

# ANÁLISIS DE VOLATILIDAD Y CORRELACIÓN EN SERIES DE PRECIOS:

## APLICACIÓN A LOS PRECIOS DEL ACEITE DE OLIVA

Ignacio López Domínguez\*

### RESUMEN

En el artículo se analiza por una parte la volatilidad que presentan diferentes series de precios de diversas variedades de aceite de oliva, como forma de medir la variación o riesgo de dicho precio.

Este análisis se realiza a través de diferentes técnicas que se van explicando paso a paso (varianza, índices de volatilidad, Black-Scholes, etc.).

De la misma forma se evalúa el grado de correlación entre esas series a través del coeficiente de Pearson.

En definitiva, aunque aplicado a un caso muy concreto, se desarrolla una técnica de análisis estadístico de gran utilidad para la evaluación de series de datos.

### PALABRAS CLAVE

Volatilidad  
Correlación  
Serie de precios  
Coeficiente

## 1. INTRODUCCIÓN

**E**n este artículo se analiza el precio del aceite de oliva. En concreto se estudian las volatilidades que presentan cada una de las variedades, las fluctuaciones máximas y mínimas, se comparan los precios entre las diferentes variedades, sus anomalías y todo lo relacionado con ellos que sea de importancia.

Para ello, se han recogido los datos y creado una serie histórica de la fuente

\* Doctor y Licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Autónoma de Madrid. Profesor Asociado de la Universidad Complutense de Madrid (Departamento de Economía Financiera y Contabilidad III). Vicepresidente de la Asociación Internacional de Estudios sobre Management (ASIEMA). Consultor Asociado del Centro de Liderazgo Internacional. Investigador Asociado del Instituto para el Fomento de la Investigación Económica (Instituto FIEC). Miembro del consejo asesor de la Newsletter "Banca de Empresas", Editorial Firma de Información. Miembro del Consejo editorial de Manager Business Magazine. Director de la Biblioteca de Management y Empresa, Editorial Cie Dossat 2000.

Este artículo fué entregado el 4 de agosto de 2008 y su publicación aprobada por el Comité Editorial el 16 de agosto de 2008.

más fiable (OLEO), y se han analizado sus estadísticas basándose en los programas más extendidos. De la misma forma se comparan los resultados obtenidos con los de otros productos semejantes.

Este análisis tiene como objetivo el concluir si el aceite de oliva es un producto apto para crear un mercado de futuros en el que se pueda negociar su riesgo de precio. Es por ello que en muchas explicaciones se hace referencia a la creación de ese mercado de futuros. En este sentido, lo fundamental es estudiar la volatilidad de los precios, es decir, el carácter más o menos variable de precios y rendimientos, para saber si existe riesgo de mercado.

## 2.

### LOS PRECIOS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ACEITE DE OLIVA

Las series de precios del aceite de oliva utilizadas en este trabajo se caracterizan por:

- ♦ Ser precios de frecuencia semanal, publicados por la revista Oleo, sin referirse necesariamente a transacciones efectivamente realizadas. Son precios comunicados por los corredores en la negociación del aceite de oliva físico.
- ♦ La disponibilidad de datos se extiende a tres variedades del aceite de oliva: el aceite virgen, que se entiende apto para el consumo directo; el aceite refinable, que ha de someterse a un proceso de refinamiento; y el aceite refinado, resultado del proceso anterior.

## ABSTRACT

*This article makes an analysis of the volatility that different price series have for several types of olive oil, as a way to measure variation or risk in such prices. This analysis is made through different techniques that are fully described step by step. Similarly, the correlation degree among these Price series are evaluated through Pearson Coefficient Model. Eventhough this procedure has been applied to a specific case, a statistic analysis technique is being well developed for the evaluation of data series.*

## KEY WORDS

*Volatility  
Correlation  
Price Series  
Coefficient*

- ♦ El período objeto de estudio abarca desde 1989 hasta 2001, los precios de ambos años incluidos y completos. El número de semanas disponible es de aproximadamente 676. Debe resaltarse que no todos los años se dispone de un número homogéneo de datos semanales.
- ♦ Para comparar la evolución de los precios de las tres variedades de aceite se han determinado los coeficientes de correlación entre las mismas. Se deduce que existe una alta correlación entre los precios de cada una de las variedades por lo que el estudio se realiza exclusivamente con la variedad refinado.
- ♦ Toda la serie histórica de precios viene reflejada en pesetas. Se mantiene esta referencia en las explicaciones y análisis posterior, ya que no se utilizan los datos del año 2002, que ya vienen referenciados en euros.

**CUADRO 1**  
**Precios nominales Aceite de Oliva**  
**Precios medios mensuales del aceite refinado**

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1989					264,2	263,9	262,7		282,5	302,7	297,3	286,6
1990	274,2	272,7	273,8	276,0	273,7	271,1	268,9		267,2	261,8	254,2	262,9
1991	274,3	280,8	275,5	287,5	288,9	289,2	289,6		335,9	344,8	327,8	302,9
1992	292,6	295,1	291,7	290,8	290,1	286,9	281,0	278,8	292,0	301,2	305,2	306,2
1993	309,9	309,3	306,9	313,3	331,0	356,5	363,5	397,3	395,9	391,2	373,5	362,1
1994	385,0	395,6	391,3	395,2	402,8	407,4	405,7		422,6	431	416,9	396,7
1995	413,8	454,6	472,7	463,3	465,0	430,4	477,5	488,0	547,5	565	560	577,5
1996	689,0	654,2	631,0	626,7	634,2	614,4	607,3	625,0	646,3	622,2	601,9	482,5
1997	439,7	408,8	384,5	361,7	333,3	316,0	336,9	358,3	356,4	339	333,3	318,5
1998	299,6	285,0	278,3	278,3	281,5	305,2	279,5	285,0	288,3	287,1	288,8	314,3
1999	352,4	436,3	426,3	425,5	419,6	410,8	423,8		429,4	404,2	361,5	354,7
2000	385,6	371,6	353,8	325,5	306,8	275,4	296,5	312,7	300,1	302	298,5	296,7
2001	281,3	277,2	279,3	281,7	279,7	276,1	280,3	293,5	318,2	347	329,8	305,7

Fuente. Elaboración propia a partir de datos de la revista Oleo.

En definitiva, se ha efectuado una comparación sobre las tres series de precios medios mensuales deflactados, calculando los coeficientes de correlación<sup>1</sup> de Pearson entre las mismas, y cuyos resultados se pueden observar en la siguiente tabla. Se aprecia una correlación muy alta entre las tres variedades de aceite, que también se puede observar en la figura 1, que aparece más

adelante, en la que se representan éstas. Es por este motivo que el estudio se centrará a partir de ahora en el del tipo de aceite Refinado. Se podría haber optado por cualquiera de los otros dos, pero es éste el que posee menos missing o valores perdidos. La alta correlación entre los precios de los tres aceites se podía intuir de antemano, debido a que probablemente exista una dependencia directa de un tipo respecto del otro.

