

# LA HIPÓTESIS DÉBIL DE EFICIENCIA EN EL MERCADO BURSÁTIL ESPAÑOL: USO DE ESTRATEGIAS ACTIVAS DE INVERSIÓN CON DATOS DE ALTA FRECUENCIA

Vicente Ruiz Herrán, Universidad País Vasco  
Miguel Ángel Pérez Martínez, Universidad País Vasco  
Aitziber Olasolo Sogorb, Universidad País Vasco

## RESUMEN

*El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la utilización de datos de diferente frecuencia temporal en el cálculo de estrategias de gestión activas basadas en medias móviles. Se trata de analizar si la periodicidad de los datos (1 y 15 minutos) tiene una incidencia significativa en los resultados obtenidos a través de esta técnica de inversión. Asimismo, contrastamos el cumplimiento de la hipótesis débil de eficiencia en los mercados. Para ello, analizamos las diferencias entre los rendimientos de una estrategia pasiva basada en la compra y mantenimiento de un activo, y los obtenidos mediante la estrategia activa de utilización de medias móviles. Se trata de comprobar si mediante el uso de esta operativa, sin recurrir a ningún tipo de información complementaria, se puede obtener un rendimiento superior al del mercado. Por último, comprobamos si el riesgo asumido con la estrategia activa es menor al de la estrategia pasiva.*

**PALABRAS CLAVE:** datos alta frecuencia, medias móviles, mercado eficiente.

## THE WEAK FORM OF THE EFFICIENT MARKET IN THE SPANISH STOCK MARKET: A STUDY BASED ON USE OF ACTIVE STRATEGIES MANAGEMENT HIGH FREQUENCY DATA

### ABSTRACT

*The aim of this paper is to evaluate the impact of temporary frequency data used for the calculation of moving averages on the implementation of active strategies. We analyze if the use of different frequency moving averages (1 and 15 minutes) have a significant impact on the yields earned with the investment technique. We analyze differences between yields of a passive strategy and yields obtained through a moving averages strategy. Finally, we compare the risk of an active strategy with that of a passive strategy.*

**JEL:** G14

**KEYWORDS:** high frequency data, moving averages, efficient market

### INTRODUCCIÓN

La relevancia adquirida por los mercados de capitales durante los últimos años (tanto en número como en volumen de los activos financieros negociados), unida a los cambios e innovaciones experimentadas en los mismos, justifican una revisión de las características esenciales para el establecimiento de intercambios económicos justos. Habitualmente, la búsqueda de evidencia sobre la falta de eficiencia en el mercado bursátil español se ha llevado a cabo sobre estudios que emplean datos de baja frecuencia (datos diarios, semanales, etc.), no apareciendo en la literatura este tipo de estudios,

por regla general, sobre datos de alta frecuencia (datos intradiarios). El hecho de que la mayoría de los estudios publicados en la literatura financiera empleen datos de baja frecuencia se debe, entre otras razones, al hecho de que recopilar, ordenar, almacenar y manipular datos de alta frecuencia sigue siendo caro y requiere gran cantidad de tiempo, por lo que la mayoría de los datos son diarios o de frecuencia inferior.

Los datos de alta frecuencia abren un nuevo campo de exploración y sacan a la luz comportamientos que no sería posible observar en frecuencias más bajas (Lorente, 2006). Los estudios sobre la ley de escala de rendimientos han proliferado en los últimos años, poniendo de manifiesto que este campo está evolucionando hacia una mayor comprensión de las propiedades de agregación de las series temporales de precio. Tomando como referencia el mercado español de futuros financieros, concretamente el contrato de futuros sobre el índice de referencia del mercado bursátil español, el IBEX-35, analizamos como afecta la frecuencia de datos utilizados en la implementación de estrategias de gestión basadas en la utilización del indicador técnico media móviles.

El resto del trabajo está organizado como sigue. En la sección revisión literaria se presenta la literatura relevante sobre el objeto de estudio. A continuación, presentamos el análisis empírico y la metodología utilizada para implementarlo. En la siguiente sección se presentan los resultados obtenidos con la investigación. Finalizamos presentando las conclusiones de nuestro estudio.

## REVISIÓN LITERARIA

En la literatura financiera son numerosos los contrastes empíricos que no consideran significativa la dependencia hallada en los movimientos de las cotizaciones bursátiles, concluyendo que las series históricas de precios no permiten explicar suficientemente la evolución futura de los mismos. Sin embargo, otros autores sí han encontrado significativa la dependencia hallada en tales movimientos negando, por tanto, el cumplimiento de la hipótesis del recorrido aleatorio de las cotizaciones en los mercados bursátiles (véase, Fama (1970 y 1991), Bos (1994), Lo y MacKinlay (1999) y Shiller (2003)). El hecho de que un determinado número de contrastes muestren evidencia de un cierto grado de dependencia en los precios implica que el comportamiento pasado del mercado puede estar relacionado, de alguna forma, con su evolución futura y que, por tanto, pueden incumplirse en ocasiones los principios básicos del modelo de mercado eficiente o, cuando menos, el relativo a la dinámica de precios.

Por tanto, como consecuencia de las aportaciones realizadas por estos autores se flexibiliza la percepción de eficiencia de los mercados, aceptando la posibilidad de realizar predicciones de los precios de los activos. No obstante, esta conclusión se matiza ya que la predictibilidad no necesariamente implica ineficiencia, debido a la influencia de los costes transacción en los resultados obtenidos.

Esto es así debido a que cualquier estrategia de inversión activa conlleva unos gastos de transacción y un nivel de riesgo que pueden anular la posibilidad de superar la rentabilidad obtenida por el mercado (Malkiel, 2003). El objetivo de contrastar si la utilización de estrategias activas de inversión permite superar la rentabilidad de estrategias pasivas, demostrándose de esta forma la ineficiencia de los mercados, es todavía una cuestión pendiente.

No obstante, las aportaciones realizadas por autores como Shleifer (2000) y Lo (2004) proponiendo un nuevo marco que compatibiliza el modelo tradicional de eficiencia del mercado con aspectos de las finanzas del comportamiento, así como la introducción y el desarrollo de nuevos modelos predictivos (Timmermann y Granger, 2004; Pesaran y Timmermann, 2005) contribuyen a redefinir los supuestos de eficiencia e introducen nuevas perspectivas desde las que discutir la hipótesis del mercado eficiente. Una de las hipótesis que se pretende contrastar en este trabajo está relacionada con la frecuencia de los datos utilizados para el cálculo de las medias móviles. Algunas propiedades empíricas de los datos son

parecidas en escalas diferentes, lo que da lugar a comportamientos fractales, concluyendo que un patrón de comportamiento que se observe con datos diarios o semanales, ganará peso si se observa con datos intradiarios. En este sentido, cabe destacar el trabajo de Müller et al. (1990), donde podemos encontrar las primeras reseñas sobre propiedades empíricas de escala con una duración que oscila entre unos pocos minutos y unos pocos años. Mantegna y Stanley (1995) también detectaron comportamientos de escala en los índices bursátiles examinados con datos de alta frecuencia. Por último, Calvet y Fisher (2002) desarrollaron un modelo multifractal basado en leyes de escala empíricas de la distribución de rendimientos para distintos modelos. Las leyes de escala estudian el comportamiento del tamaño absoluto de los rendimientos en función de la frecuencia en la cual se miden, lo que sugiere que no existe un intervalo de tiempo mejor que otro para el estudio de los datos.

