

¿ES EFICIENTE EL MERCADO FINANCIERO ESPAÑOL?

EVIDENCIA EMPÍRICA 2003-2015

M^a de los Baños García-Moreno García¹
José Angel Roldán-Casas²
José M. Caridad y Ocerín³

Resumen

La hipótesis de eficiencia nace como respuesta al interés que suscita el comportamiento de las cotizaciones a lo largo del tiempo. Se basa en la idea de que los precios de los activos financieros en un mercado vienen determinados por el comportamiento racional de los agentes que intervienen en el mismo. Según esta premisa, la hipótesis de eficiencia establece que en el momento que se determinan los precios de los activos, éstos reflejan toda la información que está a disposición de los agentes participantes en el mercado, por lo que si se cumple no sería posible predecir los movimientos futuros de los precios y, por tanto, crear estrategias exitosas de especulación. En este trabajo se compara el estudio de la eficiencia del mercado financiero español en el período 2003-2015 con el resultado que se obtiene cuando dicho estudio se realiza para sub-períodos que resultan de dividir el período principal. La idea es analizar la influencia que han podido tener en la eficiencia determinados acontecimientos acaecidos en el período considerado que, en ocasiones, provocan ineficiencias las cuales quedarían camufladas si no se tienen en cuenta los citados sub-períodos. La hipótesis de eficiencia se contrasta en su forma débil considerando como modelo de fijación de precios el paseo aleatorio. Los resultados conducen al rechazo de la hipótesis de eficiencia en el mercado financiero español en todos los períodos analizados excepto en el caso del período 2013-2015.

Clasificación JEL: C12, G14

Palabras clave: hipótesis de mercado eficiente, paseo aleatorio, mercados financiero español

¹ Área de Estadística e Investigación Operativa. Departamento de Estadística, Econometría, I.O., Organización de Empresas y Economía Aplicada. Facultad de Derecho y Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Córdoba. d52gagam@uco.es

² Área de Estadística e Investigación Operativa. Departamento de Estadística, Econometría, I.O., Organización de Empresas y Economía Aplicada. Facultad de Derecho y Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Córdoba. malrocaj@uco.es

³ Área de Estadística e Investigación Operativa. Departamento de Estadística, Econometría, I.O., Organización de Empresas y Economía Aplicada. Facultad de Derecho y Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Córdoba. jmcaridad@uco.es

IS THE SPANISH STOCK MARKET EFFICIENT? EMPIRICAL EVIDENCE 2003-2015

Abstract

The efficient market hypothesis (EMH) arises as response to the rising interest derived from the quotations behavior over time on the financial markets. It is based on the idea that the stock prices are determined by the rational behavior of the participants that are involved. Under this assumption, the efficient market hypothesis states that at any time in a liquid market security prices fully reflect all available information. Therefore, in an efficient market price changes are completely random and unpredictable, so it is impossible to beat the market. In this paper we study the efficiency of the Spanish stock market over 2003-2015 and compare the results with that obtained when the same study is performed for the sub-periods within that period. The aim is to analyze the potential influence on the efficiency exerted by some events which took place during the analyzed period. Such events might trigger inefficiencies which could remain hidden if these sub-periods are not taken into account. The weak form of the efficient market hypothesis is tested considering the random walk model of asset prices. Results lead to reject the efficient market hypothesis in the Spanish stock market for all the time frames analyzed with the only exception of 2013-2015 period.

JEL classification: C12, G14

Keywords: Efficient market hypothesis, random walk, Spanish stock market

1.- Introducción

La hipótesis de eficiencia nace como respuesta al interés que suscita el comportamiento de las cotizaciones a lo largo del tiempo. Se basa en la idea de que los precios de los activos financieros en un mercado vienen determinados por el comportamiento racional de los agentes que intervienen en el mismo. Según esta premisa, la hipótesis de eficiencia establece que en el momento que se determinan los precios de los activos, éstos reflejan toda la información que está a disposición de los agentes participantes en el mercado, por lo que si se cumple no sería posible predecir los movimientos futuros de los precios y, por tanto, crear estrategias exitosas de especulación.

Desde el punto de vista informacional se consideran tres formas de eficiencia según cual sea el conjunto de información que manejen los participantes en el mercado: *débil*, *semi-fuerte*, *fuerte*. En la forma *débil*, el conjunto de información disponible está compuesto únicamente por los precios históricos de los activos, mientras que en la *semi-fuerte* el conjunto incluye toda la información conocida por todos los participantes en el mercado. Finalmente, en la forma *fuerte* el conjunto incorpora a las informaciones consideradas por las dos formas anteriores, otras de carácter privado que se conoce como información privilegiada.