**CUADRO 2**  
**Matriz de correlaciones entre variedades**

		REFINABLE	VIRGEN	REFINADO
Pearson	REFINABLE	1.000	,991	,997
Correlación	VIRGEN	,991	1.000	,994
	REFINADO	,997	,994	1.000

Fuente. Elaboración propia a partir de la serie de precios

Adicionalmente, de acuerdo con un estudio realizado por el propio Mercado de Futuros del Aceite de oliva y Productos Mediterráneos (MFAO)<sup>2</sup>, se muestra, a través de un análisis empírico, el movimiento unidireccional y casi directamente proporcional en los precios de las distintas calidades de aceite.

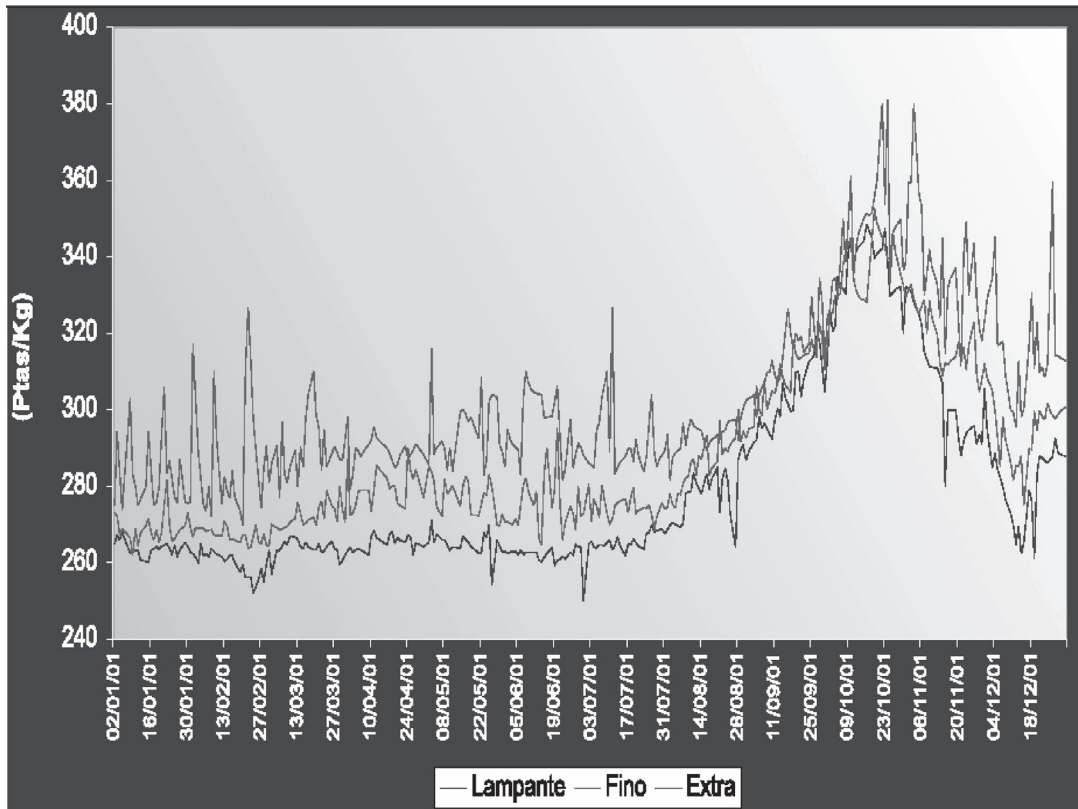
En el gráfico se encuentran representadas tres series de precios: Lampante, Fino y Extra. Analizándolo podemos observar cómo los precios del Aceite Lampante y Fino fluctúan prácticamente de manera simétrica y proporcional en el horizonte temporal del estudio.

<sup>1</sup> La correlación mide la intensidad o grado de dependencia causal que existe entre dos o más variables, en este caso, los precios de los diferentes tipos de aceite de oliva. En el caso del coeficiente de correlación de Pearson (R), su campo de variación está comprendido entre +1 y -1, resultando que cuando:

- R = 1, la dependencia es funcional, evolucionando las variables en el mismo sentido. La correlación es, en este caso, perfecta positiva.
- $0 < R < 1$ , la correlación es positiva, siendo mayor cuanto más se aproxime el valor de R a 1.
- R = 0, No existe ninguna dependencia entre las variables, siendo ambas independientes. La correlación es nula.
- $0 > R > -1$ , la correlación es negativa, siendo mayor cuanto más se aproxime R a -1.
- R = -1, la dependencia es funcional, pero las variables evolucionan en sentido opuesto. La correlación es entonces perfecta negativa.

<sup>2</sup> “Correlación de precios entre las distintas calidades de aceite”, Futurooliva nº 19, febrero 2002.

**FIGURA 1**  
Correlación de precios Lampante – Fino – Extra (2001)



Fuente. MFAO

Concretamente, el coeficiente de correlación entre ambas categorías de aceite en el periodo es del 95,5%.

**CUADRO 3**  
Correlaciones 2001 entre aceites de oliva

	Lampante	Fino	Extra
Lampante		0,95515707	0,85178982
Fino			0,88063513
Extra			

Fuente. MFAO

Una alta correlación entre los distintos tipos de aceite es particularmente importante en un mercado de derivados, porque al negociarse futuros con un único activo subyacente, el lampante, las operaciones de cobertura sobre el precio del Virgen Fino y el Virgen Extra han de hacerse con Futuros sobre Lampante.

Posteriormente se ha actualizado el estudio de correlaciones que se ha comentado con anterioridad<sup>3</sup> y comprobamos que la correlación se mantiene en niveles elevados, lo que nos garantiza que el contrato de futuros sobre lampante nos cubre en un 97,42% las oscilaciones del precio sobre fino, salvo en periodos muy cortos y puntuales donde puede haber un bajo grado de correlación entre ambas calidades.

Correlación	Lampante
Fino	97,42%

En resumen, la estadística prueba que la correlación de precios entre el lampante y otras categorías es muy alta y se puede concluir que el hecho de que en un mercado como el que nos ocupa se negocien contratos de futuros que contemplen una calidad mínima, Virgen Lampante, no es óbice para que productores y compradores de aceite de oliva puedan asegurar el precio de sus transacciones futuras de aceites de calidad diferentes. Lo único que implica es que aquellos participantes cuyo negocio no sea el aceite lampante normalmente no desearán llegar a la entrega física.

## 2.1 Precios nominales y deflactados

En la siguiente tabla aparecen los estadísticos básicos de los precios nominales para las tres variedades de aceite, así como una representación gráfica de la evolución para dichos precios.

