Análisis de anomalías en los retornos de los contratos a futuro de petróleo y aceite de calefacción

Moisés Tacle G.

Profesor, Escuela Superior
Politécnica del litoral,
Guayaquil, Ecuador

I. Introducción

En el otoño de 1978, el New York Mercantile Exchange (NYMEX) introdujo en las bolsas de valores importantes del mundo el primer contrato a futuro relacionado con el petróleo. El contrato a futuro del NYMEX en aceite de calefacción N° 2 y los contratos a futuro en gasolina regular sin plomo y en petróleo crudo, introducidos posteriormente, han representado un mecanismo muy activo de *hedging* y especulación para un amplio grupo de participantes en los mercados del petróleo y sus productos derivados.

Algunos de los resultados empíricos más anómalos en finanzas se asocian con las distribuciones muestrales de retornos en una amplia variedad de mercados.

Nota del Comité Editorial: Se ha estimado procedente la publicación del presente artículo, en mérito del interés de su contenido. No obstante esta consideración, el comité cree que los merecimientos del trabajo habrían sido mayores si se hubiese incluido como variable explicativa en el modelo alguna aproximación respecto al retorno de mercado de los Estados Unidos, con el propósito de considerar el riesgo sistemático de cada uno de los contratos a futuro.

Una anormalidad en el comportamiento de los precios de los activos, que ha sido encontrada en diferentes mercados financieros, es la que se conoce con el nombre de efecto negativo del fin de semana, que corresponde a la observación de que los retornos en el primer día de transacciones en la bolsa luego de un fin de semana son significativamente negativos. Cross 1973, French 1980, Harris 1985 y Kein y Stanbaugh 1984, han señalado que el retorno promedio los días viernes es anormamente alto y que el retorno promedio los días lunes es anormalmente bajo para los retornos de las acciones en los mercados de valores en los Estados Unidos. Jaffe y Westerfield 1985 examinan el retorno diario en acciones de cuatro bolsas de valores en distintos países y encuentran evidencia del efecto de fin de semana en todos ellos. Patrones similares se han encontrado para los papeles del Tesoro de los Estados Unidos (Gibbons y Hess 1981); para divisas extranjeras (Coats 1981, Levi 1978, McFarland, Pettit y Sung 1982), y para el mercado del oro (Booth y Kaen 1979, Clifford, Torous, y Tschoege 1982, Ma 1986).

El presente trabajo examina la existencia de anomalías en las distribuciones diarias de retornos para los contratos a futuro de petroleo y aceite de calefacción N° 2 que se negocian en el NYMEX. El resto del artículo está organizado de la siguiente manera: en la sección II se identifican las hipótesis confrontadas; en la sección III se describen la base de datos y la metodología; en la sección IV se presentan los resultados empíricos y las implicaciones de los mismos, y en la sección V contiene las conclusiones de la investigación.

II. Hipótesis

El efecto negativo del fin de semana ha sido encontrado como parte de una prueba general de las hipótesis del "tiempo de transacción" y del "tiempo del calendario" de la generación de retornos de los activos.

Según la hipótesis del tiempo de transacción, los retornos de los activos son generados en el tiempo en que se efectúan las transacciones, y, por lo tanto, la distribución de los retornos debe ser la misma para todos y cada uno de los días de operación de la bolsa o mercado de valores en la semana.

De acuerdo con la hipótesis del tiempo del calendario, los retornos son generados en forma continua en el tiempo calendario, aun en de que el mercado de valores permanezca cerrado temporalmente. En este caso la distribución de retornos para los días lunes será diferente de la distribución de retornos de los demás días de la semana para reflejar el intervalo de dos días en el fin de semana, en el cual los mercados de valores permanecen cerrados.

Considerando el mercado a la baja para los contratos a futuro del petróleo y el aceite de calefacción N° 2 en el período considerado en este estudio, se confrontan las hipótesis siguientes:

H1 : El retorno de los días lunes debe ser menor que los retornos de los otros días de la semana en un mercado a la baja.

H2 : Prueba de la hipótesis del tiempo de transacción. El retorno esperado debe ser el mismo para cada día de la semana.

H3 : Prueba de la hipótesis del tiempo del calendario. El retorno esperado en los días lunes es tres veces menor que el retorno esperado para los otros días de la semana.

