

José García
Montalvo

*Departamento de Análisis
Económico IVIE
y Universitat Pompeu Fabra*

VOLUMEN Y VOLATILIDAD EN MERCADOS FINANCIEROS: EL CASO DEL MERCADO DE FUTUROS ESPAÑOL (*)

Resumen.—Abstract.—1. Introducción.—2. La evolución temporal del volumen negociado: 2.1. Modelos teóricos. 2.2. Efectos intradía y día de la semana en el mercado de futuros español.—3. La relación entre volumen y precio en mercado especulativos: 3.1. Repaso de la literatura. 3.2. La relación volumen-cambio de precios en el mercado de futuros español.—4. Conclusiones.—Referencias bibliográficas.

RESUMEN

EN este trabajo se repasan algunos de los principales resultados sobre la relación entre volumen negociado y cambios de precios en mercados financieros, así como algunas propuestas de estimación empírica. Asimismo, se han comparado dichas características con los resultados obtenidos del análisis del mercado de futuros español con referencia al bono nocional a diez años.

(*) El autor agradece el apoyo financiero del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE) y las facilidades que MEFFSA prestó para la obtención de los datos, así como los comentarios de los evaluadores anónimos.

El volumen negociado en el mercado de futuros español sigue las pautas ya encontradas en otros mercados financieros: un efecto U intradía y un efecto U invertido entre días con un máximo en el jueves. También se constata que la correlación entre el cambio de precios y el volumen no es significativamente distinta de 0 mientras que la correlación entre el cambio de precios en valor absoluto y el volumen es positiva y significativa, hechos ya contrastados en otros mercados de futuros de otros países. Sin embargo, a diferencia de otros estudios, no parece encontrarse un efecto asimétrico en el efecto de los cambios de precios sobre el volumen. Asimismo, los datos rechazan que sean los cambios absolutos de precios los que generen volumen sino que la causalidad existe en ambas direcciones.

ABSTRACT

This article summarizes a few stylized facts on the microstructure of financial markets and, in particular, futures markets. With the reference of those stylized facts we have analyzed the data generated by the Spanish futures on the 10-years government bonds.

This papers shows that the traded volume intraday and interdays in the Spanish futures market follows the pattern observed in other financial markets: there is a U effect intraday and an inverse U effect interdays, with a maximum on Thursdays. We have also shown that the correlation between price changes and volume is not significantly different from 0 while the correlation between absolute value of price changes and volume is positive. Finally, this paper points out that in the Spanish futures markets there is no evidence of asymmetric responses of volume to positive versus negative price changes.

1. INTRODUCCION

Recientemente muchos investigadores en el campo de la economía financiera han empezado a asignar un papel importante al volumen observado en los mercados financieros, aunque, en general, se siguen considerando los rendimientos y su volatilidad como variables claves tanto en modelos empíricos como teóricos.

La literatura sobre el volumen y rendimiento en mercados financieros se puede clasificar en dos grupos. Por una parte, existen modelos que intentan explicar las diferencias observadas en el volumen negociado en distintas horas del día y días de la semana, así como el efecto de períodos de no negociación (fines de semana, días de fiesta y el período entre el cierre diario y el inicio de la negociación del día siguiente). Dentro de esta categoría existen modelos teóricos [por ejemplo, Foster y Viswanathan (1990) y Admati y Pfleiderer (1988)] y contrastaciones econométricas [por ejemplo, Jain y Joh (1988) y Foster y Wiswanathan (1993)]. Una segunda línea de investigación se ha centrado en la relación entre el volumen negociado y la volatilidad de los rendimientos, o los cambios en los precios. El objetivo de tales estudios consiste en analizar la correlación contemporánea entre volumen y cambios de precios así como las posibles interacciones dinámicas de dichas variables (1).

El objetivo de este trabajo es analizar la relación entre volumen y precios en el mercado de futuros español desde la doble perspectiva considerada con anterioridad: estudiar las diferencias de volumen negociado y cambios de precios asociadas a distintas horas y días de la semana y, por otra parte, la relación entre volumen y precio.

El artículo se divide en cuatro partes. En la segunda sección se presentan algunas teorías sobre la microestructura de los mercados financieros que pueden explicar por qué existen diferencias significativas en el volumen negociado en distintas horas del día o días de la semana. Asimismo, la segunda parte contiene los resultados obtenidos con el uso de los datos del mercado de futuros español. En la sección tercera se presentan las teorías más relevantes sobre la relación entre volumen y cambio en los precios en los mercados financieros, así como los resultados empíricos de la aplicación de los modelos a los datos españoles. La última parte contiene las conclusiones y sugerencias para otros trabajos en esta línea.

(1) Karpoff [1987] presenta un resumen de muchos estudios empíricos sobre la relación entre volumen y precios en diferentes mercados financieros. La relación entre volumen y precios de activos financieros ha sido tratada más recientemente por Gallant, Rossi y Tauchen [1992].

2. LA EVOLUCION TEMPORAL DEL VOLUMEN NEGOCIADO

2.1. MODELOS TEÓRICOS

Es un hecho conocido que el volumen negociado en mercados financieros es más alto en las primeras horas de negociación, así como en los días centrales de la semana. Sin embargo, hasta recientemente no han existido modelos teóricos que explicarán la existencia de concentración en la negociación en los mercados financieros.

Admati y Pfleiderer [1988] han propuesto un modelo basado en Kyle [1985] para explicar esta situación. La intuición básica descansa en la diferencia entre negociadores informados y «liquidity traders». Mientras en el modelo original de Kyle [1985] los «liquidity traders» no tenían discreción sobre el momento en el cual realizar la negociación, Admati y Pfleiderer [1988] suponen que sólo están sujetos a comprar o vender un determinado número de acciones en un período de tiempo concreto. Este supuesto admite que los «liquidity traders» pueden realizar transacciones estratégicas. Las acciones de estos agentes determinan esencialmente los resultados del modelo. Es evidente que los «liquidity traders» preferirán negociar cuando el mercado tenga un alto volumen de negociación, dado que, en tal caso, su efecto sobre los precios será menor que cuando el mercado registra pocas transacciones. El único problema lo representa la posibilidad que los negociadores informados, que también están interesados en negociar en el mismo momento, puedan reducir las ganancias de bienestar de los «liquidity traders» y los expulsen del mercado. Sin embargo, Admati y Pfleiderer [1988] muestran que si existe al menos un negociador informado, la introducción de nuevos agentes informados en el mercado intensifica la concentración de la negociación de los «liquidity traders» (2).

Foster y Viswanathan [1990] usan un modelo similar al anteriormente mencionado de Admati y Pfleiderer [1988] en la consideración de agentes informados y «liquidity traders» para analizar las diferencias entre días de la semana en cuanto al volumen de negociación. El supuesto fun-

(2) El modelo es más complejo y considera también situaciones en las cuales los agentes informados tienen la misma información o distinta. A pesar de ello se puede comprobar cómo seguirá existiendo el fenómeno de la concentración del volumen en determinados períodos.

damental en su modelo es que la información que reciben los negociadores informados pierde valor con el paso del tiempo porque cada día se produce la revelación de una proporción de la información privada. En esta situación los «liquidity traders» tienen interés en retrasar la toma de posiciones en el mercado dado que de esta manera aprenden del volumen que se ha producido, así como de las señales que se van haciendo públicas. Como los negociadores informados saben que ésta es la mejor estrategia para los «liquidity traders», utilizan una negociación más agresiva y, de esta manera, más información se revela con la negociación. Por tanto, si el simple paso del tiempo produce la acumulación de información privada en manos de los negociadores informados, los períodos donde no existe negociación y, por tanto, los «liquidity traders» no pueden «aprender» a través de la observación de la negociación en el mercado, irán seguidos de períodos de poca negociación en donde los «liquidity traders» esperan que parte de la información acumulada se revele. Esta teoría justificaría el llamado «efecto del fin de semana», según el cual la negociación los lunes es menor que el resto de los días de la semana.