A priori, es esperable que el grado de ineficiencia en los mercados financieros sea menor cuanto mayor es la frecuencia de datos utilizados, dado que todos los participantes en los mercados no reaccionan al mismo tiempo ante la introducción de nueva información. Cuanto más alta es la frecuencia de los datos empleados mayor es la información que se incorpora, razón por la cual cabría esperar la obtención de rentabilidades superiores a las obtenidas con datos de menor frecuencia. No obstante, la utilización de datos de más alta frecuencia presenta un inconveniente importante asociado al mayor importe de costes de transacción que lleva aparejada esta estrategia, debido al mayor número de operaciones que se llevan a cabo. Se ha observado que la serie formada por la evolución de la cotización minuto a minuto presenta, en términos generales, una variación relativa muy pequeña entre dos datos correlativos.

La serie temporal con datos minuto a minuto propone un elevado número de operaciones, al tiempo que las variaciones relativas entre dos elementos que estén uno a continuación del otro son, por lo general, reducidas. Es por ello que planteamos aplicar las mismas estrategias a las series compuesta con las cotizaciones existentes en intervalos de quince minutos, para comprobar si el hecho de tener mayor información, como consecuencia de poseer cotizaciones minuto a minuto, puede ser contraproducente cuando hay gastos de transacción, debido a que la rentabilidad obtenida sea menor, que si se considera una periodicidad en los datos intradiarios de quince minutos. Asimismo, en este trabajo también se pretende comprobar que en el mercado de futuros de renta variable español se cumple la hipótesis débil de mercado eficiente, lo cual implica la imposibilidad de obtener beneficios extraordinarios mediante la utilización de diferentes sistemas de trading, y que el riesgo de los rendimientos alcanzados mediante la utilización de indicadores técnicos bursátiles a la hora de comprar/vender el activo financiero objeto de estudio es menor que el rendimiento obtenido por el mercado o estrategia pasiva.

## ANÁLISIS EMPÍRICO

Las hipótesis nulas que queremos contrastar en este trabajo son: ( $H_0$ ): las rentabilidades obtenidas utilizando las señales generadas por las medias móviles exponenciales en la compra/venta del activo, son iguales a la obtenida por el mercado. No rechazar esta hipótesis nula permitiría afirmar que no existen diferencias significativas entre ambas rentabilidades e indicaría que mediante la utilización de este indicador no se puede ganar al mercado. De esta manera, no se podría demostrar el incumplimiento de la hipótesis débil del mercado eficiente en el intradía del contrato de futuros sobre el IBEX 35 durante el horizonte temporal analizado.

( $H_1$ ): las rentabilidades obtenidas utilizando las señales generadas por las medias móviles exponenciales calculadas con datos de distinta frecuencia (minuto a minuto y cada quince minutos) son iguales. Es decir, el comportamiento de las cotizaciones de los activos negociados en los mercados de futuros es similar en escalas de tiempo diferentes. Esto implicaría la posibilidad de desarrollar modelos que describan al mismo tiempo las pautas en la evolución de los precios, válidos tanto a corto como a largo plazo. El rechazo de esta hipótesis nula permitiría afirmar que existen diferencias significativas entre ambas rentabilidades e indicaría que la frecuencia de los datos utilizados para el cálculo de las medias

móviles condiciona los resultados de las estrategias de inversión. (H<sub>2</sub>): El riesgo asumido mediante la implementación de las estrategias activas de gestión basadas en la utilización del indicador medias móviles es igual al de la estrategia pasiva.

## METODOLOGÍA

En este trabajo se van a llevar a cabo diferentes análisis sobre las medias móviles exponenciales combinando una serie de parámetros: Hay diferentes métodos de aplicación o de generación de señales de compra/venta utilizando las medias móviles como indicador técnico bursátil. En este trabajo se ha utilizado el método de cruce doble. Para analizar el método de generación de señales de compra/venta por cruce doble se utilizan dos medias diferentes. La primera, denominada media “larga” es un parámetro tendencial la segunda, la media “corta” realiza funciones de cronometraje o timing, y determinará el momento exacto para abrir/cerrar posicionamientos en el mercado. En este sentido, se han llevado a cabo diferentes análisis en función del número de periodos considerados en cada una de las medias (“cortas” y “largas”). Además, la estrategia activa utilizada consiste en que una vez que las medias móviles generan una señal, ya sea de compra o de venta, el inversor se mantiene dentro del mercado hasta el final de la sesión, momento en que liquida su posición. Se establece que las comisiones aplicadas en las operaciones de compra/venta serán de 3 y de 12 euros.

Esta diferenciación viene determinada por el slippage u horquilla de precios entre las mejores posiciones compradoras y vendedoras en el mercado de Futuros español. En el primer caso (comisión de 3 euros) únicamente se considera la comisión de compra/venta de un Futuro, suponiendo que se puede comprar o vender dicho activo al precio de cotización en ese momento. En el segundo caso (comisión de 12 euros) además de la propia comisión de compra/venta del Futuro sobre el IBEX 35 se está considerando una comisión superior. Esto se justifica por el hecho de que no tiene por qué coincidir el precio al que el indicador está generando la señal de compra/venta y el precio al que se puede comprar o vender dicho activo. En el mercado de Futuros español el tick o variación mínima entre los precios es de 1 punto que equivale a 10 euros. Esto significa que la cotización puede coincidir con alguna de las mejores posiciones de compra/venta o puede que no coincida con ninguna. Al considerar la comisión de 12 euros hemos supuesto que en cada operación el slippage que vamos a pagar es de 0,9 puntos.

Se considera como precio de compra/venta la cotización del Futuro en el momento en el cual el indicador genera la señal de compra/venta. Con carácter general, para calcular tanto la rentabilidad de la estrategia activa como de la pasiva, hay que tener en cuenta las siguientes premisas: Cada día se considera como un análisis independiente, de forma que si existe una posición abierta cuando cierra el mercado al final de cada sesión, se liquidará. Es importante considerar que al cerrar la posición al finalizar la sesión se reducirá el riesgo, al no quedar expuesto el inversor a la posible variación entre el precio de cierre en el periodo t-1 y el precio de apertura en el periodo t. Esta variación viene motivada por la nueva información que se produce durante el periodo comprendido entre el cierre del mercado bursátil español y su apertura al día siguiente. El capital inicial aportado cada día y del cual dependerá la rentabilidad obtenida viene determinado por las garantías exigidas por MEFF. Hay que tener en cuenta que si la operativa es intradiaria, las garantías exigidas son menores. En nuestro análisis se han considerado una inversión inicial (garantía exigida por MEFF) de 600 puntos, que equivalen a 6.000 euros.

