continuación, esto se mostrará con mayor detalle en la Tabla 1:

Tabla 1

Periodos de calma y crisis de acuerdo con los métodos de Pagan y Sossounov y Lunde y Timmermann

		PYS	
		Calma	Crisis
LYT	Calma	97	0
	Crisis	16	7

La Tabla 1 muestra las coincidencias y contradicciones en la predicción realizada con cada algoritmo por lo que permite corroborar la consistencia de los resultados obtenidos, De esta manera se evidencia que, de las 120 observaciones presentadas, ambos métodos solo se contradicen en 16 oportunidades, lo cual es una cantidad pequeña por lo que se puede afirmar que ambos métodos son relativamente consistentes detectando los periodos de calma y crisis. Luego de detectar los periodos de calma y crisis es prudente observar como cambian la media y la desviación estándar durante estos periodos, la Tabla 2 presenta estos datos y otras estadísticas descriptivas:

Tabla 2

Estadísticas descriptivas de los retornos del Euronext100 y Colcap

Índice	PYS	Obs	Media	SD	Min	Max
Euronext	Calma	97	0,013	0,036	-0,069	0,157
	Crisis	23	-0,034	0,052	-0,175	0,092
Colcap	Calma	97	0,007	0,043	-0,095	0,134
	Crisis	23	-0,024	0,071	-0,321	0,071

Índice	LYT	Obs	Media	SD	Min	Max
Euronext	Calma	113	0,009	0,039	-0,093	0,157
	Crisis	7	-0,056	0,057	-0,175	0,020
Colcap	Calma	113	0,004	0,043	-0,095	0,134
	Crisis	7	-0,049	0,098	-0,321	0,035

La primera observación para realizar es que justo como se espera, la economía casi siempre está en calma, en dichos momentos la media es positiva, contrario a lo que sucede en momentos de crisis, esto tiene sentido ya que en momentos de calma se espera que los retornos sean positivos y en momentos de crisis negativos. Además, cuando hay crisis en el Euronext100 el retorno del Colcap pasa de ser positivo a negativo, esto parece indicar que el Euronext100 sí afecta al Colcap.

La desviación estándar que es una medida de dispersión de los datos respecto a la media, en momentos de crisis es mayor, esto debido a los niveles más altos de volatilidad que presentan estos periodos. Además, debido a que la volatilidad aumenta en Colombia cuando también lo hace en la Unión Europea se podría apresurar y decir que existe contagio financiero, pero esto no es así, ya que podría ser simplemente transmisión. Todo lo expuesto anteriormente parece ser evidencia de contagio financiero, pero no se puede concluir que la hubo, ya que otra observación muy importante es que la varianza difiere entre momentos de calma y crisis, por lo tanto. hay heterocedasticidad así que la información presentada en la Tabla 2 no es suficiente para extraer una conclusión de tal magnitud. Para comparar estos resultados se usaron los coeficientes de correlación presentados en la Tabla 3 de la cual se extraen conclusiones adicionales.

Tabla 3*Medidas de dispersión*

Algoritmo	Estado	Pearson	Spearman	Kendall
PYS	Calma	0,303	0,270	0,189
	Crisis	0,563	0,329	0,237
LYT	Calma	0,301	0,261	0,179
	Crisis	0,765	0,479	0,422

Como se sabe, la correlación de Pearson intenta calcular la fuerza de la relación lineal mientras que la de Spearman y Kendall cualquier tipo de relación.

Según los resultados obtenidos en la Tabla 3, durante los periodos de crisis se experimenta una mayor correlación que en los momentos de calma, esto lo evidencian los tres métodos empleados, es importante porque es un claro indicio de contagio, ya que cuando la economía internacional cae de manera sistemática el efecto es mucho más fuerte, más de lo normal en el país local.