La constatación de la hipótesis de eficiencia en un mercado financiero en cualquiera de sus formas precisa de la contrastación empírica de su cumplimiento. No obstante, la gran mayoría de estudios empíricos se han decantado por contrastar la forma débil de la eficiencia. En relación con el mercado financiero español destacan los trabajos de Santamases (1986), Basarrate (1988), Rubio y Basarrate (1990), Peiró (1993), Basarrate

y Rubio (1994), de Andrés (2006, 2007), Fernández Rodríguez y González (2000), Olasolo, Ruíz y Pérez (2008), y Straßburg, González, y Alexandrov (2012).

El objetivo de este trabajo es comparar el estudio de la eficiencia del mercado financiero español en el período 2003-2015 con el resultado que se obtiene cuando dicho estudio se realiza para sub-períodos que resultan de dividir el período principal. La idea es analizar la influencia que han podido tener en la eficiencia determinados acontecimientos acaecidos en el período considerado que, en ocasiones, provocan ineficiencias las cuales quedarían camufladas si no se tienen en cuenta los citados sub-períodos.

En concreto, se contrasta la hipótesis de eficiencia en su forma débil considerando como modelo de fijación de precios el paseo aleatorio.

En consecuencia, el trabajo se estructura de la siguiente forma. En la Sección 2, se analiza la evolución histórica de la hipótesis de eficiencia. En la tercera, se presentan las diferentes formas que adopta la eficiencia desde el punto de vista de la información disponible. A continuación, se expone la manera en que se evalúa la hipótesis de eficiencia, prestando especial atención al caso de la forma débil. En la Sección 5 se indica los datos en los que se basa el estudio empírico. En la Sección 6 se presentan los principales resultados obtenidos del estudio de eficiencia en el mercado financiero español a partir de los datos recogidos. Finalmente, la Sección 7 recoge las principales conclusiones.

2.- Hipótesis de mercado eficiente

La hipótesis de mercado eficiente relaciona los precios de los activos financieros con la información que disponen los inversores, en el sentido de que ninguno pueda obtener ganancias extraordinarias a partir de dicha información. Por tanto, en este contexto los agentes que intervienen en el mercado se encuentran en igualdad de condiciones y el funcionamiento de dicho mercado se asocia con la idea de “juego justo”.

Aunque el origen teórico de la hipótesis de eficiencia se encuentra en el trabajo de Bachelier (1900), fue Fama (1965) quien estableció por primera vez el concepto de mercado eficiente, según el cual los cambios en los precios de las acciones deben ser independientes, concluyendo a su vez que los movimientos de dichos precios siguen un paseo aleatorio.

Al mismo tiempo, Samuelson (1965) fue el primero en fundamentar teóricamente la hipótesis de mercado eficiente desde el punto de vista del proceso de la información dando cabida a la cuestión de las expectativas de los participantes en el mercado. En concreto, estableció que en un mercado eficiente los participantes tienen las mismas expectativas de acuerdo con la información que utilizan para determinar el precio futuro de los activos financieros, de manera que los cambios en dichos precios fluctuarán de forma impredecible, lo cual no hace posible que, por término medio, puedan obtener ganancias extraordinarias, hecho que lleva a entender el mercado como un juego justo.

En 1970 Fama revisó el concepto de mercado eficiente estableciendo que “*un mercado en el que los precios reflejan plenamente la información disponible se denomina eficiente*”. Para hacer operativa esta definición, Fama (1970) identificó un mercado eficiente con el supuesto, ya conocido, de que los rendimientos de los activos debían ser un juego justo, proponiendo los modelos de martingala y de paseo aleatorio para la formación de precios. A la luz del concepto introducido, Fama (1970) estableció

condiciones suficientes, pero no necesarias, para un mercado eficiente: (i) no hay costes de transacción en la negociación; (ii) toda la información disponible está a disposición de todos los participantes en el mercado sin coste alguno, y (iii) todos los participantes están de acuerdo con las implicaciones que la información existente tiene sobre los precios actuales de cada acción y las distribuciones de los precios futuros de las mismas. Por tanto, si un mercado reúne estas condiciones el precio de cada acción reflejaría plenamente toda la información disponible.

El planteamiento de la eficiencia con respecto a un conjunto de información, que implica que no es posible obtener ganancias extraordinarias al negociar activos financieros con base a dicho conjunto de información, condujo a Jensen (1978) y Malkiel (1989) a considerar que la eficiencia respecto a un conjunto de información implica la imposibilidad de obtener beneficios económicos negociando en base a dicha información.

Fama (1991) formuló una versión menos estricta y económicamente más razonable de la hipótesis de eficiencia estableciendo que dicha hipótesis indica que los precios reflejan la información hasta el punto en el que los beneficios marginales obtenidos al utilizar la información no superan los costes marginales. Asimismo, afirmó que la eficiencia del mercado no es contrastable por sí misma, y propuso que, dicha eficiencia, debía examinarse conjuntamente con algún modelo de equilibrio de fijación de precios (es lo que Fama denominó *hipótesis conjunta*).