La comparación entre los rendimientos alcanzados con la serie de cotizaciones minuto a minuto y los obtenidos cada quince minutos se ha efectuado para aquellas combinaciones de medias que utilizan información referida al mismo tiempo. Esto es, los resultados del cruce entre las medias (1,5) aplicado a la serie cada quince minutos se han comparado con los del cruce (15,75) aplicado a la serie minuto a minuto. Una limitación importante en el estudio realizado la constituye el hecho de que los recursos financieros disponibles por los inversores son limitados. Hemos considerado que el inversor dispone de un capital inicial de 6.000 euros, que corresponde con la garantía inicial que nos exige MEFF al comienzo

de cada sesión. Suponemos que al comienzo de cada sesión, y una vez liquidadas las pérdidas o ganancias del día anterior, el inversor mantiene los 6.000 euros de garantías. Aunque los resultados globales de esta estrategia activa puedan ser positivos, no incorporan el hecho de que una serie continuada de resultados negativos podría suponer una salida del mercado por falta de recursos monetarios en un periodo de tiempo inferior al contemplado en este estudio. La base de datos escogida está compuesta por las cotizaciones intradiarias del contrato de futuros sobre el índice IBEX 35, índice de referencia del mercado bursátil español, con periodicidades de uno y quince minutos, facilitadas por el Mercado Español de Futuros Financieros (MEFF) para el horizonte temporal objeto de estudio, comprendido entre los años 2000 y 2008, ambos inclusive.

## RESULTADOS

Del análisis de las diferentes hipótesis planteadas se han obtenido los siguientes resultados: ( $H_0$ ): las rentabilidades obtenidas utilizando las señales generadas por las medias móviles exponenciales en la compra/venta del activo, son iguales a la rentabilidad obtenida por el mercado. Procedemos a contrastar esta hipótesis utilizando datos intradiarios con una frecuencia de uno y de quince minutos. A continuación, en las Tablas 1 a 4 se muestran los resultados de la estrategia activa de cruce doble de medias móviles exponenciales entre los años 2000 y 2008, ambos inclusive, considerando una comisión de 3 y de 12 euros, utilizando cotizaciones del Futuro sobre el IBEX 35 con una periodicidad de uno y de quince minutos. La primera fila de las Tablas 1 a 4 indica el número de periodos considerados en el cálculo de la media móvil exponencial corta: para datos minuto a minuto, Tablas 1 y 2, entre 10 y 60 tomados de 5 en 5 y para datos cada 15 minutos, Tablas 3 y 4, entre 1 y 4 tomados de 1 en 1. Por su parte, la primera columna indica el número de periodos seleccionados en el cálculo de la media exponencial larga: para datos minuto a minuto, entre 70 y 150 tomados de 5 en 5 y para datos cada 15 minutos entre 5 y 10 tomados de 1 en 1.

### Datos con Frecuencia de un Minuto y Considerando una Comisión de 3 Euros en la Compra/Venta del Futuro Sobre el IBEX 35

En la Tabla 1 se puede comprobar cómo los resultados coloreados en gris obtienen una rentabilidad anual media superior a la obtenida por la estrategia pasiva que asciende a -173,6%, aunque existen combinaciones de medias cuyo resultado medio global es negativo. Tras observar los resultados de la tabla 1, podemos comentar que cuando se incorporan unos gastos de transacción de 3 euros, los peores resultados se obtienen cuando las medias cortas se calculan con un menor número de periodos. Por ejemplo, las combinaciones de medias largas con una media corta calculada con 10 periodos, lleva aparejado un elevado número de señales falsas que no obtienen resultados suficientes como para compensar los 3 euros de comisión.

Como se pone de manifiesto, a medida que se amplía el número de periodos utilizados para calcular la media móvil de las cotizaciones intradiarias, la serie se alisará y mantendrá con mayor uniformidad su trayectoria emprendida, tanto si es ascendente como descendente. Una media móvil referida a un número de periodos más elevado recogerá mejor la tendencia de fondo que está vigente.

De este modo se buscan operaciones más duraderas y en consonancia con la tendencia imperante. Aunque el hecho de incrementar el número de periodos con los que se calcula la media más larga (hasta 150) limita notablemente el número de operaciones, también ha supuesto una merma de la rentabilidad media obtenida, en comparación con otras combinaciones (dentro de la misma estrategia) más sensibles a cambios de dirección en la tendencia. Ello es debido a que la tendencia de fondo existente en el mercado no siempre es lo suficientemente duradera como para detectar su cambio de dirección con una media excesivamente amplia. De hecho, los mejores rendimientos medios anuales se obtienen normalmente sin necesidad de sobrepasar los 130 periodos en el cálculo de la media móvil más larga.

Tabla 1: Rentabilidad Media Anual Entre los Años 2000 y 2008, en Tanto por Ciento, de la Estrategia de Cruce Doble, Considerando Una Comisión de 3 Euros

ML/MC	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
70	-107,1	73,1	164,5	178,8	195,4	282,3	297,5	294,1	292,1	286,3	320,4
75	-101,7	55,0	124,5	160,8	220,4	268,9	249,6	256,2	263,9	280,1	291,1
80	-115,8	72,0	112,7	151,3	226,3	248,5	261,4	245,3	259,1	281,8	293,0
85	-49,1	112,8	162,3	200,6	232,3	260,3	258,9	257,5	297,3	300,6	321,4
90	-55,3	121,5	154,6	227,7	278,7	270,4	279,1	296,4	293,7	322,7	351,0
95	-64,2	86,0	137,7	200,4	238,9	260,5	261,2	290,6	323,5	336,6	348,3
100	-39,5	88,2	170,1	213,5	242,3	267,7	297,0	323,5	339,1	362,4	362,4
105	-37,7	74,8	140,9	203,4	239,8	265,7	277,7	333,9	339,5	360,2	376,6
110	-39,5	74,2	137,1	200,8	212,1	259,2	280,5	319,7	335,4	355,9	334,8
115	-31,2	114,1	166,5	209,1	223,3	261,0	316,2	337,4	340,4	351,4	359,4
120	-35,1	116,4	165,1	206,8	232,5	265,8	315,1	330,2	347,2	355,4	367,2
125	-18,6	124,8	156,0	193,2	232,3	272,1	299,8	324,6	337,2	345,3	345,9
130	-1,2	103,0	152,8	182,6	232,5	272,6	308,7	317,8	328,2	348,5	336,7
135	-11,4	83,3	137,1	188,7	210,6	265,8	275,9	303,7	320,7	321,7	302,4
140	6,9	90,7	149,7	202,4	227,5	264,8	279,2	316,8	310,7	315,8	285,9
145	-22,0	76,0	150,7	196,3	224,3	261,5	284,6	306,8	301,0	294,6	271,8
150	-21,0	80,9	138,9	167,1	209,3	253,2	289,2	315,9	286,8	277,0	252,0

Con datos de frecuencia 1 minuto y comisión de compra/venta de 3 euros, los resultados obtenidos con la estrategia de doble cruce de medias superan en todos los casos al de la estrategia pasiva, aunque para diferentes combinaciones de medias se observan resultados negativos.