En cuanto a la contrastación empírica de estas teorías existen algunos resultados que, por lo general, no son capaces de distinguir con claridad entre las dos versiones del modelo aunque sí justifican las principales predicciones de ambos. Como se acaba de comentar, el modelo de Foster y Viswanathan [1990] predice que la evolución del volumen negociado será más dispar en función de días y horas si la información pública revela rápidamente la información privada y más uniformemente distribuida si la información pública es un mal sustituto de la privada. Foster y Viswanathan [1993] utilizan el volumen negociado como «proxi» de la calidad de la información pública dividiendo todas las acciones del NYSE en tres deciles y tomando las 20 primeras empresas de cada uno de los mismos. Con esta clasificación se contrasta si el fin de semana, o el período desde el cierre de un día a la apertura del siguiente, el problema de selección adversa se hace más importante. Si el lunes se revela información pública los «discretionary liquidity traders» pueden decidir posponer sus operaciones si se trata de información sobre compañías con alto nivel de negociación.

FOSTER y VISWANATHAN [1993] utilizan una especificación del tipo

$$v_t = v + \sum_{i=2}^5 \beta_i D_i + \epsilon_t \quad [1]$$

donde v_t es el volumen en t y v es la constante de la regresión, para analizar los efectos entre días (para los efectos intradía usan «dummies» co-

rrespondientes a las distintas horas de día). El procedimiento de estimación utilizado es el método generalizado de los momentos, dado que el volumen negociado puede estar correlacionado entre las empresas que forman la muestra: el que una acción se negocie mucho puede inducir que otras también tengan un alto nivel de negociación. Las condiciones de ortogonalidad que se explotan son:

$$\begin{aligned} E[\epsilon_i] &= 0 \\ E[\epsilon_i D_{it}] &= 0 \end{aligned} \quad [2]$$

El resultado de la estimación y el posterior contraste de hipótesis es consistente con la teoría: no se puede rechazar la hipótesis de que no existen variaciones significativas entre días para las empresas con menor volumen negociado mientras para el decil con mayor negociación se puede rechazar dicha hipótesis (3).

Jain y Joh [1988] analizan el comportamiento del volumen negociado por hora en el *New York Stock Exchange (NYSE)* y el índice del *Standard & Poor's (S&P)* en las distintas horas del día y los días de la semana. Los resultados muestran que el volumen negociado aumenta monótonicamente desde el lunes hasta el miércoles para descender en jueves y viernes (efecto en U del volumen diario). Esto sucede para todas las horas del día. Con respecto al comportamiento del volumen intradía JAIN y JOH [1988] comprueban que la primera hora del día es la que presenta un volumen superior para caer hasta la cuarta hora y a partir de aquí aumentar hasta la última hora de negociación del día. Denominaremos a este efecto la curva en U del volumen por horas (4). Foster y Viswanathan [1993] también muestran dicho efecto para las horas del día. Lo mismo es cierto para empresas cuyas acciones tienen un nivel de negociación medio o bajo cuando se realiza un análisis entre días. Sin embargo, en el caso del volumen entre días de la semana en las empresas que presentan mayores niveles de negociación el volumen de los lunes es significativamente menor que el de martes o miércoles.

(3) También se construyen condiciones de ortogonalidad para las distintas horas del día y para la rentabilidad.

(4) Fabozzi, Ma y Briley [1994] analizan el efecto de los días de fiesta sobre rendimientos y volumen de acciones y futuros, respectivamente.

2.2. EFECTOS INTRADÍA Y DÍA DE LA SEMANA EN EL MERCADO DE FUTUROS ESPAÑOL

El contrato elegido para realizar el análisis econométrico es el de futuro sobre bono nocional a diez años, dado que es el que de más éxito de los que se negocian en el mercado. La presentación oficial de este contrato se realizó en marzo de 1992 aunque no fue hasta el día 10 de abril del mismo año cuando comenzó su negociación. El activo subyacente es un bono nocional de deuda pública anotada a diez años y cupón del 9 por 100 con un nominal de 10 millones de pesetas. Anualmente existen cuatro vencimientos: marzo, junio, septiembre y diciembre. La fecha de vencimiento es el tercer miércoles del mes de vencimiento aunque el último día de negociación se produce dos días hábiles antes de dicha fecha.

El mercado de futuros comienza la negociación a las 9:00 de la mañana y cierra a las 17:15. La única excepción es el viernes, ya que, hasta recientemente, el cierre de la negociación se producía a las 15:00. Los datos en este estudio comprenden un período temporal que cubre desde el comienzo de la negociación del contrato con vencimiento en septiembre de 1992 hasta septiembre de 1994. No se considera la negociación relativa al contrato con vencimiento en junio de 1992, primera fecha de vencimiento de dichos contratos, dado que fue un período de pruebas con poca negociación relativa a los volúmenes que se alcanzarían con posterioridad. La frecuencia de los datos es horaria (3871 observaciones) siendo los mismos agregados a partir de datos de transacciones. Los fines de semana tienen la misma consideración que las noches en los días entre semana. En cuanto al período de tiempo entre las 5:00 y las 5:15 se ha considerado como una hora más y el volumen producido en dicho período se ha multiplicado por cuatro para hacerlo compatible con el resto de horas del día que sí que cubren períodos de 60 minutos (5).

La última cuestión a tener en cuenta se refiere al precio de los contratos que se negocian simultáneamente. Por ejemplo, aunque el vencimiento más próximo fuera junio, en ese período podrían estar negociándose contratos con vencimiento septiembre o diciembre. Este efecto es insignificante, en términos de volumen negociado, en el caso del contrato sobre el bono nocional a diez años. La negociación más voluminosa se concentra en torno al contrato de próximo vencimiento. El «roll-over» sobre el contrato del siguiente vencimiento se produce el último viernes antes

(5) En los ejercicios de la siguiente sección, cuando se analiza la relación entre diferencia de precios y volumen, no se ha realizado tal ajuste para no desvirtuar el efecto de los precios.

de la tercera semana del mes. Por este motivo, dicha fecha se ha considerado como el comienzo de la negociación del siguiente vencimiento (6).

CUADRO 1
ESTADISTICOS DESCRIPTIVOS

	<i>Media</i>	<i>Des. est.</i>	m^3	m^4
VOL	2183,19	2833,90	2,6	9,6
VM	23,27	7,05	0,9	4,4
FREQ	87,65	100,42	2,1	5,1
P	9251,70	857,66	0,0	-1,3
DP	0,09	19,90	0,0	24,7
ADP	11,79	16,02	4,9	44,6
RANP	19,72	18,89	3,6	26,8
R	0,00	0,20	0,2	21,0
AR	0,12	0,16	4,6	36,2
SDP	5,39	4,87	3,3	20,1

DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES:

V, volumen; VM, volumen medio; FREQ, frecuencia; P, precio; DP, cambio en el precio; ADP, valor absoluto del cambio de P; RANP, rango de variación del cambio de P; R, rentabilidad; AR, valor absoluto de R; SDP, desviación estándar de P.