**CUADRO 4**  
Estadísticos descriptivos datos nominados mensuales

	Observ.	Rango	Máximo	Mínimo	Suma	Mean	Std.	Varianza	Asim.	Kurtosis
REFINABLE	142	404,60	239,40	644,00	48958	344,78	98,2392	9650,9	1,396	1,147
VIRGEN	147	417,20	244,50	661,70	52112	354,50	100,09	10018	1,419	1,215
REFINADO	147	434,80	254,20	689,00	53313	362,67	103,22	10654	1,458	1,421

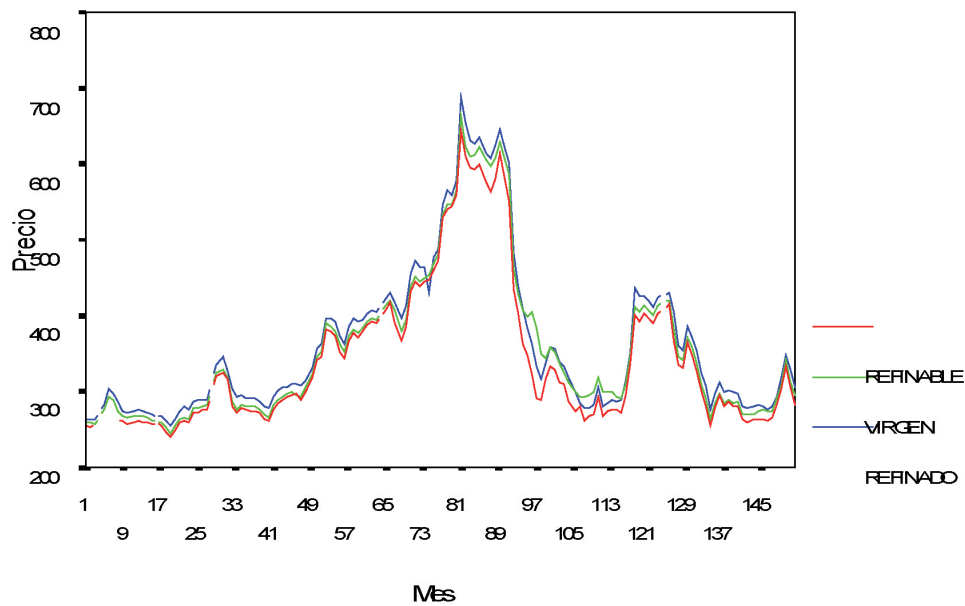
**Fuente.** Elaboración propia a partir de la serie de precios.

<sup>3</sup> Estudio de volatilidad y correlaciones entre fino y lampante en el último trienio. Futuroliva No.33, mayo de 2003.

A partir de ahora el análisis se centrará en la serie de precios mensuales medios correspondientes al aceite de oliva tipo refinado. Como se comprueba en los estadísticos descriptivos pertenecientes a dicha serie, se puede observar que el Rango (Máximo precio – Mínimo precio) es de 434,8 pesetas, lo que supone 1,2 veces el valor de la Media. Este resultado nos puede dar una primera idea acerca de la alta variabilidad existente en la serie dentro del período comprendido.

También cabe destacar, observando la figura 2 siguiente de los precios nominales, que en el período comprendido entre septiembre de 1995 y noviembre de 1996 los precios sufrieron un fuerte incremento, estando durante este período por encima del nivel de 500 pesetas, llegando a un máximo de 689 pesetas en enero de 1996. El valor mínimo se alcanzó en noviembre de 1990.

**FIGURA 2**  
Precios nominales de los tres tipos de aceites



**Fuente.** Elaboración propia a partir de la serie de precios.

**CUADRO 5**  
**Precios deflactados aceite de oliva**

Precios medios mensuales del aceite refinado

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1989					319,8	317,8	311,3		330,5	352,7	345,9	332
1990	314,7	311,0	311,0	312,9	310,2	306,4	299,8		293,5	285,1	277,1	285,9
1991	294,9	302,3	295,6	307,8	308,5	307,8	304,5		349,0	356	337,9	312,2
1992	296,8	297,4	292,9	292,3	290,8	287,7	280,8	276,2	286,9	295,7	299,4	299,5
1993	300,3	299,6	296,3	301,2	317,3	340,9	346,3	376,3	372,8	367	349,9	337,6
1994	355,3	365,0	359,8	362,0	368,2	372,1	369,0		380,8	387,5	374,2	354,4
1995	365,9	400,1	413,6	403,3	404,6	374,1	415,0	422,9	472,6	486,8	481,2	494,7
1996	586,6	555,4	533,9	527,2	531,7	515,5	508,9	522,2	538,7	517,9	501	400,4
1997	363,9	338,5	318,3	299,2	275,3	261,1	277,8	294,2	291,2	277	271,9	259,1
1998	243,2	231,9	226,2	225,7	228,0	247,1	225,4	229,3	231,8	230,8	232,3	252,2
1999	281,7	348,5	339,0	337,1	332,5	325,5	334,3		336,6	317	283,1	276,5
2000	299,6	288,3	273,4	250,5	235,7	210,9	225,7	237,1	226,9	227,8	224,6	222,5
2001	210,9	207,1	207,8	208,5	206,2	202,9	205,5	214,6	232,7	254	241,7	223,2

Fuente. elaboración propia a partir de datos de la revista Oleo

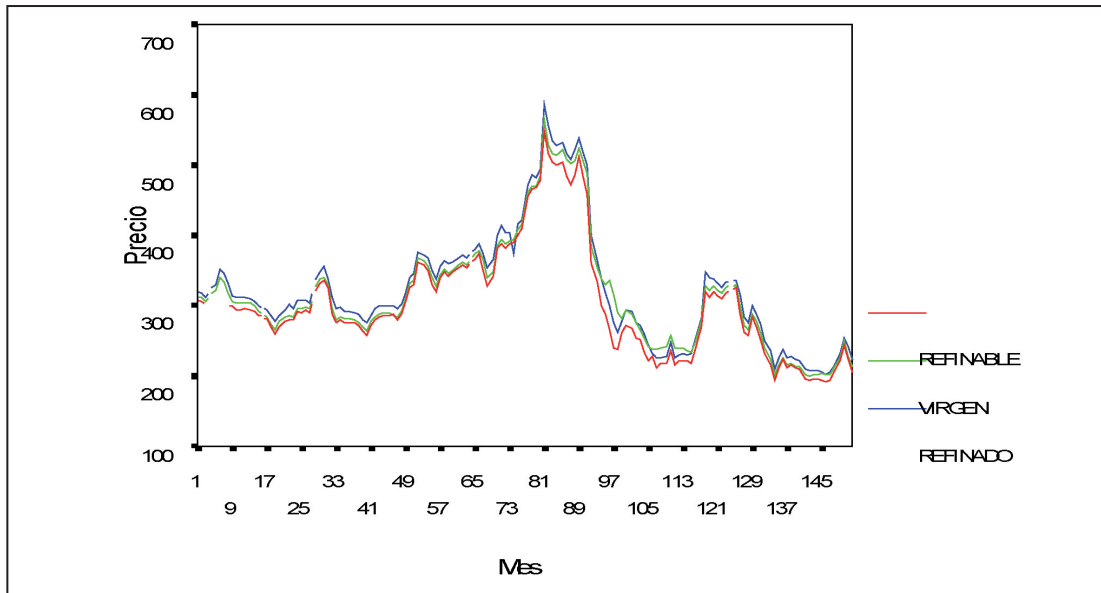
### 3. COMPORTAMIENTO DE LA SERIE DE PRECIOS DEL ACEITE REFINABLE

Para estudiar el comportamiento de la serie hay que centrarse en observar la estacionalidad y la varianza (volatilidad) de la misma. Como se ha descrito anteriormente, el estudio continuará sobre la serie de precios semanales correspondientes al aceite tipo refinado, agrupando los datos a precios mensuales (como medias simples de los

precios semanales correspondientes). La serie resultante será deflactada (utilizando la serie histórica de IPC con base 1992) para que los precios sean comparables. La figura 3 que aparece a continuación representa la evolución de los precios medios mensuales deflactados.