En definitiva, las decisiones de compra/venta basadas en una estrategia de cruce de medias deben utilizar en su diseño combinaciones de medias lo suficientemente amplias como para ser capaces de interpretar cuál es la dirección de la tendencia existente y que, a la vez, no reaccionen inmediatamente ante el primer indicio de cambio de sentido en la evolución de la cotización. De no ser así, se corre un elevado riesgo de que el rendimiento obtenido sea menor que los costes de transacción.

#### Datos con Frecuencia de un Minuto y Considerando una Comisión de 12 Euros en la Compra/Venta del Futuro Sobre el IBEX 35

En la Tabla 2 se puede comprobar cómo la estrategia activa obtiene en muchas de las combinaciones de medias resultados negativos, siendo peores a medida que disminuye el número de periodos considerados para su cálculo.

Tabla 2: Rentabilidad Media Anual Entre los Años 2000 y 2008, en Tanto por Ciento, de la Estrategia de Cruce Doble, Considerando una Comisión de 12 Euros

ML/MC	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
70	-991,6	-662,2	-478,1	-401,9	-342,4	-214,9	-174,0	-152,5	-136,5	-125,0	-74,5
75	-948,0	-647,1	-492,9	-396,2	-292,5	-209,4	-204,2	-175,1	-147,1	-115,0	-89,7
80	-930,6	-603,2	-481,6	-385,6	-267,0	-214,3	-174,9	-169,3	-138,0	-99,8	-74,1
85	-830,7	-536,0	-407,3	-316,2	-246,7	-185,2	-162,7	-144,6	-84,2	-67,7	-41,2
90	-814,7	-509,6	-398,2	-272,7	-184,0	-161,7	-129,1	-91,7	-77,1	-33,4	7,0
95	-799,3	-524,1	-399,0	-287,0	-209,2	-158,2	-135,2	-85,3	-35,1	-8,7	14,1
100	-749,9	-500,2	-350,9	-257,8	-192,0	-138,5	-85,6	-41,4	-9,8	27,0	38,7
105	-725,9	-497,6	-367,0	-256,3	-181,1	-128,8	-96,4	-18,8	0,8	33,9	62,5
110	-704,7	-481,7	-358,8	-243,5	-197,4	-125,7	-80,4	-22,6	6,2	35,8	26,7
115	-677,2	-424,0	-310,8	-222,5	-175,0	-112,4	-35,8	3,5	17,6	41,5	59,1
120	-664,7	-406,6	-296,2	-213,8	-156,0	-96,5	-25,2	5,4	33,3	53,3	76,2
125	-629,5	-382,6	-291,0	-214,4	-145,3	-80,8	-33,0	5,8	31,1	50,4	61,9
130	-592,3	-389,5	-282,4	-214,3	-134,2	-71,7	-16,6	5,4	30,7	61,1	58,4
135	-586,7	-396,7	-287,7	-197,9	-150,1	-69,4	-44,4	-0,8	27,8	40,3	29,6
140	-555,6	-376,3	-264,1	-175,5	-122,9	-65,4	-34,0	19,6	24,2	39,3	17,5
145	-568,0	-380,3	-255,5	-172,2	-118,1	-61,3	-20,5	15,5	20,2	24,2	8,8
150	-551,4	-365,5	-255,4	-193,0	-125,1	-61,7	-9,6	31,1	11,2	11,5	-6,0

Con datos de frecuencia 1 minuto y comisión de compra/venta de 12 euros, los resultados obtenidos con la estrategia de doble cruce de medias superan en algunos casos al de la estrategia pasiva. Tales casos están resaltados en gris.

A pesar de ello, también existen combinaciones de medias cuyo resultado es positivo que, junto con aquellas combinaciones de medias cuyo resultado es mayor que el del mercado, se han coloreado en gris en dicha Tabla 2. Si consideramos una comisión de 12 euros, la rentabilidad media anual obtenida por el mercado ha sido de -249%. En definitiva, el incremento de las comisiones para tener en cuenta el slippage que se produce en el mercado de Futuros hace que las tendencias intradiarias, cuya existencia se deducía de los resultados obtenidos cuando se tenían en cuenta comisiones más bajas, no han sido lo suficientemente amplias como para obtener en las operaciones realizadas rendimientos superiores a las comisiones establecidas.

### Datos con Frecuencia Cada 15 Minutos

Las tablas 3 y 4 reflejan los resultados obtenidos con datos cuya frecuencia es de 15 minutos. Cuando se considera una comisión de 3 euros en la compra/venta de Futuros sobre el IBEX 35 para el horizonte temporal analizado, los resultados obtenidos por la estrategia activa son mejores que los obtenidos por la estrategia pasiva (-173,6%). También se pone de manifiesto que a medida que se amplía el número de periodos utilizados para calcular la media móvil los resultados de la estrategia activa mejoran, debido a que, aunque la generación de señales se dará más tarde que con medias móviles más cortas, se produce una reducción de costes derivados del menor número de operaciones que se realizan.

Tabla 3: Rentabilidad Media Anual de la Estrategia Activa Entre los Años 2000 y 2008, Ambos Inclusive, en Tanto por Ciento, Considerando una Comisión de 3 Euros por Contrato con Datos Cada 15 Minutos

ML/MC	1	2	3	4
5	180,3	338,0	343,0	362,5
6	180,0	327,1	356,9	364,7
7	188,8	295,8	368,8	370,0
8	189,4	307,9	342,1	350,1
9	170,2	273,7	324,1	307,2
10	185,0	291,2	301,8	324,6

*Con datos de frecuencia 15 minutos y comisión de compra/venta de 3 euros, los resultados obtenidos con la estrategia de doble cruce de medias superan en todos los casos al de la estrategia pasiva, siendo siempre positivos.*

Por tanto, los mejores rendimientos medios anuales se obtienen utilizando combinaciones de medias lo suficientemente amplias como para ser capaces de interpretar cuál es la dirección de la tendencia existente y que, a la vez, no reaccionen inmediatamente ante el primer indicio de cambio de sentido en la evolución de la cotización.

Tabla 4: Rentabilidad Media Anual de la Estrategia Activa Entre los Años 2000 y 2008, Ambos Inclusive, en Tanto por Ciento, Considerando una Comisión de 12 Euros por Contrato con Datos Cada 15 Minutos

ML/MC	1	2	3	4
5	-477,3	-157,1	-75,4	-11,4
6	-415,6	-119,9	-23,3	26,1
7	-351,6	-113,1	21,3	60,1
8	-306,5	-68,4	20,0	62,8
9	-289,1	-75,0	26,0	36,7
10	-242,4	-34,6	21,2	70,6

*Con datos de frecuencia 15 minutos y comisión de compra/venta de 12 euros, los resultados obtenidos con la estrategia de doble cruce de medias superan en algunos casos al de la estrategia pasiva. Tales casos están resaltados en color gris.*

Cuando se considera una comisión de 12 euros en la compra/venta del Futuro sobre el IBEX 35 la estrategia activa obtiene peores resultados a medida que se reducen el número de periodos en el cálculo de las medias móviles. El incremento de las comisiones hace que el número de combinaciones cuyo resultado sea mejor que el de la estrategia pasiva se reduzca (coloreados en gris), lo que implica que se incrementa el número de señales falsas o número de operaciones cuyo rendimiento es inferior al de las

comisiones consideradas. La significatividad estadística de estos resultados se puede analizar a través de un contraste paramétrico. Utilizamos la prueba T para dos muestras relacionadas, ya que con tamaños muestrales grandes, el ajuste de T a la distribución t de Student es lo suficientemente bueno, incluso con poblaciones originales sensiblemente alejadas de la normalidad.