El cuadro 1 presenta los principales estadísticos descriptivos de las variables construidas a partir de la base de datos original donde m^3 y m^4 recogen los coeficientes de asimetría y apuntamiento, respectivamente. La unidad de tiempo es una hora. Las variables contempladas son:

- VOL: volumen total negociado.
- VM: volumen medio.
- FREQ: número de operaciones realizadas.
- P: precio del contrato.
- DP: cambio en el precio.
- ADP: valor absoluto del cambio en el precio.

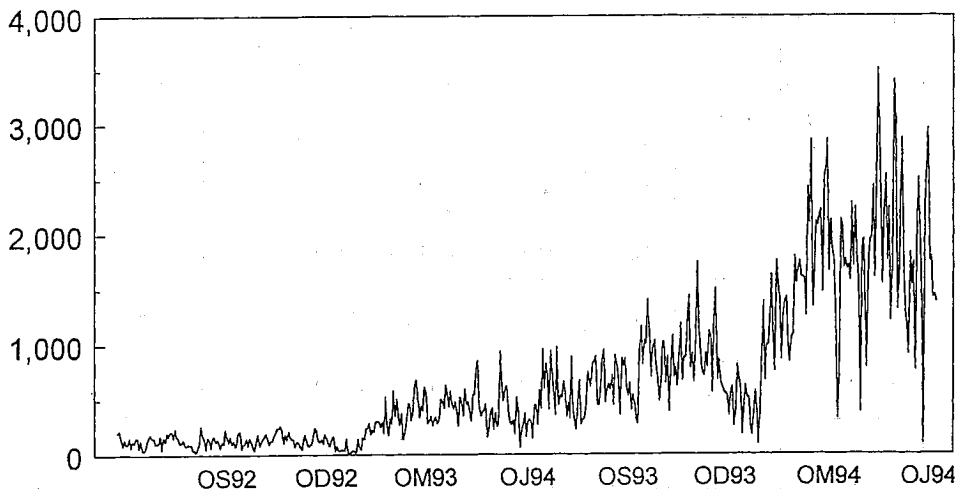
(6) De hecho con posterioridad a dicha fecha la negociación del contrato que va a vencer es prácticamente nula. Clark [1973] agrega los precios de contratos con vencimientos distintos en el precio de un contrato compuesto. Esta metodología alternativa no tiene efectos relevantes sobre los resultados que se exponen con posterioridad.

- RANP: rango de variación del precio.
- R: tasa de rentabilidad.
- AR: valor absoluto de la rentabilidad.
- SDP: desviación estándar del precio.

El gráfico 1 muestra la evolución del volumen negociado desde el inicio de la negociación en el mercado de futuros hasta junio de 1994. En el eje aparece la fecha de vencimiento de cada uno de los contratos. La tendencia creciente de dicha negociación es evidente. También se puede comprobar que existe un cambio de media aproximadamente cada medio año o cada dos contratos. El gráfico 2 muestra la desviación estándar del precio del contrato intradía. En dicho gráfico se observa que existen dos períodos de volatilidad muy alta coincidiendo con septiembre-octubre de 1992 y marzo de 1994.

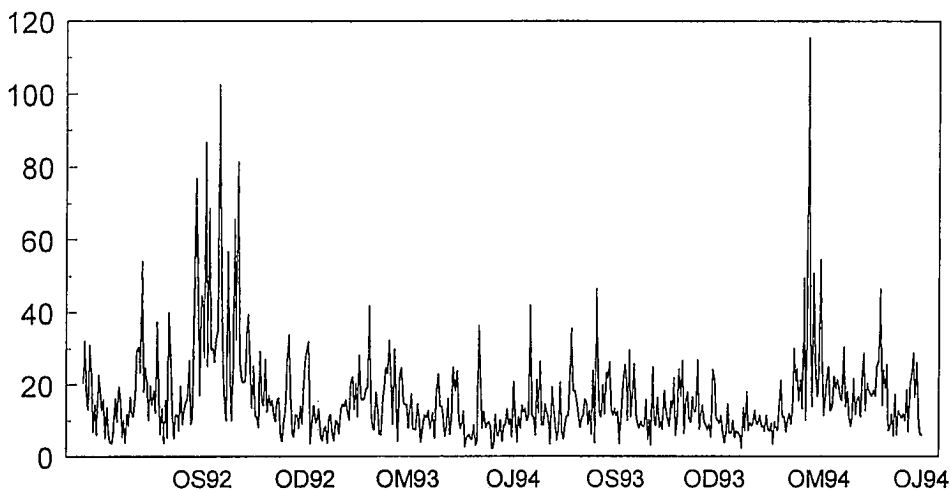
El cuadro 2 presenta las correlaciones de las principales variables cuyo análisis se realizará en la tercera sección. Por su parte, el cuadro 3 analiza la autocorrelación del volumen y el valor absoluto del cambio en los precios, que será un indicador utilizado con posterioridad (7).

GRÁFICO 1
VOLUMEN



(7) En ambos casos se han utilizado los residuos de una regresión con «dummies» para recoger los efectos del día de la semana y los de la hora del día. De esta forma se evita la posibilidad de reflejar los efectos dinámicos del «timing» de las noticias macroeconómicas.

GRÁFICO 2
DESVIACION ESTANDAR DEL PRECIO INTRADA



CUADRO 2
CORRELACIONES ENTRE VARIABLES

	<i>FREQ</i>	<i>V</i>	<i>VM</i>	<i>DP</i>	<i>ADP</i>	<i>RANP</i>	<i>R</i>	<i>AR</i>	<i>SDP</i>
<i>FREQ</i>	1,00								
<i>V</i>	0,97	1,00							
<i>VM</i>	0,20	0,30	1,00						
<i>DP</i>	-0,02	-0,02	-0,03	1,00					
<i>ADP</i>	0,04	0,06	0,12	-0,09	1,00				
<i>RANP</i>	0,43	0,45	0,21	0,00	0,26	1,00			
<i>R</i>	-0,03	-0,04	-0,03	0,33	-0,04	-0,01	1,00		
<i>AR</i>	0,21	0,23	0,14	-0,01	0,25	0,82	-0,01	1,00	
<i>SDP</i>	0,34	0,36	0,21	0,00	0,29	0,95	-0,01	0,88	1,00

Se puede comprobar que las dos series están correlacionadas en el tiempo y que dicho esquema de correlación es muy persistente.

Con respecto al análisis de los efectos día de la semana y hora del día el cuadro 4 presenta la media del volumen negociado por hora y día de la semana con su correspondiente desviación estándar. El gráfico 3 repre-

CUADRO 3
AUTOCORRELACION

	<i>V</i>	<i>ADP</i>
r1	0,48	0,13
r2	0,38	0,12
r3	0,35	0,08
r4	0,33	0,04
r5	0,30	0,07
r6	0,30	0,08
r7	0,28	0,09
r8	0,29	0,02
r9	0,29	0,05