III. Datos y metodología

El modelo de retornos

Los retornos diarios en contratos a futuro de productos son modelados como una caminata aleatoria de tipo multiplicativo:

$$P_t = P_{t-1} \{ exp[E(R_t) + \xi_t]\}, \tag{1}$$

donde P_t es el precio al fin del día t, $E(R_t)$ es el retorno esperado en el día t y ξ_t es una variable aleatoria serialmente independiente, cuyo valor esperado es cero. Este modelo es equivalente a

$$R_t = ln\ (P_t / P_{t-1}) = E(R_t) + \xi_t, \tag{2}$$

donde R_t es el retorno compuesto continuamente, observado en el período t.

Para probar la hipótesis acerca del comportamiento de los retornos diarios, se supone que para cualquier día particular el retorno esperado es constante y que el término de error (ξ_t) proviene de una distribución normal estacionaria. Esta simplificación implica

$$R_t = E(R_d) + \xi_{dt}, \tag{3}$$

donde el subíndice d indica el día de la semana en el cual se observa el retorno.

Prueba del tiempo de transacción

Se realizó una prueba de la hipótesis del tiempo de transacción para los contratos a futuro considerados, utilizando la siguiente ecuación de regresión:

$$R_t = a + d_2 D_{2t} + d_3 D_{3t} + d_4 D_{4t} + d_5 D_{5t} + \xi_t, \qquad (4)$$

donde D_{2t} hasta D_{5t} representan variables ficticias que indican el día de la semana al cual corresponde el retorno de la observación (es decir, por ejemplo, D_{2t} es igual a 1 si el retorno ocurre en un martes, con D_{3t} hasta D_{5t} igual a 0). En la ecuación (4), el término de intercepción mide el retorno promedio de los días lunes, y d_2 hasta d_5 miden la diferencia entre el retorno promedio para los días lunes y el retorno promedio para cada uno de los otros días de la semana, respectivamente.

Si la hipótesis del tiempo de transacción es correcta, el retorno esperado para cada día de la semana debería ser el mismo y el estadístico F de la hipótesis conjunta $d_2 = d_3 = d_4 = d_5 = 0$ no debería ser estadísticamente significativo.

Prueba del tiempo del calendario

Se realizó una prueba de la hipótesis del tiempo del calendario, usando un modelo de regresión similar al anterior.

$$R_t = a(1 + 2\,D_{1t}) + d_2D_{2t} + d_3D_{3t} + d_4D_{4t} + d_5D_{5t} + \xi_t, \qquad (5)$$

en donde la variable ficticia D_{1t} es igual a *1* si el retorno ocurre un día lunes y todas las restantes variables son las mismas consideradas en la ecuación (4). En este modelo de regresión lineal, el coeficiente a mide 1/3 del retorno del día lunes y los coeficientes d_2 hasta d_5 miden la diferencia entre esta parte del retorno de los días lunes y el retorno esperado de los otros días de la semana.

Si la hipótesis del tiempo del calendario es correcta, el retorno esperado para el día lunes debe ser igual a tres veces el retorno esperado de los otros días de la semana, y el estadístico F de la hipótesis conjunta $d_2 = d_3 = d_4 = d_5 = 0$ no debe ser estadísticamente significativo.

Datos

Para corregir la
futuro, debido al
varianza de los
tendencia a incre
disminuyen), las
obtenidas de los
próxima, pero e
de entrega.

Los retornos se
contratos a futuro
el período desde el 30
precio de transacción
contrato al cierre del
ajustar los datos por el
correspondientes a

IV. Resultados emp

El procesamiento
microcomputado
Analysis System

La informac
de petróleo y
toda la muestra se

Los retornos para
para el período comp
en el análisis. Los
para ambos contrat
para todo el conjunt
retorno negativo
martes, y para
el mayor ret
del contrato d
N° 2.

En los grá
precios de los
considerado.
para los ret
en estos grá

Datos

Para corregir la no estacionalidad de los retornos de los contratos a futuro, debido al efecto del tiempo del vencimiento de cada contrato (la varianza de los retornos de los contratos a futuro puede tener la tendencia a incrementarse a medida que los vencimientos de los contratos disminuyen), las series de retornos usadas en el presente estudio fueron obtenidas de los precios de los contratos con la fecha de vencimiento más próxima, pero excluyendo precios de contratos en el correspondiente mes de entrega.