**FIGURA 3**  
Precios medios mensuales deflactados



Fuente. Elaboración propia a partir de la serie de precios

**CUADRO 6**  
Precios Medios Deflactados Aceite de Oliva

Precios medios últimos doce meses

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	agt	sep	oct	nov	dic
1989										323,6	322,7	321,7
1990	320,6	320,6	317,3	311,1	304,9	300,7	298,9	298,1	296,7	296,2	296,1	296,2
1991	296,6	296,6	301,7	308,1	313,7	316,1	316,2	315,8	315,5	314,1	312,5	310,7
1992	308,5	305,8	300,7	295,6	292,4	291,4	291,7	291,8	292,1	292,9	295,1	299,5
1993	305,0	313,3	320,5	326,4	330,6	333,8	338,4	343,8	349,1	354,2	358,4	361
1994	362,9	361,7	362,4	364,3	366,5	368,0	369,0	372,2	377,1	380,8	384,1	384,3
1995	388,5	391,4	399,0	407,3	416,2	427,9	446,3	459,2	469,2	479,6	490,2	501,9
1996	509,8	518,1	523,6	526,2	527,8	519,9	501,4	483,3	465,3	446,3	425	403,8
1997	384,5	365,5	344,9	324,8	305,7	294,0	283,9	275,0	267,3	261,2	257,3	256,1
1998	251,7	246,3	241,4	237,5	234,2	233,7	236,9	246,6	256,0	265,3	274	280,5
1999	289,6	295,0	304,6	312,4	317,0	319,2	320,9	315,4	309,4	301,6	292,8	282,4
2000	272,5	269,5	260,4	253,0	248,1	243,6	236,2	229,4	224,0	220,5	218	217,3
2001	215,6	213,8	214,3	216,4	217,9	217,9						

Fuente. Elaboración propia a partir de datos de la revista Oleo

### 3.1 Estacionalidad

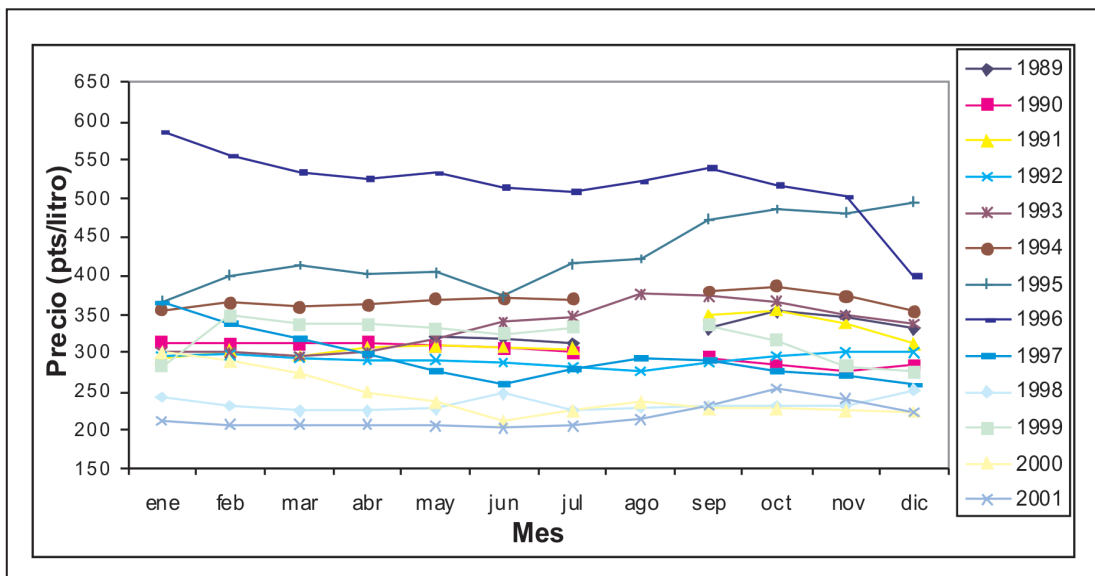
Según la definición de estacionalidad: pauta regular de comportamiento periódico en la serie<sup>4</sup>, parece tener sentido que la única estacionalidad presente en la serie a analizar sea la mensual, debido a que podrían darse distintos niveles de precios según el mes del año en el que estemos situados.

Se va a inferir a partir de los gráficos si verdaderamente existe esta estacionalidad, y para ello hay que fijarse en la figura 3, que representa los precios medios mensuales deflactados. Si se observa detenidamente parecen existir bastantes picos en la evolución de los precios,

aunque no es posible inferir a través del gráfico si éstos tienen un comportamiento regular o son debidos a causas que no dependan de la época del año. Para determinar si el comportamiento es similar en los mismos meses de distintos años se recurre a la figura 4, donde se representa la evolución mensual de los precios del aceite para los trece años del estudio.

En la figura 4 se puede ver que no existe ningún patrón de comportamiento mensual similar en los distintos años. Se observa que la evolución del precio mes a mes en cada año no tiene un comportamiento similar, descartándose por tanto la estacionalidad mensual de la serie en el período de estudio.

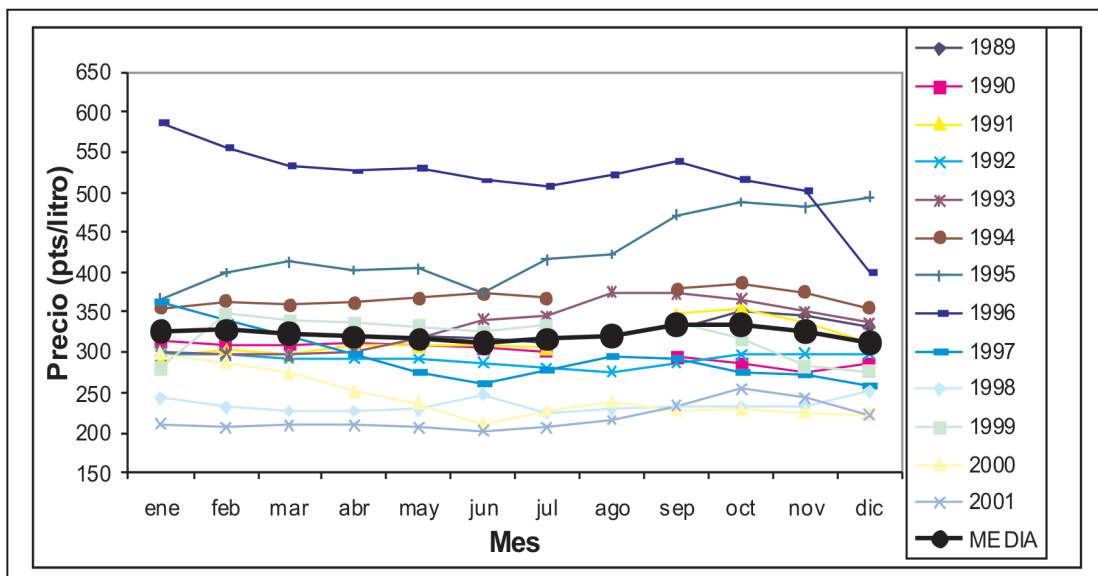
**FIGURA 4**  
Evolución mensual histórica de los precios del aceite



Fuente. Elaboración propia a partir de la serie de precios

<sup>4</sup> Uriel, E. (1995): Análisis de Datos: series temporales y análisis multivariante, Ed. AC. Madrid.