CUADRO 4
VOLUMEN NEGOCIADO POR HORA Y DIA

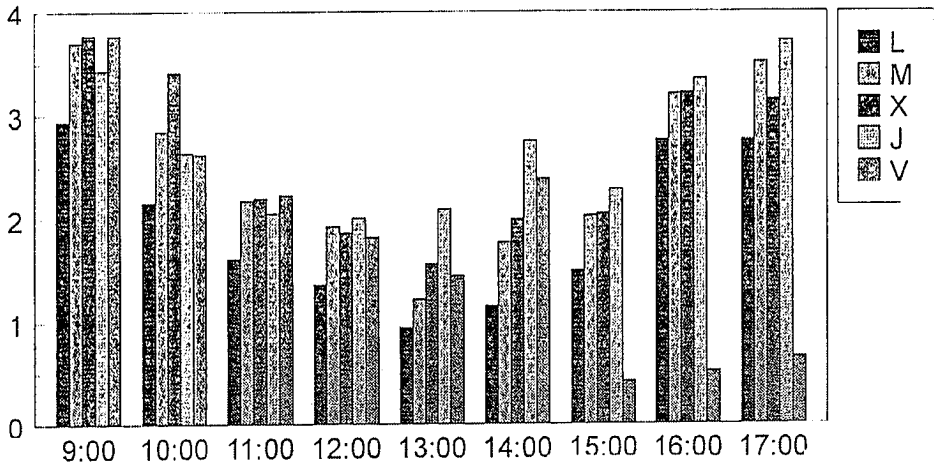
	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	Horas	FH
Lunes	2,935 (0,292)	2,156 (0,293)	1,612 (0,295)	1,365 (0,292)	0,947 (0,295)	1,158 (0,295)	1,501 (0,325)	2,761 (0,362)	2,755 (0,368)	1,840 (0,106)	5,85
Martes	3,705 (0,287)	2,848 (0,286)	2,177 (0,286)	1,925 (0,286)	1,224 (0,287)	1,772 (0,287)	2,026 (0,319)	3,203 (0,353)	3,512 (0,359)	2,420 (0,103)	8,01
Miércoles	3,776 (0,286)	3,421 (0,283)	2,205 (0,283)	1,866 (0,284)	1,564 (0,289)	1,997 (0,284)	2,050 (0,315)	3,217 (0,351)	3,147 (0,356)	2,540 (0,103)	7,44
Jueves	3,437 (0,286)	2,637 (0,283)	2,053 (0,283)	2,009 (0,287)	2,093 (0,287)	2,751 (0,287)	2,282 (0,319)	3,353 (0,359)	3,718 (0,359)	2,630 (0,103)	4,36
Viernes	3,773 (0,292)	2,624 (0,289)	2,228 (0,290)	1,823 (0,289)	1,449 (0,292)	2,385 (0,292)	0,422 (0,599)	0,518 (0,741)	0,659 (0,767)	2,220 (0,116)	7,24
Días	3,520 (0,130)	2,740 (0,129)	2,050 (0,129)	1,800 (0,129)	1,460 (0,130)	2,010 (0,130)	1,860 (0,155)	2,990 (0,174)	3,150 (0,176)		
FD	1,51	2,54	0,76	0,75	2,17	4,34	2,34	3,33	3,80		

a) Errores estándar entre paréntesis.

b) FH: $F(0.05; 8,3826) = 1,94$.

c) FD: $F(0.05; 4,3826) = 2,37$.

GRÁFICO 3
VOLUMEN POR HORA Y DÍA



senta el valor de las correspondientes variables «dummies». Como se puede comprobar el gráfico muestra la forma de *U* ya encontrada en otros estudios que han utilizado la misma periodicidad [Jain y Joh (1988), Foster y Viswanathan (1993)]: el volumen negociado es mayor en la primera hora de negociación y desciende para alcanzar un mínimo hacia las 13:00 para volver a aumentar hasta alcanzar cotas similares a las de la primera hora, aunque inferiores, en el último período de negociación. Con respecto al día de mayor negociación es el jueves a partir de las 12:00 y el miércoles con anterioridad. En los estudios ya citados el miércoles aparecía como el día de mayor negociación. Por tanto, podemos comprobar que el esquema de negociación entre horas y días de la semana es muy parecido en el caso del mercado de futuros español al de los patrones encontrados para otros mercados financieros.

La fila denominada Horas recoge la media y la desviación estándar del volumen correspondiente a cada una de las horas mientras la columna hace lo mismo para cada uno de los días. Los contrastes FD se refieren a la hipótesis nula de que la hora correspondiente tenga un volumen igual para todos los días de la semana. A su vez el test FH se refiere a la hipótesis de igualdad entre todas las horas del mismo día. Como se puede comprobar el test FH evidencia dentro de un mismo día no existe homogeneidad en cuanto al volumen negociado. El test FD señala que el volumen negociado entre las 9:00 y las 9:59 y entre las 11:00 y las 12:59

horas tiene un patrón entre días similar mientras que en el resto de horas del día el volumen negociado en cada hora es significativamente distinto cada día de la semana. El caso de las horas posteriores a las 15:00 los viernes es especial porque sólo en una parte de la muestra hay negociación en esos períodos. Excluyendo el viernes en las horas posteriores a las 15:00 sigue siendo cierto que el comportamiento del volumen para distintos días del período comprendido entre las 16:00 y las 17:15 es distinto.

En el cuadro 5 y el gráfico 4 aparece la evolución de las primeras diferencias del precio del contrato entre cada hora y día de la semana. En este caso no se puede hablar de patrones específicos de evolución, pues, como se observa en el gráfico 2, la evolución del cambio en los precios es bastante errática. Sólo vale la pena comentar que el lunes es un día donde existe una gran variación en la primera diferencia de los precios según las horas del día. Por otra parte, el período entre las 14:00 y las 15:59 y el

CUADRO 5

VARIACION DEL PRECIO SEGUN DIAS DE LA SEMANA Y HORAS DE DIA

	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	Horas	FH
Lunes	-0,711 (-0,353)	-2,655 (-1,311)	-1,730 (-0,850)	-2,255 (-1,119)	-1,265 (-0,621)	0,099 (0,049)	-4,065 (-1,809)	-2,987 (-1,195)	9,746 (3,836)	-0,93 (-1,31)	2,73
Martes	-0,014 (-0,007)	0,283 (0,144)	-0,310 (-0,157)	-1,694 (-0,858)	0,248 (0,125)	-3,669 (-1,849)	-2,094 (-0,950)	-0,443 (-0,181)	4,433 (1,787)	-0,53 (-0,76)	0,97
Miércoles	-3,782 (-1,916)	0,667 (0,341)	-1,530 (-0,783)	-0,569 (-0,290)	-0,971 (-0,487)	-3,870 (-1,970)	1,413 (0,649)	-1,672 (-0,690)	1,677 (0,681)	-1,09 (-1,58)	0,92
Jueves	1,353 (0,685)	2,743 (1,403)	1,703 (0,871)	-0,758 (-0,382)	2,816 (1,419)	3,349 (1,688)	3,419 (1,551)	1,440 (0,580)	-2,911 (-1,174)	1,61 (2,32)	0,86
Viernes	0,573 (0,284)	0,421 (0,211)	1,107 (0,552)	0,137 (0,069)	0,779 (0,387)	5,226 (2,594)	7,246 (1,751)	2,202 (0,430)	7,581 (1,430)	1,73 (2,2)	0,96
Días	-0,52 (-0,58)	0,33 (0,37)	-0,13 (-0,15)	-1,02 (-1,14)	0,33 (0,37)	0,18 (0,20)	0,21 (0,20)	-0,74 (-0,61)	3,38 (2,78)		
FD	0,99	0,93	0,59	0,22	0,66	4,2	2,5	0,51	3,5		

a) Estadísticos *t* entre paréntesis.

b) FH: $F(0.05; 8,3826) = 1,94$.