3.- Formas de eficiencia

Atendiendo a la clasificación que estableció Roberts (1967) para el conjunto de información que manejan los participantes en el mercado, *serie histórica de precios*, *información pública disponible* e *información privada*, se distinguen tres formas de eficiencia: *débil*, *semi-fuerte* y *fuerte*, respectivamente. Tal y como se ilustra en el Gráfico 1 las formas de eficiencia se organizan jerárquicamente en base a la accesibilidad creciente a la información por parte de los inversores.



Gráfico 1: Formas de eficiencia

a) Eficiencia en forma débil

La forma *débil* de la eficiencia considera que el conjunto de información disponible está compuesto únicamente por los precios históricos de los activos. En este caso, la hipótesis de eficiencia implica que los precios de los activos reflejan la totalidad de la información contenida en la serie histórica de precios de manera que, basándose en dicha serie, es imposible predecir los movimientos futuros de los precios y, por tanto, crear estrategias exitosas de especulación.

b) Eficiencia en forma semi-fuerte

En la versión *semi-fuerte* de la eficiencia el conjunto de información incluye la toda aquella que es conocida por todos los participantes en el mercado (*información pública disponible*). Esta información incluye, además de la serie histórica de precios, otra de tipo público como balances, anuncios de dividendos, ampliaciones de capital, adhesiones de grupos empresariales, etc. Bajo esta forma de eficiencia la información pública queda completamente reflejada en los precios del mercado, de manera que ningún inversor tiene la posibilidad de batir al mercado.

c) Eficiencia en forma fuerte

En el caso de la forma *fuerte* de la eficiencia el conjunto de información incluye toda la información conocida por algunos participantes del mercado (*información privada*). Este conjunto está formado, además de por *la información pública disponible*, por información a la que solo tienen acceso determinados inversores. En este escenario, la eficiencia supone que ningún inversor puede obtener beneficios extraordinarios a pesar de tener acceso a toda la información disponible en el mercado. Se trata pues, de una forma de eficiencia extrema que establece la utopía de mercado perfecto, en el que no caben estrategias exitosas de inversión, ya que la única forma de batirlo sería por azar.

Dada la estructura jerárquica de los conjuntos de información, si un mercado es eficiente en forma *fuerte* también lo es en forma *débil* y *semi-fuerte*. Asimismo, si un mercado es eficiente en forma semi-fuerte también será eficiente en forma *débil*.

4.- Evaluación de la hipótesis de eficiencia

Bailey (2005) propone un procedimiento para evaluar la eficiencia de un mercado desde un punto de vista informacional haciendo valer la idea de *hipótesis conjunta* de Fama (1991), esto es, considerando, además, la existencia de un modelo subyacente a la fijación de los precios de los activos. En concreto, en base al citado modelo y al conjunto de información disponible, se establece el criterio que determina la eficiencia del mercado que se traduce en una hipótesis contrastable. Así, mediante algún método o prueba diseñados para contrastar la hipótesis de eficiencia planteada se analiza si los datos recogidos (precios observados) evidencian o no dicha hipótesis, lo cual implicaría la eficiencia o ineficiencia del mercado, respectivamente.

El modelo de fijación de precios que se asuma debe basarse en la premisa básica de la eficiencia informacional que, como se ha comentado, es entender el mercado como un juego justo, es decir, si Ω , es el conjunto de información disponible en el

instante t las variaciones en el precio P_t de un activo verifican

$$E[P_{t+1} - P_t | \Omega_t] = 0$$

o equivalentemente

$$E[p_{t+1} - p_t = r_{t+1} | \Omega_t] = 0$$

donde $p_t = \ln P_t$, siendo r_t el rendimiento del activo en cuestión.

En principio, los modelos de fijación de precios que habitualmente suelen asumirse son los de paseo aleatorio y de martingala. Ahora bien, en la práctica, para obtener hipótesis contrastables derivadas del modelo de martingala suelen imponerse restricciones adicionales sobre las distribuciones de probabilidad subyacentes lo cual da como resultado las condiciones del modelo de paseo aleatorio (Bailey, 2005, pp. 59-60). En consecuencia, se considera como modelo de fijación de precios más habitual el paseo aleatorio.