Si la rentabilidad media alcanzada mediante el empleo de la estrategia activa es superior a la alcanzada con la estrategia pasiva y su diferencia es significativamente diferente de cero, se puede concluir que mediante el uso de este indicador técnico no se puede aceptar la hipótesis débil del mercado eficiente. El test se ha realizado para aquellas combinaciones de medias cuya rentabilidad ha sido mayor que la del mercado, tanto si consideramos una comisión de 3 euros, como si consideramos una comisión de 12 euros en el análisis. Los resultados se muestran en las Tablas 5 a 8.

Tabla 5: Prueba T Entre la Estrategia Pasiva y la Estrategia Activa con Datos Minuto a Minuto Utilizando Medias Móviles Exponenciales y Considerando una Comisión de 3 Euros

		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
70	t	0,464	1,724	2,380	0,244	2,551	3,146	3,281	3,262	3,244	3,188	3,393
	Sig.Asint. (bilat.)	0,643	0,085	0,017	0,015	0,011	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
75	t	0,503	1,599	2,072	2,318	2,726	3,068	2,959	2,995	3,034	3,132	3,212
	Sig.Asint. (bilat.)	0,615	0,110	0,038	0,021	0,006	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001
80	t	0,408	1,719	1,999	2,260	2,769	2,941	3,040	2,915	3,001	3,140	3,234
	Sig.Asint. (bilat.)	0,684	0,086	0,046	0,024	0,006	0,003	0,002	0,004	0,003	0,002	0,001
85	t	0,876	2,015	2,348	2,605	2,835	3,037	3,029	3,003	3,264	3,289	3,369
	Sig.Asint. (bilat.)	0,381	0,044	0,019	0,009	0,005	0,002	0,002	0,003	0,001	0,001	0,001
90	t	0,835	2,076	2,300	2,781	3,134	3,100	3,148	3,268	3,246	3,448	3,361
	Sig.Asint. (bilat.)	0,404	0,038	0,022	0,005	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,000
95	t	0,773	1,828	2,186	2,614	2,874	3,028	3,014	3,232	3,442	3,546	3,619
	Sig.Asint. (bilat.)	0,439	0,068	0,029	0,009	0,004	0,002	0,003	0,001	0,001	0,000	0,000
100	t	0,945	1,844	2,400	2,703	2,893	3,070	3,258	3,449	3,561	3,713	3,705
	Sig.Asint. (bilat.)	0,345	0,065	0,016	0,007	0,004	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
105	t	0,963	1,752	2,204	2,648	2,891	3,060	3,139	3,529	3,552	3,695	3,822
	Sig.Asint. (bilat.)	0,336	0,080	0,028	0,008	0,004	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
110	t	0,950	1,750	2,187	2,633	2,715	3,034	3,169	3,430	3,535	3,684	3,551
	Sig.Asint. (bilat.)	0,342	0,080	0,029	0,009	0,007	0,002	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000
115	t	1,005	2,024	2,394	2,692	2,798	3,050	3,418	3,553	3,564	3,658	3,709
	Sig.Asint. (bilat.)	0,315	0,043	0,017	0,007	0,005	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
120	t	0,974	2,034	2,379	2,671	2,846	3,062	3,393	3,495	3,614	3,675	3,739
	Sig.Asint. (bilat.)	0,330	0,042	0,017	0,008	0,004	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
125	t	1,089	2,098	2,307	2,570	2,827	3,094	3,285	3,445	3,546	3,590	3,608
	Sig.Asint. (bilat.)	0,276	0,036	0,021	0,010	0,005	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
130	t	1,216	1,960	2,290	2,495	2,830	3,114	3,378	3,428	3,493	3,660	3,556
	Sig.Asint. (bilat.)	0,224	0,050	0,022	0,013	0,005	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
135	t	1,148	1,813	2,173	2,540	2,673	3,058	3,132	3,324	3,428	3,454	3,319
	Sig.Asint. (bilat.)	0,251	0,070	0,030	0,011	0,008	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
140	t	1,281	1,863	2,264	2,624	2,787	3,048	3,166	3,425	3,389	3,438	3,220
	Sig.Asint. (bilat.)	0,200	0,063	0,024	0,009	0,005	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
145	t	1,080	1,766	2,282	2,585	2,767	3,025	3,207	3,354	3,323	3,286	3,132
	Sig.Asint. (bilat.)	0,280	0,078	0,023	0,010	0,006	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
150	t	1,084	1,805	2,206	2,386	2,680	2,993	3,239	3,438	3,260	3,197	3,012
	Sig.Asint. (bilat.)	0,278	0,071	0,027	0,017	0,007	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003

Para datos minuto a minuto y una comisión de compra venta de 3 euros, las diferencias de rentabilidad entre la estrategia pasiva y las estrategias activas resultan significativas para aquellas combinaciones de medias resaltadas en color gris.

Tras su análisis cabe afirmar que: Si se considera una comisión de 3 euros, en la mayoría de las combinaciones de medias utilizadas en el estudio la diferencia de rendimientos obtenidos se considera significativa con un intervalo de confianza del 95% (resultados recalcados en color gris). Por el contrario, si se establece una comisión de 12 euros, las combinaciones de medias cuya diferencia de rendimientos se puede considerar significativa desde el punto de vista estadístico con respecto a la estrategia pasiva son escasas.

Del análisis de las Tablas 7 y 8 se puede observar que si se considera una comisión de compra/venta de 3 euros, en todos los casos analizados con una frecuencia en los datos de quince minutos la rentabilidad media alcanzada mediante el empleo de la estrategia activa es superior a la alcanzada con la estrategia pasiva y su diferencia es significativamente diferente de cero. De esta forma, se podría concluir que mediante el uso de este oscilador no se puede aceptar la hipótesis débil del mercado eficiente.

Por el contrario, para una comisión de 12 euros, las combinaciones de medias con diferencias de rendimientos estadísticamente significativas son escasas.

(H<sub>1</sub>): las rentabilidades obtenidas utilizando las señales generadas por las medias móviles exponenciales calculadas con datos de distinta frecuencia (minuto a minuto y cada quince minutos) son iguales.

Vamos a contrastar, mediante la prueba T para muestras relacionadas, si la diferencia entre los rendimientos obtenidos aplicando las distintas estrategias diseñadas a las series de cotizaciones con frecuencias de 1 y de 15 minutos es estadísticamente significativa.