c) FD: $F(0.05; 4,3826) = 2,37$

GRÁFICO 4
CAMBIO EN EL PRECIO POR HORA Y DÍA

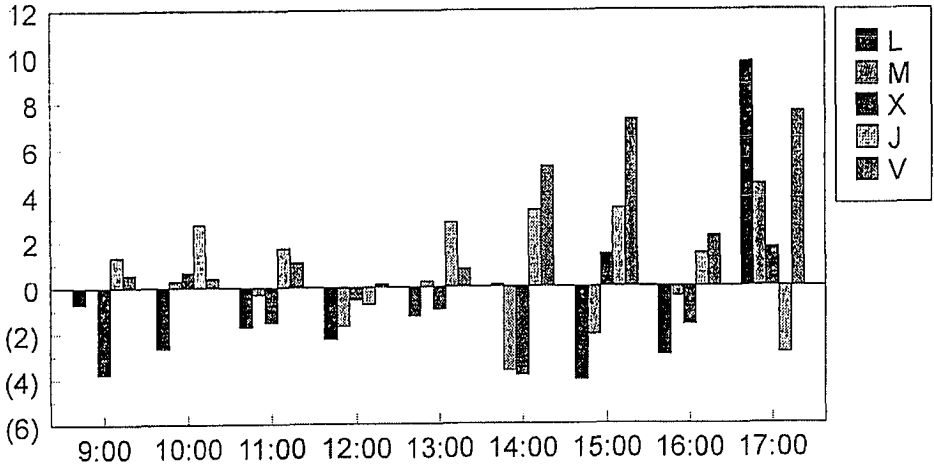
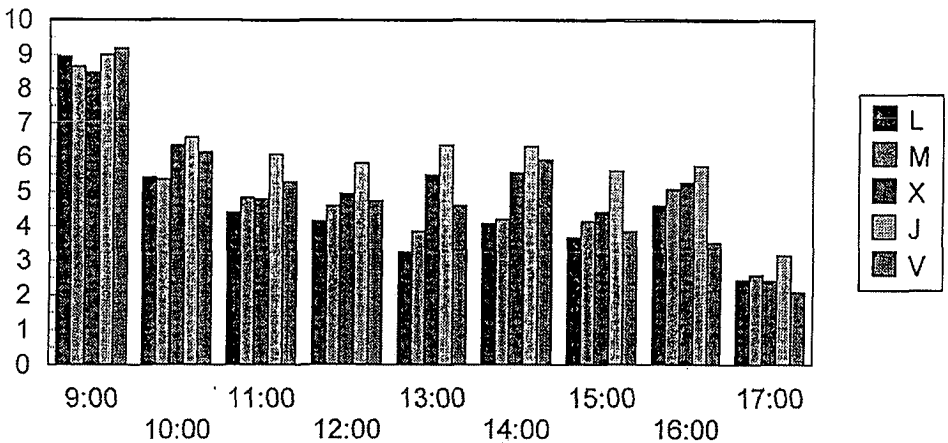


GRÁFICO 5
DESVIACION ESTANDAR POR DÍA Y HORA



período posterior a las 17:00 son significativamente distintos entre días de la semana. También es difícil encontrar horas o días donde dicha primera diferencia es significativamente distinta de 0.

El mismo análisis, basado en diferenciar el efecto de distintas horas y días, se ha realizado para el caso de la volatilidad. El gráfico 5 presenta

la evolución de la misma medida como desviación estándar del precio en cada hora. Al igual que sucede con el volumen la volatilidad intradía es significativamente distinta en función de la hora. Por lo que respecta a las horas las que son significativamente distintas entre días son las del período entre las 13:00 y las 14:59. Vale la pena recordar que estas horas coinciden con las que eran significativamente distintas en el caso del volumen negociado.

Comparando el gráfico 3 y el gráfico 5 se pueden observar algunos hechos interesantes. En primer lugar, la hora de máxima volatilidad coincide con la hora de mayor volumen negociado: entre las 9:00 y las 9:59. La primera hora de negociación tiene mayor volatilidad que cualquier otra de cualquier día. También es cierto que la volatilidad es mayor para todas las horas, excepto de 9:00 a 9:59, en el jueves, el mismo día que presenta los más elevados volúmenes negociados. Sin embargo, con excepción del lunes y el martes, el efecto tipo *U* que se encuentra en el volumen no aparece al analizar la volatilidad. Más aún: eliminando la primera y la última hora la volatilidad intradía no es significativamente distinta de unas horas a otras, aunque sí que es significativamente distinta para las mismas horas de distintos días. Foster y Viswanathan [1993] también obtienen que el estimador de la «dummy» que representa la primera hora del día tiene una volatilidad bastante superior a la del resto de las horas del día. Sin embargo, y a pesar de que el mayor volumen se situaba en los jueves para todos los deciles, la mayor volatilidad corresponde a los viernes, también para todos los deciles de acciones analizadas.

3. LA RELACION ENTRE VOLUMEN Y PRECIO EN MERCADO ESPECULATIVOS

3.1. REPASO DE LA LITERATURA

El estudio de la relación entre volumen y precio en mercados financieros es fundamental por varios motivos. En primer lugar, la reacción del volumen a cambios en precios proporciona información sobre la microestructura del mercado en cuestión y, en particular, sobre la tasa de revelación de información a través de los precios y, por tanto, la velocidad a la cual la información se transmite al mercado.

En segundo lugar, la consideración del proceso generador de la distribución conjunta de volumen y precios puede aumentar el poder explica-

tivo en de las inferencias econométricas. Durante mucho tiempo se ha considerado que los cambios en los precios condensaban toda la nueva información que se transmitía al mercado sin conceder al volumen negociado un significado especial. Sin embargo, estudios recientes se interesan cada vez más por la interrelación entre volumen y precios, o volatilidad de los mismos, en mercados financieros. Campbell, Grossman y Wang [1993] muestran cómo el primer coeficiente de autocorrelación diaria de los rendimientos de las acciones por ellos analizadas es menor en días de volumen negociado alto que en días de volumen bajo. Brock y LeBaron [1995] desarrollan un modelo que permite analizar los principales hechos estilizados de la relación entre volumen y volatilidad de los rendimientos. Gallant, Rossi y Tauchen [1992] concluyen que la correlación entre la volatilidad condicional y volumen es positiva y que a grandes cambios de precios le siguen situaciones de alto volumen negociado. Lamoureux y Lastrapes [1990] muestran que cuando se incluye el volumen en la ecuación de la varianza condicional de los rendimientos diarios de 20 acciones activamente negociadas el efecto ARCH tiende a desaparecer. Por tanto, el volumen, como variable «proxi» de la llegada de información, tiene un gran poder explicativo sobre la varianza condicional de los rendimientos.

Una de las líneas de investigación más interesantes en la explicación de la relación entre volumen y rendimiento en mercados financieros es la basada en la hipótesis de combinación de distribuciones (8). En general, dicha teoría supone que se producen una serie de equilibrios a lo largo del día y que los valores diarios observados para el volumen o el precio son simplemente el resultado de una «mezcla» de los sucesivos equilibrios diarios. La diferencia fundamental entre las distintas versiones del modelo reside en los supuestos relativos a la distribución de probabilidad de la variable aleatoria que mezcla los distintos equilibrios intradía (9). En el origen de estos modelos se encuentra la necesidad de buscar una explicación al exceso de kurtosis, con respecto a la distribución normal, que se observa en las tasas de rendimiento de los activos financieros.

Una formulación sencilla de la teoría de la combinación de distribuciones podría derivarse a partir de suponer la existencia de J agentes e I

(8) Epps y Epps [1976], Tauchen y Pitts [1983] o Richardson y Smith [1994].