**FIGURA 5**  
**Evolución mensual histórica de los precios del aceite**  
**(incorporación de la media)**



Fuente. Elaboración propia a partir de la serie de precios

En la figura 5 se introduce en negrita una nueva línea que contiene los valores medios mensuales de todos los años objeto de estudio. De nuevo no apreciamos ningún patrón de comportamiento mensual, ya que la media de los precios según el mes aparece en niveles similares para todos éstos. Si hubiese existido algún tipo de estacionalidad mensual, ésta debería haberse visto reflejada con distintos precios medios según el mes.

En la tabla 7 se realiza un análisis de la varianza (ANOVA)<sup>5</sup> con el fin de comparar que las medias mes a mes de todos los años son iguales. Se puede comprobar que la significación del contraste es uno (1), por lo tanto no podemos rechazar la hipótesis de que todos los meses tienen el mismo precio medio y por lo tanto no exista estacionalidad mensual.

<sup>5</sup> Técnica fundamental que, en su diseño más sencillo, desarrolla un contraste de hipótesis estadísticas, que afecta simultáneamente a los valores medios o esperados de k poblaciones (variables aleatorias) con distribución normal y homoscedásticas, es decir, con idénticas varianzas.

En el modelo de un factor de efectos fijos, las hipótesis a contrastar consideran k situaciones experimentales analizadas sobre una variable respuesta Y:

$$\begin{cases} H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k \\ H_1 : \text{al menos dos difieren} \end{cases}$$

donde  $\mu_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, k$ ; representan los valores medios de la variable respuesta, Y, en las k situaciones experimentales, respectivamente.

A la hora de formular el criterio de rechazo de la hipótesis nula, recurre a dos estimadores independientes de la varianza, de ahí el nombre de análisis de la varianza, conocidos como cuadrados medios de los tratamientos y cuadrados medios del error, que son comparados probabilísticamente con ayuda de la distribución F de Fisher.

**TABLA 7**  
Tabla ANOVA

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Suma de cuadrados	F	Significación
REFINADO Entre grupos	8275,065	11	752,279	,098	1,000
Residual	1038636,0	135	7693,600		
Total	1046911,1	146			

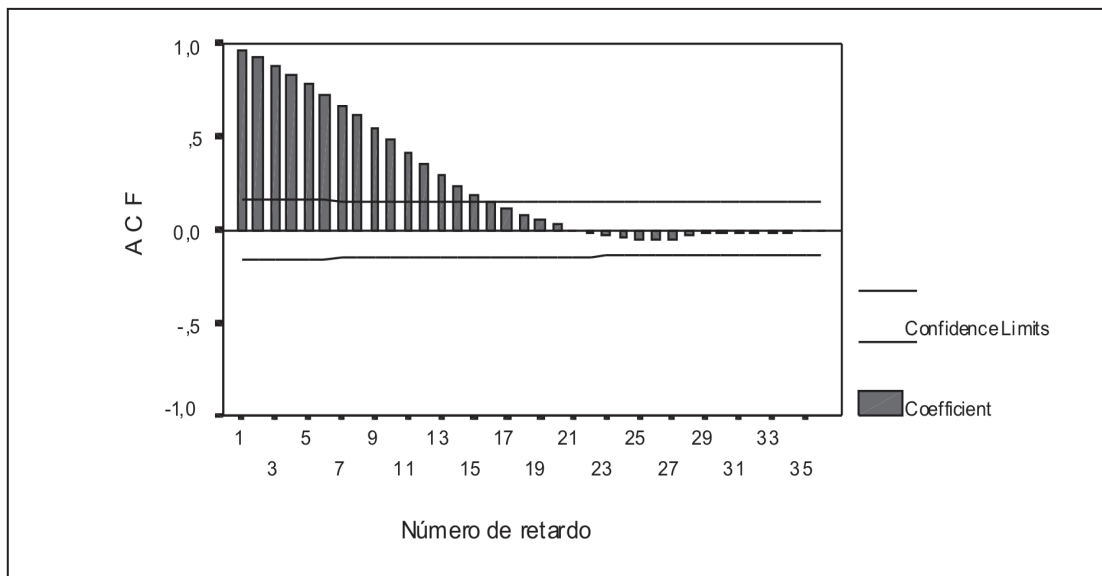
Fuente. Elaboración propia a partir de la serie de precios

A continuación, en la figura 6 se muestra la función de autocorrelación simple, que se obtiene como la correlación entre la serie observada y la serie retardada k veces. Si la serie estudiada fuese estacional aparecerían coeficientes de correlación altos en los retardos 12, 24, ..., y sin embargo se puede comprobar que esto no sucede. Se puede observar un descenso suave de los coeficientes de correlación, lo cual puede llevar a pensar que

cada observación de la serie está altamente correlacionada con las que le preceden.

Asumiendo que a través de los gráficos observados la serie no parece ser estacionaria ni homocedástica, podríamos intuir que la serie sigue un modelo Autoregresivo al decrecer lentamente la función de autocorrelación, característica propia de dichos modelos.

**FIGURA 6**  
Función de autocorrelación simple  
(Precios mensuales aceite refinado)



Fuente. Elaboración propia a partir de la serie de precios.

## 4. VARIABILIDAD DE LOS PRECIOS DEL ACEITE DE OLIVA

### 4.1 Varianza

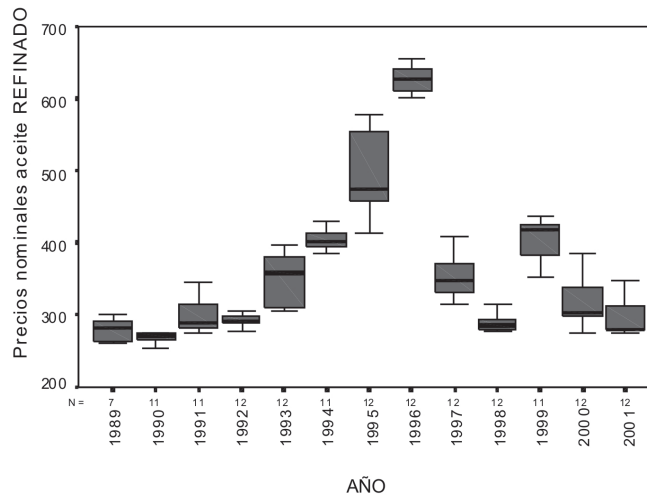
Para llevar a cabo un estudio sobre la variabilidad hay que volver a recurrir a la serie de precios nominales del aceite de oliva tipo refinado. El motivo reside en que el efecto del IPC sobre los precios es una fuente de variabilidad que no debemos eliminar y que se debe incluir dentro del estudio de la misma. Este estudio de la variabilidad se ha dividido en dos partes, por un lado se analizará la misma comparando entre distintos años, y por otro lado se comprobará estudiando la variabilidad dentro de cada uno de los doce meses.