Los retornos se estimaron usando los precios de transacción de los contratos a futuro considerados y publicados en el *Wall Street Journal* en el período desde el 30 de abril de 1984 al 29 de septiembre de 1986 (el precio de transacción es típicamente el último precio ofrecido por un contrato al cierre del mercado de valores, pero no siempre es así). Para ajustar los datos por el cierre del NYMEX en los días de fiesta, los retornos correspondientes a los días siguientes de las fiestas no se consideraron

IV. Resultados empíricos

El procesamiento estadístico de los datos se realizó con la versión para microcomputador del paquete de análisis estadístico SAS (Statistical Analysis System).

La informacion estadística de las series de retornos para los contratos de petróleo y aceite de calefacción N° 2 por día de transacción y para toda la muestra se presenta en la tabla 1.

Los retornos para el día lunes no son significativamente negativos para el período completo de los datos para ambos contratos considerados en el análisis. Los retornos para cada día de operación del mercado y para ambos contratos no son significativamente diferentes del retorno para todo el conjunto de observaciones. Debe observarse que el mayor retorno negativo para el contrato a futuro de petróleo se produce los días martes, y para el contrato de aceite N° 2 los días lunes; asimismo, el mayor retorno positivo se obtiene en los días viernes, en el caso del contrato de petróleo, y en los días miércoles para el contrato de aceite N° 2.

En los gráficos 1 y 2 se presentan histogramas de frecuencia para los precios de los contratos a futuro de petróleo y aceite N° 2 en el período considerado. En los gráficos 3 y 4 se muestran histogramas de frecuencia para los retornos de los contratos a futuro mencionados. Obsérvese que en estos gráficos los histogramas tienden a corresponder a distribuciones probabilísticas normales con valor esperado alrededor de cero, como se espera de mercado de valores eficientes.

Para el período considerado, la hipótesis del tiempo de transacción, de que las distribuciones de retornos para cada día de la semana son similares, no puede ser rechazada para ambos contratos y no difiere significativamente de cero. Las varianzas de los retornos son también muy similares en los diferentes días de la semana. Esto es, no se detecta una anomalía de transacción en el comportamiento de los retornos de los dos contratos a futuro examinados.

En la tabla 2 se muestran los resultados de las regresiones para las series de datos de los dos contratos a futuro para la confrontación de la hipótesis del tiempo de transacción, usando la ecuación (4). Estas estimaciones son coincidentes con los resultados de la tabla 1 y los estadísticos *F* no son estadísticamente significativos. La hipótesis del tiempo de transacción, entonces, no puede ser rechazada para ninguno de los dos contratos a futuro para el período de observaciones considerado en la investigación.

La tabla 3 presenta los resultados de las regresiones en la confrontación de la hipótesis del tiempo de calendario, usando la ecuación (5). Los estadísticos *F* en este caso tampoco son estadísticamente significativos, y la prueba, por lo tanto, no rechaza la hipótesis del tiempo del calendario. Este resultado es incongruente con el comportamiento de los retornos ilustrado en la tabla 1, lo que soporta la tesis de rechazar los resultados anteriores, de que los retornos para cada día de la semana en ambos contratos son similares y que el efecto de la anormalidad de los retornos en los días lunes no está presente para el período considerado en el análisis empírico. Esta incongruencia puede explicarse por el hecho de que los retornos para cada día de transacciones bursátiles, en el período de estudio, no son estadísticamente diferentes de cero.

V. Conclusiones

En este artículo, las distribuciones de retornos para los contratos a futuro de petróleo y aceite de calefacción N° 2 negociados en el New York Mercantile Exchange se examinaron para cada día laborable de la semana. Durante el período confrontado, ninguno de los dos contratos exhibe el llamado efecto negativo de los retornos en los días lunes o efecto de fin de semana, que ha sido detectado en varios indicadores de mercados de valores.

Los resultados de la prueba del tiempo de transacción indican que la hipótesis de que las distribuciones de los retornos para cada día de la semana son similares no se puede rechazar. Por otra parte, la hipótesis del tiempo de calendario -que los retornos de los días lunes son tres veces mayores que los retornos de los otros días de la semana- tampoco puede ser rechazada. Este resultado incongruente con la hipótesis del tiempo de transacción puede explicarse por el hecho de que los retornos diarios durante el período considerado no son estadísticamente diferentes de cero. Sin embargo, no se puede establecer resultados definitivos. Probablemente se debería considerar un período de observaciones más largo, para clarificar los resultados del presente estudio.