Estas medidas de dispersión se pueden tomar como una prueba no formal que parece decir que existe contagio financiero, pero anteriormente se demostró que hay heterocedasticidad, por lo tanto, esta prueba no es suficiente para extraer resultados válidos. Sin embargo, el sesgo de heterocedasticidad puede ser corregido y la Tabla 4 muestra los resultados para el coeficiente de correlación de Pearson ajustado:

Tabla 4*Correlación de Pearson ajustada*

Algoritmo		Pearson
PYS	Calma	0,303
	Crisis	0,563
	Crisis ajustado	0,42

Se puede observar que aún después de ajustarlo para tener en cuenta la heterocedasticidad sigue siendo mayor en los periodos de crisis por lo que, siguiendo el método propuesto por Mahadeo (2019), se realizaron 3 pruebas formales (cuyos resultados se presentan en la Tabla 5) con el objetivo de extraer conclusiones robustas basadas en múltiples métodos para detectar contagio.

Tabla 5

Pruebas formales de contagio

	Prueba			
	CR _{FR}	CS ₁	CS ₂	CV
PYS	0,711	28,986***	12,176***	32,997***
LYT	4,418**	7,591***	3,082*	1,427

Nota: ***, ** y * indican los niveles de significancia estadística tradicionales.

1% (Fuerte), 5% (moderada) y 10% (moderada). Respectivamente.

Valor crítico χ^2 : 6,635; 3,841 y 2,706. Con un grado de libertad.

Utilizando un nivel de significancia del 5% y después de realizar las pruebas formales de contagio, se evidencia que sólo la prueba de contagio CS1 apoya plenamente la existencia de contagio. Los demás test muestran irregularidades en los resultados, ya que en algunos casos muestran que hay contagio para PYS o para el LYT pero no un resultado consistente para ambos. Esto evidencia resultados no robustos, por lo tanto, no se puede afirmar la existencia de contagio financiero del Euronext100 al Colcap en el periodo analizado.

5. Implicaciones Que Tiene Este Resultado Para Los Inversionistas Y El Gobierno

Una aseveración importante que se puede extraer es que el organismo encargado de la política monetaria no debería incluir en su proceso de toma de decisiones al contagio, ya que este no existe para el caso colombiano.

Respecto a los inversionistas, el hecho de que no haya contagio podría hacer de Colombia una buena alternativa para diversificación de portafolios globales. El problema con esta última afirmación es que precisamente pueden ser las leyes que impiden que entren capitales externos las que posibilitan que no haya contagio (Uribe, 2011).

6. Conclusiones

Después de realizar diferentes pruebas, se pudo evidenciar que no es suficiente con las pruebas no formales de contagio, ya que estas siempre mostraron indicios de contagio financiero, pero una vez aplicado un análisis más exhaustivo empleando diferentes pruebas formales los resultados fueron muy distintos y se pudo concluir que no hay evidencia suficiente para afirmar que exista contagio financiero entre estas dos economías.

En segundo lugar, confirmamos la existencia de interdependencia ya insinuada por Ahcar Olmos y Rodríguez-Barco (2017), uno de los autores citados en nuestra revisión de literatura, sin embargo, como no se encontró evidencia concluyente de la existencia de contagio financiero proponemos que el hecho que el mercado de capitalización bursátil colombiano tiende a ser pequeño en comparación el euronext100 limitando el flujo de capitales y la conexión con el mercado internacional podría explicar los resultados obtenidos.

Se logró evidenciar que tanto en los periodos de crisis los retornos son más volátiles, esto comparado con los momentos de calma. Finalmente, no se puede afirmar que la ausencia de contagio financiero sea buena ni mala, ya que esto podría significar que decisiones del gobierno respecto a la normativa para dejar ingresar o no capitales extranjeros sean la causa de este resultado. Es decir, que este resultado no se dé porque el mercado accionario colombiano sea robusto sino por otros factores fuera de él.