En primer lugar se agrupan los precios por años y se estudia si las varianzas son iguales en cada período de doce meses. Para ello realizamos el test de Levene de igualdad de varianzas. Los resultados aparecen en la siguiente tabla, y según el contraste se concluye que rechazamos homogeneidad de varianzas de precios para todos los años. Igualmente, en la figura 7 tenemos una representación *box-plot* donde según el tamaño de las cajas se aprecia la distinta variación de precios existente en cada año.

**CUADRO 8**  
Test de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	df1	df2	Significación
Refinado nominal	4,830	12	134	,0000

**FIGURA 7**  
Variación de precios existentes en cada año- Representación *box-plot*



**Fuente.** Elaboración propia a partir de la serie de precios.

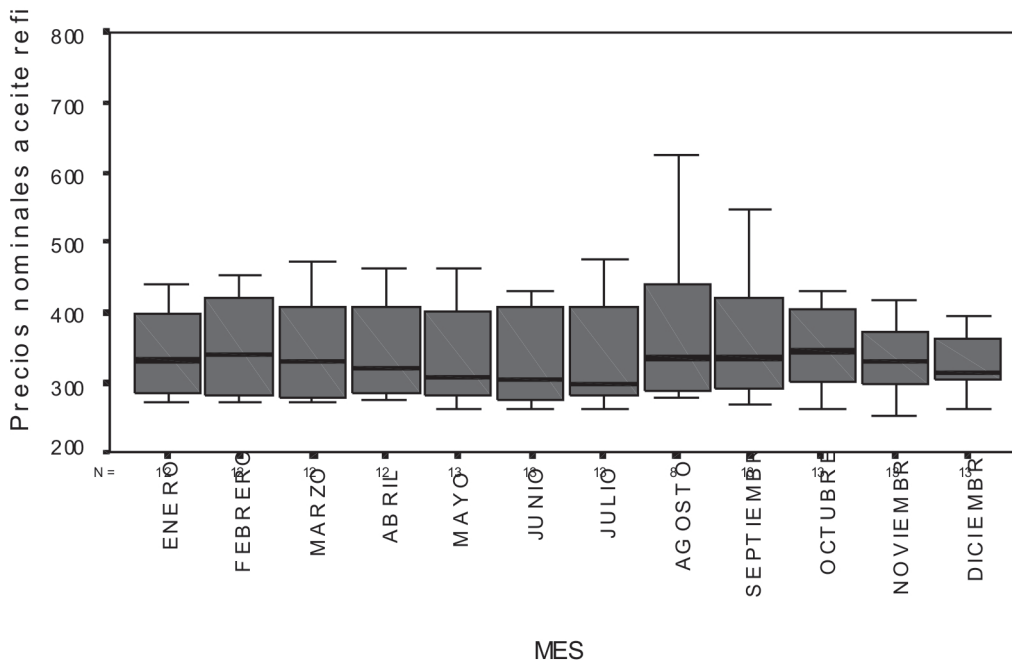
A continuación se agrupan los precios por meses para todos los años de estudio y de nuevo realizamos el test de Levene para homogeneidad de varianzas entre los meses. Este test ofrece unos resultados muy significativos, con lo que aceptamos que no hay evidencias para rechazar que exista heterogeneidad

entre las varianzas de los distintos meses. Se presenta en la figura 8 el diagrama de cajas correspondiente a los precios agrupados por meses, donde se puede observar que, al contrario que en la figura 6, la dispersión en cada mes es más estable.

**CUADRO 9**  
Test de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	df1	df2	Significación
Refinado nominal	,119	11	135	1,000

**FIGURA 8**  
Diagrama de cajas correspondiente a los precios agrupados por meses



Fuente. Elaboración propia a partir de la serie de precios.

## 4.2 Volatilidad

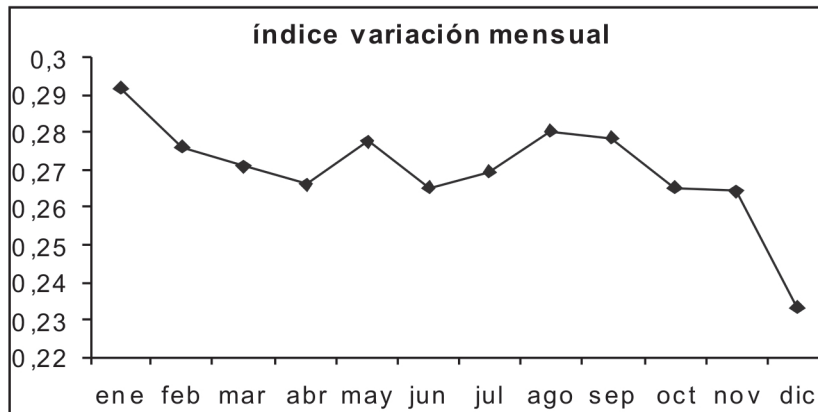
Para continuar con el estudio de la variabilidad de la serie vamos a calcular, tanto agrupando por meses como por años, los índices de variación, que no son otra cosa que el cociente de la desviación típica entre la media.

El motivo de utilizar estos coeficientes para estudiar la dispersión de los precios en cada uno de los grupos definidos (meses o años), es que a partir de aceptar o no que dichos grupos poseen la misma media o varianza no podemos suponer nada acerca de la volatilidad de la serie. Por ejemplo se puede ver que no es lo mismo tener una desviación típica de 50

euros sobre 100 euros., que tener la misma desviación típica sobre 1.000.000 euros. Con este coeficiente podremos comparar las variaciones en cada mes o año y comprobar si la serie tiene la misma volatilidad en cada uno de dichos periodos.

En primer lugar se agrupan las observaciones para cada uno de los meses y se calcula el índice de variación. En la figura 9 se puede observar la representación de dicho índice, y se comprueba que se mantiene dentro de unos márgenes estables a lo largo del año, excepto durante los meses de diciembre y enero, donde se registran los valores mínimo y máximo respectivamente.

**FIGURA 9**  
Índices de variación mensual

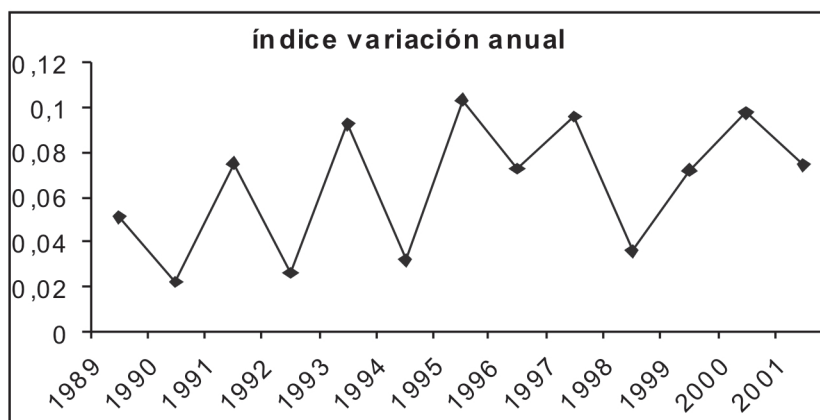


	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
<b>índice var. mensual</b>	0,292	0,276	0,271	0,266	0,278	0,265	0,270	0,280	0,279	0,265	0,264	0,233

**Fuente.** Elaboración propia a partir de la serie de precios.

En la figura 10 siguiente aparecen los índices de variación agrupando los precios para cada año. Se puede observar una tendencia de los precios a subir y bajar la volatilidad de un año respecto del siguiente.