Campbell et al. (1997) distinguen tres tipos de paseo aleatorio según la estructura de dependencia del rendimiento r_t . En concreto, formulan

$$p_t = \mu + p_{t-1} + r_t \quad (1)$$

donde μ es un término constante, y los tres tipos de paseo aleatorio los determinan estableciendo condiciones sobre r_t :

a) Paseo aleatorio 1: Rendimientos IID

En este primer tipo, r_t es un proceso independiente e idénticamente distribuido con media 0 y varianza σ^2 , o de forma abreviada $r_t \square \text{IID}(0, \sigma^2)$. Bajo estas condiciones el término constante μ queda como el cambio esperado en el precio o *deriva*.

b) Paseo aleatorio 2: Rendimientos independientes

En este caso, r_t es un proceso independiente pero no idénticamente distribuido (INID), de manera que contiene al paseo aleatorio 1 como caso particular.

Este tipo de paseo aleatorio da cabida a procesos de generación de precios más generales y, al mismo tiempo, más acordes a la realidad del mercado pues, por ejemplo, permite heterocedasticidad no condicional en r_t , teniendo así en cuenta la dependencia temporal de la volatilidad característica de las series financieras.

c) Paseo aleatorio 3: Rendimientos incorrelados

Bajo esta denominación, r_t es un proceso que no es independiente, ni está idénticamente distribuido, pero es incorrelado, es decir, se contemplan casos como

$$\text{Cov}(r_t, r_{t-k}) = 0, \forall k \neq 0 \quad \text{pero} \quad \text{Cov}(r_t^2, r_{t-k}^2) \neq 0 \quad \text{para algún } k \neq 0$$

lo que quiere decir que puede haber dependencia pero no correlación.

Esta es la versión más débil de la hipótesis de paseo aleatorio que contiene a los tipos 1 y 2 como casos especiales.

Como ya se ha comentado anteriormente, los datos financieros suelen rechazar el paseo aleatorio 1, principalmente, por el supuesto de constancia de la varianza de r_t . En cambio, los paseos aleatorios 2 y 3 se ajustan mejor a la realidad financiera pues permiten la existencia de heterocedasticidad (condicional o no condicional) en r_t .

Métodos para contrastar la eficiencia en forma débil

Habitualmente la eficiencia se contrasta en su forma débil, es decir, se considera que el conjunto de información disponible está constituido por la secuencia histórica de precios, de manera que en cada instante t sería

$$\Omega_t = \{P_t, P_{t-1}, P_{t-2}, \dots\} \quad \Omega_t = \{p_t, p_{t-1}, p_{t-2}, \dots\} \quad \Omega_t = \{r_t, r_{t-1}, r_{t-2}, \dots\}$$

según que se trabaje con los precios, su logaritmo o los rendimientos, respectivamente. En este contexto, algunos de los métodos que permite contrastar la hipótesis de eficiencia asumiendo como modelo de fijación de precios el paseo aleatorio (1) son los siguientes:

a) Test de Ljung-box

Puesto que bajo la hipótesis de paseo aleatorio las autocorrelaciones del rendimiento r_t son nulas, el test de Ljung-Box (1978) es útil para probar esta circunstancia pues permite contrastar de forma conjunta la nulidad de determinado número (k) de autocorrelaciones.

b) Test ratio-varianza

Test propuesto por Lo y MacKinlay (1988) que analiza la hipótesis de paseo aleatorio incorporando la posible heterocedasticidad de r_t . La idea es comparar la varianza de los rendimientos en diferentes períodos de tiempo, de manera que si no se detecta una correlación muy elevada entre las varianzas se admitiría la hipótesis en cuestión.

c) Test de Engle

Engle (1982) propone un test que examina la no linealidad en el momento de segundo orden asumiendo que el rendimiento viene definido por un modelo de heterocedasticidad condicional autorregresiva de orden p (ARCH(p))

d) Test BDS

Test no paramétrico propuesto por Brock, Dechert y Scheinkman (1987) para contrastar la hipótesis nula de que una determinada serie temporal es independiente e idénticamente distribuida, aplicable, por tanto, a una serie de rendimientos para contrastar la hipótesis de paseo aleatorio.

5.- Datos

El estudio se realiza a partir de datos diarios del IBEX, índice bursátil de referencia del mercado financiero español compuesto por las 35 empresas de mayor liquidez que ponderan en función de la capitalización bursátil que tenga cada una. Además, el índice resulta ajustado también por el capital flotante de cada compañía integrante y es revisado dos veces al año. En concreto, los datos considerados se corresponden con el valor del índice en el momento del cierre de cada día durante el período que va de 1 de enero de 2003 hasta 19 de mayo de 2015, dando lugar a un total de 4522 observaciones.

El período muestral indicado se subdividirá en sub-períodos con la idea de poder analizar la eficiencia en cada uno de dichos sub-períodos y comparar los resultados con el estudio de la eficiencia respecto del período global.

6.- Resultados empíricos

A continuación se muestran los principales resultados del estudio de la hipótesis de eficiencia en su forma débil para el mercado financiero español a partir de los datos observados del IBEX para el período 2003-2015, de acuerdo con lo descrito en la Sección 4.