Tabla 6: Prueba T Entre la Estrategia Pasiva y la Estrategia Activa con Datos Minuto a Minuto Utilizando Medias Móviles Exponenciales y Considerando una Comisión de 12 Euros

		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
70	t						0,233	0,517	0,667	0,776	0,852	1,188
	Sig.Asint. (bilat.)						0,816	0,605	0,505	0,438	0,395	0,235
75	t						0,272	0,311	0,510	0,701	0,917	1,092
	Sig.Asint. (bilat.)						0,786	0,756	0,610	0,484	0,359	0,275
80	t						0,239	0,513	0,550	0,763	1,021	1,202
	Sig.Asint. (bilat.)						0,811	0,608	0,583	0,446	0,307	0,230
85	t					0,016	0,442	0,599	0,720	1,132	1,247	1,428
	Sig.Asint. (bilat.)					0,987	0,658	0,549	0,472	0,258	0,213	0,153
90	t					0,446	0,604	0,826	1,083	1,183	1,485	1,757
	Sig.Asint. (bilat.)					0,656	0,546	0,409	0,279	0,237	0,138	0,079
95	t					0,274	0,627	0,781	1,129	1,468	1,656	1,809
	Sig.Asint. (bilat.)					0,784	0,531	0,435	0,259	0,142	0,098	0,071
100	t					0,393	0,761	1,121	1,428	1,647	1,896	1,972
	Sig.Asint. (bilat.)					0,694	0,447	0,262	0,153	0,100	0,058	0,049
105	t					0,470	0,829	1,051	1,587	1,715	1,942	2,147
	Sig.Asint. (bilat.)					0,639	0,407	0,293	0,113	0,087	0,052	0,032
110	t			0,039	0,360	0,856	1,166	1,561	1,757	1,984	1,191	
	Sig.Asint. (bilat.)			0,969	0,719	0,392	0,244	0,119	0,079	0,047	0,056	
115	t			0,185	0,517	0,950	1,475	1,740	1,833	2,008	2,128	
	Sig.Asint. (bilat.)			0,853	0,605	0,342	0,140	0,082	0,067	0,045	0,033	
120	t			0,245	0,646	1,052	1,540	1,750	1,943	2,084	2,231	
	Sig.Asint. (bilat.)			0,807	0,519	0,293	0,124	0,080	0,052	0,037	0,026	
125	t			0,240	0,715	1,156	1,486	1,747	1,929	2,055	2,143	
	Sig.Asint. (bilat.)			0,811	0,475	0,248	0,137	0,081	0,054	0,040	0,032	
130	t			0,241	0,792	1,226	1,613	1,760	1,932	2,157	2,126	
	Sig.Asint. (bilat.)			0,810	0,428	0,220	0,107	0,079	0,054	0,031	0,034	
135	t			0,355	0,681	1,239	1,413	1,714	1,904	2,002	1,929	
	Sig.Asint. (bilat.)			0,723	0,496	0,216	0,158	0,087	0,057	0,044	0,054	
140	t			0,508	0,867	1,265	1,490	1,861	1,896	2,010	1,854	
	Sig.Asint. (bilat.)			0,612	0,386	0,206	0,136	0,063	0,058	0,045	0,064	
145	t			0,531	0,901	1,293	1,585	1,831	1,870	1,903	1,800	
	Sig.Asint. (bilat.)			0,595	0,367	0,196	0,113	0,067	0,062	0,057	0,072	
150	t			0,388	0,859	1,301	1,661	1,951	1,828	1,835	1,708	
	Sig.Asint. (bilat.)			0,698	0,390	0,193	0,097	0,051	0,068	0,067	0,088	

Para datos minuto a minuto y una comisión de compra venta de 12 euros, son pocos los casos en los que las diferencias entre la rentabilidad de la estrategia pasiva y las estrategias activas resultan significativas. Aparecen resultados en color gris.

De los resultados reflejados en la tabla 9 se puede concluir que no sólo existen diferencias entre los rendimientos de las estrategias activas utilizando diferentes frecuencias (1 minuto y 15 minutos), sino que existen diferencias que son estadísticamente significativas, tanto si consideramos una comisión de 3 euros como con una comisión de 12 euros. Es decir, de los resultados de la Prueba T para dos muestras

relacionadas se evidencia que en determinados casos, no se acepta la hipótesis nula de que los rendimientos obtenidos entre ambas estrategias activas son iguales.

Tabla 7: Prueba T Entre la Estrategia Pasiva y la Estrategia Activa con Datos Cada 15 Minutos Utilizando Medias Móviles Exponenciales y Considerando una Comisión de 3 Euros

ML/MC		1	2	3	4
5	t	2,496	3,594	3,628	3,718
	Sig.Asint.(bilat.)	0,013	0,000	0,000	0,000
6	t	2,485	3,538	3,706	3,754
	Sig.Asint.(bilat.)	0,013	0,000	0,000	0,000
7	t	2,565	3,279	3,812	3,775
	Sig.Asint.(bilat.)	0,010	0,001	0,000	0,000
8	t	2,578	3,346	3,614	3,639
	Sig.Asint.(bilat.)	0,010	0,001	0,000	0,000
9	t	2,445	3,161	3,498	3,409
	Sig.Asint.(bilat.)	0,015	0,002	0,000	0,001
10	t	2,560	3,315	3,399	3,592
	Sig.Asint.(bilat.)	0,011	0,001	0,001	0,000

Para datos cada 15 minutos y una comisión de compra venta de 3 euros, las diferencias de rentabilidad entre la estrategia pasiva y las estrategias activas resultan significativas para aquellas combinaciones de medias resaltadas en color gris.

En definitiva, si comparamos los rendimientos entre las series minuto a minuto y cada quince minutos, observamos que las diferencias son estadísticamente significativas. De este resultado se deduce que cuanto mayor es la información disponible menor es el aprovechamiento que se hace de ella, siendo peores los resultados alcanzados. Una explicación a este hecho podría deberse al mayor volumen de operaciones que se llevan a cabo con series de un minuto que no compensan los costes de transacción en los que se incurre.

Tabla 8: Prueba T Entre la Estrategia Pasiva y la Estrategia Activa con Datos Cada 15 Minutos Utilizando Medias Móviles Exponenciales y Considerando una Comisión de 12 Euros

ML/MC		1	2	3	4
5	t		0,640	1,209	1,637
	Sig.Asint.(bilat.)		0,523	0,227	0,102
6	t		0,904	1,564	1,904
	Sig.Asint.(bilat.)		0,366	0,118	0,057
7	t		0,941	1,885	2,131
	Sig.Asint.(bilat.)		0,347	0,060	0,033
8	t		1,244	1,871	2,151
	Sig.Asint.(bilat.)		0,214	0,062	0,032
9	t		1,220	1,918	2,012
	Sig.Asint.(bilat.)		0,223	0,055	0,044
10	t	0,047	1,516	1,918	2,288
	Sig.Asint.(bilat.)	0,963	0,130	0,055	0,022

Para datos cada 15 minutos y una comisión de compra venta de 12 euros, son pocos los casos en los que las diferencias entre la rentabilidad de la estrategia pasiva y las estrategias activas resultan significativas. Aparecen resaltados en color gris.