7. Referencias

- Ahcar Olmos, J. R., & Rodríguez-Barco, D. (2017). Trade relations between Colombia and the European Union: An analysis of the index of revealed comparative advantage and import intensity. *Faculty of Economics and Management, Pontificia Universidad Javeriana Cali*, 32. <https://ideas.repec.org/p/ddt/wpaper/32.html>
- Aizenman, J., Jinjark, Y., Lee, M., & Park, D. (2012). Developing' countries financial vulnerability to the euro crisis: An event study of equity and bond markets. *Developing countries' financial vulnerability to the euro crisis: An event study of equity and bond markets*. Published. <https://doi.org/10.3386/w18028>
- Baig, T., & Goldfajn, I. (1998). Monetary policy in the aftermath of currency crisis: The case of Asia. *IMF Working Papers*, 98(170), 1. <https://doi.org/10.5089/9781451858396.001>
- Bernardi Carriello, B. (2005). El contagio financiero en países emergentes. *Pensamiento y gestión*, 19, 43–77. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64601903>
- Calvo, G. A. (2004). Contagion in emerging markets: When Wall Street is a carrier. *Latin American Economic Crises*, 81–91. https://doi.org/10.1057/9781403943859_5
- Calvo, G. A., Mendoza, E. G., & National Bureau of Economic Research. (2000). *Rational contagion and the globalization of securities markets* (1.^a ed., Vol. 55) [Libro electrónico]. National Bureau of Economic Research. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(99\)00038-0](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(99)00038-0)
- Claessens, S., Demirgüç-Kunt, A., & Huizinga, H. (2001). How does foreign entry affect domestic banking markets? *Journal of Banking & Finance*, 25(5), 891–911. [https://doi.org/10.1016/s0378-4266\(00\)00102-3](https://doi.org/10.1016/s0378-4266(00)00102-3)

- Connolly, R. A., & Wang, F. (2003). International equity market comovements: Economic fundamentals or contagion? *Pacific-Basin Finance Journal*, 11(1), 23–43.
[https://doi.org/10.1016/s0927-538x\(02\)00060-4](https://doi.org/10.1016/s0927-538x(02)00060-4)
- Demirguc-Kunt, A., & Levine, R. (1996). Stock market development and financial intermediaries: Stylized facts. *The World Bank Economic Review*, 10(2), 291–321.
<https://doi.org/10.1093/wber/10.2.291>
- Drazen, A. (1999). *Political contagion in currency crises*. National Bureau of Economic Research. <http://www.nber.org/papers/w7211>
- Equipo de prensa e información de la Delegación de la UE en Colombia. (2016). Colombia y la Unión Europea. Delegación de la Unión Europea en Colombia.
https://eeas.europa.eu/delegations/colombia_es/1076/Colombia%20y%20la%20Uni%C3%B3n%20Europea
- Farlex. (2009). Euronext 100. En *Farlex Financial Dictionary*. <https://financial-dictionary.thefreedictionary.com/Euronext+100>
- Forbes, K. J., & Rigobon, R. (2002). No contagion, only interdependence: Measuring stock market comovements. *The Journal of Finance*, 57(5), 2223–2261.
<https://doi.org/10.1111/0022-1082.00494>
- Mahadeo, S. M., Heinlein, R., & Legrenzi, G. D. (2019). Energy contagion analysis: A new perspective with application to a small petroleum economy. *Energy Economics*, 80, 890–903. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.02.007>
- Masson, P. R. (1998). Contagion: Monsoonal effects, spillovers, and jumps between multiple equilibria. *IMF Working Papers*, 98(142), 4–29.
<https://doi.org/10.5089/9781451856224.001>

- Pericoli, M., & Sbracia, M. (2003). A primer on financial contagion. *Journal of Economic Surveys*, 17(4), 571–608. <https://doi.org/10.1111/1467-6419.00205>
- Rigobon, R. (2002). *International financial contagion: Theory and evidence in evolution*. Research Foundation of AIMR (CFA Institute). <https://www.cfainstitute.org/-/media/documents/book/rf-publication/2002/rf-v2002-n2-3918-pdf.ashx>
- Rigobon, R. (2016, 11 agosto). Contagion, spillover and interdependence. *Bank of England*. <https://www.bankofengland.co.uk/working-paper/2016/contagion-spillover-and-interdependence>
- Triana Rodríguez, A., & Lozano, L. (2019). *Incidencia de los fundamentales en el índice colcap*. Universidad Cooperativa de Colombia. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/33528/1/2019-TrianayLozano_incidencia_fundamentales_COLCAP.pdf
- Uribe, J. (2011). Contagio financiero: una metodología para su evaluación mediante coeficientes de dependencia asintótica. *Lecturas De Economía*, 75, 19–57. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n75a11475>
- Zakamulin, V. (2017). Introduction to the bbdetection package. Recuperado de https://vzakamulin.weebly.com/uploads/4/2/4/2/42424487/introduction_to_the_bbdetection_package.pdf