Tabla 1

Información estadística de los contratos a futuro

DÍA	CONTRATO	RETORNO PROMEDIO (1)	VALOR DEL ESTADÍSTICO *t* (2)	DESVIACIÓN TÍPICA	VALOR DEL ESTADÍSTICO *F* (3)	OBS.
Lunes	Petróleo	-0,142	-0,409	3,655	0,1643	110
	Aceite	-0,332	-1,165	2,989	1,3483	110
Martes	Petróleo	-0,449	-1,457	3,317	2,1102	116
	Aceite	-0,191	-0,687	2,993	0,4663	116
Miércoles	Petróleo	-0,255	-1,132	2,466	1,2696	120
	Aceite	0,186	0,752	2,709	0,5725	120
Jueves	Petróleo	0,073	0,351	2,289	0,1273	120
	Aceite	0,014	0,058	2,685	0,0039	120
Viernes	Petróleo	0,159	0,758	2,267	0,5836	117
	Aceite	-0,303	-1,194	2,743	1,4152	117
Muestra total	Petróleo	-0,122	-1,034	2,840		583
	Aceite	-0,120	-1,029	2,821		583

(1) Retornos expresados en forma porcentual.

(2) Estadístico t para hipótesis nula: retorno promedio = 0.

(3) Estadístico F para hipótesis nula: retorno promedio = retorno de la muestra total.

$\alpha = 0{,}05$

* = Se rechaza la hipótesis nula.

Gráfico 1

Contratos a futuro en petróleo,
precios en el período abril 30, 1984 - septiembre 29, 1986

```
 PRECIO
(DÓLARES)

  9.6   |
 10.4   |*
 11.2   |********
 12.0   |*******
 12.8   |*************
 13.6   |****************
 14.4   |**********
 15.2   |**************
 16.0   |**********
 16.8   |***
 17.6   |*
 18.4   |
 19.2   |*
 20.0   |***
 20.8   |*
 21.6   |*
 22.4   |
 23.2   |*
 24.0   |*
 24.8   |**
 25.6   |*************
 26.4   |**************
 27.2   |*****************************************
 28.0   |*****************************************
 28.8   |*********************************
 29.6   |*************************************
 30.4   |********************
 31.2   |*******
 32.0   |*
 32.8   |
        -----+----+----+----+----+----+----+----+-
            10   20   30   40   50   60   70   80
```

FRECUENCIA

PRECIO PROMEDIO = US$ 24.20 POR BARRIL

precio ...

```
 PRECIO
(DÓLARES)

0.32   |**
0.34   |**
0.36   |**
0.38   |**
0.40   |**
0.42   |**
0.44   |******
0.46   |******
0.48   |**
0.50   |******
0.52   |***
0.54   |
0.56   |**
0.58   |***
0.60   |*
0.62   |
0.64   |*
0.66   |*
0.68   |
0.70   |
0.72   |
0.74   |
0.76   |
0.78   |
0.80   |
0.82   |
0.84   |
0.86   |
0.88   |
0.90   |
```