A) Análisis gráfico

En primer lugar se lleva a cabo un análisis gráfico del índice considerado [Gráfico 1] así como del rendimiento correspondiente [Gráfico 2].

A la vista del comportamiento del índice a lo largo del período considerado parece razonable establecer los cuatro sub-períodos que aparecen delimitados en el Gráfico 1 con las líneas verticales. En el primero (2003-2006), se observa una tendencia alcista. En cambio, en el segundo (2007-2009) presenta un claro decrecimiento. Las razones de este cambio de tendencia se encuentran casi con toda probabilidad en la crisis financiera de 2008 cuyas primeros efectos se pudieron empezar a reflejar en 2007. Aunque el segundo sub-período finaliza con una recuperación, en el tercero (2010-2012) se vuelve a producir una depresión del mercado (efectos prolongados de la crisis). Finalmente, en el cuarto sub-período (2013-2015) se observa una tendencia creciente que parece reflejar el final de los efectos de la crisis.

Se llegan a establecer los mismos cuatro sub-períodos anteriores analizando el comportamiento del rendimiento [Gráfico 2], pues en cada uno de ellos la variabilidad del rendimiento, esto es, la volatilidad, es diferente. En concreto, en los sub-períodos 2 y 3, es decir, en los más convulsos, la volatilidad es mayor, siendo menor en los restantes.



Gráfico 2: IBEX (1/1/2003- 19/5/2015)

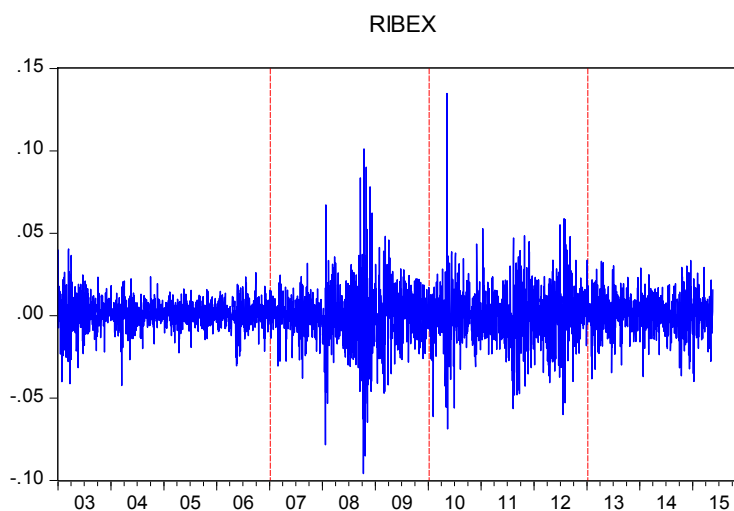


Gráfico 3: RIBEX (1/1/2003- 19/5/2015)

B) Análisis descriptivo

Antes de analizar la eficiencia del mercado financiero español, se realiza un análisis descriptivo de la serie de rendimiento tanto en el período muestral completo como en los cuatro sub-períodos en los que se ha subdividido, con el objetivo de caracterizar su distribución empírica. En los resultados obtenidos, que se recogen en la Tabla 1, se observa que en todos los casos la serie se comporta de forma similar. En concreto, presenta un valor medio muy próximo a cero y alguna de las características típicas de las series financieras, como leptocurtosis y asimetría. Asimismo, el test de Jarque-Bera pone de manifiesto la no normalidad de la serie en todos los casos.

	MEDIDAS DESCRIPTIVAS								
	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desviación	Kurtosis	Asimetría	Jarque Bera	p-valor
SUB-PERÍODO 1	0.000583	0.000000	0.040470	-0.042405	0.007718	7.849794	-0.206961	1441.253	0.000*
SUB-PERÍODO 2	-0.000155	0.000000	0.101176	-0.095859	0.015124	11.82401	-0.031466	3555.930	0.000*
SUB-PERÍODO 3	-0.000346	0.000000	0.134836	-0.068739	0.015051	11.20355	0.484155	3116.103	0.000*
SUB-PERÍODO 4	0.000396	0.000000	0.033720	-0.039937	0.009812	5.352805	-0.232616	208.2751	0.000*
PERÍODO COMPLETO	0.000143	0.000000	0.134836	-0.095859	0.012172	13.97314	0.116369	22692.40	0.000*

Tabla 1: Medidas descriptivas y test de Jarque-Bera (*significativo al 5%)

C) Análisis de Eficiencia

A continuación se analiza la eficiencia débil en el mercado financiero español en los distintos períodos establecidos mediante los tests indicados en la Sección 4.

En primer lugar, se realizó el test de Ljung-Box para la serie de rendimientos tanto en el período muestral completo como en los cuatro sub-períodos considerados con el objetivo de contrastar la nulidad de los k primeros coeficientes de autocorrelación de dicha serie en cada caso. En concreto, se consideraron las 7 primeras autocorrelaciones con la idea de contemplar la posibilidad de correlación semanal.