**FIGURA 10**  
Índice de variación anual



Fuente. Elaboración propia a partir de la serie de precios

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
índice var. anual	0,055	0,024	0,079	0,028	0,097	0,033	0,108	0,076	0,100	0,038	0,075	0,102	0,077

### 4.3 Análisis de la volatilidad

En el presente apartado se va a llevar a cabo un estudio sobre la volatilidad relativa a los precios nominales del aceite de oliva tipo refinado. El significado de volatilidad simplemente es movimiento, es decir, cómo oscilan los precios a lo largo de un período. El problema reside en no existir una medida que nos indique la volatilidad de los precios, como podrían ser los metros para la distancia, y por lo tanto no disponemos de fórmula de cálculo para ésta. Sin embargo, de forma intuitiva, sí que podemos relacionar directamente el movimiento de los precios con la dispersión que exista en éstos durante un período

determinado y seremos capaces pues de determinar la volatilidad asociada a una serie de precios a partir de variables que midan la dispersión para dicha serie.

Existen varias variables que nos indican el grado de dispersión o variabilidad dentro de un conjunto de datos, en nuestro caso serie de precios. Así dispondríamos por ejemplo del Rango Intercuartílico, MEDA,... pero el que más nos interesa por ser el que más información podría darnos en relación con la volatilidad es la desviación típica, siendo ésta la raíz cuadrada de la suma de las desviaciones de cada valor respecto de la media aritmética divididas por el número total de valores. El



objetivo de la desviación típica es medir de forma eficaz la dispersión de un conjunto de datos en torno a su media, es decir, en nuestro caso, las oscilaciones de los precios del aceite en un período respecto de su precio medio. De este modo estamos en condiciones de definir la volatilidad asociada a una serie de precios para un período determinado como el cambio de éstos en una desviación típica.

A continuación pasaremos a determinar la desviación típica, y por extensión la volatilidad, de la serie de precios seleccionados para

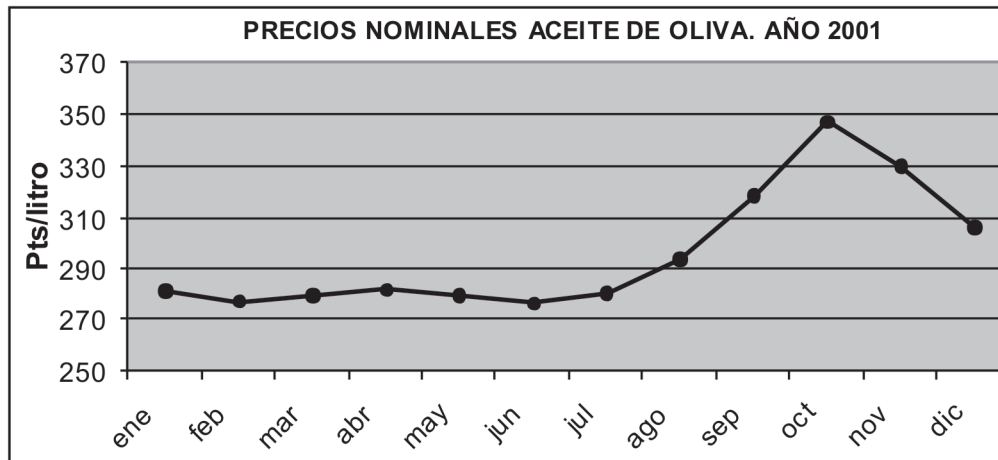
un período determinado y hacer una interpretación de la misma acorde con el tipo de información proporcionada por esta medida de dispersión.

Vamos a analizar la volatilidad que ha existido en el precio nominal del aceite de oliva tipo refinado durante los doce meses correspondientes al año 2001. El precio mensual del aceite de oliva es la media aritmética de los precios semanales de cada mes. En la siguiente tabla aparecen estos valores junto con su representación gráfica.

**CUADRO 10**  
Precios nominales aceite de oliva  
precios medios mensuales del aceite refinado

ene	feb	mar.	abr.	may	jun	jul	agt.	sep.	oct.	nov.	dic
281.3	277.2	279.3	281.7	279.7	276.1	280.3	293.5	318.2	347.0	329.8	305.7

**FIGURA 11**  
Precios nominales aceite de oliva año 2001



Fuente. Elaboración propia a partir de la serie de precios.

A continuación se pueden ver los resultados del cálculo de la desviación típica y el promedio para esta serie de precios.

Promedio:	295,8
Desv.típica:	22,9

Para interpretar los resultados de la desviación típica resultante en la sección anterior, debemos tener en cuenta el intervalo de tiempo al que hacen referencia los precios, así como su periodicidad. De este modo vemos que la desviación típica a la que hacemos referencia se interpretaría como las variaciones medias de un mes a otro dentro de un año.

La interpretación acerca del orden de magnitud que podamos concluir sobre la volatilidad a partir de la desviación típica será completamente subjetiva, en el sentido que no se puede deducir si unos precios tienen una volatilidad alta o baja en comparación con la de otros, ya que ésta dependerá del tipo de producto al que hagan referencia los precios. Así, no es lo mismo una desviación típica como la que nos resulta para los precios del aceite que si fuese para el precio por ejemplo de un piso. Y aquí se introduce una nueva variable llamada Coeficiente de Variación que se calcula dividiendo la desviación típica entre el módulo de la media aritmética de los precios. Este nuevo coeficiente indica la magnitud promedio de la desviación típica como porcentaje sobre la media aritmética de los precios. En nuestro ejemplo el Coeficiente de Variación resultante será el siguiente:

Coef. Variación: 0,08

Este sería el valor comparable con el de otras series de precios, para así poder intuir si la volatilidad de estos precios es alta o baja.

A continuación se va a realizar una interpretación sobre la información que proporcionan conjuntamente la desviación típica y la media aritmética de la serie de precios a analizar. Está demostrado que entre la media y +/- k veces la desviación típica existe, como mínimo, el  $100 \cdot (1 - 1/k^2)\%$  de las observaciones. Aplicando este resultado a los precios del aceite de oliva, con la media y desviación estándar que ya hemos calculado podríamos deducir el porcentaje de meses que los precios deberán aparecer dentro de un rango, el cual quedará determinado por la media +/- k veces la desviación típica. De este modo podemos construir la siguiente tabla dando distintos valores para k:

k	Desde	Hasta	% tiempo
1,5	261,5	330,2	55,6%
2	250,0	341,6	75,0%
2,5	238,6	353,1	84,0%
3	227,1	364,5	88,9%

A partir de esta tabla podemos concluir por ejemplo que al menos el 88,9% del tiempo los precios en un período de un año estarán entre 227,1 y 364,5 pts/litro.