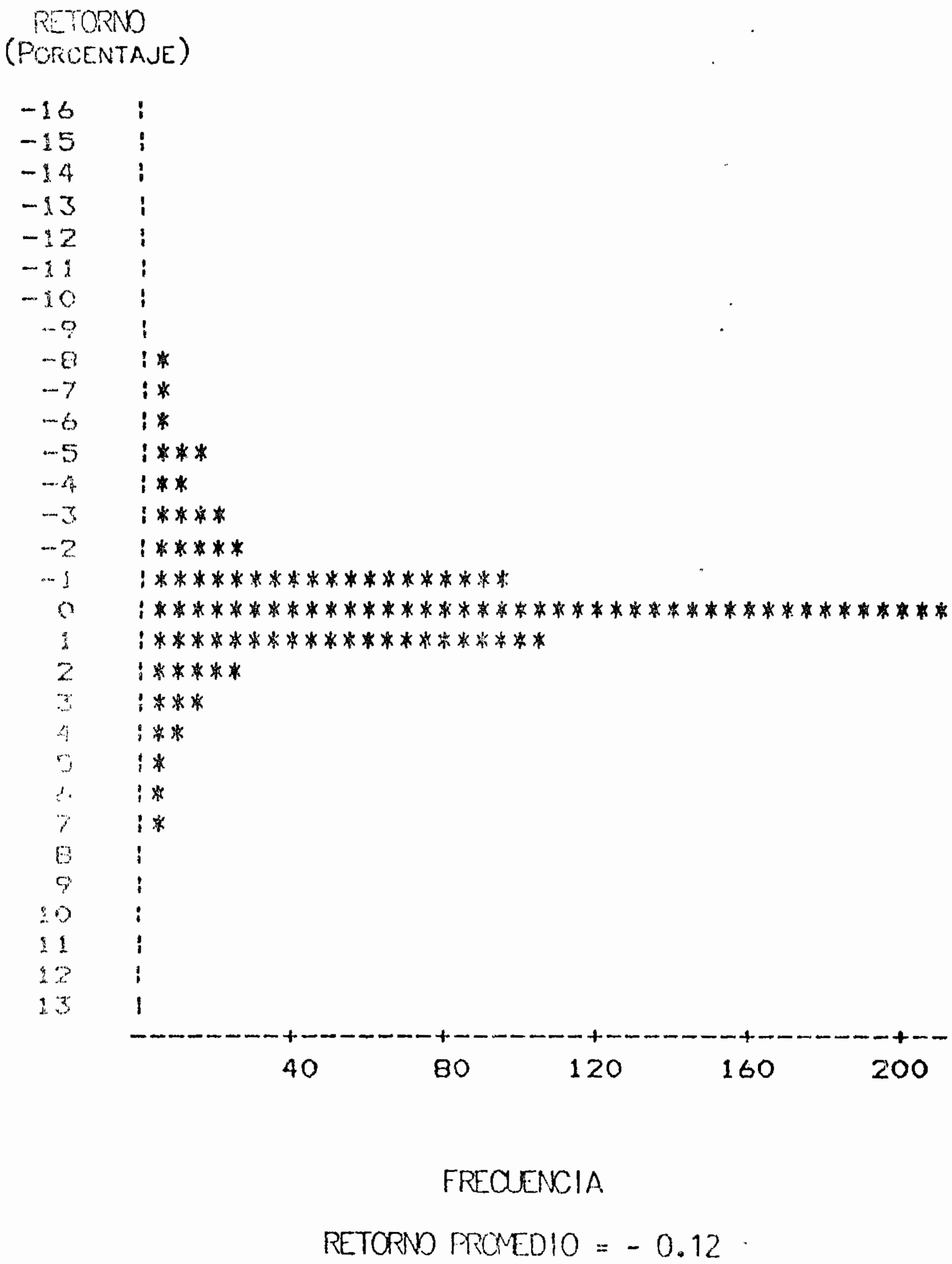
Gráfico 2

Contratos a futuro en aceite N° 2,
precio en el período abril 30, 1984 - septiembre 29, 1986

```
PRECIO
(DÓLARES)

0.32      !*****
0.34      !****
0.36      !******
0.38      !**********
0.40      !*************
0.42      !**************
0.44      !**************
0.46      !******
0.48      !**
0.50      !******
0.52      !***
0.54      !
0.56      !**
0.58      !***
0.60      !*
0.62      !
0.64      !*
0.66      !*
0.68      !**************
0.70      !********************
0.72      !*******************
0.74      !********************
0.76      !********************************
0.78      !**************************************
0.80      !************************
0.82      !****************
0.84      !***********
0.86      !*******
0.88      !*****
0.90      !**
          -----+----+----+----+----+----+----+---
              10   20   30   40   50   60   70

                       FRECUENCIA

            PRECIO PROMEDIO:  US$ 0.67 POR GALON
```

Gráfico 3

Contratos a futuro en petróleo,
retornos en el período abril 30, 1984 - septiembre 29, 1986



