

A glass bottle of olive oil is on the left, partially filled with a golden liquid. To the right, two olives are shown, one in the foreground and one slightly behind it, both with a greenish-yellow hue. The background is a soft, out-of-focus white and light green.

**María Gutiérrez Salcedo  
Manuela Vega Zamora**

**La dinámica del mercado  
de origen de los aceites de  
oliva: Una aproximación a  
partir de la teoría de la  
cointegración**





**II Premio de Investigación del  
Consejo Económico y Social de la  
Provincia de Jaén**

**LA DINÁMICA DEL MERCADO DE  
ORIGEN DE LOS ACEITES DE OLIVA:  
UNA APROXIMACIÓN A PARTIR DE  
LA TEORÍA DE LA COINTEGRACIÓN**

**Jaén, 2009**



**María Gutiérrez Salcedo**

**Manuela Vega Zamora**

Universidad de Jaén

**LA DINÁMICA DEL MERCADO DE  
ORIGEN DE LOS ACEITES DE OLIVA:  
UNA APROXIMACIÓN A PARTIR DE  
LA TEORÍA DE LA COINTEGRACIÓN**



---

Consejo Económico y Social  
de la Provincia de

*Jaén*

---

© DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE JAÉN  
Consejo Económico y Social de la Provincia de Jaén  
I.S.B.N.: 978-84-693-5101-7  
Depósito Legal: J. 1061 - 2010

Imprime:  **ISOPROARGRA**  
*servicios gráficos y comunicación*

Polígono «Los Olivares». Villatorres, 10 - Jaén  
Impreso en España / Printed in Spain

*A Curro, por su dedicación  
y aportaciones a este trabajo.*





# Índice

	<u>Página</u>
<b>Introducción</b> . . . . .	11
<b>CAPÍTULO 1. El mercado de origen de los aceites de oliva: estructura y dinámica</b> . . . . .	15
1.1. Introducción. . . . .	15
1.2. El sistema agroalimentario de los aceites de oliva . . . . .	15
1.3. El mercado de origen de los aceites de oliva . . . . .	18
1.3.1. La especialización de los agentes en el mercado de origen . . . . .	21
1.3.2. La discontinuidad del mercado de origen . . . . .	24
1.3.3. La falta de transparencia en el mercado de origen . . . . .	27
1.3.4. El problema de la calidad en el mercado de origen. . . . .	32
1.3.5. A modo de resumen: Características generales del mercado de origen. . . . .	36
1.4. Objetivos de investigación . . . . .	38
<b>CAPÍTULO 2. El análisis de las relaciones entre variables a partir de la teo- ría de la cointegración.</b> . . . . .	41
2.1. Introducción. . . . .	41
2.2. Conceptos preliminares a la teoría de la cointegración . . . . .	42
2.2.1. La estacionariedad de una serie . . . . .	42
2.2.2. Contraste de raíces unitarias . . . . .	45
2.2.3. Relaciones espurias . . . . .	47
2.3. Cointegración . . . . .	49
2.3.1. El concepto de cointegración . . . . .	51
2.3.1.1. Definición de cointegración . . . . .	52
2.3.2. Modelos de mecanismo de corrección del error –MCE– . . . . .	54

	Página
2.3.3. Teorema de representación de granger . . . . .	59
2.3.4. Estimación y contraste de relaciones de cointegración . . . . .	61
2.3.5. Procedimiento máximo verosímil de Johansen. . . . .	62
2.4. Análisis de las relaciones dinámicas entre variables. . . . .	69
<b>CAPÍTULO 3. Estudio empírico: Metodología de análisis y resultados . . .</b>	<b>73</b>
3.1. Introducción . . . . .	73
3.2. Metodología de investigación . . . . .	73
3.2.1. Consideraciones previas al análisis. . . . .	74
3.2.2. Procedimiento de investigación . . . . .	74
3.3. Características generales del mercado de origen. . . . .	75
3.3.1. La discontinuidad del mercado de origen. . . . .	76
3.3.2. El problema de la calidad en el mercado de origen. . . . .	80
3.4. La identificación de relaciones causales entre los aceites del merca- do de origen . . . . .	85
3.4.1. Análisis de la estacionariedad de la serie . . . . .	85
3.4.2. Determinación del número de relaciones de cointegración entre las variables. . . . .	91
3.4.3. Desarrollo del modelo de corrección del error . . . . .	93
3.4.4. Test de causalidad de granger en bloque . . . . .	93
3.4.5. Cuantificación de las relaciones de causalidad entre las varia- bles: descomposición de la varianza y fir . . . . .	95
<b>CAPÍTULO 4. Conclusiones, limitaciones y futuras líneas de investigación</b>	<b>101</b>
4.1. Conclusiones . . . . .	101
4.2. Limitaciones y futuras investigaciones . . . . .	103
<b>Bibliografía . . . . .</b>	<b>105</b>
<b>Anexo I . . . . .</b>	<b>111</b>
<b>Anexo II . . . . .</b>	<b>115</b>

# Introducción

Es ampliamente conocido el rol estratégico que el sector de los aceites de oliva juega en la realidad española, en general, y andaluza y giennense, en particular. No sólo por la cantidad de familias que viven tanto directa como indirectamente del olivar –en algunos municipios es la principal fuente de renta–, sino por su dispersión por la mayoría de las Comunidades Autónomas; su papel como medio de fijación de poblaciones en ámbitos rurales; su contenido cultural –portador de gastronomía, costumbres, etc.–; su impacto en el medioambiente, sobre todo como medio para la forestación y mecanismo de lucha contra la erosión y desertización; por el cada vez mayor aprovechamiento de sus subproductos en este mismo sentido –biocombustibles, cogeneración, etc.–; su contribución a la salud y práctica de hábitos saludables de la población y, en suma, su impacto en la imagen de España, siendo uno de los elementos distintivos, característicos y diferenciadores, esto es, configuradores de su imagen a nivel nacional e internacional. En consecuencia, es fácil comprender que para nosotros significa mucho más que un sector agroalimentario: forma parte de nuestra economía, paisajes, cultura, e identidad.

El sector de los aceites de oliva está formado por un conglomerado de industrias que realizan una o varias fases de la cadena agroalimentaria, entre las que, sucesivamente, se va intercambiando y añadiendo valor al producto del olivo. Dentro de estas fases, de adición de valor y relaciones de intercambio, hay una etapa fundamental con claras repercusiones comerciales, que condicionan los resultados económicos de todos los agentes que intervienen en la cadena agroalimentaria: nos referimos a los procesos de intercambio que ocurren en el mercado de origen. Pues, en función de cómo se compre y se venda el aceite, se determina la rentabilidad de buena parte de los agentes que intervienen en la cadena.

En efecto, en un contexto donde los precios de venta al consumidor –y, por tanto, el montante global de dinero a repartir entre los agentes de la cadena– vienen impuestos por la distribución alimentaria, la eficacia a la hora de comprar y vender

a lo largo de la cadena es clave. Y en este punto, el eslabón más importante, como ya hemos avanzado, es el mercado de origen; sencillamente porque los agentes se especializan en determinadas actividades acotadas por la compra y la venta. Naturalmente, los agentes son conscientes de la importancia de este mercado y, a causa de ello, existen fuentes de información públicas y privadas –difíciles de encontrar en otros mercados–, que han surgido para cubrir estas necesidades informativas. Entre ellas se encuentran las revistas *Oleo News* o *Mercacei Newsletter*, de periodicidad semanal, y las bases de datos que generan el sistema POOLred<sup>1</sup> o el Mercado de Futuros del Aceite de Oliva<sup>2</sup>, que han contribuido a paliar la opacidad del mercado y han puesto de manifiesto la importancia de operar adecuadamente en el mercado<sup>3</sup>.

Junto a esto, la importancia relativa del mercado de origen, como foco en el que se concentran los esfuerzos, se magnifica por una serie de razones: como la muy posible desaparición de las ayudas a los productores, los incrementos de los costes de la materia prima y la imposibilidad de trasladar estos costes al consumidor final, dada la fuerte presión de la distribución por mantener unos precios estables.

Frente a esta situación, el mercado de origen de los aceites de oliva ha sido escasamente estudiado en la literatura, fundamentalmente, por trabajos cuyas conclusiones se basan en datos de hace una década. Teniendo en cuenta los importantes cambios recientemente acaecidos en el entorno –la modificación de la Organización Común del Mercado del aceite de oliva y las aceitunas de mesa, cambios en la estructura de la industria envasadora y refinadora, el incremento de producción a nivel mundial y la mejora de la transparencia del mercado, entre otros–podría considerarse la posibilidad de que las conclusiones de esos trabajos dejarán de tener vigencia. En coherencia con lo expuesto, analizar la estructura y dinámica del mercado de origen constituye el primer objetivo de nuestro trabajo.

En la actualidad, y como consecuencia del desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, son varios los mecanismos a disposición del sector que contribuyen a solventar el problema de la falta de datos. Al margen de la mayor sofisticación y, consecuentemente, mejor información que aportan las revistas del sector, el sistema POOLred y el Mercado de Futuros del Aceite de Oliva han contribuido a mejorar la transparencia del mercado, y posibilitan el acceso a datos e información más elaborada y completa, en relación a las que existían hace una década. Con base en ellos, nos proponemos revisar las hipótesis o suposiciones del mercado

---

<sup>1</sup> Sistema que permite la visualización de las cotizaciones de los distintos aceites con actualizaciones diarias.

<sup>2</sup> Mercado donde es posible realizar contratos de futuros con aceite de oliva y conocer los precios y cantidades con los que se realizan dichos contratos.

<sup>3</sup> Por ejemplo, en algunas campañas, aceites de similar calidad se han vendido un 40 ó 50 por 100 más caros por el simple hecho de ser vendidos un par de meses antes o después.

y completar el conocimiento sobre el mismo con análisis más sofisticados, en coherencia con nuestro primer objetivo.

Junto a este objetivo, nos proponemos realizar un análisis de la dinámica de las posibles relaciones de causalidad que existen entre los aceites comercializados en el mercado de origen. Para ello, partimos de la aplicación de la teoría de la cointegración, desarrollada por Engle y Granger –premios Nobel de economía en 2003 por el desarrollo de métodos de análisis temporales con tendencias comunes–, y la descomposición de la varianza del error de predicción y la función de impulso-respuesta, técnicas econométricas utilizadas desde hace unas décadas en este campo, pero que, sin embargo, no se han aplicado tanto en el área del marketing. Este segundo objetivo constituye la principal aportación realizada con esta investigación, y sus resultados arrojarán más y mejor conocimiento sobre el actual funcionamiento del mercado.

Para conseguir ambos objetivos, esta investigación se realiza sobre las cotizaciones mensuales de los aceites comercializados en el mercado de origen y el número de operaciones de compra-venta, referidas todas ellas al período 2000-2007.

El desarrollo de la investigación se presenta bajo la siguiente estructura: 1) Un primer capítulo donde se desarrolla el estado de la cuestión relativo al mercado de origen de los aceites de oliva, sus características y funcionamiento, y en el que se especifican los objetivos de investigación; 2) un segundo capítulo donde se desarrolla la teoría de la cointegración, y la descomposición de la varianza del error de predicción y la función impulso-respuesta; 3) un tercer capítulo en el que se describen y discuten los resultados del estudio empírico; y finalmente, 4) un cuarto capítulo donde se exponen las principales conclusiones extraídas y se comentan las limitaciones y futuras líneas de investigación.



## **Capítulo 1**

# **El mercado de origen de los aceites de oliva: estructura y dinámica**

### **1.1. Introducción**

Los aceites elaborados en las almazaras tienen dos mercados-meta a los que dirigirse: un mercado de envasado, donde se traslada el producto al consumidor final, y un mercado de graneles, donde el aceite se vende a otras empresas que, o bien elaboran nuevos aceites, los envasan o simplemente los utilizan como input en su producción. El mercado de graneles es la salida natural del aceite elaborado por los productores, de su comportamiento en este mercado, al igual que ocurre con las empresas en el sector, depende prácticamente la rentabilidad de su actividad. Por esta razón, en la actualidad, el conocimiento del mercado de origen es clave, pues de él dependen los comportamientos de compra-venta que marcan los resultados.

En este capítulo se realiza una síntesis de las características de este mercado, haciendo hincapié en cómo estas influyen en los comportamientos comerciales y qué repercusiones tienen sobre ellos. Posteriormente, se establecen los objetivos de investigación que básicamente se centran en analizar y corroborar la vigencia de las conclusiones establecidas en la literatura y en ampliar el conocimiento del mercado de origen mediante nuevos análisis.

### **1.2. El sistema agroalimentario de los aceites de oliva**

El sistema agroalimentario abarca tanto las producciones agrarias orientadas al consumo final como las actividades comercializadoras de los productos agroalimentarios. En el sistema agroalimentario de los aceites de oliva coexisten tres sectores: el sector primario u olivarero, el industrial y la distribución. El sector primario está formado por los olivieros, encargados del cultivo del olivar. El sector industrial abarca a dos tipos de empresas, las empresas de primera transformación, que trabajan en la transformación de la aceituna en aceite de oliva –almazaras–, y las empresas que trabajan directamente con los aceites de oliva transformados, bien sea para extraer el

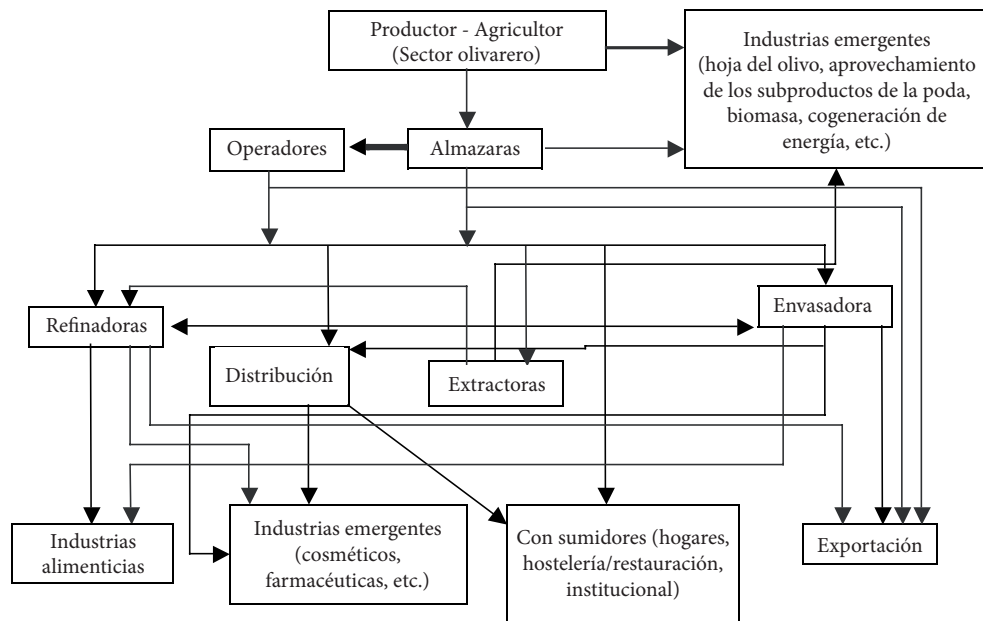


orujo –extractoras de orujo–, refinarlo –refinadoras– o envasarlo –envasadoras–. En el sector de la distribución concurren las empresas que utilizan el aceite de oliva como input en su producción –alimenticias o industrias emergentes–, y que por tanto, lo adquieren sin envasar, y las empresas distribuidoras, quienes adquieren los aceites de oliva envasados para su puesta en venta en los establecimientos comerciales.

La Figura 1.1 recoge un esquema detallado de la cadena de producción y consumo de los aceites de oliva y orujo de oliva, en el que se muestra el complejo entramado de agentes, relaciones de intercambio y circuitos comerciales que la conforman. Dada la exhaustividad de los flujos de la misma, aún a riesgo de ser reiterativos, en los próximos párrafos resumimos los más relevantes en nuestro contexto de investigación.

**Figura 1.1.**

*Cadena agroalimentaria de los aceites de oliva*



FUENTE: Parras (2008).

En España, la explotación agraria del sector oliverero ocupa una superficie de 2.509.677 has., de las que el 96 por 100 corresponden a variedades de aceituna para almazara –2.377.943 has.–. Andalucía se sitúa como la provincia con mayor volumen

de hectáreas dedicadas al cultivo de la aceituna, con un total de 1.515.320 –el 60,38 por 100 del total en España–, por delante de Castilla-La Mancha –15,83 por 100– y Extremadura –10,17 por 100– (Agencia para el Aceite de Oliva –en adelante, AAO–, 2008).

De la explotación olivarera, las aceitunas se trasladan a las almazaras donde se transforman en aceites de oliva virgen, que son los obtenidos directamente del fruto del olivo por procedimientos mecánicos u otros procedimientos físicos en ciertas condiciones. Los aceites vírgenes extraídos presentan ciertas calidades<sup>4</sup>, siendo unos aptos para el consumo –virgen y virgen extra– y otros no –lampante. Los aptos para el consumo se envasan directamente, y los no aptos se refinan en las refinerías, obteniendo aceite de oliva refinado que, mezclado con el aceite de oliva virgen apto para el consumo, constituye lo que se denomina «aceite de oliva», el aceite más consumido en España (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino –en adelante, MARM–, 2007).

Como consecuencia del proceso productivo, también se obtiene un subproducto que es el orujo, que es sometido a tratamiento en las extractoras de orujo para obtener el aceite de orujo de oliva crudo. Una vez producido se refina y, posteriormente, se mezcla con aceite de oliva virgen apto para el consumo, dando lugar al aceite de orujo de oliva.

De todo lo anterior se desprende que el sector productor de los aceites de oliva tiene dos mercados donde dirigir sus ventas, un primer mercado en el que comercializa el aceite a granel –sin envasar–, a empresas envasadoras, refinadoras o a las industrias emergentes<sup>5</sup>, y un segundo mercado donde son los productores los que se dirigen directamente al consumidor final vendiendo el aceite envasado, bien sea desde la propia almazara o bien a las empresas distribuidoras para la colocación en los lineales con marca propia o de distribuidor. El primero de estos mercados se denomina mercado de origen o de graneles y el segundo mercado de destino. Como

---

<sup>4</sup> Los aceites de oliva vírgenes se clasifican y designan de la siguiente forma:

*Aceite de oliva virgen extra:* Aceite de oliva virgen que presenta una acidez libre máxima, expresada en ácido oleico, de 0,8 gr. por 100 gr. y cuyas otras características se ajusten a las establecidas para esta categoría.

*Aceite de oliva virgen:* Aceite de oliva virgen que presenta una acidez libre máxima, expresada en ácido oleico, de 2 gr. por 100 gr. y cuyas otras características se ajustan a las establecidas para esta categoría.

*Aceite de oliva lampante:* Aceite de oliva que presenta una acidez libre, expresada en ácido oleico, de más de 2 gr. por 100 gr. y/o cuyas otras características se ajustan a las establecidas para esta categoría.

<sup>5</sup> Las industrias emergentes engloban a las industrias alimentarias productoras de conservas, bollería, etc., que utilizan el aceite de oliva en la elaboración de sus productos; las industrias del sector farmacéutico y de cosméticos; y las industrias de aprovechamiento de subproductos procedentes del olivar y de los aceites de oliva.

se observa, el primer mercado que encontramos en el sector de los aceites de oliva no es el mercado de aceitunas, sino el de graneles, pues, como justifica Langreo (2005), debido a la extensión del modelo cooperativo y la práctica de la maquila<sup>6</sup>, existe una fuerte verticalización entre la fase agraria y la molienda.

### 1.3. El mercado de origen de los aceites de oliva<sup>7</sup>

Los ingresos que obtiene el sector del olivar dependen de tres fuentes fundamentales: 1) las ayudas comunitarias, 2) la comercialización del aceite envasado, y 3) la comercialización del aceite a granel en el mercado de origen. Como apuntan algunos autores –Torres (1998, 2008), Langreo (2002) y Parras et al. (2003)– las ventas a granel entre los productores representan la mayoría de las ventas realizadas de aceites de oliva, como se muestra en el Cuadro 1.1. Esta venta casi masiva –72,71 por 100–, de aceite a granel, frente al escaso porcentaje dedicado a la venta envasado –7,83 por 100–, es decir, al mercado de destino, lleva a esta tercera fuente a ser, comparativamente, la fuente de ingresos más importante para el sector productor.

Así, el mercado de origen se configura como el lugar donde se transfiere la mayor parte de los aceites producidos en el sector y la única fuente de abastecimiento de aceites de oliva vírgenes. De este modo, las fuertes presiones derivadas del poder de negociación del sector de la distribución y las consiguientes dificultades para trasladar los incrementos de precios al consumidor final, otorgan a la política de compra y de venta en el mercado de origen de las organizaciones del sector de olivar, un papel protagonista en sus resultados comerciales, sobre todo, si tenemos en cuenta las fuertes variaciones de precios que se producen en algunas campañas. En otras palabras, la rentabilidad del sector depende de cómo se opera en este mercado.