La Tabla 1 recoge los resultados del test de Ljung-Box en la que aparece, para cada caso, el valor del estadístico y su probabilidad límite asociada (p -valor). Dichos resultados revelan que para el caso del primer sub-período considerado, no existe ninguna correlación significativa, salvo la de orden uno. En cambio, en el segundo sub-período se detectan correlaciones estadísticamente significativas a partir del retardo 3. Resultados similares se obtienen en el sub-período 3, en el que se detectan correlaciones significativas en todos los retardos, excepto en el 2 y el 3. El sub-período 4 destaca por la ausencia de correlaciones significativas. Finalmente, al considerar todo el período muestral se detectan correlaciones significativas a partir del cuarto retardo.

En consecuencia, los resultados del test de Ljung-Box llevan a aceptar la hipótesis nula de paseo aleatorio en los sub-períodos 1 y 4, y a rechazarla en el resto. Esto significa que en los sub-períodos 1 y 4 los resultados validan la hipótesis de eficiencia, mientras que en los sub-períodos 2 y 3 ponen de manifiesto la ineficiencia del mercado. En principio, la ineficiencia puede deberse a la crisis financiera de 2008 que iniciándose en el sub-período 2 ha podido mantener sus efectos hasta el sub-período 3. La eficiencia que se detecta en el sub-período 4 puede estar reflejando el final de los efectos de la crisis. El hecho de que se acepte la ineficiencia del mercado para todo el período muestral pone de manifiesto que los efectos de la crisis no ha camuflado la ineficiencia que ésta provocó.

	ORDEN DE CORRELACION						
	1	2	3	4	5	6	7
SUB-PERIDO 1	5.3601 (0.021*)	5.5476 (0.062)	6.1163 (0.106)	7.1515 (0.128)	7.3760 (0.194)	8.9176 (0.178)	8.9222 (0.258)
SUB-PERIDO 2	0.1567 (0.692)	0.3455 (0.841)	11.171 (0.011*)	13.177 (0.010*)	13.941 (0.016*)	25.523 (0.000*)	35.107 (0.000*)
SUB-PERIDO 3	4.5536 (0.033*)	4.9575 (0.084)	4.9684 (0.174)	13.774 (0.008*)	19.403 (0.002*)	22.715 (0.001*)	22.953 (0.002*)
SUB-PERIDO 4	0.0217 (0.883)	0.3572 (0.836)	1.5686 (0.667)	1.6844 (0.794)	3.1241 (0.681)	4.5826 (0.598)	6.3398 (0.501)
PERIDO COMPLETO	1.9657 (0.161)	2.0737 (0.355)	5.5576 (0.135)	15.156 (0.004*)	19.183 (0.002*)	20.705 (0.002*)	29.719 (0.000*)

Tabla 2: Resultados del test de Ljung-Box (*significativo al 5%)

Con el test ratio-varianza contrastamos la hipótesis de paseo aleatorio teniendo en cuenta la posibilidad de heterocedasticidad en la serie de rendimientos de manera que la aceptación de la hipótesis nula implica admitir la independencia del rendimiento. Los resultados de la aplicación del test a la serie de rendimientos del mercado español en el período muestral completo y en los cuatro sub-períodos aparecen recogidos en la Tabla 3 (razón de varianzas, valor del estadístico normalizado Z y p -valor). Dichos resultados son claros en el sentido de que permiten rechazar la hipótesis de independencia de los rendimientos en cualquiera de los casos considerados (tanto para el período muestral completo, como para los cuatro sub-períodos).

	k	$VR(k)$	Estadístico Z	p -valor
SUB-PERIDO 1	2	0.477081	-11.49219	0.0000*
	4	0.230144	-9.590396	0.0000*
	8	0.117249	-7.508640	0.0000*
SUB-PERIDO 2	2	0.499803	-8.470294	0.0000*
	4	0.264518	-7.040944	0.0000*
	8	0.134807	-5.622490	0.0000*
SUB-PERIDO 3	2	0.545207	-6.906713	0.0000*
	4	0.291752	-6.645524	0.0000*
	8	0.131172	-5.913792	0.0000*
SUB-PERIDO 4	2	0.507034	-9.393156	0.0000*
	4	0.252973	-8.479682	0.0000*
	8	0.119201	-6.972740	0.0000*
PERIDO COMPLETO	2	0.513361	-14.48800	0.0000*
	4	0.267446	-12.87360	0.0000*
	8	0.128560	-10.70650	0.0000*

Tabla 3: Resultados del test ratio-varianza (*significativo al 5%)

Mediante el test ARCH de Engle se analiza la no linealidad en el momento de segundo orden de los rendimientos, considerando para cada caso (período completo y sub-períodos) modelos ARCH hasta de orden 4. Las probabilidades límite del test (Tabla 4) llevan a rechazar la hipótesis nula⁴, es decir, permiten afirmar que los rendimientos del IBEX son no lineales en los momentos de segundo orden, tanto si se considera el periodo muestral completo, como si el análisis se realiza sobre los cuatro sub-periodos.