(9) Richardson y Smith [1994] utilizan un procedimiento un tanto distinto basado en el método de los momentos generalizado.

equilibrios intradía (10). La posición deseada por el agente j en el equilibrio i puede definirse como

$$Q_{ij} = \alpha [P_{ij}^* - P_i] \quad [3]$$

donde P_i es el precio actual y P_{ij}^* es el precio de reserva del agente j en el momento i . Las diferencias en los precios de reserva aparecen por diferencias de expectativas o por diferencias en las necesidades de transmitir riesgo a través de los mercados financieros que tengan distintos agentes.

Por tanto, el equilibrio en el momento i se define como

$$\sum_{j=1}^J Q_{ij} = 0 \quad [4]$$

La definición de equilibrio permite escribir el precio en cualquier equilibrio como una media de los precios de reserva de los distintos agentes participantes en el mercado

$$P_i = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J P_{ij}^* \quad [5]$$

Según esta definición cuando una nueva información llega al mercado el cambio de precios resultante será la media de los cambios en los precios de reserva de los agentes del mercado

$$\Delta P_i = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \Delta P_{ij}^* \quad [6]$$

Utilizando el mismo razonamiento se puede calcular el volumen correspondiente que, teniendo en cuenta que para cada operación es necesaria la existencia de un vendedor y un comprador, se puede escribir como

$$V_i = 1/2 \sum_{j=1}^J |Q_{ij} - Q_{i-1,j}| = \frac{\alpha}{2} \sum_{j=1}^J |\Delta P_{ij}^* - \Delta P_i| \quad [7]$$

(10) Tauchen y Pitts [1983].

Para obtener la distribución conjunta del volumen y los cambios en los precios es necesario hacer supuestos sobre la evolución de los precios de reserva. Supongamos que los cambios en los precios de reserva tienen dos componentes (11): uno que es común a todos los agentes y otro que es idiosincrásico ambos con valor esperado igual a 0.

$$\begin{aligned}\Delta P_{ij}^* &= u_i + v_{ij} \\ Eu_i &= 0 \\ Ev_{ij} &= 0 \\ V(u_i) &= \sigma_u^2 \\ V(v_{ij}) &= \sigma_v^2\end{aligned}\quad [8]$$

La especificación del modelo se completa con la función de densidad de los componentes de la varianza. El supuesto más generalizado es utilizar la distribución normal

$$u_i \sim N(0, \sigma_u^2) \quad v_{ij} \sim N(0, \sigma_v^2) \quad [9]$$

Con las condiciones anteriores, y suponiendo que el número de agentes en el mercado es fijo para cada día, se puede comprobar [Tauchen y Pitts (1983)] que:

$$\Delta P = \sum_{i=1}^I \Delta P_i \quad \Delta P_i \sim N(0, \sigma^2) \quad [10]$$

$$V = \sum_{i=1}^I V_i \quad V_i \sim N(\mu_2, \sigma_2^2)$$

La distribución condicionada a la variable de «mixing» se puede escribir como

$$\begin{aligned}\Delta P | I &\sim N(0, \sigma^2 I) \\ V | I &\sim N(\mu_2 I, \sigma_2^2 I)\end{aligned}\quad [11]$$

(11) Los modelos de datos de panel también adoptan, en su versión de efectos aleatorios, esta modalidad de especificación estadística conocida por el nombre genérico de «variance components model».

Por tanto, la distribución bivalente del cambio en los precios y el volumen es igual a

$$\begin{aligned} \Delta P &= \sigma_1 \sqrt{I} Z_1 & Z_1 &\sim N(0,1) \\ V &= \mu_2 I + \sigma_2 \sqrt{I} Z_2 & Z_2 &\sim N(0,1) \end{aligned} \quad [12]$$

En conclusión se puede comprobar con este sistema que la covarianza entre el cuadrado del cambio en los precios y el volumen es positiva.

Más recientemente Andersen [1996] ha propuesto una modificación del modelo anterior donde la rentabilidad condicionada a la información tiene la misma distribución normal que la anterior, pero el volumen está compuesto de dos elementos: el volumen diario relacionado con agentes informados y el volumen de los «noisy traders». Se supone que los «noisy traders» tienen una tasa constante de llegada de información cada día, m_0 , y el volumen que negocian se comporta como un proceso de Poisson invariante en el tiempo. Bajo estas condiciones la distribución del volumen condicionado a la información tiene una distribución Poisson

$$V_i | I_i \sim P_o(m_0 + KI_i \mu)$$

donde K es el número máximo de «insiders» que podrían obtener una señal privada asociada con un determinado acontecimiento y μ el número esperado de operaciones que un «insider» realizará en un día. Este modelo modificado genera una serie de condiciones de ortogonalidad que sirven para estimar los parámetros de interés. Además, permite realizar un test simultáneo de las restricciones entre condiciones de ortogonalidad del sistema que incluye rentabilidad y volumen (12).

Karpoff [1987] presenta un resumen de la literatura sobre la relación entre precios y volumen en mercados financieros. Karpoff [1987] considera que hay dos hechos estilizados que sintetizan las investigaciones anteriormente mencionadas. En primer lugar, que la correlación entre volumen y cambio de precio es positiva en mercados bursátiles. En segundo lugar, que la correlación entre volumen y el valor absoluto del cambio en los precios es positiva tanto en mercados bursátiles como en mercados de futuros. Karpoff [1988] argumenta que la ausencia de correlación entre

(12) Foster y Viswanathan [1995] utilizan una especificación con variables latentes y obtienen momentos, basados en su mayor parte en estudios citados en este trabajo, para estimar un modelo simultáneo de volumen y cambios en los precios utilizando el método de los momentos simulados.

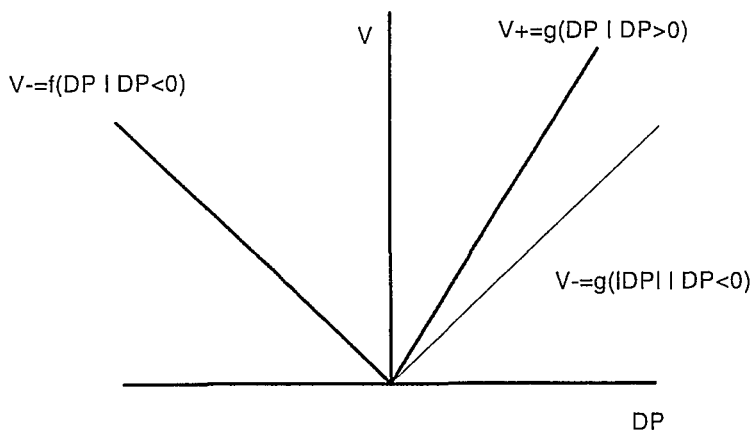
rendimientos y volumen en los mercados de futuros se debe a que los costes de negociación en dichos mercados no son sistemáticamente distintos cuando se mantienen posiciones «short» o posiciones «long».

Otro efecto relacionado con lo anteriormente comentado se refiere a las posibles asimetrías en la respuesta del volumen a variaciones positivas o negativas de los precios. En los mercados de acciones se observa empíricamente que, para el mismo valor absoluto de incremento de los precios, los cambios positivos generan más volumen que los cambios negativos. Como se observa en el gráfico, a continuación, las variaciones del volumen condicionadas a cambios de precios positivos son, para los mismos valores de Dp , mayores que las variaciones del volumen asociadas al valor absoluto de Dp condicionado a que el cambio en los precios es negativo.