Sin embargo, a pesar de la relevancia del mercado de origen, es escasa la atención que la literatura sobre economía oleícola otorga a este mercado. Son sólo algunos los estudios que abordan la problemática del mercado de los aceites de oliva, y éstos lo hacen de forma parcial y/o colateral, realizando algunos comentarios en relación a éste, generalmente con poca base empírica. Sólo cuatro estudios realizan un análisis sistemático del mercado a través de diversos análisis, en el que se delimita su estructura, se extraen las principales características, y se analiza su dinámica. En el

---

<sup>6</sup> La maquila es la porción de grano, harina o aceite que corresponde al molinero por la molienda, por lo que, por práctica de la maquila se entiende el volumen de aceite que la almazara recoge como suyo cuando moltura la aceituna del olivarero, generalmente porque éste es cooperativista de aquella.

<sup>7</sup> Para la elaboración de estos epígrafes nos hemos basado en los trabajos de Torres (1998), Torres et al. (1999, 2001) y Torres (2008), que constituyen la principal referencia de la investigación sobre el mercado de origen. Al objeto de no ser excesivamente reiterativos, hecha esta aclaración en el texto, en la medida de lo posible, omitiremos mencionar a este autor.

### Cuadro 1.1.

*Ventas de los productores de aceite a granel y envasado, en función de la calidad, durante las campañas 2004/2005 y 2005/2006 (% horizontales)*

	VENTA A GRANEL	VENTA ENVASADO	VENTA A OTRA ENTIDAD	TOTAL
<b>Total Virgen Extra</b>	68,17	12,05	19,78	100,0
Virgen extra convencional	68,42	11,43	21,13	100,0
Virgen extra con DOP	68,50	16,44	15,05	100,0
Virgen extra ecológico	34,87	47,55	17,37	100,0
Virgen extra ecológico con DOP	---	100,00	---	100,0
<b>Virgen</b>	78,86	1,97	19,14	100,0
<b>Lampante</b>	80,31	---	19,68	100,0
TOTAL	72,71	7,83	19,45	100,0

FUENTE: Torres (2008).

Cuadro 1.2 se exponen las principales contribuciones acerca del mercado de origen y la metodología seguida en cada trabajo hasta el momento.

De forma conjunta, los cuatro estudios permiten obtener una visión global de la estructura y funcionamiento del mercado de origen. Es cierto que estos estudios se centran en la provincia de Jaén o en la Comunidad Autónoma –en adelante– C.A.– de Andalucía, y que dos de ellos tienen por objeto de estudio a las cooperativas oleícolas. Sin embargo, Andalucía se conforma como la C.A. más importante en el contexto oleícola español produciendo, de forma aproximada, entre el 75 y 80 por 100 del total de aceites de oliva del país; asimismo Jaén es la provincia con mayor volumen de producción, concentrando la mitad de la producción de Andalucía en sus almazaras, lo que supone entre el 12 y 20 por 100 del total mundial, según campañas. Si a esto unimos que la mayoría del aceite se produce en cooperativas, y que estas organizaciones son las predominantes en el sector y un punto de referencia claro en el mercado de origen, estos estudios nos permiten generalizar buena parte de nuestras conclusiones sin un margen de error elevado.

## Cuadro 1.2.

*Metodología seguida por los estudios empíricos realizados sobre el mercado de origen de los aceites de oliva*

AUTORES	PERÍODO DE ANÁLISIS	METODOLOGÍA
Torres (1998)	1990 - 1995	Recoge la evolución de los precios mensuales de los aceites virgen para envasar y refinable base 1º de las operaciones al contado realizadas durante ese período, realizando un análisis de las diferencias por calidades.
	1992 - 1993	Recoge las características de todas las operaciones comerciales realizadas por una muestra de 66 cooperativas de primer grado; algunas de ellas integradas en cooperativas de segundo grado. El total de aceite analizado es de 123.937.026 Kg., de los que casi 113 millones se vendieron a granel en 393 operaciones.
Torres et al. (1999)	1998	Se analizan las operaciones de venta de aceite a granel realizadas en origen por una muestra de 124 almazaras adscritas al sistema POOLred <sup>8</sup> . Estas organizaciones vendieron un total de 201.414.719 Kg. de aceite.
Torres et al. (2001)	1997	Se analizan las características de todas las operaciones comerciales que durante 1997 realizó una muestra de 141 cooperativas de primer grado en Andalucía, 89 de ellas integradas en estructuras de segundo grado. A nivel global, este estudio supuso el análisis de un volumen total de 222.292.730 Kg. de los que algo más de 207 millones se comercializaron a granel en 1.419 operaciones comerciales.
Torres (2008)	2005 - 2006	Se analiza la información relativa a la producción y venta de aceite a granel y envasado de una muestra de 172 almazaras jiennenses, de las que 114 son cooperativas. El estudio analiza un volumen total de 405.776.084 Kg. de aceite durante dos campañas, de lo que 295.039.791 Kg. se comercializan a granel.

FUENTE: Elaboración propia.

<sup>8</sup> El Sistema POOLred es, en esencia, una base de datos generada y actualizada por la Fundación para la Promoción y Desarrollo del Olivar y del Aceite de Oliva en la que se registran todas las operaciones de venta de aceite a granel de sus socios, con el objetivo de servir de fuente de información y consulta a los mismos en sus operaciones de venta. Surgió en 1997 con el objetivo de dotar de una mayor transparencia al mercado de origen.

En los siguientes apartados, y en base a los anteriores estudios completados con las más recientes aportaciones de otros autores, se desarrollan los principales aspectos que caracterizan al mercado de origen de los aceites de oliva, que se pueden resumir en cuatro: 1) la especialización de los agentes, 2) la discontinuidad del mercado, 3) la falta de transparencia, y 4) el problema de la calidad. Finalmente, se hace una mención especial a la Organización Común del Mercado del aceite de oliva y las aceitunas de mesa enmarcada en la Política Agraria Común de la Unión Europea.

### **1.3.1. La especialización de los agentes en el mercado de origen**

En 1996, el mercado de origen se caracterizaba, en el lado de la oferta, por la presencia en España de 1.875 almazaras, distribuidas por 13 CC.AA., siendo Andalucía la C.A. donde se concentraba el mayor porcentaje –46,10 por 100–; y en el lado de la demanda, por la concentración de ésta en unas pocas empresas<sup>9</sup> que efectuaban grandes operaciones de compra y un número elevado de compradores de escasa incidencia en el mercado, estando presentes los corredores en la mayoría de las ventas realizadas a ambos tipos de clientes.

Bajo esta estructura, en el modelo clásico de producción del aceite de oliva las siguientes fases de la cadena de producción refino, envasado y exportación-mantenían entre sí vínculos de capital muy estrechos. De esta forma, el flujo de mercancías entre ellas se asimilaba a un flujo interno de la empresa, quedando por lo tanto únicamente una operación de compra-venta como tal que tenía lugar entre las almazaras ofertantes y la industria de refino y envasado. En este contexto, la relación con la distribución y con los importadores de otros países quedaba casi exclusivamente en manos de las grandes firmas industriales de refino y envasado (Langreo, 2002).

Durante los años noventa cambió el panorama del sector del aceite de oliva debido a una serie de hechos clave que, según Langreo (2002), alteraron parte de su estructura. Entre los principales cambios destacan:

- a) El surgimiento de cooperativas de segundo grado<sup>10</sup> que, entre otras actividades, han concentrado la oferta forzando la mejora de la calidad.
- b) La mejora de la calidad de los aceites y el incremento del consumo del virgen, lo que ha favorecido el envasado en las almazaras, muy vinculado a las Denominaciones de Origen.

---

<sup>9</sup> Torres et al. (1999) especifican que para el año 1998, la demanda en el mercado de origen de los aceites de oliva se concentraba en 15 clientes, los cuáles adquirirían más del 80% del aceite, mientras que el resto de aceite era adquirido por un número elevado de empresas.

<sup>10</sup> Una cooperativa de primer grado se diferencia de una cooperativa de segundo grado en que, mientras en la primera los socios pueden ser tanto personas físicas como jurídicas, en las cooperativas de segundo grado los asociados son sólo personas jurídicas, siguiendo el principio federativo.

- c) La instalación de una gran capacidad de almacenamiento en manos de almazaras.
- d) El interés de la gran distribución por el aceite de oliva virgen, lo que ha abierto una vía comercial directa entre las almazaras y cooperativas de segundo grado y la gran distribución, saltándose a la industria tradicional de envasado.

Sin embargo, y ateniéndonos a los datos, la caracterización de la oferta y la demanda no ha variado excesivamente. Por el lado de la oferta, en España existen 1.724 almazaras, distribuidas también por 13 CC.AA. y de las cuales el 47,27 por 100 se encuentra en Andalucía. Del lado de la demanda, de nuevo está muy concentrada, el MARM especifica que las 12 primeras envasadoras nacionales concentran el 70 por 100 del envasado, y más específicamente, Molina (2005) señala los nombres de los 10 principales envasadores de aceites de oliva en el mercado nacional en 2004 –Cuadro 1.3–. Así, el único aspecto a destacar en que ha cambiado la demanda es en la composición accionarial de estos grupos, hoy en día con mayoría de capital español.

### Cuadro 1.3.

*Principales envasadores de aceites de oliva en el mercado nacional y sus respectivas marcas, 2004*

EMPRESAS	VOLUMEN (en miles de litros)	MARCAS
GRUPO SOS-CUÉTARA	122.500	Carbonell, Koipe
SOVENA, S.A.	60.000	M.D.
GRUPO ACESUR	45.000	Coosur, La Española
GRUPO MIGASA-YBARRA	35.900	La Masía, Ybarra
GRUPO HOJIBLANCA	25.000	Hojiblanca, Cordoliva, Torcaoliva
OLEO MARTOS, S.A.	17.000	Oleo Martos, Candela
ACEITES BORGES PONT, S.A.	13.500	Borges
URZANTE, S.L.	12.000	Urzante, Palacio de Urzante
AOP IBERIA	12.000	Agroliva, M.D.
GRUPO EROSKI	10.707	Consumer, Olilan

FUENTE: Molina (2005).

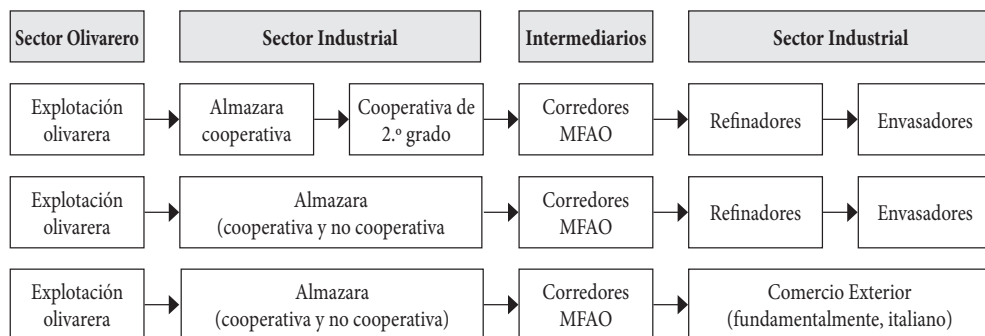
De esta forma, y a pesar de todos los cambios acontecidos, los productores de aceites de oliva vírgenes siguen vendiendo la mayor parte de su producción a granel, dejando de abordar o haciéndolo con muy poco éxito las actividades que se desarrollan en otros eslabones de la cadena agroalimentaria. Prueba de ello es que sólo un grupo productor de aceites de oliva vírgenes –Hojiblanca– se sitúa entre los cinco primeros

envasadores, y a gran distancia del líder. Situación similar ocurre con los clientes del mercado, que prácticamente todos centran su actividad en la realización de las mismas funciones en la cadena de valor –filtrado, refinado, mezclado, envasado y transporte–, actividades acotadas por la adquisición de aceite en origen y la venta al sector de distribución, que constituyen los límites de actuación de este colectivo en la cadena agroalimentaria, y en el que apenas existen procesos de integración o desarrollo hacia atrás. Esta caracterización de oferentes y demandantes marca la elevada especialización de los agentes de la cadena agroalimentaria, con el límite natural del mercado de origen.

Bajo esta estructura de los agentes comercializadores en el mercado de origen, Parras (2008) esquematiza mediante la Figura 1.2 los tres principales canales de comercialización de los aceites de oliva que se dan en el mercado de graneles.

**Figura 1.2.**

*Principales canales de comercialización en el mercado de origen de los aceites de oliva*



FUENTE: Adaptación de Parras (2008).

Aunque la información de la figura permite describir claramente las formas de operar en el mercado de origen, es conveniente destacar que el tercer canal presenta un distintivo respecto a los otros dos canales, pues el destino final del aceite a granel no está dirigido a los refinadores o envasadores, sino al mercado exterior. Efectivamente, España es uno de los grandes exportadores mundiales de aceite de oliva, donde se sitúa únicamente por detrás de Italia (Consejo Oleícola Internacional –en adelante, COI–, 2007)–; sin embargo, la mayor parte del aceite exportado se realiza a granel<sup>11</sup> (Langreo, 2005).

<sup>11</sup> La mayoría de las ventas exteriores de aceite a granel –el 82 por 100– se destinan al comercio intracomunitario, siendo el mercado italiano el principal destino. Actualmente, la UE ha ido abriendo nuevos mercados como Japón, Canadá o Australia, a parte de fomentar el tradicional mercado de EE.UU. (Fernández, 2005).



Dentro de los canales de comercialización en origen, los intermediarios ejercen un papel fundamental. Esta figura ha permitido que los productores no tengan que realizar una búsqueda activa de clientes en el mercado, del mismo modo que ha limitado los contactos directos entre productores y clientes, necesarios para conocer quién está ofreciendo aceite y quién lo está demandando y, en ambos casos, en qué cantidades, calidades y a qué precios. De entre los agentes intermediarios destacan los corredores<sup>12</sup> y, desde febrero de 2004, el Mercado de Futuros del Aceite de Oliva<sup>13</sup> –en adelante–, MFAO. En suma, la existencia de estos agentes es una prueba más de la especialización de productores y clientes en la cadena, que hace necesaria una labor de mediación entre ambas que permita adaptar las necesidades de ambos agentes y facilitar el intercambio.

En resumen, los agentes que operan en el mercado de origen se caracterizan por la especialización en sus actividades productivas. Así, el sector productor se dedica casi de forma exclusiva a la producción y venta de los aceites vírgenes a granel. Mientras que las empresas refinadoras y envasadoras se dedican a adquirir los aceites vírgenes, transformar los aceites no aptos para el consumo en aptos, envasarlos y venderlos a las cadenas de distribución, que finalmente venden al consumidor final. Si los precios del aceite envasado los fija la distribución y, dada la notable situación de inferioridad en que la industria envasadora y de refino se encuentra frente a la distribución comercial, y la consiguiente adaptación a sus necesidades, queda claro que el principal determinante de los resultados proviene de las operaciones de compra-venta en origen. En otras palabras, es clave conocer las características de este mercado para poder operar con éxito.

### **1.3.2. La discontinuidad del mercado de origen**

La comercialización del aceite de oliva a granel se desarrolla según unas pautas de comportamiento entre los ofertantes y demandantes. La continua interacción entre los comportamientos de la oferta y la demanda del producto tiene como consecuencia, como en cualquier otro mercado, una serie de oscilaciones a lo largo del tiempo, tanto en los precios a los que se transfiere la propiedad del bien como en las cantidades vendidas del mismo y condiciones de otro tipo –plazos de pago, forma de pago, costes de transporte, etc. Una de las características del mercado de origen, con importantes apreciaciones en el comportamiento de los agentes, es la discontinuidad del mercado. Haciendo referencia al hecho de que el mercado no supone un flujo continuado y cons-

---

<sup>12</sup> Agente intermediario que, mediante una comisión variable en función de la calidad y cantidad, pone en contacto a vendedores y clientes.

<sup>13</sup> El MFAO funciona como intermediario en el mercado desde febrero de 2004, donde es posible negociar contratos de futuros sobre aceite de oliva. En el apartado 1.3.2 desarrollamos más detenidamente sus funciones.

tante de venta de aceite a lo largo del tiempo pues las operaciones de compra-venta no se distribuyen uniformemente entre los distintos meses de la campaña, centrándose en determinados momentos. Una prueba clara de la discontinuidad es la forma en que los agentes operan en el mercado, influenciados por la variabilidad en los precios.

En líneas generales, los estudios empíricos analizados en la literatura coinciden en identificar que: la forma de venta de las empresas productoras en el mercado de origen se basa en la realización de pocas pero muy voluminosas operaciones de venta, concentradas en determinados momentos del año. Para las campañas<sup>14</sup> 92/93 fueron tres el número medio de operaciones de venta que realizó cada almazara (Torres, 1998), mientras que para los años 1997 y 1998 aumentó a ocho (Torres et al., 1999 y 2001). Como argumentan estos mismos autores, la evolución del número de operaciones obedece, sobre todo, a la forma de operar de las grandes empresas, condicionada por los factores coyunturales de la campaña. Así, ante la previsible tendencia de precios a la baja, las grandes firmas realizan pequeñas operaciones comerciales, al objeto de proveerse de aceite según sus necesidades de abastecimiento y a medida que los precios disminuyen. Por el contrario, en campañas cortas es más común que los clientes realicen importantes operaciones de compra a inicios de la campaña, al objeto de asegurarse el suministro de aceite antes de que suban las cotizaciones del mercado, lo que no supone un continuo en la venta de aceite.

De otro lado, una práctica habitual en el mercado es la realización de operaciones aplazadas, en las que el cliente firma un contrato de compra-venta, acompañado de un plazo de retirada del aceite por parte del cliente y un plazo de cobro. Aunque estas operaciones son menos abundantes que las operaciones al contado, una buena parte de este aceite se transfiere de esta forma, es decir, son las operaciones de mayor volumen. En este tipo de compra-venta, la cantidad de aceite transferida también dependerá de la coyuntura de la campaña, en definitiva de la evolución de las cotizaciones del mercado. Si los precios se elevan con respecto a la firma del contrato, los clientes se abastecen del aceite comprometido, que obtienen más barato que el del mercado, e incluso, si es posible, adquieren mayores volúmenes si prevén que la situación al alza continuará en el tiempo. Si por el contrario, los precios entran en una tendencia hacia la baja, con toda probabilidad, los clientes compran el aceite de otros productores y llegado el vencimiento no retiran el aceite pues les resulta más barato adquirirlo a las cotizaciones del mercado, aunque pierdan el anticipo.

Un ejemplo de la forma de operar en el mercado se observa en el Cuadro 1.4, donde se muestra la evolución de precios en origen en 1997 y el comportamiento de venta de las cooperativas en ese período, y del que resaltamos que, dada la evolu-

---

<sup>14</sup> La Organización Común del Mercado del aceite de oliva y las aceitunas de mesa establece que la campaña oleícola se inicia el 1 de julio y finaliza el 30 de junio de cada año.

ción de los precios, la elección de los momentos y cantidades de compra-venta pueden tener importantes diferencias en las cifras de venta de productores y de compra de los clientes. En suma, de partidas similares en cantidad y calidad, pueden ser hasta un 28 por 100 más caras o baratas en función del momento de compra-venta.

Así, esta discontinuidad en el flujo de compra-venta en gran parte está originada por el objetivo de alcanzar el precio óptimo en el mercado por los distintos agentes. La rentabilidad tanto de productores como demandantes está fuertemente influenciada por los precios en origen, lo que origina la puesta en marcha de estrategias que permitan mejorar su rentabilidad. Estas estrategias de compra-venta se apoyan básicamente en el almacenamiento.

#### Cuadro 1.4.

*Cooperativas andaluzas en 1997. Evolución mensual de precios y situación de las cooperativas en el mercado*

Meses	% de coop. que habían vendido el 50 por 100 de sus aceites	% de coop. que habían vendido el 75 por 100 de sus aceites	% de coop. que habían vendido todo su aceite	Precios medios del mercado de origen (Base: enero=100)		
				Virgen extra	Virgen	Lampante
Enero	2'6	1'3	---	100	100	100
Febrero	6'6	3'9	1'3	93	96	89
Marzo	14'6	7'8	1'3	97	90	88
Abril	22'6	11'8	6'7	91	97	80
Mayo	29'3	14'4	6'7	93	81	72
Junio	45'3	28'9	9'4	86	75	72
Julio	60'0	43'4	13'5	82	84	77
Agosto	68'0	55'2	27'0	85	87	80
Septiembre	73'3	64'4	41'8	88	83	82
Octubre	82'6	76'3	54'0	84	79	77
Noviembre	90'6	89'4	75'6	77	76	77
Diciembre	100'0	100'0	100'0	75	77	73

\* Datos referidos a la totalidad del aceite comercializado en origen por 141 cooperativas de primer grado, a través de 1.419 operaciones de venta.

FUENTE: Adaptado de Torres et al. (2001).

Los productores pueden retrasar el momento de la venta esperando una subida de las cotizaciones en el mercado almacenando el aceite molturado. Si las empresas demandantes no tienen suficiente cuantía en almacén para el suministro al consumidor final y/o se prevé la falta de producto más adelante, éstas adquirirán el

producto a los precios establecidos por las empresas productoras, quienes lograrán alcanzar el precio que ellas desean si todas mantienen una estrategia común de esperar hasta el alza de las cotizaciones. Del mismo modo, este incremento en los precios incitaría a la compra de aceite a algunas empresas que, aunque no en este momento pero sí próximamente, necesiten abastecerse de aceite, realizando las operaciones de compra ahora ante la inminente subida de precios.