	ORDEN DE HETEROCEDASTICIDAD			
	1	2	3	4
SUB-PERÍODO 1	40.19717 (0.0000*)	48.61922 (0.0000*)	75.17120 (0.0000*)	83.78465 (0.0000*)
SUB-PERÍODO 2	3.412912 (0.0647)	40.19195 (0.0000*)	96.58597 (0.0000*)	104.4160 (0.0000*)
SUB-PERÍODO 3	5.044833 (0.0247*)	5.074112 (0.0791)	5.971980 (0.1130)	42.24670 (0.0000*)
SUB-PERÍODO 4	3.986859 (0.0459*)	8.130579 (0.0172*)	10.77509 (0.0130*)	15.61569 (0.0036*)
PERÍODO COMPLETO	33.07659 (0.0000*)	82.96285 (0.0000*)	172.5640 (0.0000*)	264.6168 (0.0000*)

Tabla 4: Resultados del test ARCH de Engle (*significativo al 5%)

Finalmente, se volvió a analizar la no linealidad de la serie de rendimientos mediante el test BDS descrito en la Sección 4. Los resultados del test para el período muestral completo y los cuatro sub-períodos quedan recogidos en la Tabla 5 (parámetro de inmersión m , estadístico BDS, estadístico normalizado y p -valor). Los resultados del test permiten rechazar la hipótesis nula de que los rendimientos del IBEX son independientes e idénticamente distribuidos en todos los períodos considerados, salvo para el caso del sub-período 4. De nuevo, parece confirmarse la eficiencia del mercado tras finalizar los efectos de la crisis.

	dimensión (m)	Estadístico BDS	Estadístico Z	p -valor
SUB-PERÍODO 1	2	0.017364	5.921988	0.0000*
	3	0.026660	5.709022	0.0000*
	4	0.035085	6.293127	0.0000*
SUB-PERÍODO 2	2	0.011356	3.200826	0.0014*
	3	0.018974	3.351523	0.0008*
	4	0.028103	4.149378	0.0000*
SUB-PERÍODO 3	2	0.015565	4.519205	0.0000*
	3	0.023523	4.302092	0.0000*
	4	0.023906	3.673765	0.0002*
SUB-PERÍODO 4	2	0.006094	1.673164	0.0943
	3	0.005681	0.979545	0.3273
	4	0.008040	1.161371	0.2455
PERÍODO COMPLETO	2	0.017986	10.19918	0.0000*
	3	0.028062	9.992567	0.0000*
	4	0.036274	10.81912	0.0000*

Tabla 5: Resultados del test BDS (*significativo al 5%)

⁴ En algún caso aislado se acepta la hipótesis nula, pero esto no debe alterar la conclusión global.

La Tabla 6 resume las decisiones adoptadas con cada uno de los tests realizados sobre la serie de rendimientos en cada uno de los casos considerados (período muestral completo y los cuatros sub-períodos en los que éste se divide).

	TEST DE VALIDACION			
	Ljung-Box	Ratio de la Varianza	ARCH	BDS
SUB-PERIODO 1	Acepto	Rechazo	Rechazo	Rechazo
SUB-PERIODO 2	Rechazo	Rechazo	Rechazo	Rechazo
SUB-PERIODO 3	Rechazo	Rechazo	Rechazo	Rechazo
SUB-PERIODO 4	Acepto	Rechazo	Rechazo	Acepto
PERIODO COMPLETO	Rechazo	Rechazo	Rechazo	Rechazo

Tabla 6: Decisiones adoptadas respecto a la hipótesis nula de cada test aplicado

7.- Conclusiones

El objetivo de este trabajo era comparar el análisis de la forma débil de la eficiencia del mercado financiero español en el período 2003-2015 con el resultado que se obtiene cuando dicho análisis se realiza para cuatro sub-períodos que resultan de dividir el período principal. Con ello se pretende analizar qué influencia han podido tener en la eficiencia acontecimientos sucedidos en el período considerado.

De acuerdo con la información contenida en la Tabla 6 únicamente se puede aceptar la eficiencia del mercado financiero español (IBEX) en el período 2013-2015 (en el que se atisba el final de los efectos de la crisis) según los resultados del test de Ljung-Box y del test BDS. Ambos tests permiten concluir que el rendimiento es un paseo aleatorio de tipo 1, por lo que no se podrán construir modelos lineales para predecir su comportamiento y así obtener beneficios. En cambio, los otros dos tests aplicados, que tienen en cuenta la posible heterocedsticidad del rendimiento, ponen de manifiesto la ineficiencia en este sub-período 4.