Dicha asimetría no se ve validada por los datos cuando se trata de mercados de futuros. La razón argumentada por algunos autores, en especial Karpoff [1988], es el mayor coste de las ventas a descubierto («short sales»). Un inversor que quiera vender acciones al descubierto tiene que obtener dichos títulos de un banco o sociedad de valores que le cargará los intereses hasta que se produzca la devolución más altas comisiones y los dividendos generados por dichas acciones durante el período de tiempo pactado (13). Por este motivo los mercados a futuros

GRÁFICO 6

EFECTOS ASIMETRICOS DE LOS CAMBIOS DE PRECIOS



(13) En el caso español el Reglamento de Bolsas de 1967 regulaba el sistema de operaciones a plazo y no fue hasta 1981 cuando se reguló el sistema de crédito al mercado. En

que no presentan dichos problemas no se observan asimetrías cuando los cambios en los precios tienen distintos signos.

3.2. LA RELACIÓN VOLUMEN-CAMBIO DE PRECIOS EN EL MERCADO DE FUTUROS ESPAÑOL

La relación entre rentabilidad y volumen en mercados de futuros es especialmente importante. En fechas recientes la estabilidad financiera de varios bancos se han visto afectados por sus posiciones especulativas en mercados de derivados. Estos episodios inciden de nuevo en la principal cuestión con respecto a estos nuevos instrumentos financieros. ¿Son los derivados, y en concreto los futuros, estabilizadores o desestabilizadores de los precios futuros? Esta cuestión depende crucialmente de cómo afecta la variabilidad de los precios de los futuros al volumen negociado.

En este apartado se analiza la relación entre el volumen y los cambios de precios en el mercado de futuros español. Al igual que en la anterior sección el esfuerzo consiste en encontrar un conjunto de hechos estilizados más que contrastar un modelo teórico concreto. Gallant, Rossi y Tauchen [1992] reconocen que los modelos financieros existentes no han evolucionado suficientemente como para servir como guía en la especificación econométrica de los complejos procesos generadores de datos diarios o de periodicidad horaria. Este motivo ha llevado a muchos autores a buscar hechos estilizados con la aplicación de las técnicas estadísticas más adecuadas. Con la misma motivación, la mayor parte del esfuerzo de esta sección se basa en el análisis de datos y no en contrastar teorías particulares.

El cuadro 2 presenta las correlaciones entre las principales variables calculadas en este estudio. En consonancia con los resultados encontrados para otros mercados de futuros, la correlación entre el cambio de precios y el volumen negociado no es significativamente distinta de 0. Sin embargo, y también coincidiendo con otros estudios, la correlación entre el valor absoluto del cambio en los precios y el volumen es positiva y significativa.

1989, con la entrada en vigor de la Ley de Mercado de Valores, el sistema de crédito al mercado fue suspendido hasta 1991. En cualquier caso, el saldo de operaciones vivas, compras y ventas, suponía sólo 500 millones de pesetas en noviembre de 1995.

El estudio de la correlación simple entre las dos variables no es suficiente para determinar la verdadera relación entre ambas variables por al menos dos motivos; en primer lugar, los patrones de variación intradía e entre días de volumen y cambio en los precios son distintos, como se pudo comprobar en la sección anterior. En segundo lugar, algunas teorías argumentan la existencia de efectos asimétricos de variaciones positivas y negativas sobre el volumen. Karpoff [1987] señala que el volumen generado por cambios de precios positivos es mayor que la disminución de volumen generado por el mismo cambio de precio, pero de signo negativo. Por este motivo, el cuadro 6 presenta los resultados de distintas regresiones donde las variables explicativas son el valor absoluto del cambio en los precios y el resultado del producto del valor absoluto del precio multiplicado por una variable ficticia que toma valor 1 cuando el cambio en el precio ha sido negativo.

En primer lugar, y para evitar las diferencias en los patrones diarios y horarios del cambio en el precio y el volumen se calculan los residuos asociados con la regresión de ambas variables sobre variables «dummies» representativas de los distintos días y horas. Por tanto, se calcula

$$\hat{\epsilon}_i^v = V_i - \hat{\beta}_0^v - \sum_{j=2}^5 \hat{\gamma}_j^v DD_j - \sum_{i=2}^I \hat{\delta}_i^v DH_i$$

$$\hat{\epsilon}_i^{dp} = DP_i - \hat{\beta}_0^{dp} - \sum_{j=2}^5 \hat{\gamma}_j^{dp} DD_j - \sum_{i=2}^I \hat{\delta}_i^{dp} DH_i$$

La regresión que recoge el cuadro 6 tiene la siguiente especificación

$$\hat{\epsilon}_i^v = \beta_0 + \beta_1 |\hat{\epsilon}_i^{dp}| + \beta_2 |\hat{\epsilon}_i^{dp}| DN_i + \sum \pi_i OV_i + u_i$$

donde DN representa una variable dicotómica que toma valor 1 si el cambio de precios es negativo recogiendo la posibilidad de asimetrías en la negociación relacionadas con el signo del cambio en el precio. La estimación por mínimos cuadrados mostraba graves problemas de autocorrelación de primer orden, motivo por el cual los resultados que se presentan en la tabla se refieren a la estimación por máxima verosimilitud de un modelo con perturbaciones $AR(1)$.

Las variables OV incluyen, según la regresión, variables ficticias que recogen el vencimiento del contrato VEN ($OS92$, $OM93$, etc.), el día o la

CUADRO 6

Número de observaciones = 3871				
Procedimiento de estimación ML AR (1)				
β_0	-0.29 (-2.85)	-2.07 (-13.88)	-0.55 (-3.17)	-2.45 (-13.14)
β_1	2.43 (10.40)	2.66 (12.22)	2.32 (10.61)	2.77 (12.48)
β_2	0.28 (1.07)	0.32 (1.22)	0.27 (1.06)	0.32 (1.20)
<i>OV</i>	-	VEN.	DIA HORA	VEN. DIA HORA
R^2	0.49	0.57	0.50	0.58
<i>RHO</i>	0.68 (59.16)	0.41 (28.42)	0.70 (60.97)	0.41 (28.61)

hora del día. El número de observaciones es de 3871 con frecuencia de una hora.

Del cuadro 6 se extrae la conclusión de que realmente la relación entre el volumen y el valor absoluto del cambio en el precio es positiva. El coeficiente de determinación es muy alto teniendo en cuenta que se trata de datos microeconómicos con alta frecuencia. Sin embargo, y a diferencia con algunos estudios realizados para mercados bursátiles americanos, no parece que existan efectos asimétricos en el volumen negociado en función del signo del cambio de precios.

La última cuestión que tiene interés examinar es la relativa a la causalidad entre los cambios absolutos del precio y el volumen. ¿Son los cambios de precios los que generan volumen o el volumen el que genera cambios de precios? La forma habitual de examinar este tipo de cuestiones se basa en la aplicación del concepto de causalidad de Granger. En el caso que nos ocupa la situación para la aplicación de esta idea reside en el alto grado de correlación que presentan tanto la serie de volumen como la serie de cambio en los precios. Por este motivo se han estimado dos sistemas de vectores autorregresivos alternativos. En el primer caso las variables incluidas están medidas en su forma original mientras que en el se-

gundo caso se ha realizado primeramente un preblanqueado de las series para, con posterioridad, analizar el sistema VAR.