En este sentido, Langreo (2002) expone que son las almazaras las que tienen un enorme peso en la situación del almacenamiento, mientras que las empresas demandantes concentran dicho almacenamiento en los meses de mayores necesidades. Así, Fernández (2005) calcula que la capacidad de almacenamiento aceitera en España supera los 1,5 millones de toneladas, teniendo las almazaras y cooperativas una capacidad de dos terceras partes, mientras que los envasadores tienen una capacidad limitada equivalente a la demanda de entre 90 y 120 días tanto para consumo interno como para la exportación.

Sin embargo, si las empresas demandantes no tienen necesidad de abastecerse y/o consideran que hay suficiente producto en el mercado para retrasar la compra, no les afectará la presión de las productoras a vender a precios más altos y esperarán la bajada de las cotizaciones.

En definitiva, estas estrategias y movimientos especulativos marcan la dinámica del mercado en origen. Que se fundamenta en un círculo vicioso donde la discontinuidad en el flujo de compra-venta es consecuencia de la búsqueda del precio óptimo por los agentes apoyándose en el almacenamiento; lo que a su vez influye en la formación de las cotizaciones y, por tanto, en el flujo de compra-venta<sup>15</sup>. La discontinuidad en el número de operaciones indica que los precios como referencia en el mercado no son igual de representativos en todos los momentos pues por ejemplo, en épocas de precios altos los procesos de compra-venta en el mercado pueden estar inactivos. Esta situación de nuevo es una prueba de la trascendental importancia que tienen los momentos de venta en los ingresos de la oferta y en los costes de la demanda.

### **1.3.3. La falta de transparencia en el mercado de origen**

La discontinuidad en el número de operaciones de compra-venta se ve acentuada por la falta de transparencia de la que se caracteriza el mercado de origen, uno de los principales problemas detectados por parte de los agentes que intervienen en el mercado (Langreo, 2004). La desvinculación de los productores de otras fases

---

<sup>15</sup> Como expone Langreo (2002), las oscilaciones de precios por la discontinuidad en el número de operaciones son más representativas en las salidas de aceite destinado al mercado interior que las salidas al mercado exterior, consecuencia de la especulación por buscar mejor precio, actuación que marca las estrategias de la oferta y la demanda del mercado interior.

de la cadena agroalimentaria, la atomización y descoordinación del sector y la práctica habitual de realizar las operaciones de compra-venta mediante agentes independientes –corredores– catalogan al mercado de origen como un mercado muy opaco para los productores, en el sentido de que tienen poca información de apoyo para sus decisiones comerciales. Es común el desconocimiento de cuanto aceite queda en el mercado, cuáles son las disponibilidades de aceite de los clientes, tendencias en el consumo e, incluso de la naturaleza y características de las operaciones comerciales que se están desarrollando en cada momento.

Buena parte del comportamiento del mercado está influenciado por estos factores estructurales. El Cuadro 1.5 resume los principales factores y fuentes de información que manejan los productores, las posibles repercusiones en el comportamiento de los agentes y los efectos derivados en las cotizaciones, advirtiendo de antemano que existen acusadas diferencias entre la información que reciben de forma aislada, tanto en el contenido como en el momento de tiempo. En el caso extremo, algunos productores sólo conocen la información suministrada por las revistas del sector, los comentarios de los corredores y algunos rumores que circulan por el mercado. Estos últimos cobran especial importancia en este mercado, dada la opacidad del mismo.

A menudo los agentes que operan en el mercado difunden rumores con el objeto de influir en las cotizaciones. Así, no son extraños los rumores acerca de que un «cliente extranjero» está comprando grandes cantidades de aceite –para sostener los precios en el mercado–, de que va a entrar un importante contingente de aceite de Túnez o que los clientes se están abasteciendo en Grecia o Italia –para bajar los precios en origen– o, sencillamente, se incrementa la demanda de forma ficticia contactando con productores para realizar operaciones –que luego no se realizan–, con el fin de que éstos no bajen los precios del aceite ante la posibilidad de venderlo. Este comportamiento especulativo a menudo se ha realizado por algunas firmas que desean vender aceite adquirido con anterioridad.

El conocimiento por parte de los productores del nivel de almacenamiento de las empresas demandantes de aceite ayudaría a establecer las estrategias de venta a seguir y a fortalecer la cooperación entre productores, por ejemplo por la eliminación de los rumores de clientes demandantes de grandes volúmenes de compra que incitan a muchos productores a vender a precios más bajos de los pactados. Por el contrario, el desconocimiento de estas características crea una situación más favorable para aquellos clientes del mercado que, por su dimensión, realizan múltiples operaciones de compra-venta en el mercado y pueden mejorar las condiciones de compra negociando con los productores. En definitiva, la mejora de la transparencia informativa en el sector mejoraría las relaciones de intercambio para los productores. En este sentido, actualmente en el mercado de origen existen mecanismos que, con su labor, evitan esta opacidad aportando más transparencia al mercado, entre estos mecanismos destacan el sistema de precios POOLred y el MFAO.

### Cuadro 1.5.

*Principales indicadores del mercado, interpretación y repercusión en el mismo*

INDICADORES	INTERPRETACIÓN POR LOS PRODUCTORES	EFFECTOS*
1. Previsiones de buena cosecha	Los demás productores pensarán que los precios tenderán a la baja, intentarán vender lo antes posible. Los clientes intentarán esperar a que caigan las cotizaciones. <i>Debemos vender lo antes posible, vender más bajo que al precio actual.</i>	Caída de las cotizaciones. Operaciones de venta de pequeño tamaño.
2. Previsiones de mala cosecha	Interpretación contraria a la anterior. Retener aceites. <i>Debemos subir los precios y/o esperar a que los precios suban para vender.</i>	Subida de las cotizaciones
3. Grandes clientes operan en el mercado	Los clientes necesitan abastecerse. Los demás productores elevarán los precios. Efecto cadena: el resto de clientes acudirá al mercado ante la inminente subida de precios, con lo que se incrementará más la demanda y la subida de precios. <i>Debemos subir precios, esperar o vender en función del aceite que quede en el mercado.</i>	Subida de las cotizaciones
4. Tendencias en el consumo	Las grandes empresas ralentizarán o acelerarán sus compras en función de la tendencia.	Depende de la tendencia
5. Entrada de aceite procedente de terceros países	Disminución de la demanda de aceite. Los demás productores bajarán los precios e intentarán vender. <i>Debemos hacer lo mismo.</i>	Caída de las cotizaciones
6. Se están cerrando operaciones a precios bajos	Las firmas se abastecen de los que ofrecen menores precios. Los demás productores bajarán los precios. <i>Debemos bajar los precios.</i>	Caída de las cotizaciones
7. Aparecen compradores italianos	Cosecha corta en Italia. Interpretación similar a 3. <i>Debemos subir precios, esperar o vender en función del aceite que quede en el mercado.</i>	Subida de las cotizaciones

### Cuadro 1.5.

*Principales indicadores del mercado, interpretación y repercusión en el mismo (continuación)*

INDICADORES	INTERPRETACIÓN POR LOS PRODUCTORES	EFFECTOS*
8. No se vende aceite	Los compradores se están abasteciendo fuera del país o están aguantando. Es posible que algunos productores se pongan nerviosos y bajen los precios. <i>No sabemos qué hacer.</i>	Incierto, dependiendo del comportamiento del resto de productores.
9. Mala calidad del aceite de la campaña.	Previsión de cosecha de mala calidad. Los demás productores intentarán vender los lampantes rápidamente, reteniendo los vírgenes de más calidad. <i>Debemos dar salida a los lampantes lo antes posible.</i>	Caída rápida de las cotizaciones de los lampantes. Diferencias de precio por calidades importantes. Cotizaciones independientes de los aceites en función de la calidad.
10. Buena calidad del aceite de la campaña	No existen preferencias a corto plazo por vender determinadas calidades	Escasas diferencias de precio por calidades. Evolución de precios similar entre las distintas calidades.

\* Los efectos dependen de las interrelaciones con otros factores –número de clientes que afloran al mercado, volumen de la campaña, volumen de la campaña en otros países, calidad de la campaña, stocks de la campaña anterior, etc.

FUENTE: Adaptación de Torres (1998).

El sistema de precios POOLred comenzó a operar en enero de 1997 con el objetivo general de establecer un procedimiento de recepción, tratamiento, análisis y difusión de la información sobre las operaciones de venta a granel. Dicha información se obtiene de una muestra de almazaras, de tal forma que se controlan diariamente las operaciones que realizan las mismas. La difusión de la información se realiza a través de la página Web<sup>16</sup> de la Fundación para el Desarrollo y la Promoción del Olivar y del Aceite de Oliva.

<sup>16</sup> <http://www.oliva.net/>

El MFAO<sup>17</sup> comenzó su labor en febrero de 2004 y, a través de él, es posible negociar contratos de futuros sobre aceite de oliva, siendo el único Mercado de Futuros en el mundo donde se negocia aceite de oliva. Este mecanismo ofrece ventajas a la totalidad de las empresas que componen la cadena agroalimentaria de los aceites de oliva (MFAO, 2008): a) para las empresas productoras, permite asegurar hoy precios para vender la cosecha futura y para liquidar a los proveedores de aceituna; b) para envasadoras y refinadoras, permite asegurarse el precio de aprovisionamiento, lo que le permite a su vez ofrecer un precio de suministro estable para un gran plazo a una cadena de distribución; c) la distribución se beneficia de la estabilidad en los precios que ofrecen sus fuentes de aprovisionamiento.

La calidad mínima aceptable para entrega en el Contrato de Futuros es aceite de oliva lampante. La elección del aceite lampante como subyacente del contrato de futuros responde a dos motivos:

1. Se trata del segmento más homogéneo, estandarizable y de análisis más objetivo del sector del aceite de oliva virgen, que además juega un papel de referencia de precios<sup>18</sup>.

2. Responde a un estudio exhaustivo realizado por el MFAO sobre correlaciones de precios entre las distintas calidades, tomando datos oficiales del MAPA y del Sistema POOLred<sup>19</sup>.

Así, tanto el sistema POOLred como el MFAO, son mecanismos de apoyo para los agentes del mercado de origen que permiten solventar esta falta de transparencia en el mercado, mejorando la información disponible para los agentes y, con esto, las condiciones en las que se produce el intercambio.

En definitiva, la falta de transparencia en el mercado de origen ocasiona comportamientos de venta basados en rumores ficticios o especulaciones que empeoran la situación de intercambio para los productores, y por tanto su rentabilidad. El análisis del mercado a partir de la información aportada por mecanismos como el sistema POOLred o el MFAO, es clave en la mejora de la opacidad con la que se caracteriza el mercado de origen, permitiendo optimizar las condiciones del intercambio no sólo a los productores, sino también al resto de agentes del mercado.

---

<sup>17</sup> <http://www.mfao.es/>

<sup>18</sup> El proceso normal de toma de decisiones en el sector suele ser averiguar en primera instancia el precio de mercado del aceite lampante tras lo cual cada participante infiere el precio de su mercancía en particular.

<sup>19</sup> Los resultados del estudio muestran que, en efecto, la correlación de precios entre el lampante y otras calidades es en todo momento positiva y fuerte, superando el 95% a nivel nacional y el 70% a nivel internacional.



### 1.3.4. El problema de la calidad en el mercado de origen

El principal esfuerzo de los productores y las Administraciones Públicas en el sector de los aceites de oliva vírgenes ha sido la mejora de la calidad. Así, por ejemplo, la nueva OCM del aceite de oliva y la aceituna de mesa, en virtud del apartado 4 del artículo 110 del Reglamento (CE) n.º 1782/2003, permite a los Estados miembros practicar una retención de las ayudas al olivar para la financiación de actividades elaboradas por las organizaciones profesionales del sector que persigan una mejora de la calidad en la producción del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa. En España, de acuerdo con el sector productor, se ha decidido que no se practiquen retenciones de las ayudas para financiar estos programas. No obstante, el MARM ha considerado imprescindible mantener el programa de lucha contra la mosca del olivo<sup>20</sup>, lo que permitirá que se financie por la Administración esta actuación que tan buenos resultados han venido produciendo en la mejora de la calidad del aceite y de la aceituna de mesa (MARM, 2008). Junto a esto, en el sector olivarero está proliferando la implantación de la denominada producción superintensiva o en seto<sup>21</sup>, la cual conlleva una reducción en los costes debido a la escasez de mano de obra necesaria y una mejora en la calidad del aceite producido, por la recolección de la aceituna sin que ésta llegue a tocar el suelo.

Estos mecanismos de mejora de la calidad han dado como fruto un incremento ostensible de los aceites de oliva vírgenes extra en relación al total de aceites de oliva producidos. Además, esta situación también se ha trasladado al consumo final, donde poco a poco ha ido incrementando la cuota de mercado<sup>22</sup>. Sin embargo, a pesar de las patentes diferencias entre las distintas calidades y de que en el mercado final estas diferencias de calidad se plasman en precios distintos, la realidad es que en el mercado de origen esta distinción es escasa. En otras palabras, la calidad no se

---

<sup>20</sup> La mosca del olivo se considera una de las plagas más importantes y temibles del olivo. La mosca adulta pone sus huevos en el fruto, y la larva se desarrolla en el interior provocando daños directos en la aceituna, reduciendo su peso alrededor del 20 por 100 y su rendimiento considerablemente, llegando incluso a la caída del fruto. De forma indirecta provoca la merma en la calidad del aceite de la aceituna atacada pues la larva, en su desarrollo, origina en los frutos un gran número de galerías y agujeros por donde penetran hongos y bacterias que alteran gravemente la calidad de los aceites a causa del aumento de acidez y el deterioro de las características organolépticas.

<sup>21</sup> La producción superintensiva o en seto consiste básicamente en crear una estructura de olivar que permita por una parte aprovechar mejor el espacio, la luz y el agua disponible para producir un mayor número de Kg. de aceite por hectárea, con la máxima calidad y al menor coste posible; y por otra, recolectar las aceitunas con una máquina cosechadora de forma rápida, limpia y económica. Para ello, los olivos se plantan con un solo tronco, formando hileras a modo de «seto» y con la menor distancia posible entre ellos.

<sup>22</sup> En 2006, la cuota de mercado de los aceites de oliva vírgenes, que incluyen aceite de oliva virgen y virgen extra, era del 27,5 por 100. En ese mismo año, el aceite de oliva virgen fue el aceite cuyo consumo más aumentó con respecto a 2005, con un incremento del 25,8 por 100, siendo el segundo el aceite de oliva, con un incremento del 18,5 por 100 (MARM, 2007).

paga suficientemente en el mercado de origen, salvo alguna campaña aislada y por razones coyunturales<sup>23</sup>.

El problema se fundamenta en que el precio pagado por el aceite lampante –que no es apto para el consumo y que por tanto necesita ser refinado y mezclado con otros aceites de mayor calidad para su consumo–, es prácticamente similar al pagado por el virgen o el virgen extra, aceites cuyo proceso de consecución es una compleja cadena que comienza con los cuidados del olivo y en la que cada parte interviniente es responsable de obtener, preservar e incrementar la calidad del producto, lo que en definitiva supone mayor coste en su elaboración.

La literatura delimita la causa fundamental de este problema en el desajuste que existe entre la calidad producida en origen y la demandada en el mercado final. Efectivamente, como se observa en el Cuadro 1.6, el consumo, y por ende, la demanda de los aceites vírgenes en el mercado español es muy inferior a la de otros aceites. El aceite más consumido es el aceite de oliva –mezcla de aceite lampante refinado y aceites de oliva vírgenes. En consecuencia, aunque los datos sobre consumo mejoren, la distribución está mucho más interesada en adquirir aquellos aceites que son más demandados por los consumidores.

Así, a pesar de que la demanda es escasa, aumenta la producción de aceites de calidad, con lo que el problema en origen se concreta en que: el incremento de la salida de aceite virgen extra al mercado es muy superior al ritmo de incremento del consumo, de forma que se producen excesos de producción de esta calidad, lo que obliga a desviar aceites de máxima calidad a mercados inferiores y con frecuencia al refino, siendo éstos pagados a precios de refinables, ya que el mercado final demanda esa calidad<sup>24</sup>.

Ante esta falta de demanda de calidad, los productores no ven recompensado el esfuerzo productivo en el olivar para obtener un aceite de mayor calidad, pues éste no se compensa con unos mayores ingresos en el mercado. Con esto, el problema fundamental que surge en el sector de los aceites de oliva es que prácticamente

---

<sup>23</sup> Durante 1997 y como consecuencia de una cosecha muy abundante y, sobre todo, por problemas de climatología durante la época de recolección que la alargaron durante algunos meses, se produjo una cantidad muy abundante de aceites lampantes –cuya cotización en el mercado bajó rápidamente a precios de intervención– y una escasa cuota de aceites de alta calidad, inferior al 12 por 100. Como consecuencia de ello, en el mercado de origen se registraron diferencias de precios entre calidades nunca observadas –los vírgenes extra se vendieron un 35 por 100 más caros que los lampantes, por término medio–, cuando lo normal es que estas diferencias fluctúen entre 10 y 30 Ptas.

<sup>24</sup> Langreo (2002, 2005), concluye que la escasa diferencia de precios pagada por los aceites de mejor y peor calidad varía según la variedad de aceituna con la que se elabora el aceite. Así, el aceite virgen extra arbequino se consume como tal y apenas se destina al refino, mientras que en otro extremo, los vírgenes extra picual se dedican a estabilizar otros vírgenes más cotizados e incluso a refino, ya que el sabor amargo del picual no es apreciado en todos los mercados.

**Cuadro 1.6.***Evolución del consumo interior de aceites vegetales (en millones de litros)*

AÑOS	PRODUCTOS					
	TOTAL ACEITES DE OLIVA	ACEITES DE OLIVA VIRGEN <sup>1</sup>	OLIVA	GIRASOL	OTROS ACEITES <sup>2</sup>	TOTAL
1987	543,05	97,07	445,98	407,38	83,92	1.034,34
1988	548,55	115,84	432,71	366,68	68,43	983,65
1989	524,75	96,19	428,56	350,87	66,06	941,78
1990	470,73	95,37	375,36	327,03	57,83	855,59
1991	448,85	68,30	380,55	354,81	55,29	858,95
1992	461,92	62,15	399,77	349,03	64,25	875,20
1993	508,22	-	-	351,66	72,02	931,90
1994	456,17	-	-	334,32	70,73	861,22
1995	402,08	-	-	342,98	58,66	803,72
1996	347,38	-	-	362,99	81,58	791,96
1997	484,21	-	-	340,80	46,45	871,46
1998	503,29	-	-	303,80	42,27	849,37
1999	490,46	99,68	390,78	303,32	45,07	838,85
2000	458,71	83,50	375,21	306,48	65,72	830,91
2001	491,14	113,00	378,14	284,00	60,48	835,62
2002	516,09	128,21	387,87	272,87	53,39	842,34
2003	522,20	127,07	395,13	282,05	48,83	853,08
2004	543,44	145,51	397,93	299,90	52,15	895,49
2005	552,98	157,71	395,34	313,66	50,50	917,09
2006	528,69	160,05	368,58	320,13	50,00	898,76

<sup>1</sup> Incluye el consumo de aceite de oliva virgen y aceite de oliva virgen extra.<sup>2</sup> Aceite de maíz, aceite de mezcla de semillas, aceite de soja y aceite de orujo de oliva.

FUENTE: Parras (2008) y MARM (2007).

ninguno de los actores implicados en el proceso parecen estar motivados para que se produzca el aceite de mayor calidad, pues el consumidor no demanda en cuantía suficiente aceites de oliva de mayor calidad como para que la obtención de los mismos sea el objetivo fundamental desde un punto de vista productivo.

Este problema en la calidad tiene su reflejo en las cotizaciones del mercado. El diferencial de remuneración de calidad, concepto adoptado por Parras (2005) y cuyo significado es la diferencia que se paga en el mercado de origen por las distintas

calidades de aceites, es mínimo. Este autor cuantifica que ronda, como media, los 0,055 €/litro entre el virgen extra frente al virgen y los 0,165 €/litro entre el virgen extra y el lampante para el período desde noviembre de 2004 hasta mayo de 2006. Además, añade que entre las cotizaciones de los aceites vírgenes existe un fuerte grado de correlación.

Junto a estas mismas características, Torres (1998) identifica que para el período 1990-1995 se aprecia cierto paralelismo entre la evolución de las cotizaciones de los distintos aceites vírgenes en el mercado de origen. Tanto es así, que existe cierta similitud en las desviaciones típicas de las cotizaciones y los incrementos absolutos semanales de ambos aceites son iguales, lo que muestra indicios de que las variaciones en los precios del mercado de origen son de igual cuantía e independientes del tipo de aceite. Así, finalmente demuestra la extrema dependencia que existe entre las dos calidades de aceites en el mercado de origen, concluyendo que cabe hablar de una única evolución de las cotizaciones de los aceites de oliva vírgenes en el mercado. De este modo, la mayor calidad incide en añadir algunas pesetas de forma constante a la cotización del aceite de menor calidad.