(H<sub>2</sub>): El riesgo asumido por las estrategias activas es igual al de la estrategia pasiva. El riesgo de las rentabilidades obtenidas por las estrategias activas, medido a través de la desviación típica, entre los años 2000 y 2008 puede observarse a continuación en las Tablas 10 y 11. De su análisis se observa que el riesgo para las series de 1 y 15 minutos considerando una comisión de compra/venta de 3 euros. Los resultados para una comisión de 12 euros son similares. La primera fila de las tablas 10 y 11 indica el número de periodos considerados en el cálculo de la media móvil exponencial corta (entre 10 y 60 tomados de 5 en 5), mientras que la primera columna indica el número de periodos seleccionados en el cálculo de la media exponencial larga (entre 70 y 150 tomados de 5 en 5), datos escogidos a la hora de aplicar la estrategia de cruce simple y doble dentro de las medias móviles.

La desviación típica de los rendimientos de la estrategia pasiva es 0,20168. Por tanto, tras analizar el grado de dispersión de los rendimientos diarios tanto de la estrategia activa como pasiva, todas las estrategias activas analizadas alcanzan una mayor rentabilidad asumiendo un menor riesgo.

Tabla 9: Prueba T Entre los Rendimientos Obtenidos por las Estrategias Activas Utilizando Datos con una Frecuencia de un Minuto y de Quince Minutos

	Comisión 3 euros		Comisión 12 euros	
	t	Sig.(bilateral)	t	Sig.(bilateral)
Media 60-150 – Media 4-10	-2,073	0,038	-2,128	0,033
Media 60-135– Media 4-9	-0,132	0,895	-0,188	0,851
Media 60-120 – Media 4-8	0,450	0,653	0,342	0,732
Media 60-105 – Media 4-7	0,158	0,874	0,057	0,954
Media 60-90 – Media 4-6	-0,321	0,748	-0,437	0,662
Media 60-75 – Media 4-5	-1,583	0,114	-1,691	0,091
Media 45-150 – Media 3-10	0,378	0,706	0,258	0,796
Media 45-135– Media 3-9	-0,525	0,600	-0,672	0,502
Media 45-120 – Media 3-8	-0,288	0,773	-0,346	0,729
Media 45-105 – Media 3-7	-0,814	0,416	-0,910	0,363
Media 45-90 – Media 3-6	-1,330	0,184	-1,459	0,145
Media 45-75 – Media 3-5	-1,852	0,064	-2,063	0,039
Media 30-150 – Media 2-10	-2,073	0,038	-2-213	0,027
Media 30-135 – Media 2-9	-1,514	0,130	-1,746	0,081
Media 30-120 – Media 2-8	-1,805	0,071	-2,023	0,043
Media 30-105 – Media 2-7	-1,223	0,222	-1,435	0,151
Media 30-90 – Media 2-6	-1,005	0,315	-1,287	0,198
Media 30-75 – Media 2-5	-2,407	0,016	-2,679	0,007
Media 15-150 – Media 1-10	-2,149	0,032	-2,440	0,015
Media 15-135 – Media 1-9	-1,750	0,080	-2,080	0,038
Media 15-120 – Media 1-8	-1,394	0,163	-1,831	0,067
Media 15-105 – Media 1-7	-2,094	0,036	-2,570	0,010
Media 15-90 – Media 1-6	-1,054	0,292	-1,627	0,104
Media 15-75 – Media 1-5	-2,170	0,030	-2,823	0,005

Las diferencias entre la rentabilidad obtenida aplicando estrategias activas utilizando datos de diferente frecuencia, 1 y 15 minutos, son estadísticamente significativas.

Tabla 10: Desviación Típica de la Media Exponencial Entre los Años 2000 y 2008, Ambos Inclusive, en Tanto por Ciento, de la Estrategia de Cruce Simple con Datos Minuto a Minuto, Considerando Una Comisión de 3 Euros

ML/MC	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
70	0,155	0,154	0,154	0,157	0,158	0,158	0,155	0,155	0,158	0,158	0,160
75	0,154	0,154	0,156	0,157	0,157	0,156	0,155	0,156	0,158	0,158	0,158
80	0,153	0,153	0,154	0,154	0,155	0,154	0,154	0,156	0,157	0,157	0,157
85	0,153	0,152	0,154	0,155	0,154	0,154	0,155	0,156	0,156	0,156	0,156
90	0,151	0,152	0,153	0,156	0,155	0,154	0,156	0,156	0,155	0,155	0,156
95	0,152	0,152	0,153	0,153	0,153	0,154	0,156	0,155	0,155	0,155	0,156
100	0,152	0,152	0,154	0,153	0,153	0,155	0,156	0,155	0,155	0,155	0,157
105	0,152	0,150	0,153	0,152	0,153	0,154	0,155	0,154	0,155	0,155	0,156
110	0,152	0,150	0,152	0,151	0,152	0,153	0,154	0,154	0,155	0,155	0,154
115	0,151	0,151	0,151	0,153	0,153	0,154	0,155	0,155	0,155	0,155	0,154
120	0,151	0,151	0,153	0,153	0,153	0,156	0,156	0,155	0,155	0,155	0,156
125	0,152	0,152	0,154	0,154	0,156	0,156	0,156	0,157	0,156	0,156	0,155
130	0,151	0,151	0,153	0,153	0,155	0,155	0,153	0,154	0,152	0,152	0,154
135	0,150	0,151	0,153	0,152	0,155	0,155	0,154	0,153	0,152	0,152	0,154
140	0,150	0,151	0,152	0,153	0,155	0,154	0,153	0,152	0,151	0,151	0,153
145	0,150	0,150	0,151	0,153	0,155	0,155	0,152	0,152	0,153	0,153	0,153
150	0,151	0,150	0,151	0,153	0,153	0,152	0,152	0,151	0,151	0,151	0,152

Con datos de frecuencia 1 minuto se observa que el riesgo de las diferentes estrategias activas, medido a través de la desviación típica de los rendimientos, es inferior al riesgo de la estrategia pasiva, 0,20168.

Tabla 11: Desviación Típica de la Media Exponencial Entre los Años 2000 Y 2008, Ambos Inclusive, en Tanto por Ciento, de la Estrategia de Cruce Simple con Datos Cada 15 Minutos, Considerando una Comisión de 3 Euros

ML/MC	1	2	3	4
5	0,156	0,1528	0,1531	0,1567
6	0,1561	0,1506	0,1534	0,1555
7	0,1519	0,1513	0,152	0,1544
8	0,1489	0,1547	0,1524	0,1542
9	0,1492	0,1491	0,1509	0,1484
10	0,1481	0,1469	0,1477	0,147

Con datos de frecuencia 15 minutos se observa que el riesgo de las diferentes estrategias activas, medido a través de la desviación típica de los rendimientos, es inferior al riesgo de la estrategia pasiva, 0,20168.