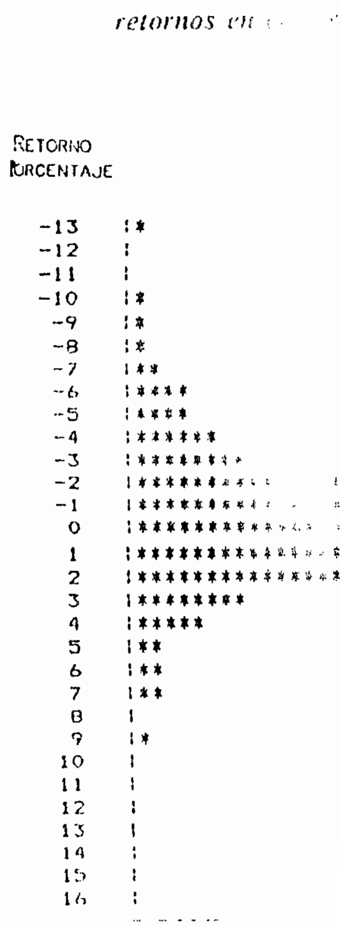
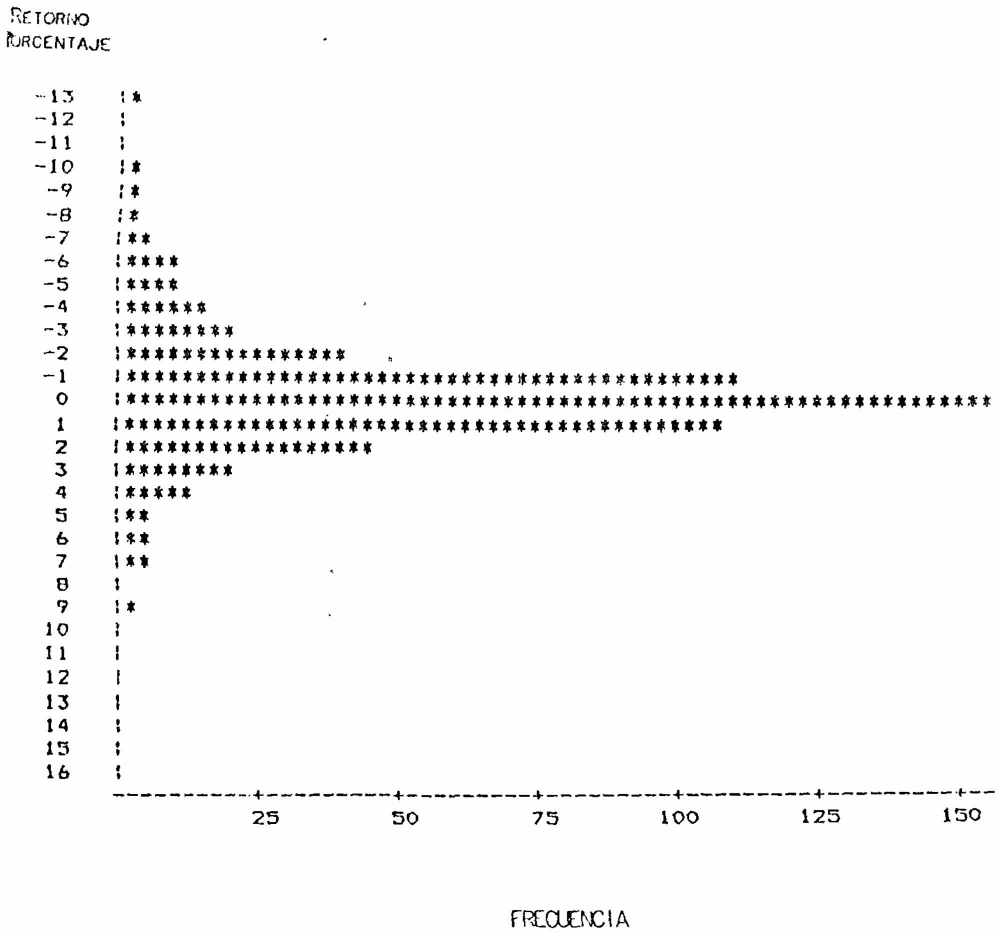


Gráfico 4

Contratos a futuro en aceite N° 2,
retornos en el período abril 30, 1984 - septiembre 29, 1986



RETORNO PROMEDIO = - 0.12

Tabla 2

Hipótesis del tiempo de transacción

$$R_t = a + d_2D_{2t} + d_3D_{3t} + d_4D_{4t} + d_5D_{5t} + \xi_t \qquad (1)$$

CONTRATO	a	d_2	d_3	d_4	d_5	F (2)	R^2	gl (3)
Petróleo	-0,142 (-0,53)	-0,306 (-0,81)	-0,112 (-0,30)	0,216 (0,58)	0,301 (0,80)	0,0067	0,006	578
Aceite	-0,332 (-1,23)	0,141 (0,38)	0,518 (1,39)	0,346 (0,93)	0,029 (0,08)	0,7493	0,005	578

(1) D_2 hasta D_5 son variables ficticias con valor igual a 1 si retorno ocurre en el día correspondiente.