Las razones de la escasa demanda de aceites de calidad en el mercado de origen son, básicamente, las siguientes (Parras, 1996): 1) una política de denominaciones con términos similares que induce a confusión al consumidor; 2) ausencia o escasez de campañas de comunicación que diferencien al aceite de oliva virgen posicionándolo como un producto de superior calidad, tanto por parte de las empresas que operan en el mercado final, como por los productores de vírgenes y la Administración; y 3) la escasa presencia de estos productos en el lineal de los establecimientos minoristas. Consecuencia de todo ello, una fracción importante de los consumidores españoles desconocen la existencia del aceite de oliva virgen y buena parte del resto tienen una imagen del producto que no se corresponde con sus características reales.

Es cierto que en los últimos años se aprecia un creciente interés y esfuerzo por crear una cultura de aceite en el consumidor y que entre otras, la Administración se preocupa por mejorar este desconocimiento a través de la realización de estudios de mercado en los que se establecen estrategias adecuadas para dar a conocer el producto y mejorar su consumo<sup>25</sup>. Sin embargo, pocas empresas ponen en marcha dichas estrategias, lo que se refleja en cuota pequeña de consumo de los aceites vírgenes que, a pesar del aumento en los últimos años, todavía es escasa.

---

<sup>25</sup> Destaca el estudio de mercado realizado en 2005 por TYPESA para el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, ahora MARM, que sirve como guía para la adecuación de la oferta a la demanda de los aceites de oliva virgen y virgen extra envasados, en el que señalan las estrategias a seguir para mejorar el conocimiento y consumo de aceites vírgenes en el mercado español.

En definitiva, un problema fundamental en el mercado de origen es la escasa diferencia de precios pagada entre las distintas calidades de aceite virgen comercializadas. Esta situación tiene como principal causa la escasa demanda de aceites de calidad en el mercado de graneles, que unido al aumento de la producción de aceites de calidad, provocan el refinado y transformación de aceites vírgenes y vírgenes extra en aceite de oliva, el aceite más demandado. Esta situación determina en gran medida la posición de los productores en la cadena agroalimentaria, restringiendo su status al de proveedores de materia prima para la elaboración de otros aceites más demandados, al mismo tiempo que limita sus posibilidades de penetrar en la fase de comercialización del aceite para el consumidor final. En efecto, la penetración de los productores pasa inexorablemente por: (1) la inversión y asimilación de tecnologías de refinado y/o (2) el incremento de la demanda del aceite de oliva virgen.

### **1.3.5. A modo de resumen: Características generales del mercado de origen**

Una vez desarrollado el estado de la cuestión relativo a las características y funcionamiento del mercado de origen de los aceites de oliva, a continuación se exponen de forma resumida los principales aspectos destacados:

- El sistema agroalimentario de los aceites de oliva está formado por tres sectores que a su vez forman parte del mercado de origen: el sector primario –unido al sector industrial a través de las almazaras cooperativas–, el sector industrial –formado por las almazaras, envasadoras y refinadoras– y el sector distribución.
- El sector productor de los aceites de oliva tiene dos mercados donde dirigir sus ventas: el mercado de origen, vendiendo su producción a granel, y el mercado de destino, vendiendo la producción envasada.
- La mayoría de las ventas realizadas por los productores se realizan en el mercado de origen, configurándose como una fuente fundamental en la renta de los productores.
- El mercado de origen se caracteriza por una elevada atomización de la oferta y una elevada concentración de la demanda. A pesar de los cambios acontecidos en los años noventa, no se ha modificado esta estructura.
- Los agentes del mercado de origen tienen una elevada especialización en sus actividades. Los productores se dedican, casi de forma exclusiva, a la molturación de la aceituna, vendiendo el aceite a refinadores y envasadores que refinan y envasan el producto para venderlo a la gran distribución, mientras ésta a su vez vende el producto al consumidor final.

- En el mercado de graneles existen tres principales canales de comercialización donde, debido a la elevada especialización de los agentes, el intermediario juega un papel fundamental en el proceso de intercambio.
- Las formas de operar en el proceso de intercambio se caracterizan por pocas operaciones de compra, pero muy voluminosas, y la realización de operaciones aplazadas.
- Estas formas de operar, unidas a la variabilidad de los precios, provocada en parte por estas estrategias de compra-venta, y a la configuración del mercado de origen como principal fuente de ingresos para productores, hacen de la elección del momento de venta una decisión extremadamente importante.
- Debido a la presión ejercida por la distribución a las empresas refinadoras y envasadoras, y a la variabilidad en los precios de los aceites en el mercado de origen, los momentos de compra elegidos por estas organizaciones también influyen fuertemente en su rentabilidad.
- Tanto productores como refinadores y envasadores, asumen un riesgo en el mercado; sin embargo, debido a la política de compras de los últimos, éstos se ven menos afectados. Ante esta situación, los productores pueden hacer frente al riesgo apoyándose en el almacenamiento del aceite, intentando determinar las cotizaciones de los aceites y los momentos de compra-venta.
- Estas estrategias y movimientos especulativos afectan a la variabilidad de los precios que se ve acentuada por la falta de transparencia informativa en el sector.
- En la actualidad, diversos mecanismos contribuyen a aclarar esta opacidad, como el sistema POOLred y el MFAO.
- Uno de los principales problemas que impiden el acceso de los productores al mercado de destino es el denominado problema de la calidad, caracterizado por la escasa diferencia de precios pagada entre las distintas calidades del mercado.
- Este problema de la calidad se refleja en las cotizaciones del mercado a través de la evolución similar en las cotizaciones de los tres aceites, con un fuerte grado de correlación entre ellos, pudiéndose hablar de una única evolución de las cotizaciones, donde la mayor calidad incide en añadir algunas pesetas de forma constante a la cotización del aceite de menor calidad.
- La causa fundamental del problema de la calidad estriba en que la cantidad de aceites de calidad que sale al mercado es muy superior a la de la demanda y consumo de calidad, de forma que se producen excesos de producción

que obligan a desviar aceites de máxima calidad a mercados inferiores y con frecuencia al refino, siendo éstos pagados a precios de refinables.

- La escasa demanda en el mercado de destino de aceites de calidad se debe, fundamentalmente, a tres causas: 1) una política de denominaciones con términos similares que induce a confusión al consumidor; 2) ausencia o escasez de campañas de comunicación que diferencien al aceite de oliva virgen posicionándolo como un producto de superior calidad; y 3) la escasa presencia de estos productos en el lineal de los establecimientos minoristas.

Un aspecto de trascendental importancia es el efecto que la reforma de la PAC y la finalización del actual marco financiero puede tener sobre el sector; en particular, la reducción e incluso eliminación total de las ayudas al sector para el año 2013, una de las principales fuentes de ingresos del sector productor. En este sentido, operar con mayor eficacia en el mercado de origen es crucial para mantener los niveles de renta.

## **1.4. Objetivos de investigación**

Ante la amenaza de la suspensión de las ayudas para el año 2013, los ingresos de los agentes del sector del aceite de oliva se reducen a dos fuentes fundamentales: 1) la comercialización en origen y 2) la comercialización en destino. Los datos actuales sobre comercialización de aceite a granel y envasado, otorgan al mercado de origen mayor importancia que el de destino, configurándose así en la principal fuente de ingresos del sector. Así, la mejora en la comercialización del aceite a granel es un reto actual del sector ante el cambio de escenario que se avecina.

Este nuevo reto sectorial requiere un conocimiento básico del actual mercado. Sin embargo, dados los cambios acaecidos en el entorno, es conveniente analizar si los supuestos del mercado establecidos en la literatura se mantienen en la actualidad. Así, con esta investigación se propone analizar la evolución del número de operaciones y las cotizaciones del mercado de origen abarcando un período total de ocho años, desde 2000 hasta 2007, a partir de uno de los nuevos mecanismos de apoyo con los que actualmente cuenta el mercado, el sistema de precios POOLred. Éste constituye el primer objetivo general.

Al margen de la corroboración de los supuestos establecidos en la literatura, se propone analizar la dinámica de las relaciones que existen entre los tres aceites comercializados en el mercado de origen y su potencial dependencia. El análisis de si un tipo de producto marca las pautas de evolución del resto de aceites tendría un efecto obvio en la estrategia de comercialización tanto de productores como de clientes. Este aspecto es particularmente importante en función del perfil de calidad

obtenido en la campaña y su aproximación a la demanda final. También es importante desde la perspectiva del MFAO, habida cuenta de que utiliza como referencia en el contrato el aceite de oliva lampante. En este sentido, los contratos pueden estar establecidos en función del aceite que no constituye la guía del mercado. Además, si las cotizaciones son independientes, el hecho de trabajar con una calidad como base de garantía de precios de las distintas calidades puede ser problemático. El trabajo realizado en torno a este segundo objetivo constituye la principal novedad y aportación del presente trabajo de investigación.

De este modo, se concretan los siguientes objetivos específicos:

**Objetivo 1:** Estudio de la dinámica del mercado durante el período 2000-2007 a través del:

**1.1.** Análisis de la discontinuidad del mercado de origen, analizando dos aspectos clave:

**1.1.1.** Si las operaciones de venta se distribuyen uniformemente a lo largo del tiempo.

**1.1.2.** Si las cotizaciones medias mensuales de los aceites vírgenes se mantienen estables en cada año.

**1.2.** Análisis del problema de la calidad en el mercado de origen, analizando 3 aspectos clave:

**1.2.1.** Si la evolución de las cotizaciones de las tres calidades son similares con independencia del tipo.

**1.2.2.** Si existen diferencias de precios entre las distintas calidades.

**1.2.3.** Si los incrementos o decrementos de las cotizaciones mensuales son similares en términos absolutos.

**Objetivo 2:** Estudio de la dinámica de las posibles relaciones de causalidad entre los aceites de oliva vírgenes en el mercado de origen. Para ello:

**2.1.** Analizamos las relaciones de equilibrio a largo plazo entre las variables y sus relaciones de causalidad.





## Capítulo 2

# El análisis de las relaciones entre variables a partir de la teoría de la cointegración

### 2.1. Introducción

En el presente capítulo se trata de explicar en qué consiste la teoría de la cointegración y todos los procedimientos necesarios para alcanzar uno de los objetivos planteados en este trabajo: detectar las posibles relaciones de causalidad que existen entre los tres aceites de oliva vírgenes comercializados en el mercado de origen.

Una de las características del mercado que merece ser destacada es que en la evolución de las cotizaciones de los aceites de oliva comercializados se aprecia un proceso común que permitiría hipotetizar o sospechar la existencia de un aceite guía entre ellos; aceite que marcaría el desarrollo de las cotizaciones en el mercado de origen. Sin embargo, en la literatura no se hace mención a esta posibilidad y, consecuentemente, no se aplica ningún método que permita analizar si verdaderamente se da tal situación en el mercado.

Para profundizar en esta laguna se decide aplicar la teoría de la cointegración junto con el análisis de las relaciones dinámicas entre variables a través de las técnicas de la descomposición de la varianza del error de predicción y la función impulso-respuesta. Estas técnicas permitirán profundizar en el conocimiento sobre el mercado de origen y responder a algunos de los interrogantes planteados acerca de su funcionamiento.

El modelo econométrico de cointegración se desarrolló con la investigación de Engle y Granger (1987), premios Nobel de economía en 2003 por el desarrollo de métodos de análisis temporales con tendencias comunes. Estos autores demostraron que los métodos estadísticos utilizados para las series estacionarias podían conducir a resultados erróneos cuando se aplicaban a datos no-estacionarios. Con ello descubrieron que combinaciones específicas de series temporales no estacionarias podían exhibir estacionariedad, permitiendo por tanto la correcta inferencia estadística, llamando a este fenómeno cointegración. A partir de aquí, y junto con la investigación realizada por Johansen, quién propuso un método más general que el de Engle y

Granger, se desarrolla la teoría de la cointegración. Murray (1994) realiza una explicación muy intuitiva sobre esta teoría utilizando la analogía de un borracho que camina con su perro. Tanto el borracho como el perro vagan sin rumbo fijo, sin embargo, ambos tienen un ojo sobre el otro, y no están separados por más de una cierta distancia, así, aunque ambos no saben a donde van, sí saben que van juntos. De este modo, podemos decir que el borracho y su perro están cointegrados. Formalmente, la teoría de la cointegración indica que dos o más variables no-estacionarias, cuyo orden de integración sea similar, están cointegradas si existe una combinación lineal de estas variables que sea estacionaria.

La aplicación del análisis de la cointegración junto con las técnicas de análisis de las relaciones dinámicas entre variables en marketing es muy reciente. Así, por ejemplo, las investigaciones de Bakucs y Fertő (2005), Kuiper y Meulenberg (2002, 2004), Kuiper et al. (2003) y Abdulai (2002), analizan que agente en los canales de comercialización de los productos agrícolas y ganaderos ostenta el poder de negociación y el liderazgo en la fijación de precios a través de esta metodología. También se ha utilizado en el análisis de las relaciones entre mercados y la transmisión de precios, por ejemplo en los trabajos de Grande et al. (2008) y Kulendran y Divisekera (2007) para los mercados turísticos, Hammoudeh et al. (2004) en los mercados de petróleo y Boshnjaku et al. (2003) en los mercados españoles de ganadería ovina. Junto a esto, también se ha aplicado en un contexto de marketing estratégico, estudiando las respuestas del mercado a largo plazo a las estrategias de marketing, por ejemplo, los trabajos de Franses et al. (1999), Dekimpe y Hanssens (1995a) y Franses (1994). En definitiva, la teoría de la cointegración se ha convertido en un modelo imprescindible en los sistemas en que la dinámica a corto plazo es afectada por grandes distorsiones aleatorias y la dinámica a largo plazo está restringida por relaciones económicas de equilibrio.

Antes de realizar el análisis descrito, es conveniente realizar una síntesis introductoria de la teoría de la cointegración, habida cuenta de su menor conocimiento y difusión en un contexto de marketing que otras técnicas y/o instrumentos de análisis. Con este fin, en el segundo apartado de este capítulo, se desarrollan algunos conceptos que facilitan la comprensión de la teoría de la cointegración para, a continuación, en el tercer apartado desarrollar dicha teoría. Finalmente, en el último apartado se describen las técnicas de análisis de las relaciones dinámicas entre las variables utilizadas en el estudio empírico: la descomposición de la varianza del error de predicción y la función impulso-respuesta.

## **2.2. Conceptos preliminares a la teoría de la cointegración**

### **2.2.1. La estacionariedad de una serie**

Una serie temporal  $Y_t$  es una secuencia de valores observados a lo largo del tiempo y ordenados cronológicamente,  $Y_1, Y_2, Y_3 \dots Y_n$ . El análisis de una serie

temporal conlleva la descomposición de ésta con el fin de identificar los factores que ejercen influencia sobre cada uno de los valores periódicos de la serie. Estos factores o componentes de la serie son cuatro:

- 1) La tendencia, que recoge los movimientos a largo plazo de una serie.
- 2) La variación cíclica o ciclos, que recogen la fluctuación que se produce en la serie a medio plazo en torno a la tendencia y cuyo período y amplitud presentan cierta regularidad.
- 3) La variación estacional, que recoge las oscilaciones que se producen alrededor de la tendencia a corto plazo, de una amplitud bastante regular y en períodos iguales o inferiores a un año.
- 4) La fluctuación irregular, o parte residual de la serie cuando se eliminan los componentes anteriores y que recoge los movimientos provocados por factores imprevisibles.

En el ámbito de la Econometría existe una gran cantidad de trabajos<sup>26</sup>, sobre todo empíricos, basados en el supuesto de que las series utilizadas son estacionarias, sin embargo, en 1982 Nelson y Plosser cuestionaron dichos trabajos demostrando que un amplio conjunto de variables económicas de los Estados Unidos incumplían este supuesto, lo que planteaba serios problemas tanto de índole económica –relaciones espurias– como de inferencia estadística. Esta conclusión de nuevo fue confirmada por otras investigaciones posteriores (Granger y Newbold, 1986; Baghestani, 1991; Franses, 1991, 1994; Zanas, 1994; DeKimpe y Hanssens, 1995a, b; Bronnenberg et al., 2000; Srinivasan et al., 2000; Franses et al., 2001; Grewal et al., 2001), quienes coinciden en concluir que son muchas las series de tiempo, ya sea en economía o en marketing, que aparentemente no fluctúan al azar en torno a términos deterministas –por ejemplo, una constante o una tendencia lineal–, mientras que sus primeras diferencias sí parecen fluctuar aleatoriamente alrededor de dichos términos.

Una serie es estacionaria cuando se verifican dos condiciones: 1ª) que la varianza sea finita y permanezca constante a lo largo del tiempo, y 2ª) que la autocovarianza entre dos períodos distintos de tiempo únicamente viene afectada por el lapso de tiempo transcurrido entre esos dos períodos (Uriel, 2005). La presencia de no estacionariedad sólo en el momento de primer orden, puede recogerse introduciendo en la especificación del proceso elementos deterministas, tales como tendencias lineales o polinómicas, tendencias segmentadas, variables ficticias, etc. En el caso de

---

<sup>26</sup> Adamowicz et al. (1984); Goodwin y Schroeder (1991); Schroeder y Goodwin (1991); Dahlgran y Blank (1992); y Jordan y VanSickle (1993).

que la introducción de estos elementos deterministas capture la no-estacionariedad en media del proceso, la inferencia estándar es aplicable bajo los supuestos básicos clásicos, de manera que, por ejemplo, los estimadores mínimo cuadráticos ordinarios –en adelante, MCO– tendrán distribuciones asintóticas normales, obteniéndose estimadores con las propiedades deseadas –insesgados, eficientes, consistentes y robustos. Sin embargo, la presencia de tendencia en el momento de segundo orden origina que las distribuciones utilizadas en la inferencia estándar no sean aplicables y que algunos estadísticos converjan hacia distribuciones degeneradas en lugar de hacerlo hacia distribuciones no-degeneradas.

La tendencia en varianza, es decir, que la varianza sea en función del tiempo, puede estar provocada, entre otros motivos, por la existencia de raíces unitarias en el polinomio de la representación autorregresiva del proceso<sup>27</sup>. En el caso de que el proceso que tratemos sea estacionario después de la diferenciación<sup>28</sup>, a las variables que siguen dicho comportamiento se les denomina variables integradas.

Así, cuando un proceso estocástico es integrado de orden 1,  $I(1)$ , presenta una raíz unitaria en el polinomio autorregresivo –tendencia estocástica en varianza–, es decir, presenta el factor  $(1-L)$ , ya que si aplicamos las primeras diferencias se tiene que:

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = \varepsilon_t$$

y siendo  $\varepsilon_t$  un proceso puramente aleatorio, se dice que el proceso estocástico es integrado de primer orden. Por tanto, la aplicación del operador diferencia  $\Delta=1-L$  a una variable con una raíz unitaria en su polinomio autorregresivo, la transforma en una nueva variable estacionaria en varianza. El orden de integrabilidad dependerá del número de diferenciaciones que sean necesarias aplicar para que la variable sea estacionaria - $d$  diferenciaciones indican un proceso integrado de orden  $d$ ,  $I(d)$ . Si el proceso ya es estacionario en varianza, su orden de integrabilidad es cero,  $I(0)$ .

En definitiva, la presencia de raíces unitarias en la representación autorregresiva del proceso, es decir, que éste sea no-estacionario, origina un momento de segundo orden que cambia a lo largo del tiempo. Esto provoca que la inferencia clásica no sea utilizable, ya que ésta se basa en el supuesto de estacionariedad (Grande et al, 2005), por lo que su detección en la serie objeto de estudio es de extrema importancia en la determinación del procedimiento a seguir en su posterior análisis.

---

<sup>27</sup> También podría ser debida, por ejemplo, a la presencia de raíces en el polinomio autorregresivo dentro del círculo unidad que, a diferencia de las raíces unitarias, no desaparecen al diferenciar la serie.

<sup>28</sup> Por diferenciación se entiende el proceso por el cuál se procede a diferenciar un proceso o serie temporal restando a la serie original o en niveles su valor inmediatamente anterior.

### Cuadro 3.1.

#### Caracterización de las series I(0) e I(1)

SERIES I(0)	SERIES I(1)
Presentan varianza finita e independiente del tiempo.	Su varianza depende del tiempo y tiende a finito a medida que el tiempo tiende a infinito.
Tienen memoria limitada.	Cualquier innovación afecta permanentemente a sus procesos.
Tienden a fluctuar alrededor de la media, que puede incluir una tendencia determinista.	Oscilan ampliamente.
Presentan autocorrelaciones que tienden a disminuir rápidamente a medida que el retardo incrementa.	Su autocorrelación tiende a uno (en valor absoluto) para cualquier orden del retardo.

FUENTE: Elaboración propia.

#### 2.2.2. Contraste de raíces unitarias

Los procedimientos utilizados para determinar la estacionariedad de una serie temporal, y con ello el orden de integrabilidad, son de dos tipos: 1) un examen gráfico y 2) la aplicación de contrastes de raíces unitarias.