## CONCLUSIONES

A lo largo de este estudio se han obtenido una serie de resultados, de los cuales se pueden obtener las siguientes conclusiones: Primero, la utilización de indicadores propuestos por el Análisis Técnico, como es la media móvil exponencial, diseñando operaciones de compra y de venta de un instrumento financiero exclusivamente en función de las señales que este indicador propicie y transmitiendo automáticamente la correspondiente orden al mercado, ha evidenciado que el mercado no siempre es eficiente, aunque es conveniente matizar esta afirmación. A lo largo del análisis realizado se han identificado una serie de supuestos en los que en función de la comisión que se aplique a cada operación de compra/venta, una estrategia basada en el cruce de medias móviles alcanza de forma global durante los nueve años analizados (2.263 días), rendimientos medios superiores a los obtenidos con la estrategia pasiva, siendo la diferencia estadísticamente significativa. Esto sucede en el supuesto de que la comisión aplicada a las operaciones de compra/venta de contratos de futuros sea de 3 euros. Por el contrario, si se consideran unas comisiones de 12 euros por operación, aunque existe alguna combinación de medias móviles que obtienen un rendimiento superior al obtenido por el mercado, de forma general, no podemos rechazar la hipótesis débil de eficiencia del mercado.

Por ello, tanto la comisión que pueda soportar un inversor, como la liquidez que afecta al diferencial entre las mejores posiciones compradoras y vendedoras en el mercado de Futuros, condicionan los resultados de la estrategia activa. En la medida en que se reduzca el efecto de estas dos variables (comisiones y efecto slippage) se podría concluir que al final de los nueve años considerados, la aplicación de alguna de las estrategias analizadas hubiera servido para obtener rendimientos significativamente superiores a los del mercado, lo que implicaría el incumplimiento de la hipótesis débil del mercado eficiente.

No obstante, otro aspecto fundamental a la hora de establecer si el mercado es eficiente o no, es el horizonte temporal objeto de estudio. En nuestro trabajo se han analizado de forma conjunta nueve años (desde el año 2000 al año 2008, ambos inclusive) llegando a la conclusión de que en determinadas condiciones no se puede aceptar la hipótesis de eficiencia del mercado. En cambio, si los resultados se analizan considerando un horizonte temporal menor (cada año) se puede comprobar que existen años en los que la mayoría de las estrategias activas obtienen unos resultados negativos (independientemente de las comisiones aplicadas) y menores que los alcanzados por el mercado, lo que significa en estos casos que no se puede rechazar la hipótesis débil del mercado eficiente.

Además, en la práctica existe la restricción relacionada con la limitación de los recursos. Así, aunque los resultados globales de esta estrategia activa puedan ser positivos, una mala racha de resultados diarios consecutivos, puede suponer una salida del mercado por falta de recursos monetarios. En definitiva, la implementación de estrategias de gestión activas, basadas en el uso de medias móviles exponenciales calculadas con datos intradiarios, no permite en todas las circunstancias la consecución de rendimientos superiores a los que se podrían alcanzar mediante la estrategia pasiva. La existencia de costes de

transacción, el nivel de liquidez del mercado financiero en el que se pretende operar y la limitación de los recursos disponibles por los inversores, son circunstancias que dificultan el objetivo de superar al mercado. Por tanto, consideramos que no se puede rechazar la hipótesis débil del mercado eficiente para el caso analizado. Segundo, la utilización de datos de diferente frecuencia supone tener distinto grado de información en el cálculo de las medias móviles. De los resultados del estudio se concluye que cuando la diferencia en la frecuencia para el cálculo de las medias móviles es de 1 minuto frente a 15 minutos, la diferencia entre los rendimientos es estadísticamente significativa, siendo superiores cuanto menor es la frecuencia para el cálculo de las medias. Es decir, cuanto mayor es la información menores son los rendimientos alcanzados. En este caso sí rechazamos la hipótesis nula de igualdad de rendimientos.

Esto podría justificarse en base al mayor número de operaciones que se llevan a cabo cuando se utilizan datos de mayor frecuencia, con el consiguiente incremento de los costes de transacción. Esta cuestión podría ser objeto de estudio en posteriores trabajos. Tercero, los rendimientos obtenidos por la utilización de las estrategias activas basadas en medias móviles, se consiguen asumiendo un menor grado de riesgo que con la estrategia pasiva en todas las combinaciones de medias analizadas.

Por último, señalar que la aplicación de osciladores e indicadores técnicos en la definición de estrategias de compra/venta de activos, basadas exclusivamente en la información que estos osciladores proporcionan, contribuye a eliminar la subjetividad inherente a la psicología humana, y evita el sesgo que pueda existir entre la realidad y la percepción que de la misma tenga el trader.

## REFERENCIAS

- Bos, J. W. D. (1994), "Stock market efficiency: The evidence from FTA Indices of eleven major stock markets", *The Economist*, vol. 142, no 4, pp. 455-473.
- Calvet. L. y Fisher, A., (2002), "Multifractality in asset returns: theory and evidence," *The Review of Economics and Statistics*, MIT Press, vol. 84, pp. 381-406.
- Fama, E. F. (1970), "Efficient capital markets: A review of theory and empirical work", *Journal of Finance*, vol. 25, no 3, pp. 383-417.
- Fama, E. F. (1991), "Efficient capital markets: II", *Journal of Finance*, vol. 46, no 5, pp. 1575-1617.
- Lo, A. (2004): "The Adaptive Markets Hypothesis: market efficiency from an evolutionary perspective", *Journal of Portfolio Management*, 30, pp. 15-29.
- Lo, A. y MacKinlay, A.C. (1999): *A non random walk down Wall Street*. Princeton, University Press.
- Lorente, M. (2006), "Formación de precios intradía: evidencias de los principales mercados de valores". *Análisis Financiero Internacional*, no. 123, pp. 25-37.
- Malkiel, B.G. (2003), "The efficient market hypothesis and its critics", *Journal of Economic Perspectives*, 17, pp. 59-82.
- Mantegna, R.N. y Stanley, H.E. (1995), "Scaling behavior in the dynamics of an economic index", *Nature*, no. 376, pp.46-49.
- Müller, U. A.; Dacorogna, M. M.; Olsen, R. B.; Pictet, D. V.; Schwart, M. y Morgeneegg C. (1990), "Statistical study of foreign exchange rates, empirical evidence of a price changing scaling law, an intraday analysis", *Journal of Banking and Finance*, no. 14, pp. 1189-1208.

Pesaran, M.H. y Timmermann, A. (2005), “Real Time Econometrics”, *Econometric Theory*, 21, pp. 212-231.

Shiller, R. J. (2003), “From efficient market theory to behavioral finance”, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 17, no. 1, pp. 83-104.

Shleifer, A. (2000), *Inefficient markets: an introduction to behavioral finance*. Oxford University Press.

Timmermann, A. y Granger, C.W. (2004), “Efficient market hypothesis and forecasting”, *International Journal of Forecasting*, 20, pp.15-27.

## **BIOGRAFIA**

Vicente Ruiz Herrán (vicente.ruiz@ehu.es) , Miguel Ángel Pérez Martínez (miguelangel.perezm@ehu.es) y Aitziber Olasolo Sogorb (aitziber.olasolo@ehu.es) son profesores en la Universidad País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.