En el primer caso se trata de estimar el sistema

$$V_t = \sum_{i=1}^9 \alpha_i V_{t-i} + \sum_{j=1}^9 \beta_j |DP_{t-j}| + OV + u_t$$

$$|DP_t| = \sum_{j=1}^9 \gamma_j |DP_{t-j}| + \sum_{i=1}^9 V_{t-i} + OV + V_t$$

En el segundo caso la consecución de las variables a incluir en el sistema supone la realización de las tres etapas descritas a continuación. En primer lugar, se eliminan las medias tanto del volumen como de los cambios en los precios realizando regresiones sobre el vencimiento del contrato, el día y la hora.

$$\hat{\epsilon}_t^v = V_t - \hat{a}_0 - \sum_{j=2}^5 \hat{a}_j DD_j - \sum_{i=1}^9 \hat{b}_i DH_i - \sum_{k=D92}^{S94} \hat{c}_k O_k$$

$$\hat{\epsilon}_t^{DP} = DP_t - \hat{d}_0 - \sum_{j=2}^5 \hat{d}_j DD_j - \sum_{i=2}^9 \hat{f}_i DH_i - \sum_{k=OD92}^{OS94} \hat{g}_k O_k$$

En segundo lugar, es necesario preblanquear los residuos dado el elevado nivel de correlación que presentan los mismos. Para ello se ha utilizado una estructura AR(9), dado que, dentro de un día, las observaciones consideradas son nueve.

$$\hat{\epsilon}_t^{wv} = \hat{\epsilon}_t^v - \hat{\rho}_0 - \sum_{j=1}^9 \hat{\rho}_j \hat{\epsilon}_{t-j}^v$$

$$\hat{\epsilon}_t^{wDP} = \hat{\epsilon}_t^{DP} - \hat{\theta}_0 - \sum_{j=1}^9 \hat{\theta}_j \hat{\epsilon}_{t-j}^{DP}$$

Finalmente, el sistema VAR se forma con los residuos preblanqueados de ambas ecuaciones.

$$\hat{\epsilon}_t^{WV} = \sum_{i=1}^9 \alpha_i \hat{\epsilon}_{t-i}^{WV} + \sum_{i=1}^9 \beta_i |\hat{\epsilon}_{t-i}^{WDP}| + u_t$$

$$\hat{\epsilon}_t^{WDP} = \sum_{j=1}^9 \gamma_j |\hat{\epsilon}_{t-j}^{WDP}| + \sum_{i=1}^9 \delta_i \hat{\epsilon}_{t-i}^{WV} + v_t$$

Los resultados de los correspondientes contrastes F de exogeneidad por bloques aparecen en el cuadro 7.

CUADRO 7

TEST DE EXOGENEIDAD

	WV	WDP
Original	104.46	5.79
Transf.	38.38	4.19

En esta tabla se puede comprobar cómo no se puede rechazar la hipótesis nula de que los retardos de los cambios en los precios, en valor absoluto, influyen sobre el volumen negociado pero también es cierto que los retardos del volumen negociado tienen una incidencia sobre las primeras diferencias del precio en valor absoluto ($F_{9,3851} = 2.41$).

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se han repasado algunos de los principales resultados sobre la relación entre volumen negociado y cambios de precios en mercados financieros, así como algunas propuestas de estimación empírica. Asimismo, se han comparado dichas características con los resultados obtenidos del análisis del mercado de futuros español con referencia al bono nocial a diez años.

El volumen negociado en el mercado de futuros español sigue las pautas ya encontradas en otros mercados financieros: un efecto U intradía y un efecto U invertida entre días con un máximo en el jueves. También se

constata que la correlación entre el cambio de precios y el volumen no es significativamente distinta de 0 mientras que la correlación entre el cambio de precios en valor absoluto y el volumen es positiva y significativa, hechos ya contrastados en otros mercados de futuros de otros países. Sin embargo, a diferencia de otros estudios, no parece encontrarse un efecto asimétrico en el efecto de los cambios de precios sobre el volumen. Asimismo, los datos rechazan que sean los cambios absolutos de precios los que generen volumen, sino que la causación existe en ambas direcciones.

Hasta el momento la mayor parte de los estudios con datos de mercados financieros operación a operación agregan las misma utilizando un período temporal fijo (cinco minutos, quince minutos, una hora, etc.) elegido de una forma un tanto *ad-hoc*. Sin embargo, las operaciones están espaciadas en el tiempo con intervalos que son irregulares. Una línea de investigación futura de mucho interés es la aplicación de métodos de estimación que tienen en cuenta esta característica fundamental del problema analizado, siguiendo las ideas expuestas, por ejemplo, en Engle y Russell [1996].

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADMATI, A., y PFLEIDERER, P. [1988]: «A Theory of Intraday Patterns: Volume and Price Variability», *The Review of Financial Studies*, 1, 3-40.
- ANDERSEN, T. [1996]: *Return Volatility and Trading Volume: An Information Flow Interpretation of Stochastic Volatility*, 51, 169-204.
- BROCK, W., y LEBARON, B. D. [1995]: *A Dynamic Structural Model for Stock Return Volatility and Trading Volume*, NBER Working Paper.
- CLARK, P. K. [1973]: «A Subordinated Stochastic Process Model with Finite Variance for Speculative Prices», *Econometrica*, 41, 135-156.
- CAMPBELL, J. Y.; GROSSMAN, S.J., y WANG, J. [1993]: «Trading Volume and Serial Correlation in Stock Returns», *Quarterly Journal of Economics*, 905-939.
- ENGLE, R., y RUSSELL, J. [1996]: *Autorregresive Conditional Duration: a New Model for Irregularly Spaced Transaction Data*, mimeo.
- EPPS, T. W., y EPPS, M. L. [1976]: «The Stochastic Dependence of Security Price Changes and Transactions Volumes: Implication for the Mixture of Distributions Hypothesis», *Econometrica*, 44, 305-321.
- FABOZZI, F.; MA, C., y BRILEY, J. [1994]: «Holiday Trading in Future Markets», *The Journal of Finance*, 49, 307-324.
- FOSTER, F. D., y VISWANATHAN, S. [1990]: «A Theory of Interday Variations in Volume, Variances and Trading Costs in Security Markets», *The Review of Financial Studies*, 3, 593-624.

- [1993]: «Variations in Trading Volume, Return Volatility, and Trading Costs: Evidence on Recent Price Formation Models», *Journal of Finance*, 48, 1, 187-211.
- [1995]: «Can Speculative Trading Explain the Volume-Volatility Relation?», *Journal of Business and Economic Statistics*, 13, 4, 379-396.
- GALLANT, A. R.; ROSSI, P. E., y TAUCHEN, G. [1992]: «Stock Prices and Volume», *The Review of Financial Studies*, 5, 199-242.
- HARRIS, L. [1986]: «A Transaction Data Study of Weekly and Intradaily Patterns in Stock Returns», *Journal of Financial Economics*, 16, 99-117.
- JAIN, P., y JOH, G. [1988]: «The Dependence Between Hourly Prices and Trading Volume», *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 23, 269-284.
- KARPOFF, J. M. [1987]: «The Relationship Between Price Changes and Trading Volume: A Survey», *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 22, 1, 109-126.
- [1988]: «Costly Short Sales and the Correlation of Returns with Volume», *Journal of Financial Research*, 11, 3, 173-188.
- KYLE, A. [1985]: «Continuous Auctions and Inside Trading», *Econometrica*, 53, 1315-1335.
- RICHARDSON, M., y SMITH, T. [1994]: «A Direct Test of the Mixture of Distribution Hypothesis: Measuring the Daily Flow of Information», *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 29, 1, 101-116.
- SMITH, T. [1994]: «Econometrics of Financial Models and Market Microstructure Effects», *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 29, 4, 519-540.
- TAUCHEN, G., y PITTS, M. [1983]: «The Price Variability-Volume Relationship on Speculative Markets», *Econometrica*, 51, 484-505.