El primer procedimiento identifica la estacionariedad de la variable a través de un examen gráfico de la serie y de su función de autocorrelación y función de autocorrelación parcial –FA y FAP, respectivamente– con el fin de identificar si la variable crece o decrece monótonamente y si los impactos de unas variables respecto a sus posteriores son persistentes o si por el contrario no se puede establecer un patrón de comportamiento definitivo. Así, si en la FA dichos impactos descienden rápidamente, podemos decir que la serie es estacionaria, mientras que si este descenso es más pausado, la serie es no-estacionaria.

Sin embargo, aunque estas pruebas son de gran ayuda, es preferible completarlas con contrastes estadísticos formales que nos permitan contrastar la estacionariedad de una serie, los llamados contrastes de raíces unitarias. A fin de obtener dichos contrastes partimos de la siguiente ecuación:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + X_t' \delta + \varepsilon_t$$

donde  $X_t$  es la variable regresora exógena opcional, la cuál podría ser una constante o una constante y una tendencia lineal,  $\rho$  y  $\delta$  son los parámetros que queremos estimar y  $\varepsilon_t$  es un proceso de ruido blanco. Si  $|\rho| \geq 1$ ,  $Y$  es una serie no-estacionaria cuya varianza incrementa en el tiempo. Si  $|\rho| < 1$ , entonces  $Y$  es una serie estacionaria, con

varianza constante en el tiempo. Así, la hipótesis de estacionariedad de la serie se evalúa contrastando si el valor absoluto de  $\rho$  es menor que 1.

Entre las pruebas más utilizadas por la literatura empírica en el análisis de la estacionariedad destacan el test aumentado de Dickey y Fuller (1979) –ADF–, el test de Phillips y Perron (1988) –PP– y el test de Kwiatkowski, Phillips, Schmidt y Shin (1992) –KPSS–. Para los dos primeros contrastes –ADF y PP– se contrasta la siguiente hipótesis:

$H_0: \rho = 1$ , la serie es no-estacionaria.

$H_1: \rho < 1$ , la serie es estacionaria.

Al contrario ocurre en el test KPSS, quien contrasta la siguiente hipótesis:

$H_0: \rho < 1$ , la serie es estacionaria.

$H_1: \rho = 1$ , la serie es no-estacionaria.

Estos contrastes se aplican sobre la serie en niveles, si los resultados indican que la serie es no-estacionaria, procedemos a diferenciarla y a aplicar de nuevo los contrastes, repitiendo este proceso hasta alcanzar la estacionariedad de la serie. El número de diferenciaciones necesarias para conseguir la estacionariedad nos indica el grado de integrabilidad de la variable.

Previo a la aplicación de estos test es necesario especificar dos aspectos: el número de variables exógenas que se incluyen en la regresión y el número de retardos de la variable endógena que capturan la estructura de autocorrelación de la serie –para los contrastes PP y KPSS se denomina bandwidth o «ancho de banda».

En primer lugar, se debe especificar si el modelo de regresión que se estima incluye una o varias variables exógenas, tales como intercepto, tendencia lineal, o ambas, o si, por el contrario, no incluye ninguna. La inclusión de intercepto y tendencia lineal en el modelo conlleva mayor especificación general, sin embargo, si se introducen variables regresoras irrelevantes –con un poder explicativo muy bajo– podría disminuir el poder de los contrastes de estacionariedad, rechazando la hipótesis de raíz unitaria. En general, la literatura recomienda elegir aquellas variables que mejor se adapten a la descripción de los datos con los que se trabaja.

En segundo lugar, es necesario especificar el número de retardos. Un procedimiento habitual en la aplicación del test ADF es incluir un número suficiente de retardos de forma que se elimine la correlación que existe entre los residuos, sin embargo, este procedimiento es muy costoso y requiere mucho tiempo. Por ello, los paquetes estadísticos ofrecen la posibilidad de elección de los retardos de forma automática en función de diversos criterios de información, tales como el criterio de Akaike –AIC–, el de Schwarz –SIC– o el de Hannan-Quinn –HQ– entre otros. El más

utilizado entre los estudios empíricos es el criterio de información de Akaike (1974), seguido por el de Schwarz (1978). El primero toma en consideración tanto la medida en que el modelo se ajusta a las series observadas como el número de parámetros utilizados en el ajuste, de modo que el número de retardos que mejor describe la serie es el que hace mínimo el valor de AIC. El funcionamiento del criterio de Schwarz es similar al de Akaike, sin embargo, éste penaliza aún más la inclusión de modelos amplios<sup>29</sup>. En relación a los test PP y KPSS, hemos determinado utilizar el criterio de Newey-West (1994) para la especificación del bandwidth o «ancho de banda», el criterio más utilizado en la literatura.

### 2.2.3. Relaciones espurias

Como comentábamos en el anterior epígrafe, gran parte de las series temporales económicas incumplen el supuesto de estacionariedad, lo que plantea, entre otros, problemas de índole económica, las llamadas relaciones espurias.

El hecho de que dos variables muestren comportamientos sistemáticos similares puede ser debido a causas relacionadas con la existencia de una relación de causalidad entre ellas, o simplemente a la casualidad. Un ejemplo clásico que muestra claramente la idea que queremos transmitir es aquél en el que el número de nacimientos en una ciudad crece al mismo ritmo que el número de cigüeñas; dos variables que tienen comportamientos similares pero que su relación conjunta no tiene sentido económico o demográfico. En este caso, el cálculo de la regresión estática entre estas dos variables nos llevaría a un  $R^2$  elevado sin que realmente exista entre ellas una relación causa-efecto. En definitiva, el problema de las relaciones espurias aparece frecuentemente cuando se halla la regresión estática entre series económicas afectadas por tendencias comunes.

Cuando se lleva a cabo una regresión espuria<sup>30</sup>, además de un  $R^2$  elevado, suele aparecer un valor pequeño del estadístico  $d$  de Durbin-Watson, indicativo de una fuerte autocorrelación residual de primer orden positiva. Esto implica, no sólo que los estimadores MCO de los coeficientes son ineficientes –existiendo estimadores más precisos–, sino que los estimadores de los errores estándar son inconsistentes –a medida que el tamaño de la muestra aumenta, el valor del estimador no tiende a ser el valor del parámetro–. Si no se presta atención a este problema, se puede incurrir en serios problemas de especificación.

---

<sup>29</sup> Para una exposición y comparación más detallada de los distintos criterios de selección del número óptimo de retardos véase Lütkepohl (1993) y García (1996).

<sup>30</sup> Por regresión espuria nos referimos a la regresión de una variable respecto a otra cuando la relación que existe entre ambas no tiene sentido económico o de otro tipo, es decir, cuando en realidad no existe una relación causal entre ellas.



Diversos trabajos han analizado el problema de las relaciones espurias, las aportaciones más destacadas son las realizadas por Granger y Newbold (1974) y Phillips (1987). Estos autores concluyen en una teoría para regresiones que incluyen procesos  $I(1)$ . Analizaron el problema de las relaciones espurias examinando los resultados de una serie de simulaciones realizadas con regresiones experimentales, en la que aparece una serie explicada en función de un conjunto de hasta cinco series en donde todas ellas son o bien paseos aleatorios<sup>31</sup>, o ARIMA (0,0,1) o primeras diferencias de ARIMA (0,0,1). Así, Granger y Newbold (1974) describen de forma resumida la correlación espuria como una situación en la que se generan los valores de dos variables independientes –suponiendo que siguen cada una de ellas un paseo aleatorio sin término constante y que ambos procesos generadores no guardan ninguna relación– y en las que se estima una relación en la que una de ellas es la variable dependiente y la otra la variable explicativa, obteniendo los siguientes resultados:

1. No se cumplen las propiedades estadísticas estándar derivadas bajo el supuesto de estacionariedad, dando lugar a valores de los estadísticos para los contrastes de significatividad de los coeficientes que conducen, de forma sesgada, hacia el rechazo de la hipótesis nula de independencia.
2. Las distribuciones de los estadísticos  $t$  usuales no convergen, por lo que no son utilizables las tablas con los valores críticos habituales.
3. Valores relativamente altos de  $R^2$ , tendiendo éste a una distribución no degenerada y convergiendo hacia una variable aleatoria en lugar de hacerlo hacia su valor poblacional, que sería cero.
4. Valores muy bajos del estadístico  $d$  de Durbin-Watson.

Es decir, si se presta atención a los valores tomados por estos estadísticos se finaliza el análisis regresivo aceptando que existe una correlación significativa entre las dos variables aún cuando se ha partido del supuesto de que eran independientes.

Así, con el fin de solventar este problema, los autores plantearon la conveniencia de estimar las relaciones entre las series expresadas en diferencias de manera que se estarían eliminando las raíces unitarias en las variables causantes de la presencia de tendencias estocástica, asegurándose, en la mayoría de las ocasiones, la estacionariedad.

En definitiva, de estos dos trabajos se deriva la importancia de analizar la estructura no-estacionaria de las variables que se incluyen en el modelo, pues las

---

<sup>31</sup> Un paseo aleatorio es cualquier proceso aleatorio donde la posición de un punto en cierto instante depende solo de su posición en algún instante previo y alguna variable aleatoria que determina su subsecuente dirección y la longitud de paso.

propiedades de los estimadores y contrastes habitualmente utilizados variarán respecto a los que tradicionalmente se venían utilizando en Econometría. Sin embargo, la solución propuesta por estos autores ha sido ampliamente criticada en la literatura pues con la aplicación de la diferenciación en las variables se elimina toda la información sobre las posibles relaciones de largo plazo recogidas en los niveles de las variables, es decir, no se considera si las mismas han experimentado un incremento o disminución sistemático a lo largo del período analizado. No obstante, el desarrollo de la Teoría de Cointegración ha permitido dar otro enfoque y solución al problema ya que, según ésta, hay situaciones especiales en las que pueden obtenerse relaciones correctas entre las variables, tanto a corto como a largo plazo.

### 2.3. Cointegración<sup>32</sup>

A pesar de que una variable económica individual, entendida como una serie temporal, puede oscilar ampliamente, pueden darse algunas series individuales que se muevan de forma pareja o que al menos no se desvíen demasiado una de otra. La Teoría Económica típicamente establece fuerzas que tienden a mantener dichas series unidas. En relación a esta idea aparecen las relaciones de equilibrio, siendo éste un punto estacionario caracterizado por fuerzas que tienden a hacer volver a la Economía hacia dicho equilibrio siempre que se salga de él.

Si  $X_t$  es un vector de variables económicas, entonces puede decirse que están en equilibrio cuando tiene lugar la restricción  $\alpha'X_t = 0$ . Sin embargo, en la mayoría de los períodos temporales,  $X_t$  no estará en equilibrio y la cantidad univariante  $Z_t = \alpha'X_t$  puede llamarse error de equilibrio. Si el equilibrio es relevante en la especificación de modelos econométricos, es preferible un valor pequeño de  $Z_t$  a un valor grande.

La Teoría Económica sugiere que las relaciones de equilibrio son funciones estacionarias de las variables originales, y que los desequilibrios son transitorios y, por tanto, estacionarios. La metodología econométrica tradicional supone la estacionariedad de las series temporales económicas, sin embargo, como ya hemos apuntado anteriormente, un numeroso grupo de variables económicas no son estacionarias en varianza.

Desde una perspectiva temporal o histórica, ante este problema en la práctica se propuso transformar las variables en estacionarias siguiendo la metodología Box-Jenkins (1970). Según ésta, la construcción de modelos sigue un esquema de pasos expuestos gráficamente en la Figura 2.1, mediante las cuáles se estima las

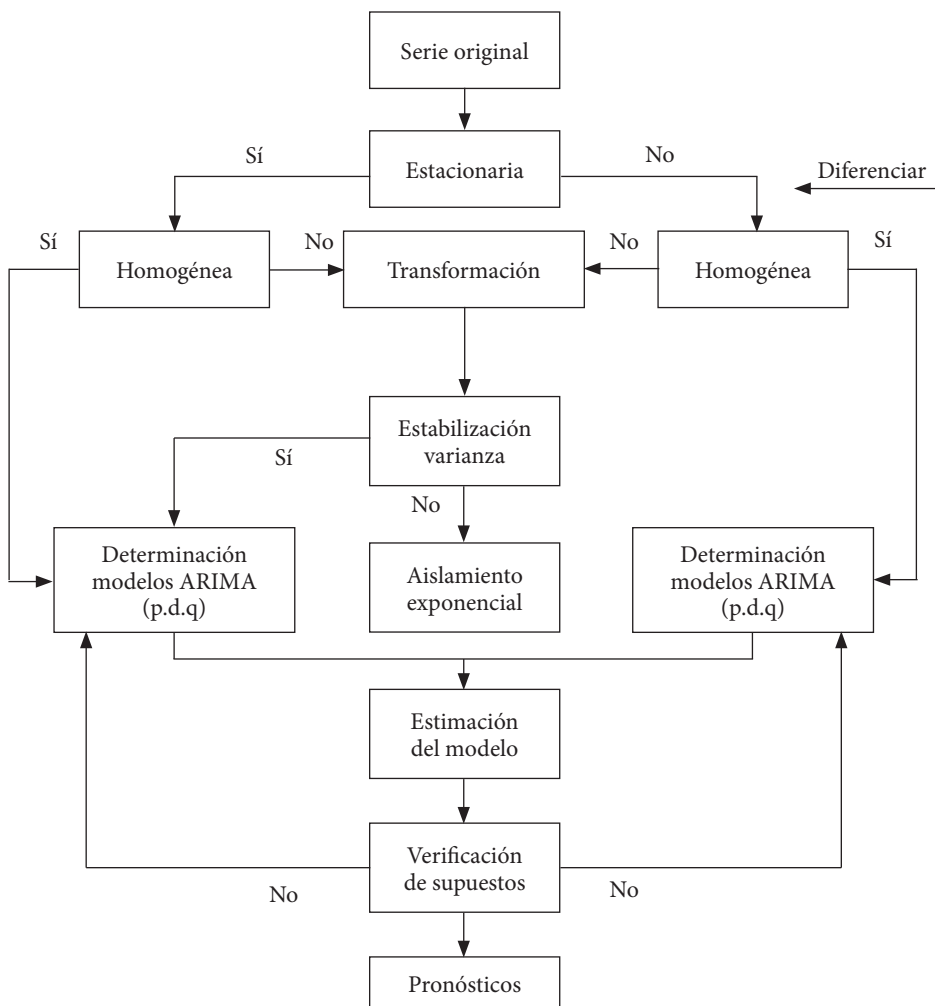
---

<sup>32</sup> El desarrollo de este apartado se guía por la explicación del modelo descrita por el profesor Grande (1999) y Grande et al. (2005).

relaciones entre variables no-estacionarias a través de los Modelos de Función de Transferencia<sup>33</sup>.

**Figura 2.1.**

*Etapas en la estrategia de construcción de modelos desarrollada por Box-Jenkins*



FUENTE: Rodríguez (2001).

<sup>33</sup> El objetivo de los Modelos de Función de Transferencia es relacionar dos ó más series temporales elaborando modelos causales de predicción. En la forma de relacionar las series se considera la serie output en función de una u otras series inputs. Asimismo, se considera a priori que existe una causalidad unidireccional desde los inputs hacia el output, desechando la posibilidad de feedback.

Sin embargo, la principal limitación de esta metodología es que no toma en consideración las relaciones a largo plazo que existen entre las variables, relaciones que se manifiestan en los niveles de dichas variables. Así, los Modelos de Función de Transferencia, al transformar por diferenciación las variables integradas en estacionarias, modelizan relaciones entre los cambios de las variables –corto plazo– y no las relaciones a largo plazo.

Un ejemplo clásico es el estudio de la relación entre el consumo  $C_t$  y la renta  $Y_t$ , medidas ambas en logaritmos. Si se especifica la relación lineal:  $C_t = \mu + \alpha Y_t + u_{1t}$ , el parámetro  $\alpha$  medirá la elasticidad a largo plazo del consumo ante variaciones de la renta. En cambio, en la relación  $\Delta C_t = \mu' + \alpha' \Delta Y_t + u_{2t}$ , el parámetro  $\alpha'$  es la elasticidad a corto plazo y, si existe una relación a largo plazo entre consumo y renta, en la ecuación en diferencias se está omitiendo un término relevante, por lo que la estimación en dicha especificación se verá afectada. Así, a partir del modelo en diferencias no puede inferirse la relación a largo plazo entre consumo y renta.

Para solucionar este problema, los economistas de la London School of Economics popularizaron y extendieron el uso de los Modelos de Mecanismo de Corrección del Error –MCE–, que ya fueron introducidos por Sargan (1964). El MCE combina la presencia de los niveles de las variables que recogen las relaciones a largo plazo sugeridas por la Teoría Económica, junto con las diferencias de dichas variables, que captan los desajustes existentes en el corto plazo. De esta forma, el MCE permite a los componentes a largo plazo obedecer las restricciones de equilibrio, mientras que los componentes a corto plazo tendrán una especificación dinámica más flexible.

Sin embargo, aunque los MCE fueron siempre una alternativa muy valiosa para combinar el corto y el largo plazo en el análisis dinámico de series, la formalización del concepto de cointegración por parte de Granger (1981) y Engle y Granger (1987) fue decisiva. Dichos autores señalan que un conjunto de variables cointegradas pueden modelizarse mediante un MCE y, a la inversa, si la verificación de un MCE es correcta, existe una relación de cointegración entre las variables implicadas. Así, la posibilidad de combinar niveles de series integradas de forma tal que esa combinación resultase estacionaria, pudiendo de este modo modelizar la dinámica de las variables y contrastar la existencia de relaciones a largo plazo entre ellas, se ha convertido en una de las aportaciones conceptuales más interesantes y en las que se ha apoyado de forma incuestionable el avance reciente de la econometría moderna.

### 2.3.1. El concepto de cointegración

Según el Teorema de Representación de Wold, una serie temporal estacionaria con componentes no-determinísticos tiene una representación de medias móviles de orden infinito, la cual generalmente se aproxima por un proceso auto-

regresivo de medias móviles de orden finito. Sin embargo, habitualmente las series económicas deben diferenciarse antes de que pueda sostenerse el supuesto de estacionariedad, de manera que si una serie temporal ha de diferenciarse  $d$  veces para hacerla estacionaria se denomina integrada de orden  $d$ . Así,  $X_t$  es integrada de orden  $d$ , si  $X_t$  no es estacionaria pero  $\Delta^d X_t$  sí lo es.

La integrabilidad es una propiedad dominante, lo que significa que la suma o combinación lineal de procesos de distinto orden de integrabilidad es del mismo orden que el proceso de orden mayor. Es decir:

$$\text{Si } Z_t = X_t + \alpha' Y_t, \text{ con } \begin{cases} X_t \rightarrow I(d) \\ Y_t \rightarrow I(b) \end{cases} \Rightarrow Z_t \rightarrow I(\text{Máx}(d,b)) ,$$

Asimismo, la combinación lineal de dos procesos con el mismo orden de integrabilidad es, en general, de ese orden de integrabilidad:

$$\text{Si } Z_t = X_t + \alpha' Y_t, \text{ con } \begin{cases} X_t \rightarrow I(d) \\ Y_t \rightarrow I(d) \end{cases} \Rightarrow Z_t \rightarrow I(d) ,$$

de manera que la serie resultante presentará una tendencia en varianza, resultado de la combinación de las que presentaban las variables originales.

No obstante, es posible que ocurra que  $Z_t \rightarrow I(d-b)$ , con  $b > 0$ . Cuando esta excepción ocurre, una restricción muy especial opera sobre los componentes a largo plazo de la serie.

Consideremos el caso  $d=b=1$ , es decir,  $X_t$  e  $Y_t$  son ambas  $I(1)$  pero  $Z_t \rightarrow I(0)$ . En este caso, la constante  $\alpha$  es tal que anula la mayoría de los componentes de largo plazo de  $X_t$  e  $Y_t$ , para  $\alpha = -1$ , la idea de que  $X_t$  e  $Y_t$  no pueden desviarse demasiado lejos se ha traducido en una afirmación más precisa: «su diferencia será  $I(0)$ »<sup>34</sup>.

Así, el concepto de cointegración nos indicará si variables que siguen sendas de crecimiento evolucionan o no de forma paralela.

### 2.3.1.1. Definición de cointegración

Sea  $X_t$  un vector de columna  $N \times 1$  cuyos componentes son variables económicas que representaremos genéricamente por  $X_{jt}$ ,  $j=1,2,\dots,N$ , y sea  $\mu_t$  la media de  $X_t$ . Entonces los componentes de  $X_{jt}$ ,  $j=1,2,\dots,N$ , estarán cointegrados en sentido débil y notaremos  $X_t \rightarrow CI(d, b)$ , si:

<sup>34</sup> Hemos de notar que el uso de la constante  $\alpha$  tan sólo sugiere que se necesita utilizar algún escalar antes de que pueda alcanzarse la diferencia  $I(0)$ , debiendo tener presente que generalmente no será cierto que haya una constante  $\alpha$  que haga que  $Z_t \rightarrow I(0)$ .

- Todos los componentes son integrados del mismo orden  $I(d)$  en sentido débil para  $d \in \mathbb{N}$ .
- Existe una combinación lineal de ellos:  $X_t = \alpha' (X_t - \mu_t)$ , que es  $I(d-b)$ ,  $b > 0$  en sentido débil.