**CUADRO 11**  
**Precios nominales aceite de oliva**  
**Precios medios mensuales del aceite refinado**

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	agt	sep	oct	nov	dic
1999	352,4	436,3	426,3	425,5	419,6	410,8	423,8	426,6	429,4	404,4	361,5	354,7
2000	385,6	371,6	353,8	325,5	306,8	275,4	296,5	312,7	300,1	302,0	298,5	296,7
2001	281,3	277,2	279,3	281,7	279,7	276,1	280,3	293,5	318,2	347,0	329,8	305,7

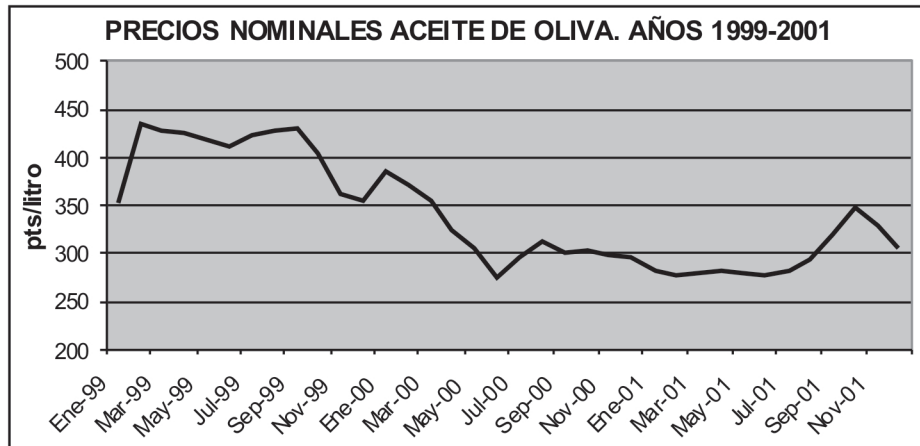
Vamos a repetir el estudio anterior sobre la desviación típica, y por extensión la volatilidad, para un período superior. Tomaremos los últimos tres años de estudio, es decir, los años 1999, 2000 y 2001. El precio medio para agosto'99 no está disponible, y para llevar

a cabo este estudio se ha estimado como promedio de los meses anterior y posterior. En la siguiente tabla aparecen los precios medios mensuales para el período anteriormente indicado, así como su media aritmética y desviación típica.

Promedio: 295,8
Desv.típica: 22,9

En el siguiente gráfico aparece una representación de estos precios.

**FIGURA 12**  
**Precios nominales aceite de oliva años 1999-2001**



**Fuente.** Elaboración propia a partir de la serie de precios.

Calculamos el Coeficiente de Variación que recordamos nos permite observar cuánto supone la desviación típica respecto de la media.

**Coef. Variación: 0,163**

De nuevo utilizando la información que nos proporciona la desviación típica nos creamos la siguiente tabla:

k	Desde	Hasta	% tiempo
1,5	257,0	423,3	55,6%
2	229,3	451,0	75,0%
2,5	201,6	478,7	84,0%
3	173,9	506,4	88,9%

Comparando esta tabla con la resultante a partir de los datos referidos sólo al año 2001, se puede comprobar que la volatilidad para un período de tres años ha sido mucho mayor, ya que los intervalos de precios a los que se asocian las distintas probabilidades son más amplios, algo que a priori parece normal, y es que a mayor período de estudio parece lógico que haya un mayor movimiento de los precios. A partir de esta tabla podemos concluir, por ejemplo, que las tres cuartas partes del tiempo los precios estarán entre 201,6 y 478,7 pts/litro.

A partir de la información que proporciona la desviación típica y del horizonte temporal al que hace referencia, que son tres años, podemos calcular la desviación estándar esperada para un período inferior. Esta se calcularía dividiendo la desviación típica para los precios de los tres años entre la raíz cuadrada del número de períodos. Así, por ejemplo, si queremos calcular la desviación típica esperada para un período mensual, deberíamos dividir la desviación en los tres años entre la raíz cuadrada de 36, que es el número total de meses que comprenden los tres años. De este modo podríamos construirnos la siguiente tabla, donde aparece la desviación típica esperada para cada período.

Período	Nº períodos	Desv. Tip
anual	3	32,0
semestral	6	22,6
cuatrimestral	9	18,5
trimestral	12	16,0
bimestral	24	11,3
mensual	36	9,2

Por ejemplo, para un período de tres meses la desviación típica esperada sería de 16 pts/litro.

MFAO ha realizado una actualización de su estudio de volatilidades del aceite de oliva<sup>6</sup>. Las elevadas volatilidades de fino, 17%, y lampante, 16%, para el periodo de los tres años analizados, se demuestra que el valor monetario que hay en riesgo en cada campaña oleícola es muy grande y que por lo tanto la utilización de futuros sobre aceite está más que justificada.

	Volatilidad
Fino	16,99%
Lampante	15,78%
Fuente: MFAO	

Fuente. MFAO

<sup>6</sup> "Estudio de volatilidad y correlaciones entre fino y lampante en el último trienio". Futurooliva nº 33, mayo 2003.

## 5. CONCLUSIONES

De las herramientas estadísticas que se han utilizado para realizar comparaciones en el comportamiento de los precios se deduce que existe una alta correlación entre los precios de cada una de las variedades de aceite, por lo que bastará negociar una variedad en el mercado de futuro. Se ha seleccionado la variedad de aceite Lampante como representativa del producto "aceite de oliva".

Comparando la volatilidad obtenida en este trabajo de investigación para el aceite de oliva con otros productos agrarios, grasos o no, que se contratan como subyacentes en

otros mercados de futuros de éxito, podemos concluir que sus niveles son adecuados.

Adicionalmente, si comparamos el resultado obtenido con las volatilidades de otros productos negociados en el mercado español se obtiene una apreciación indicativa de la variabilidad de los precios de los distintos subyacentes analizados. Los rendimientos del aceite de oliva presentan una de las volatilidades más bajas, tan sólo superada por la volatilidad del contrato de futuro sobre el bono nacional 10 de MEFF Renta Fija, tal y como se puede comprobar en el cuadro siguiente.

**CUADRO 12**  
**Volatilidades anualizadas de distintos mercados y productos en España**

Producto	Mercado	Período	Volatilidad Anualizada
Navelina	FC&M	1988 / 1995	106,07
Valencia Late	FC&M	1990 / 1995	118,68
Bono Nacional 10	MEFF RF	1992 / 1995	10,48
Ibex 35	SIBE	1987 / 1996	18,39
Aceite de Oliva	MFAO	2000	19,00

**Fuente.** Elaboración propia con datos de cada uno de los mercados.

En definitiva, y en los que se refiere a los precios, los resultados obtenidos permiten concluir que el aceite de oliva es un producto volátil y que tal variabilidad en los precios resulta un elemento muy positivo y necesario para la creación de un mercado de futuros.