(2) Estadístico F para hipótesis conjunta $d_2 = d_3 = d_4 = d_5 = 0$.

$\alpha = 0{,}05$

* = Se rechaza la hipótesis nula.

Valores del estadístico t están dados en paréntesis.

Tabla 3

Hipótesis del tiempo del calendario

$$R_t = a(1 + 2D_{1t}) + d_2D_{2t} + d_3D_{3t} + d_4D_{4t} + d_5D_{5t} + \xi_t \qquad (1)$$

CONTRATO	a	d_2	d_3	d_4	d_5	F (2)	R^2	gl
Petróleo	-0,047 (-0,53)	-0,401 (-1,44)	-0,207 (-0,76)	0,121 (0,44)	0,206 (0,74)	0,1962	0,008	578
Aceite	-0,111 (-1,23)	-0,080 (-0,29)	0,297 (1,09)	0,125 (0,46)	-0,192 (-0,70)	0,0558	0,007	578

(1) D_{1t} hasta D_{2t} son variables ficticias con valor = 1 si retorno ocurre en el día correspondiente.

(2) Estadístico F para la hipótesis conjunta $d_2 = d_3 = d_4 = d_5 = 0$.

Valores estadísticos t están dados en paréntesis.

$\alpha = 0{,}05$

* = Se rechaza la hipótesis nula.

BALL, C.A., W.N.
Effect", *The Jou*

BOOTH, G.G. y F.R
Information Eff
1979.

COATS, W.L., J.
36:649-659;

CROSS, F. "Th
Financial A

FRENCH, K "T
Economic

GIBBONS, M. y
Journal of

HARRIS, L. "How
Portfolio Ma

JAFFE, J. y R. W
Stock Returns:
40:433-454, jun

KEIN, D. y R. St
Effect in Sto

LEVI, M.D. "Th
Canadian

MA, K. CHRIS
Effect i
6:409-419

MCFARLAND, J.W.
Exchange
Measurement",

Referencias

BALL, C.A., W.N. TOROUS y A.E.TSCHOEGL. "Gold and the Weekend Effect", *The Journal of Futures Markets* 2:175-182, verano 1982.

BOOTH, G.G. y F.R KAEN. "Gold and Silver Spot Prices and Market Information Efficiency", *The Financial Review* 14:21-26, primavera 1979.

COATS, W.L., Jr. :The Weekend Eurodollar Game", *Journal of Finance* 36:649-659; 1981.

CROSS, F. "The Behavior of Stock Prices on Fridays and Mondays", *Financial Analyst Journal*, noviembre-diciembre 1973, pp. 67-69.

FRENCH, K. "Stock Returns and the Weekend Effect", *Journal of Financial Economics* 8:55-69; 1980.

GIBBONS, M. y P. HES. "Day of the Week Effects and Asset Returns", *Journal of Business* 54:579-596; 1981.

HARRIS, L. "How to Profit from Intradaily Stock Returns", *The Journal of Portfolio Management*, pp. 61-64; 1985.

JAFFE, J. y R. WESTERFIELD. "The Week-End Effect in Common Stock Returns: the International Evidence", *The Journal of Finance* 40:433-454, junio 1985.

KEIN, D. y R. STAMBAUGH. "A Further Investigation of the Weekend Effect in Stock Returns", *Journal of Finance* 39:819-835; 1984.

LEVI, M.D. "The Weekend Game: Clearing House versus Federal Funds", *Canadian Journal of Economics* 11:750-756, noviembre 1978.

MA, K. CHRISTOFER. "A further Investigation of the Day-of-the week Effect in the Gold market", *The Journal of Futures Markets* 6:409-419; 1986.

MCFARLAND, J.W., R.R. PETTIT y S.K. SUNG. "The Distribution of Foreign Exchange Price Changes: Trading Day Effects and Risk Measurement", *The Journal of Finance* 37:693-717, junio 1982.