A la matriz  $\alpha'$  de orden  $r \times N$  se le denomina matriz de cointegración,  $r < N$ , mientras que a la relación  $Z_t = \alpha' (X_t - \mu_t)$  se le denomina relación de cointegración.

Por tanto, si  $X_t$  tiene  $N$  componentes, podría existir más de un vector cointegrador  $\alpha$ . De ahora en adelante supondremos que hay  $r$  vectores cointegradores linealmente independientes con  $r \leq N-1$ , los cuales se recogen en la ordenación  $\alpha$  de  $N \times r$  componentes. Por construcción, el rango de  $\alpha$  será  $r$  y le denominaremos rango cointegrador de  $X_t$ .

En general, si entre  $N$  variables hay  $r$  relaciones de cointegración significará que hay  $N-r$  tendencias estocásticas comunes. Por ejemplo, si  $N=3$  y  $r=1$ , un solo vector de cointegración cancela dos tendencias estocásticas comunes, si sólo hubiera una tendencia estocástica común, bastarían dos variables para obtener una relación de cointegración y entre las tres variables habría como máximo dos vectores de cointegración linealmente independientes.

Obsérvese que si suponemos conocido el orden de causalidad, la relación de cointegración puede expresarse despejando la variable dependiente. Esto implica que el vector de cointegración  $\alpha$  aparecerá normalizado, es decir, que el coeficiente de la variable dependiente será igual a la unidad.

Es evidente que para la Econometría Aplicada el caso más interesante de cointegración es cuando  $d=b$ , es decir, cuando  $Z_t \rightarrow I(0)$ , ya que es entonces cuando podemos identificar los parámetros del vector de cointegración con los coeficientes de una relación a largo plazo entre las variables y aplicar el Análisis de Regresión. Dentro de este caso, la situación particular más comúnmente considerada es aquella en que  $d=b=1$ , es decir, todos los elementos de  $X_t$  son  $I(1)$  y  $Z_t$  es estacionario,  $I(0)$ . En este caso, la cointegración significaría que si los componentes de  $X_t$  fueran todos  $I(1)$  entonces el error de equilibrio sería  $I(0)$ , de manera que  $Z_t$  rara vez se desviaría lejos de cero si tiene media cero y  $Z_t$  cruzará a menudo la línea cero. En otras palabras, significaría que el equilibrio tendrá lugar ocasionalmente al menos para una aproximación cercana, mientras que si  $X_t$  no estuviera cointegrada, entonces  $Z_t$  podría desviarse bastante y los cruces del punto cero serían muy raros, sugiriendo que en este caso el concepto de equilibrio no tendría implicaciones prácticas.

Por tanto, la existencia de una relación de cointegración entre un conjunto de variables puede interpretarse como la existencia de una relación lineal de equi-

brio entre ellas dada por el vector de cointegración. Centrándonos en el caso de variables  $I(1)$ , las desviaciones de este equilibrio medidas por  $Z_t$ , recogerán el retardo en la respuesta de la variable dependiente ante cambios en las explicativas. Estas desviaciones son, en caso de cointegración, estacionarias y, por tanto, tienen una varianza que no es función del tiempo.

En otras palabras, aunque las variables implicadas en la relación sean integradas, es decir, con varianza infinita a largo plazo, existe una relación de equilibrio a largo plazo entre las variables, tal que las situaciones de desequilibrio son de carácter estacionario, es decir  $I(0)$  y, por tanto, transitorias. Por consiguiente, lo que sucede es que al combinar linealmente las variables del vector  $X_t$  se cancelan los componentes no-estacionarios de éste, dando lugar a una variable estacionaria y, para que esto suceda, las tendencias estocásticas presentes en las variables, que les proporcionan su comportamiento característico, deben ser comunes a todas ellas de forma que se cancelen en la combinación lineal.

A modo de conclusión, podemos afirmar que estas ideas son relevantes en la práctica econométrica. En efecto, si  $X_{1t}$  y  $X_{2t}$  son integradas del mismo orden y la Teoría sugiere una relación lineal a largo plazo entre las mismas, podemos llevar a cabo su regresión estática:  $X_{1t} = \alpha + \beta X_{2t} + \mu_t$ , denominada regresión de cointegración. Si los residuos de esta regresión son estacionarios, entonces hay evidencia de que las variables cointegran. Este hecho implicaría, de momento, que la relación de equilibrio a largo plazo supuesta por la Teoría Económica viene apoyada por la evidencia empírica y que la regresión efectuada está libre de resultados espurios. Si los residuos de la regresión de  $X_{1t}$  sobre  $X_{2t}$ , expresadas ambas en niveles, no fuesen estacionarios, la evidencia sería contraria a la existencia de equilibrio a largo plazo entre las variables, y la regresión de cointegración estaría sujeta a resultados espurios.

### 2.3.2. Modelos de mecanismo de corrección del error –MCE–

La idea simple que subyace en los MCE es que parte del desequilibrio en un período se corrige en el siguiente período, constituyendo una forma de representación de los modelos dinámicos que tiene ciertas ventajas estadísticas. Por ejemplo, el cambio en el precio en un período podría depender del grado de exceso de demanda en el período anterior.

Como ya se ha señalado, un MCE combina variables en niveles y en primeras diferencias, y debe su nombre a la especificación del modelo en la que las relaciones establecidas entre las variables en niveles –relaciones de largo plazo– actúan como un servomecanismo que interviene en la relación entre las variables diferenciadas –cambios en las variables–, y los impulsa para retornar la relación a su nivel de

equilibrio a largo plazo cuando se ha alejado de este, es decir, se corrigen los errores de desequilibrio de períodos anteriores de forma gradual.

Por ejemplo, para un sistema de dos variables, un modelo típico de corrección del error relacionaría el cambio en una variable con errores de equilibrio pasados y con cambios pasados en ambas variables.

Para hacer explícita esta cuestión, consideremos un sencillo modelo dinámico determinista:

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \alpha_1 Y_{t-1}, \text{ con } |\alpha_1| < 1. \quad (2.1)$$

La dinámica implica que incluso aunque  $X$  permanezca fija,  $Y_t$  va a seguir cambiando si se parte de una situación inicial de desequilibrio. Este «cambio dinámico característico» o Componente de Propagación –en adelante, CP–, se obtiene incrementando  $Y$  en la ecuación (2.1) anterior admitiendo que  $X$  permanece fija:

$$CP = (\Delta Y)_{X=Cte} = + \alpha_1 \Delta Y_{t-1}.$$

Restando  $Y_{t-1}$  en el segundo miembro de esta ecuación y sumando la cantidad equivalente  $\alpha + \beta X_{t-1} + \alpha_1 Y_{t-2}$ , se tiene que:

$$CP = \alpha + \beta X_{t-1} + (\alpha_1 - 1) Y_{t-1},$$

o bien:

$$CP = - (1 - \alpha_1) \left[ Y_{t-1} - \frac{\alpha}{1 - \alpha_1} - \frac{\beta}{1 - \alpha_1} X_{t-1} \right] \quad (2.2)$$

Dadas unas condiciones exógenas  $X_{t-1}$  en el período (t-1), el correspondiente valor a largo plazo de  $Y$ ,  $Y_{t-1}^*$ , vendrá dado por la siguiente expresión:

$$Y_{t-1}^* = \frac{\alpha}{1 - \alpha_1} - \frac{\beta}{1 - \alpha_1} X_{t-1}$$

que se obtiene haciendo  $Y_t = Y_{t-1} = Y_t^*$  en (2.1), despejando  $Y_t^*$  y retardando la ecuación un período.

Así, el segundo factor de la ecuación (2.2) representa la divergencia entre el valor real de  $Y$  en el período (t-1) y el valor a largo plazo correspondiente a este período, de acuerdo con las condiciones exógenas.



Volviendo a la ecuación (2.1), admitamos que X cambia entre los períodos (t-1) y t. en este caso, el cambio total que experimentará Y se compondrá de dos componentes aditivas:

$$\Delta Y_t = \beta \Delta X_t + \alpha_1 \Delta Y_{t-1}.$$

Al primer sumando podemos llamarle Componente de Impulso –en adelante, CI–, mientras que el segundo es el Componente de Propagación. El CI representa el cambio de Y inducido por los desequilibrios de corto plazo, en tanto que la componente de propagación es el resultado de los desequilibrios a largo plazo.

Sustituyendo CP por su valor según la expresión (2.2), tendremos la ecuación de un MCE para el caso de dos variables:

$$\Delta Y_t = \beta \Delta X_t - (1-\alpha_1) \left[ Y_{t-1} - \frac{\alpha}{1-\alpha_1} - \frac{\beta}{1-\alpha_1} X_{t-1} \right] \quad (2.3)$$

La diferencia que figura entre corchetes en el segundo miembro se puede contemplar como un error, pues es la diferencia entre  $Y_{t-1}$  y su valor de equilibrio a largo plazo  $Y_{t-1}^*$ . Cuanto mayor sea este error, mayor será el cambio que en sentido inverso experimente Y –obsérvese el signo–. El término CP opera, pues, como un mecanismo automático de corrección de las desviaciones actuales respecto de la situación de equilibrio a largo plazo, lo que, por otra parte, justifica el nombre de *mecanismo de corrección del error* para este tipo de representación dinámica.

Una ventaja de operar con expresiones del tipo (2.3), en donde las variables vienen expresadas en diferencias en lugar de hacerlo en niveles como en la expresión (2.1), es que se reducen considerablemente los problemas derivados de la colinealidad.

Con el fin de garantizar la representación MCE vista para el caso de dos variables, consideremos el modelo dinámico Retardo de Estructura Racional General, dado por:

$$\Phi(L)Y_t = \alpha + \Psi(L)X_t + u_t \quad ,$$

en donde las raíces de la ecuación  $\Phi(L) = 0$  caen fuera del círculo de radio unidad –como condición de estabilidad.

Este modelo puede escribirse en la forma:

$$Y_t = \alpha + \Psi(L)X_t + (1 - \Phi(L))Y_t + u_t \quad , \quad (2.4)$$

en donde  $\Phi(L)$  y  $\Psi(L)$  son los siguientes polinomios en el operador de retardos  $L$  que no poseen factores comunes:

$$\Phi(L) = 1 - \alpha_1 L - \alpha_2 L^2 - \dots - \alpha_n L^n.$$

$$\Psi(L) = \beta_0 + \beta_1 L + \beta_2 L^2 + \dots + \beta_m L^m.$$

Operando, se obtienen las siguientes identidades algebraicas:

$$\begin{aligned} \Psi(L)X_t &= \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \dots + \beta_m X_{t-m} = \beta_0 (X_t - X_{t-1}) - \\ &- (\beta_2 + \beta_3 + \dots + \beta_m) (X_{t-1} - X_{t-2}) - (\beta_3 + \beta_4 + \dots + \beta_m) (X_{t-2} - X_{t-3}) - \\ &- \dots - \beta_m (X_{t-m+1} - X_{t-m}) + (\beta_0 + \beta_1 + \dots + \beta_m) X_{t-1} = \\ &= \beta_0 \Delta X_t - \sum_{j=1}^{j=m-1} \left( \sum_{k=j+1}^{k=m} \beta_k \right) \Delta X_{t-j} + \Psi(L)X_{t-1}. \end{aligned} \quad (2.5)$$

Análogamente:

$$[1 - \Phi(L)]Y_t = [1 - \Phi(1)]Y_{t-1} - \sum_{j=1}^{j=n-1} \left( \sum_{k=j+1}^{k=n} \alpha_k \right) \Delta Y_{t-j} \quad (2.6)$$

Haciendo uso de (2.5) y (2.6), la ecuación (2.4) se puede escribir:

$$\begin{aligned} Y_t &= \alpha + [1 - \Phi(1)]Y_{t-1} - \sum_{j=1}^{j=n-1} \left( \sum_{k=j+1}^{k=n} \alpha_k \right) \Delta Y_{t-j} + \beta_0 \Delta X_t - \\ &- \sum_{j=1}^{j=m-1} \left( \sum_{k=j+1}^{k=m} \beta_k \right) \Delta X_{t-j} + \Psi(1)X_{t-1} + u_t \end{aligned}$$

Restando ahora  $Y_{t-1}$  en los dos miembros, se tendrá:

$$\begin{aligned} \Delta Y_t &= - \sum_{j=1}^{j=n-1} \left( \sum_{k=j+1}^{k=n} \alpha_k \right) \Delta Y_{t-j} + \beta_0 \Delta X_t - \sum_{j=1}^{j=m-1} \left( \sum_{k=j+1}^{k=m} \beta_k \right) \Delta X_{t-j} + \\ &+ \Psi(1)X_{t-1} + u_t - \Phi(1)[Y_{t-1} - \frac{\alpha}{\Phi(1)} - \frac{\Psi(1)}{\Phi(1)} X_{t-1}], \end{aligned} \quad (2.7)$$

en donde  $\Psi(1)/\Phi(1)$  es el multiplicador total.

Esta última expresión es la forma general del MCE, en donde el caso particular más simple viene dado por la ecuación (2.3), ( $n=1$  y  $m=0$ ).

La expresión (2.7) puede escribirse también en forma matricial como sigue:

$$c^*(L)(1-L) \chi_t = \alpha - \alpha' \chi_{t-1} + u_t,$$

en donde:

$$\chi'_t = (Y_t, X_t)$$

$$\alpha' = [\Phi(1), -\Psi(1)]$$

$$c^*(L) = [\Phi^*(L), -\Psi^*(L)]$$

siendo  $\Phi^*(L)$  y  $\Psi^*(L)$  dos polinomios en el operador  $L$  cuyos coeficientes se derivan de  $\Phi(L)$  y  $\Psi(L)$ , respectivamente. Generalizando esta expresión, podemos establecer la siguiente definición:

Un vector  $X_t$  ( $N \times 1$ ) admite una representación MCE si podemos expresarlo como:

$$\Phi(L) \Delta X_t = -\Gamma Z_t + u_t,$$

en donde:

- $\Phi(L)$  es una matriz ( $N \times N$ ) polinómica en el operador de retardos  $L$ , tal que  $\Phi(0)=I_N$  y  $\Phi(1)$  tiene todos sus elementos finitos.
- $\Gamma$  es una matriz de orden  $N \times r$ , tal que  $\Gamma \neq 0$ .
- $Z_t$  es un vector  $r \times 1$ ,  $Z_{t-\tau} = \alpha' Z_{t-\tau}$  y  $\alpha'$  es ( $r \times N$ ).
- $u_t$  es una perturbación multivariante estacionaria ( $N \times 1$ ).

Algunos autores expresan:  $\Phi(L) \Delta X_t = -\Pi Z_t + u_t$  con:  $\Pi_{N \times N} = \Gamma \alpha'$ . En esta expresión sólo el desequilibrio del período anterior aparece como variable explicativa. Sin embargo, reagrupando términos, cualquier conjunto de retardos de la variable  $Z_t$  puede escribirse de esta forma, permitiendo, por lo tanto, cualquier tipo de ajuste gradual hacia un nuevo equilibrio.

Cabe resaltar que en esta especificación, a diferencia de la mayoría de las aplicaciones que se han dado, no se supone exogeneidad sobre ninguna de las va-

riables, es decir, ningún orden de causalidad a priori entre las componentes de  $X_t$ . Además,  $\alpha$  consiste en un conjunto de parámetros desconocidos más que en una colección de constantes dadas por la Teoría Económica.

### 2.3.3. Teorema de Representación de Granger

El Teorema que demuestra que las series cointegradas pueden representarse por un modelo de mecanismo de corrección del error es el Teorema de Representación de Granger, que establece:

Si el vector  $X_t$  de orden  $N \times 1$  dado en  $(1 - L) X_t = \Theta(L)\varepsilon_t$  está cointegrado, con  $d=1$ ,  $b=1$  y con rango cointegrador  $r$ , entonces:

I.  $\Theta(1)$  es de rango  $N-r$ .

II. Existe un ARMA vectorial:

$$\Phi(L)X_t = d(L)\varepsilon_t, \quad (2.8)$$

con:

$$R[\Phi(1)] = r.$$

$$d(1) = \text{Finita.}$$

$$\Phi(0) = I_N.$$

$$d(L) = 1, \text{ es un vector autorregresivos.}$$

III. Existen matrices  $\alpha$  y  $\Gamma$ ,  $N \times r$ , de rango  $r$ , tales que:

$$\alpha' \Theta(1) = 0$$

$$\Theta(1) \Gamma = 0$$

$$\Phi(1) = \Gamma \alpha'$$

IV. Existe un mecanismo de corrección del error, también llamado término de corrección del error, con  $Z_t = \alpha' X_t$ , vector de  $r \times 1$  de variables aleatorias estacionarias, tal que:

$$\Phi^* (1-L) X_t = -\Gamma Z_{t-1} + d(L)\varepsilon_t, \quad (2.9)$$

en donde  $\Phi^* (0) = I_N$ .

V. El vector  $Z_t$  viene dado por:

$$Z_t = K(L) \varepsilon_t.$$

$$(1-L) Z_t = -\alpha' \Gamma Z_{t-1} + J(L) \varepsilon_t,$$

en donde  $K(L)$  es una matriz de polinomios en  $L$  dados por  $\alpha'\Theta^*(L)$ , con todos los elementos de  $K(1)$  finitos con rango  $r$  y  $|\alpha'T| > 0$ .

VI. Si es posible una representación vectorial autorregresiva finita tendrá la forma dada por (2.8) y (2.9) con  $d(L)=1$  y ambas,  $\Phi(L)$  y  $\Phi^*(L)$ , matrices de polinomios finitos.

Observamos así que este teorema establece la relación formal entre los MCE y las relaciones de cointegración, estableciendo que si un vector de variables es  $CI(1,1)$ , existe un mecanismo de corrección del error válido para representar el proceso generador de datos.

1. Si el proceso Generador de Datos de un conjunto de variables admite una representación MCE, éstas están cointegradas.
2. Asimismo, el Teorema establece el isoformismo entre la representación MCE como vector autorregresivos y como media móvil.

A modo de conclusión final, podemos decir que de lo analizado hasta el momento, se deduce que si existe una relación de cointegración entre las variables y se estima el modelo únicamente con variables estacionarias, como en los Modelos de Función de Transferencia, se estará eliminando de la relación dinámica entre las variables el término de corrección del error. Es decir, el Modelo de Función de Transferencia estará mal especificado al omitir como variable explicativa el mecanismo o término de corrección del error, del que también depende la variable input de la Función de Transferencia, que quedará recogido en la modelización de la perturbación. Se comprueba, una vez más, cómo en el caso de variables cointegradas, los Modelos de Función de Transferencia no consideran toda la información proporcionada por los datos. Concretamente, no consideran la información retenida en el nivel de las series –información a largo plazo. Además, la estimación de un modelo VAR,  $\Phi(L)X_t = \varepsilon_t$ , sin introducir las restricciones dadas por las relaciones de cointegración existentes, no será eficiente y presentará problemas de inestabilidad al analizar la correspondiente función de impulso-respuesta.

Por tanto, la aportación del Análisis de Cointegración a la práctica econométrica es doble:

1. Proporciona la manera de verificar la existencia de una supuesta relación de equilibrio a largo plazo entre las variables.
2. Justifica la utilización de un MCE para representar la relación dinámica entre las variables y estimar correctamente los parámetros que definen sus relaciones, tanto a corto como a largo plazo.

### 2.3.4. Estimación y contraste de relaciones de cointegración

Si  $(X_t - \mu_t)$  es un vector de  $N$  componentes, la matriz de cointegración,  $\alpha$ , es una matriz de orden  $r \times N$  y, por tanto, el rango de cointegración es  $r < N$ . Que el rango de cointegración sea  $r$ , quiere decir que hay  $r$  vectores de cointegración entre las  $N$  variables que forman el vector  $(X_t - \mu_t)$ . Se trata ahora de estudiar cómo identificar el rango de cointegración  $r$ , lo que es equivalente a encontrar el número  $N-r$  de raíces unitarias o tendencias comunes que hay en el modelo multivariante.

Debido a la relación entre cointegración y MCE, las estimaciones de relaciones de cointegración que no consideran todo el MCE, es decir, toda la información, no serán eficientes. Este caso es el tratado en la primera etapa del procedimiento bietápico de Engle y Granger. En dicho procedimiento, para contrastar las relaciones de cointegración y para la estimación del MCE, se estima directamente la relación de cointegración para, posteriormente, modelizar el MCE. Esta ha sido la vía tradicional de estimación y contraste de relaciones de cointegración. Ahora bien, esta estrategia presenta problemas de eficiencia en la primera etapa, ya que no se considera toda la información disponible.

Una de las vías alternativas para modelizar y contrastar series cointegradas sería estimar directamente el MCE. No obstante, este camino no es simple, ya que la expresión del MCE es un sistema de ecuaciones con restricciones sobre el vector de cointegración, el cual aparece en todas las ecuaciones. Además, puede haber más de un vector de cointegración si las variables implicadas son más de dos. Por lo tanto, su estimación no es sencilla y mucho menos cuando haya implicadas muchas variables y más de un vector de cointegración. Una excepción se da cuando todas las variables, excepto una de las implicadas en la relación de largo plazo, son exógenas débiles.