En el resto de casos, la hipótesis de eficiencia debe ser rechazada. Esto significa en los rendimientos existe dependencia de tipo lineal y no lineal tal y como se deduce del test ratio-varianza y los tests ARCH y BDS, respectivamente. Esto significa que pueden plantearse modelos lineales o no lineales que a partir de datos históricos describan el comportamiento de los rendimientos y predecir valores futuros, al menos, en el corto plazo.

Referencias

- Bachelier, L. (1900). Théorie de la Spéculation. In *Annales Scientifiques de l'E.N.S.*, 3^e série tome 17, p. 21–86.
- Basarrate, B. (1988). El efecto tamaño y la imposición sobre dividendos y ganancias de capital. *Investigaciones Económicas*, 12(2), 225-242.
- Basarte, B. and Rubio, G. (1990). A note on the seasonality in the risk-return relationship. *Investigaciones Económicas (Segunda época)*, 14(2), 311-318.
- Barrasate, B. and Rubio, G. (1994). La imposición sobre plusvalías y minusvalías: sus efectos sobre el comportamiento estacional del mercado de valores. *Revista Española de Economía*, 11(2), 247-277.
- Bailey, R. E. (2005). *The economics of financial markets*. Cambridge University Press.
- Brock, W. A., Decher, W., and Scheinkman, J. (1987). A test for independence based on the correlation dimension. *University of Wisconsin at Madison*.
- Campbell, J. Y., Lo, A. W., and Mackinley, A. C. (1997). *The econometrics of financial markets* (Vol. I). Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- de Andrés Sánchez, J. (2006). Los efectos "enero" y "cambio de año" en los mercados españoles de renta fija a medio y largo plazo. *Boletín económico de ICE, Información Comercial Española*, (2873), 51-64.
- de Andrés Sánchez, J. (2007). Los efectos "enero" y "cambio de año" en los mercados españoles de renta fija a medio y largo plazo: evidencia empírica 2000-2005. *Decisiones Financieras Empresariales*, 134-147.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 50, 987-1007.
- Fama, E. F. (1965). The behavior of stock-market prices. *Journal of business*, 38, 34-105.
- Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work*. *The journal of Finance*, 25(2), 383-417.
- Fama, E. F. (1991). Efficient capital markets: II. *The journal of finance*, 46(5), 1575-1617.
- Fernández Rodríguez, F., and González, C. (2000). Optimización de Reglas Técnicas en el IGBM usando Algoritmos Genéticos. *Anales de Economía Aplicada*. Oviedo: ASEPELT-España.
- Jensen, M. C. (1978). Some anomalous evidence regarding market efficiency. *Journal of financial economics*, 6(2), 95-101.
- Ljung, G. M., and Box, G. E. (1978). On a measure of lack of fit in time series models. *Biometrika*, 65(2), 297-303.
- Lo, A. W., and MacKinlay, A. C. (1988). Stock market prices do not follow random walks: Evidence from a simple specification test. *Review of financial studies*, 1(1), 41-66.
- Malkiel, B. G. (1989). Is the stock market efficient?. *Science*, 243(4896), 1313-1318.

- Olasolo, A., Ruíz, V. y Pérez, M. (2008). La hipótesis débil del mercado eficiente: análisis intradiario del indicador técnico MACD en el mercado de futuros sobre el IBEX-35. In *Universidad, Sociedad y Mercados Globales* (pp. 140-148). Asociación Española de Dirección y Economía de la Empresa (AEDEM).
- Peiró, A. (1993). *Movimientos estacionales en el mercado de acciones español*. Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas.
- Roberts, H. V. (1967). “Statistical versus clinical prediction of the stock market”. unpublished manuscript, Center for Research in Security Prices, University of Chicago
- Samuelson, P. A. (1965). Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly. *Industrial management review*, 6(2), 41-49.
- Santesmases, M. (1986). An investigation of the Spanish stock market seasonalities. *Journal of Business Finance & Accounting*, 13(2), 267-276.
- Sogorb, A. O., Herrán, V. R., & Martínez, M. Á. P. (2008). La hipótesis débil del mercado eficiente: análisis intradiario del indicador técnico MACD en el mercado de futuros sobre el IBEX-35. In *Universidad, Sociedad y Mercados Globales* (pp. 140-148). Asociación Española de Dirección y Economía de la Empresa (AEDEM).
- Straßburg, J., González-Martel, C., and Alexandrov, V. (2012). Parallel genetic algorithms for stock market trading rules. *Procedia Computer Science*, 9, 1306-1313.