Ante esta posibilidad existe una forma eficiente de estimar una relación de cointegración que permite inferir sobre los parámetros estimados sin necesidad de estimar todo el MCE, la estimación dinámica de la relación de cointegración por MCO. No obstante, nosotros sólo profundizaremos un poco en el procedimiento máximo verosímil con información completa de Johansen (1988), procedimiento útil en aquellos casos en los que hay más de un vector de cointegración y las variables son exógenas débiles, y que es el procedimiento que utilizamos en nuestra aplicación empírica.

En el Cuadro 2.2 se muestran las diferencias entre los métodos de estimación y contraste de relaciones de cointegración de Engle y Granger y Johansen.

## Cuadro 2.2.

### *Diferencias entre la metodología de Johansen y la de Engle y Granger*

El test de Johansen –en adelante, J– es robusto a la presencia de heteroscedasticidad mientras que el de Engle y Granger –en adelante, EG– asume que los residuos del modelo de cointegración son homocedásticos.
La metodología de J permite detectar desde un vector de cointegración hasta el número de variables independientes menos una, mientras que la de EG sólo detecta como máximo un vector de cointegración.
En la metodología de EG se ha de partir de una variable endógena predefinida. En J se supone que todas las series son potencialmente endógenas.
En el marco de la metodología de EG los estimadores mínimo cuadráticos de los parámetros del vector de cointegración son muy sensibles a la normalización arbitraria implícita en la selección de la variable dependiente correspondiente a la regresión de cointegración. La aproximación de J es indiferente a distintas normalizaciones (Hamilton, 1994).
Según Masih y Masih (1997), el procedimiento de J proporciona distribuciones límite bien definidas y estadísticos apropiados para contrastar el número de vectores de cointegración, permitiendo plantear contrastes de restricciones en los coeficientes de los vectores. En cambio en EG los estadísticos carecen de distribuciones límite bien definidas, lo que dificulta la realización de los contrastes de restricciones lineales de los parámetros del vector de cointegración.
El procedimiento de cointegración en dos etapas propuesto por EG tiene baja potencia debido básicamente a que ignora información potencialmente valiosa al imponer de forma implícita una restricción de factor común cuando se aplica el test ADF para contrastar la estacionariedad de los residuos de la regresión de cointegración.
El procedimiento de J proporciona resultados robustos cuando hay más de dos variables (Gonzalo, 1994) y cuando el número de observaciones es mayor de 100.

FUENTE: Climent y Meneu (2003)

### 2.3.5. Procedimiento máximo verosímil de Johansen

Cuando el rango de cointegración es  $r > 1$ , entonces habrá varios vectores de cointegración, en cuyo caso, el procedimiento de estimación de Engle y Granger no parece ser el más apropiado. Así, el enfoque que está siendo objeto de mayor atención cuando  $r > 1$  es el propuesto por Johansen (1988), quien lo denomina procedimiento de máxima verosimilitud con información completa aplicado al caso de representación de corrección del error. En este caso se necesita el supuesto adicional de que los errores en la ecuación de Wald,  $(1-L)(X_t - \mu_t) = \Theta^*(L)\varepsilon_t$ , se distribuyan como una normal multivariante.

Este procedimiento presenta una serie de ventajas respecto a los demás métodos, entre las que cabe reseñar:

1. Contrasta simultáneamente el orden de integración de las variables y la presencia de relaciones de cointegración entre ellas.
2. Estima todos los vectores de cointegración sin imponer a priori que únicamente hay uno.
3. No verse afectado por la endogeneidad de las variables implicadas en la relación de cointegración.

Por estos motivos, así como por su implantación en algunos paquetes estadísticos, se ha convertido en una alternativa cada vez más utilizada frente a los otros métodos de estimación y contraste. No obstante, como señalan algunos autores, el procedimiento de Johansen también impone restricciones de factores comunes en el sistema.

El procedimiento sugerido por Johansen en 1988 es el siguiente:

Se parte de la modelización de vectores autorregresivos (VAR) sugerida por Sims (1980) en la que todas las variables se consideran endógenas.

Formalmente, sea el modelo VAR (p):

$$X_t = \mu + \Pi_1 X_{t-1} + \dots + \Pi_p X_{t-p} + \varepsilon_t, \quad (2.10)$$

siendo  $X_t$  un vector columna de orden  $(N \times r)$ ,  $N$  el número de variables del modelo,  $\mu$  un vector de constantes y  $\varepsilon_t$  un vector de perturbaciones aleatorias, idéntica e independientemente distribuidas, con media nula y matriz de varianzas-covarianzas  $\Sigma$ .

La expresión (2.8) también puede escribirse en la forma:

$$\Delta X_t = \mu + \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta X_{t-p+1} + \Pi X_{t-p} + \varepsilon_t, \quad (2.11)$$

en donde:

$$\Gamma_i = -I + \Pi_1 + \dots + \Pi_i, \quad i = 1, 2, \dots, (p-1).$$

$$\Pi = -I + \Pi_1 + \dots + \Pi_p,$$

y en donde la matriz  $\Pi$  de orden  $(N \times N)$ , llamada Matriz de Impactos, contiene la información sobre la relación a largo plazo entre las variables, lo que se hace evidente sin más que escribir la expresión (2.10) en la forma  $D(L) X_t = \mu + \varepsilon_t$ , con lo que la matriz de multiplicadores a largo plazo es  $\Pi(1) = -\Pi$ .

La expresión (2.11) es la de un MCE en forma matricial. Asimismo, debe notarse que para que la expresión (2.11) esté equilibrada, es necesario que  $DX_{t-p}$  sea  $I(0)$ , lo que implica que la matriz  $\Pi$  recoge las relaciones de cointegración.



Dado el rango de  $\Pi$ ,  $r(\Pi)=r$ , puede observarse que:

1. Si  $r=0$ ,  $\Pi$  es una matriz nula, por lo que la ecuación (2.11) únicamente presentaría variables en primeras diferencias y las variables del vector  $X_t$  serían  $I(1)$ . No existiría, por tanto, ninguna combinación lineal de variables no-estacionarias que fuera  $I(0)$ , es decir, no existiría ninguna relación de cointegración.
2. Si  $r=N$ , el proceso multivariante  $X_t$  sería estacionario. Intuitivamente, esto sería debido a que entre  $N$  variables sólo puede haber como máximo  $(N-1)$  vectores de cointegración, es decir, en el espacio generado por las columnas de  $\alpha$ , siendo  $\alpha$  la matriz de vectores de cointegración,  $\alpha'X_t$  es  $I(0)$ ,  $r(\alpha)=N-1$  y todas las variables de  $X_t$  son  $I(1)$ . En este caso, existiría una tendencia común en varianza entre las variables de  $X_t$  que originaría la no-estacionariedad univariante de las variables. Por tanto, habría  $(N-1)$  vectores de cointegración linealmente independientes que cancelarían esa tendencia común. Así,  $X_t$  será estacionario si  $D_{N \times N}$  es no singular, ya que esta matriz recoge las relaciones –vectores– de cointegración –relaciones a largo plazo– y entre  $N$  variables sólo puede haber como máximo  $(N-1)$  vectores de cointegración linealmente independientes.
3. Si  $0 < r < N$ , estaremos entre las dos situaciones anteriores, por lo que habrá  $r$  relaciones de cointegración.

La ecuación (1) se puede reescribir como  $\Pi(L) X_t = \mu + \varepsilon_t$ , en donde  $\Pi(L) = I - \Pi_1 L - \dots - \Pi_p L^p$ . El sistema será no-estacionario si:

$$\det[\Pi(1)] = \det(I - \Pi_1 - \dots - \Pi_p) = \det(-\Pi) = 0,$$

lo cual implica que  $\text{rango}(\Pi) = r < N$ . el rango de  $\Pi$  mostrará el número de columnas linealmente independientes de esta matriz –vectores de cointegración.

Por otro lado, si  $r > 0$ ,  $\Pi$  puede reescribirse como el producto de dos matrices de dimensión  $N \times r$ ,  $\Pi = \gamma\alpha'$ , siendo  $\alpha$  la matriz de vectores de cointegración –por lo que  $\alpha'X_t$  sería estacionario y en la expresión (2.11) representaría el término de corrección del error–, y siendo  $\gamma$  la matriz de parámetros que mediría el ajuste de  $\Delta X_t$  respecto a los errores de equilibrio, es decir, recogería la velocidad del ajuste de cada vector de cointegración en cada ecuación de (2.11). De esta manera, queda clara la afirmación de que (2.11) es un MCE. Hay que destacar que al sustituir  $\Pi$  por  $\gamma\alpha'$  se está ante una sobreparametrización del modelo, por lo que no se puede estimar una única  $\alpha$ , sino que lo único que se podrá estimar es una base del espacio generado por las columnas de ésta.

Bajo el supuesto de que la expresión (2.11) es el Proceso Generador de Datos,  $\mu=0$ ,  $0 < r < N$ , los parámetros son constantes,  $X_{1-p}, \dots, X_0$  están dados y  $\varepsilon_t \rightarrow IN(0, \Sigma)$ , la estimación máximo verosímil de  $\Pi$  puede obtenerse a partir de las siguientes etapas:

1ª.-Estimar por MCO los sistemas de ecuaciones siguientes:

$$\Delta X_t = \Gamma_{01} \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{0(p-1)} \Delta X_{t-p+1} + R_{0t}$$

$$\Delta X_{t-p} = \Gamma_{11} \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{1(p-1)} \Delta X_{t-p+1} + R_{1t}$$

y retener sus respectivos residuos:  $R_{0t}$  y  $R_{1t}$ .

2ª.-Calcular los momentos de segundo orden de todos los residuos:

$$S_{ij} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^{t=T} R_{it} R_{jt}$$

en donde  $S_{ij}$  es una matriz cuadrada (N x N).

3ª.-Johansen demuestra que la estimación máximo verosímil de la matriz de vectores de cointegración  $\alpha$ , imponiendo la restricción de normalización  $\alpha' S_{pp} \alpha = I$ , se obtiene a partir del cálculo de los valores propios de  $S_{p0} S_{pp}^{-1} S_{0p}$  respecto a  $S_{pp}$ , es decir, los  $\lambda_i, i=1, 2, \dots, N$ , tales que:

$$|\lambda S_{pp} - S_{p0} S_{pp}^{-1} S_{0p}| = 0$$

Ello puede hacerse de la siguiente forma:

Como  $S_{pp}$  es una matriz (NxN) simétrica y definida positiva para T finito, puede escribirse como:  $S_{pp} = \Gamma \Lambda \Gamma'$ , en donde  $\Lambda$  es una matriz diagonal con los valores propios de  $S_{pp}$  y  $\Gamma$  es una matriz ortogonal que tiene por columnas los vectores propios estandarizados de  $S_{pp}$ . Así:  $S_{pp}^{-1} = \Gamma \Lambda^{-1} \Gamma' = P P'$ , en donde:  $P = \Gamma \Lambda^{-1/2}$ . Además:  $P' S_{pp} P = I$ .

Por otro lado, para P no singular:

$$P' (\lambda S_{pp} - S_{p0} S_{pp}^{-1} S_{0p}) P = (\lambda I - P' S_{p0} S_{pp}^{-1} S_{0p} P)$$

y, dado que el determinante de un producto de matrices es el producto de los determinantes:

$$|P'| |\lambda S_{pp} - S_{p0} S_{pp}^{-1} S_{0p}| |P| = |\lambda I - P' S_{p0} S_{pp}^{-1} S_{0p} P|$$

la solución de la ecuación  $|\lambda S_{pp} - S_{p0} S_{pp}^{-1} S_{0p}| = 0$ , puede obtenerse calculando los valores propios de la forma habitual en  $|\lambda I - A| = 0$ , con  $A = P' S_{p0} S_{pp}^{-1} S_{0p} P$ .

Johansen también demuestra que el problema de maximizar la función de verosimilitud concentrada en  $\Pi$ , se reduce a encontrar las correlaciones canónicas entre  $\Delta X_t$  y  $X_{t-p}$  corregidas por los efectos de la presencia de valores retardados de  $\Delta X_t$ , es decir, las correlaciones canónicas entre  $R_0$  y  $R_p$ . Por tanto, es un problema de valores propios.

Un vez obtenidos dichos valores propios se ordenarían de mayor a menor de forma que  $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_N$ .

4ª.-Para contrastar la hipótesis nula de que hay como máximo  $r$  vectores de cointegración frente a la alternativa de que hay  $N$ , el contraste de razón de verosimilitud o estadístico de la traza viene dado por:

$$-2\text{Ln}Q = -T \sum_{i=r+1}^{i=N} (1 - \lambda_i),$$

que sigue la distribución que se puede aproximar por  $c\chi_f^2$ , en donde  $c = 0.85 - 0.58/f$  y  $\chi_f^2$  es una distribución  $\chi^2$  con  $f = 2(N-r)^2$  grados de libertad.

Un estadístico alternativo para contrastar la significación del  $r$ -ésimo valor propio de  $\lambda_r$  es  $\lambda_r^{\max} = -T \text{Ln} (1 - \lambda_r)$ .

Los valores críticos de ambos estadísticos han sido tabulados por Johansen y por Osterwald-Lenum, y sus distribuciones dependen del número de relaciones de cointegración, por lo que varían en función del número de éstas.

5ª.-Una vez contrastado el rango de cointegración, se obtendría una estimación de  $\alpha$ . Las columnas de  $\alpha$  serán los vectores propios asociados a cada  $\lambda_i$ . Así, la matriz  $\alpha$  se estima a partir de  $(\lambda S_{pp} - S_{p0} S_{pp}^{-1} S_{0p})\alpha_i = 0, i = 1, 2, \dots, r$ . En donde  $\hat{\alpha}_i$  es la  $i$ -ésima columna de  $\hat{\alpha}$ . Las estimaciones consistentes de  $\gamma, \Pi$  y  $\Sigma$  son:  $\hat{\gamma} = S_{p0} \hat{\alpha}, \hat{\Pi} = \hat{\gamma} \hat{\alpha}'$  y  $\hat{\Sigma} = S_{00} - \hat{\gamma}' \hat{\gamma}$ , respectivamente.

La idea intuitiva que hay detrás de este procedimiento de estimación, es que se deben encontrar las combinaciones lineales del vector  $X_t$  que estén correlacionadas al máximo con  $\Delta X_t$ . La secuencia de contrastación sería empezar planteando la hipótesis nula  $H_0: r = 0$  vs  $H_1: r = 2$ , y así sucesivamente, hasta el momento en que se rechazase  $H_0$ , o bien, hasta que se tuviera que aceptar la hipótesis alternativa de que  $r = N$ , es decir, todas las variables son estacionarias.

En caso de incertidumbre sobre la aceptación o rechazo de algunas de las hipótesis señaladas, puede ser útil analizar la representación gráfica de los residuos resultantes de las relaciones estimadas, los cuáles deben mostrar un comportamiento estacionario en caso de ser relaciones de cointegración.

Cabe señalar que hasta el momento se ha supuesto que el modelo no presenta ningún componente determinista. En caso de que éstos estén presentes, las dis-

tribuciones de los estadísticos se ven modificadas aunque no sus expresiones, como ocurriría en los contrastes de raíz unitaria.

Si consideramos la inclusión de términos deterministas en el modelo, el vector de constantes  $\mu$  puede entrar de dos formas distintas en el modelo:

- A) Sin restringir, es decir, como una constante en cada ecuación, lo cuál implicaría una tendencia determinista en los niveles de las variables, es decir, una deriva.
- B) Restringido, de forma que sólo apareciera dentro de los mecanismos de corrección del error, es decir, bajo la hipótesis de que  $\mu = \gamma \alpha_0'$ , en donde  $\gamma$  es la matriz ( $N \times r$ ) de parámetros de velocidad de ajuste y  $\alpha_0$  es de dimensión ( $r \times 1$ ). En este caso, el vector  $X_t$  no presentaría derivas y las constantes sólo aparecerían en las relaciones a largo plazo entre las variables.

La estimación y contraste del modelo bajo ambos supuestos lo analizamos a continuación.

- A) *Estimación y contraste cuando el término determinista entra sin restricciones en el MCE.*

En este caso, la estimación es prácticamente igual a la del caso en el que no están presentes términos deterministas en el modelo. Sólo cambia la primera etapa. En la misma, se introduciría como regresor adicional un vector de «unos» con el fin de recoger el efecto de las constantes. Si en el modelo se hubiesen introducido variables ficticias estacionales de suma anual nula, éstas se introducirían también en esta etapa. El resto de etapas son computacionalmente iguales, sólo cambiando los valores críticos de referencia.

- B) *Estimación y contraste cuando el término determinista entra restringido en el MCE.*

En este caso, la hipótesis nula consiste en que  $\Pi = \gamma \alpha'$  y  $\mu = \gamma \alpha_0'$ , en donde  $\alpha_0$  es un vector de constantes ( $r \times 1$ ), de manera que el vector de constantes  $\mu$  es proporcional a la matriz  $\gamma$ . Así, podemos escribir:

$$\gamma \alpha' X_{t-p} + \mu = \gamma \alpha' X_{t-p} + \gamma \alpha_0 = \gamma \alpha^* X_{t-p}^*$$

en donde:

$$X_t^* = (X_t, 1) \text{ y } \alpha^* = (\alpha', \alpha_0)'$$

De esta forma, la constante tan sólo aparece en el término de corrección del error, es decir, en las relaciones de cointegración, y no implica que las variables estén

afectadas por una tendencia determinista como sucede en el caso de que el vector de constantes no aparezca restringido.

Ahora, el procedimiento de estimación y contraste consistiría en las siguientes etapas.

1ª.-Estimar por MCO los siguientes sistemas de ecuaciones:

$$\Delta X_t = \Gamma_{01} \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{0(p-1)} \Delta X_{t-p+1} + R_{0t}^*$$

$$\Delta X_{t-p}^* = \Gamma_{11} \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{1(p-1)} \Delta X_{t-p+1} + R_{pt}^*$$

y retener sus respectivos residuos:  $R_{0t}^*$  y  $R_{pt}^*$ .

2ª.-Calcular los momentos de segundo orden de todos los residuos:

$$S_{ij}^* = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^{t=T} R_{it}^* R_{jt}^*, \quad i, j = 0, p$$

3ª.-Resolver  $|\lambda^* S_{pp}^* - S_{p0}^* S_{pp}^{*-1} S_{0p}^*| = 0$  y ordenar los valores propios de mayor a menor.

4ª.- Contrastar la hipótesis nula de que hay como máximo  $r$  vectores de cointegración frente a la alternativa de que haya  $N$ ,  $r \leq N$ , con:

$$-2\text{Ln}Q = -T \sum_{i=r+1}^{i=N} (1 - \lambda_i^*),$$

Los valores críticos en este caso han sido tabulados por Johansen y Juselius y Osterwald-Lenum.

5ª.-Como anteriormente, las columnas de  $\alpha$  serán los vectores propios asociados a cada  $\lambda_i^*$ ,  $i = 1, 2, \dots, r$ ; y las estimaciones consistentes de  $\gamma$ ,  $\Pi$  y  $\Sigma$  serán las mismas dadas anteriormente.

Con el fin de comprobar si el vector de constantes  $\mu$  entra de forma restringida o no en el modelo, Johansen sugiere, en 1992, realizar la secuencia del contraste partiendo del supuesto de que el vector  $\mu$  está restringido al aparecer sólo en el término de corrección del error. Cada vez que se rechace la hipótesis nula  $H_0$ , se contrastaría la misma bajo el supuesto de que  $\mu$  no está restringido. Si esta hipótesis también es rechazada, se contrastaría un rango de cointegración mayor, de nuevo bajo el supuesto de que  $\mu$  está restringido, y así sucesivamente.

En resumen, el procedimiento máximo verosímil con información completa de Johansen permite la estimación simultánea de todos los vectores de cointegra-

ción, sin imponer a priori restricciones sobre el número de vectores de cointegración ni sobre la exogeneidad de las variables. Asimismo, permite contrastar una amplia variedad de hipótesis estructurales sobre los vectores  $\gamma$ , finalmente, hay evidencia de que las propiedades de las estimaciones realizadas con este procedimiento son superiores a las de otros métodos de estimación de relaciones de cointegración (Gonzalo, 1994).

## 2.4. Análisis de las relaciones dinámicas entre variables

Mediante el procedimiento máximo verosímil de Johansen estudiamos si existen relaciones a largo plazo entre las variables de cara a nuestro objetivo de análisis de las relaciones entre los aceites del mercado de origen. Para completar este segundo objetivo, cuantificamos las relaciones dinámicas entre las variables complementando la teoría de la cointegración con otras aplicaciones. Como desarrollábamos en el epígrafe anterior, el procedimiento de cointegración de Johansen parte de la modelización de los VAR. Sin embargo, en la mayoría de los casos, las estimaciones de los coeficientes de un modelo VAR no suelen tener un gran interés. Ello se debe básicamente a dos causas (Uriel, 2005):

- 1<sup>a</sup>. El número de grados de libertad suele ser reducido.
- 2<sup>a</sup>. Dada la estructura general de los modelos VAR  $\gamma$ , en concreto, la inclusión de retardos de las distintas variables, cabe temer que exista un alto grado de multicolinealidad.

De este modo, en lugar de centrarnos en el análisis de los distintos coeficientes, nuestro estudio se centra en el análisis de las relaciones dinámicas entre las distintas variables a través de la combinación de dos herramientas: la Función Impulso-Respuesta –en adelante, FIR– y la descomposición de la varianza de los errores de predicción.

La FIR mide la respuesta ante shocks –también denominados shocks aleatorios o innovaciones– que se produce en cada una de las variables económicas por parte de cada una de las variables restantes (Climent y Meneu, 2003), entendiéndose por shocks, las variaciones o impulsos que se producen en la serie temporal por causas que no se recogen como variables en el modelo. En definitiva, la FIR proporciona los efectos sobre las distintas variables del sistema de perturbaciones positivas asociadas a las diferentes series, lo que puede interpretarse como un ejercicio de simulaciones indicando, por lo tanto, el signo, la magnitud y la persistencia de la respuesta de una variable al impacto ocurrido en la otra (Boshnjaku, et al., 2003). En este sentido, y siguiendo a Lütkepohl (1993), esta técnica puede ser interpretada como un tipo de causalidad distinta a la de Granger en la medida en que los impulsos aislados en una variable provocan respuestas en otra variable  $\gamma$ , con ello, se puede determinar si la primera causa a la segunda.

A su vez, la descomposición de la varianza de los errores de predicción cuantifica las relaciones de causalidad que existen entre las variables incluidas en el modelo, determinando que parte de la variabilidad de una variable viene explicada por ella misma y por la variabilidad del resto de variables. Así, siguiendo a Uriel (2005), con ella podemos establecer la proporción de la varianza del error de predicción de una determinada variable que es imputable a las innovaciones o shocks en esa misma variable y la proporción imputable a las innovaciones o shocks en cada una de las restantes variables.

La FIR se obtiene a partir de la representación Medias Móviles –en adelante, MA– asociada a un modelo VAR. No obstante, en este estudio se está utilizando el modelo bajo la forma de corrección del error, por lo tanto, es necesario obtener una versión del modelo MCE como un VAR en niveles. Así, la representación MA asociada al modelo autorregresivos resultante adopta la siguiente expresión:

$$X_t = \sum_{s=1}^{\infty} A_s \varepsilon_{t-s},$$

donde  $X_t$  es un vector columna de orden  $(N \times 1)$ ,  $N$  el número de variables del modelo y  $A_s$  una matriz de orden  $(N \times N)$  formada por los parámetros que representan las respuestas a los impulsos de los shocks aleatorios ocurridos  $s$ -períodos atrás en  $X_t$ , y que están representados por  $\varepsilon$ , el vector de innovaciones, asumiendo que es ortogonal, es decir, que la matriz de varianzas-covarianzas  $\Sigma$  es una matriz diagonal.

Ante esta formulación se debe tener en cuenta que aunque los shocks aleatorios no están correlacionados por definición, en la práctica frecuentemente las perturbaciones aleatorias no son independientes, sino que presentan una estructura de correlaciones contemporáneas. En este caso, la matriz de varianzas-covarianzas de los términos de error no es diagonal, lo que dificulta la explicación de los resultados del modelo VAR. Para solucionar estos problemas se recurre a ortogonalizar el vector de perturbaciones  $-\varepsilon-$  a través de la descomposición de Cholesky, creando artificialmente una cadena causal entre las variables. Así, la descomposición de Cholesky en la matriz de varianzas-covarianzas de los errores nos lleva a la siguiente ecuación (Grande et al., 2008):

$$X_t = \sum_{s=1}^{\infty} \Psi_s \varepsilon_{t-s},$$

donde  $\Psi_s$  es una matriz de orden  $(N \times N)$  de parámetros asociados a las innovaciones ortogonalizadas  $-\varepsilon-$  de los  $s$ -períodos anteriores. De este modo, las variables que componen el vector de perturbaciones ortogonalizado no están correlacionadas y tienen varianza unitaria. Como consecuencia del proceso de ortogonalización, el elemento  $ij$ -ésimo de  $\Psi_s$  reflejará la respuesta de la  $i$ -ésima variable a una perturbación

en la variable  $j$ -ésima igual a su desviación típica ocurrida  $s$ -períodos atrás, además, esta perturbación se producirá independientemente de otras perturbaciones en las restantes variables del sistema.

Sin embargo, la aplicación de este procedimiento de descomposición supone imponer unas restricciones que con frecuencia no estarán justificadas. Concretamente supone imponer unas relaciones de recursividad ya que cada una de las variables influye sobre las siguientes pero no es influida por ellas, por lo que la ordenación de las variables puede afectar notablemente a los resultados (Uriel, 2005). Así, según la descomposición de Cholesky, la variable que entra en primer lugar en el sistema opera como la más exógena y sus innovaciones afectan de manera contemporánea a las restantes variables del proceso. A su vez, la que se introduce en segundo lugar resulta más exógena y sus perturbaciones repercuten contemporáneamente sobre las demás series, excepto la primera, sobre la que solo puede incidir de forma retardada. Este patrón de comportamiento se mantiene de forma sucesiva, lo que puede alterar la dinámica del VAR (Climent y Meneu, 2003), aún más si las variables están cointegradas, dado que éstas tienden a moverse conjuntamente y, por tanto, el proceso para identificar la naturaleza de los shocks es aún más limitado (Boshnjaku, et al., 2003).

Como solución a este problema existen dos alternativas. En la primera de ella se prueba con distintas ordenaciones de las variables y posteriormente se examina la sensibilidad de los resultados, eligiendo la más concordante con los resultados de los anteriores test. Sin embargo, en nuestro estudio utilizamos la segunda alternativa, desarrollada por Pesaran y Shin (1998), y denominada Función de Impulso-Respuesta Generalizada –FIRG–, la cuál ha sido ampliamente utilizada en la literatura (Boshnjaku, et al., 2003; Climent y Meneu, 2003; Grande et al., 2008; entre otros). A diferencia de la FIR, la FIRG evita el problema de la dependencia de las respuestas a la ordenación de las variables en el modelo VAR, pues construye una matriz de innovaciones ortogonal que depende de la ordenación dispuesta en el Modelo de Corrección del Error.

Por último, los resultados sobre las relaciones de causalidad a corto plazo extraídos por la FIRG deben ser coherentes con el resultado de los coeficientes extraídos por la descomposición de la varianza. Así, ambos deben coincidir en señalar las variables más exógenas y endógenas del modelo estimado.

En definitiva, en el estudio empírico que acompaña el presente trabajo, además de corroborar los supuestos del mercado de origen establecidos en la literatura, se aplica el análisis de la cointegración enriquecido con un estudio de las FIR y de la descomposición de la varianza del error de predicción. El objetivo perseguido es identificar cuántas relaciones de cointegración son necesarias para eliminar las tendencias comunes entre los tres tipos de aceites, determinando de este modo si existe una relación de equilibrio a largo plazo entre las tres variables, y analizando junto a



esto las relaciones de causalidad en el sentido de Granger y la cuantificación de las mismas, de modo que permitan observar qué tipo de aceite es el más exógeno y que a su vez influye en la evolución de los otros dos aceites, siendo así el aceite líder en el mercado de origen. Las etapas a seguir en este análisis se exponen de forma resumida en el Cuadro 2.3.

### Cuadro 2.3.

*Etapas en análisis de la dinamicidad de las relaciones entre las distintas calidades de aceite en el mercado de origen*

<p><b>1.ª Etapa. <u>ESTACIONARIEDAD</u></b> Análisis de la estacionariedad comprobando que las variables del modelo tienen el mismo orden de integrabilidad a través del análisis gráfico de la FA y FAP, y la aplicación de los contrastes de raíces unitarias ADF, PP y KPSS.</p>
<p><b>2.ª Etapa. <u>COINTEGRACIÓN</u></b> Cálculo de las relaciones de equilibrio a largo plazo entre las variables a través del procedimiento de máxima verosimilitud de Johansen.</p>
<p><b>3.ª Etapa. <u>MODELO DE CORRECCIÓN DEL ERROR –MCE–</u></b> Generación del MCE a partir de la unión del modelo VAR y el mecanismo o término de corrección del error que incluye las relaciones de equilibrio a largo plazo extraídas en la etapa anterior, y análisis de la significatividad de los coeficientes del mecanismo o término de corrección del error.</p>
<p><b>4.ª Etapa. <u>CAUSALIDAD EN SENTIDO DE GRANGER POR BLOQUES</u></b> Análisis de las relaciones de causalidad en sentido de Granger entre las variables por bloques, determinando las variables exógenas y endógenas.</p>
<p><b>5.ª Etapa. <u>FIR Y DESCOMPOSICIÓN DE LA VARIANZA</u></b> Comprobación cualitativa y cuantitativa de las relaciones causa-efecto entre las variables a partir del MCE.</p>

FUENTE: Elaboración propia.

## Capítulo 3

# Estudio empírico: metodología de análisis y resultados

### 3.1. Introducción

En el presente capítulo se describe el estudio empírico relacionado con los objetivos fijados previamente en el primer capítulo. La estructura de esta descripción se divide en tres grandes apartados. En el primero de ellos se describe la metodología de investigación utilizada en la consecución de los dos grandes objetivos planteados en el trabajo, donde se describen las características de los datos utilizados y algunas consideraciones previas al análisis de los mismos. En el segundo y tercer apartado se exponen y discuten los resultados del análisis de datos efectuado, estructurados, respectivamente, según los subobjetivos planteados en la investigación.

### 3.2. Metodología de investigación

Para la realización del estudio empírico se crea una base de datos que recoge las cotizaciones mensuales de tres calidades de aceites comercializadas en el mercado de origen de los aceites de oliva –oliva virgen extra, en adelante AOVE; oliva virgen, en adelante AOV; y oliva lampante, en adelante lampante–, y el número mensual de operaciones de compra-venta realizadas para todas las categorías de aceites, desde enero del año 2000 hasta diciembre del año 2007.

La fuente de los datos es el Sistema de Información de Precios en Origen POOLred. Este sistema es elaborado por la Fundación para la Promoción y el Desarrollo del Olivar y el Aceite de Oliva desde 1997 y publicado en su página Web<sup>35</sup>.

El procedimiento seguido por el sistema POOLred es la recepción, almacenamiento, cálculo y difusión instantánea de los datos relativos a precios, cantidades y características de las operaciones de compra-venta a granel de aceite de oliva en el

---

<sup>35</sup> <http://www.oliva.net/poolred/>

mercado de origen a salida de bodega. Muestra los precios medios de cuatro categorías de aceites comercializados en el mercado de origen –oliva virgen extra, oliva virgen, oliva lampante y otros aceites de calidad inferior. La periodicidad de los datos es semanal, mensual o anual, siendo el precio medio el obtenido mediante la media ponderada según cantidad de todas las operaciones de compra-venta para cada calidad y zona de origen, actualizado en función de la fecha de cobro en el período considerado.

### 3.2.1. Consideraciones previas al análisis

Previo al análisis de la información disponible en la base de datos, se realizan las siguientes transformaciones sobre los datos, al objeto de homogeneizarlos y hacerlos comparables:

1. En el sistema POOLred los precios medios se muestran por peso –€/tonelada–. Con el fin de hacerlos comparables con la información aportada en los capítulos precedentes, en los que se muestran los precios por volumen, se trasladan los precios en origen por volumen –€/litro–, aplicando la correspondiente fórmula de conversión<sup>36</sup>.
2. Las cotizaciones que se muestran en el sistema POOLred vienen expresadas en precios corrientes, con el efecto de la inflación incluido. Así, con el fin de homogeneizar los datos, se deflacta la serie tomando como año base o de referencia el año 2006.
3. En el análisis de las relaciones causales entre las distintas calidades de aceites en el mercado de origen, todos los datos han sido transformados en logaritmos. Este es un procedimiento habitual en la literatura pues, como señala Hamilton (1994), la transformación logarítmica actúa en la serie amortiguando la amplitud de las oscilaciones y, por tanto, permite alcanzar más fácilmente la estacionariedad en varianza tras una primera diferenciación<sup>37</sup>.

### 3.2.2. Procedimiento de investigación

El procedimiento de investigación seguido en el presente trabajo se divide en dos grupos de análisis que nos permitirán alcanzar el doble objetivo planteado.

---

<sup>36</sup> A pesar de que según la calidad del aceite la fórmula de conversión de peso a volumen puede variar, la diferencia es mínima, y en el sector se establece una fórmula común, 1 kilogramos de aceite corresponde a 1,09 litros del mismo.

<sup>37</sup> Boshnjaku et al. (2003) añaden una segunda razón de tipo más económico: para cambios pequeños, la primera diferencia del logaritmo de una variable es aproximadamente igual a la tasa de variación de la serie original. De este modo, si una variable en logaritmos es integrada de orden uno, la tasa de variación de la variable original es estacionaria.

En el primer grupo de análisis, el orden de realización del conjunto de pruebas y contrastes es el establecido en la descripción de los objetivos. En el segundo grupo de análisis, detallamos de forma explícita los pasos que seguimos:

- 1º. En el primer paso se analiza el comportamiento de las variables en el tiempo tratando de determinar la existencia de no-estacionariedad en las series; como paso previo a la aplicación del modelo de cointegración. Para ello se realiza secuencialmente el análisis de las funciones de auto-correlación simple y parcial de cada una de las series, y en segundo lugar el contraste de la hipótesis de estacionariedad con tres pruebas: el test ADF, el test de Phillips Perron y el test KPSS, lo que finalmente indicará el orden de integración de las variables.
- 2º. En el segundo paso se procede a contrastar el número de relaciones de equilibrio a largo plazo que existen entre las distintas variables, es decir, el número de relaciones de cointegración. Para que las series puedan estar cointegradas deben tener el mismo orden de integración, lo que ha sido contrastado en el paso anterior. Así, se aplica el test de cointegración de Johansen.
- 3º. En el tercer paso, y en función de los resultados extraídos en la etapa anterior, se desarrolla el MCE a través de la unión del modelo VAR y el mecanismo o término de corrección del error, que incluye las relaciones a largo plazo entre las variables.
- 4º. Una vez especificado el MCE se aplica el test de causalidad de Granger (1988) en bloques para determinar la dirección de las relaciones de causalidad que existen entre las variables consideradas tanto en el corto como en el largo plazo.
- 5º. Para finalizar con la segunda parte del análisis, se cuantifican las relaciones de causalidad en sentido de Granger extraídas en el cuarto paso a través del cálculo de la descomposición de la varianza del error de predicción y la función impulso-respuesta.

El tratamiento de los datos en el primer análisis se realiza con el programa SPSS versión 15.0, mientras que, para la aplicación de la teoría de la cointegración, la descomposición de la varianza y la función impulso-respuesta, se utiliza el programa Eviews versión 5.0.

### **3.3. Características generales del mercado de origen**

La consecución del objetivo se divide en el desarrollo de dos subapartados, un primer apartado en el que se analiza la discontinuidad del mercado de origen y un segundo apartado en el que se trata la problemática de la calidad.

### 3.3.1. La discontinuidad del mercado de origen

Para analizar si el mercado de origen se caracteriza por su discontinuidad en el número de operaciones –concentrándose en ciertos meses al año– y por la variación de las cotizaciones de los aceites, se ha comparado, en cada año, si el número de operaciones se distribuye mensualmente de modo uniforme a través del test de Kolmogorov-Smirnov –Objetivo 1.1.1. En el Cuadro 3.1 se recogen los resultados del contraste para cada año.

**Cuadro 3.1.**

*Resultados del contraste Kolmogorov-Smirnov para cada año y número anual de operaciones*

AÑO	ESTADÍSTICO Z	SIGNIF. (BILATERAL)	NÚMERO DE OPERACIONES
2000	9,835	0,000	1.593
2001	7,790	0,000	3.841
2002	12,418	0,000	4.966
2003	13,828	0,000	4.578
2004	21,492	0,000	4.343
2005	14,494	0,000	4.323
2006	10,180	0,000	3.992
2007	14,095	0,000	5.405

\* Para aplicar el contraste de Kolmogorov-Smirnov ponderamos los datos según el número de operaciones.

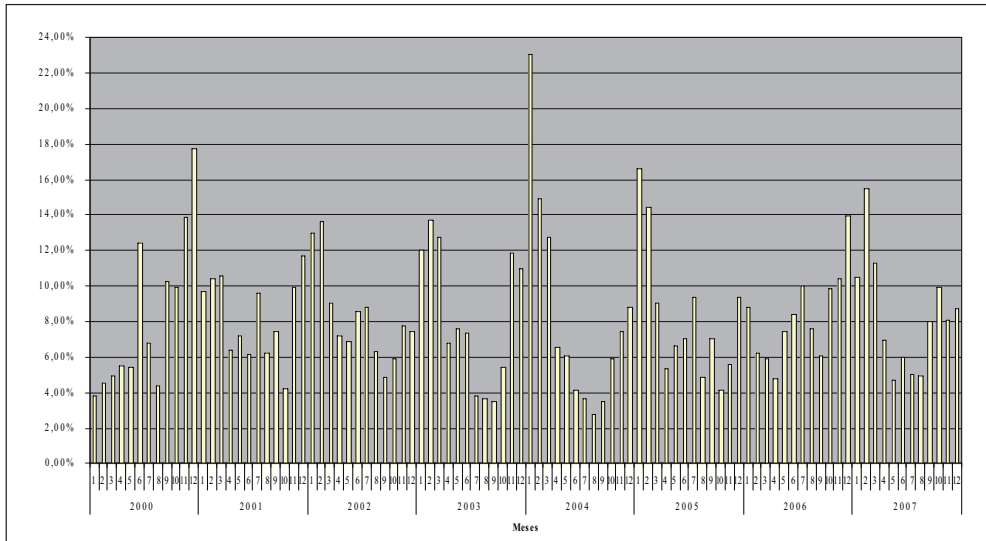
FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del sistema POOLred.

Los resultados muestran que en todos los años se produjeron concentraciones temporales de operaciones. Sin embargo, como puede observarse en la Figura 3.1, no parece haber un patrón característico de evolución temporal del número de operaciones; si bien es destacable que se observa la concentración durante cuatro meses de más del 50 por 100 del total de operaciones al año. Los meses con mayor porcentaje de operaciones son antes, durante y después del período de recogida y molturación de la aceituna –de septiembre u octubre a marzo o abril–, con ligeros repuntes en los meses de junio o julio.

Los resultados obtenidos nos permiten concluir que el aceite no se transfiere de forma continuada y constante a lo largo del tiempo, lo que, en definitiva, otorga a la elección de los momentos de compra-venta una importancia crucial y permite concluir,

**Figura 3.1.**

*Porcentaje de operaciones mensuales de compra-venta sobre el total anual en el mercado de origen*



FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

en base a la literatura, que es una característica que persiste o «estructural» del mercado. Sin embargo, estas conclusiones deben ser completadas con el análisis de precios.

En la Figura 3.2 se muestra la evolución de las cotizaciones medias mensuales de los tres aceites en el mercado. En ella destacan las claras fluctuaciones de precios –incluso se duplican entre períodos–, lo que permite corroborar la conclusión anterior: el momento de compra-venta es clave.

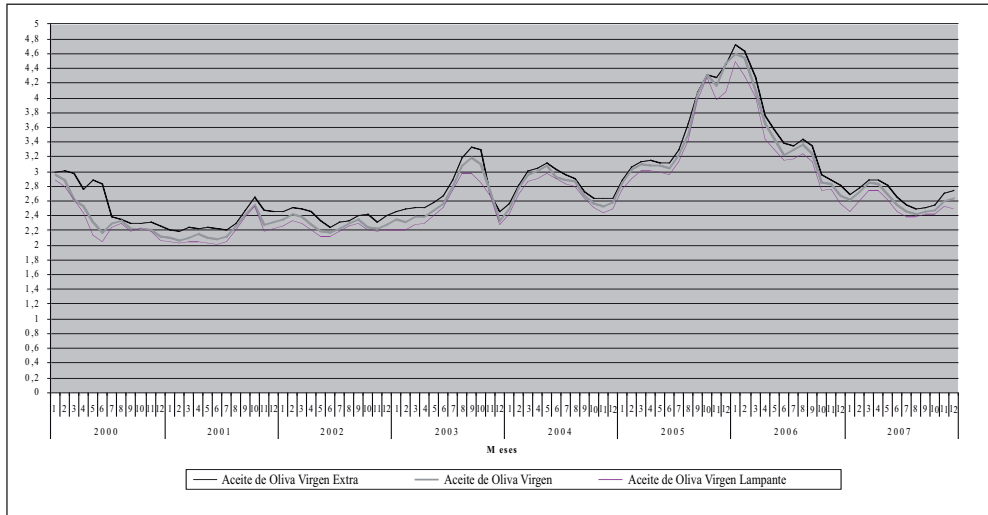
Profundizando en las variaciones de precios, se ha estudiado si éstas son similares entre los distintos años –Objetivo 1.1.2. Para ello se aplica el test de Levene a cada serie de cotizaciones de aceite, lo que permite contrastar la similitud de las varianzas de las cotizaciones entre los distintos años –Cuadro 3.2.

Considerando que las dispersiones mensuales de precios son distintas en cada año, y ello en los tres tipos de aceites; puede concluirse la dificultad de pronosticar a priori la evolución en precios y comprender su progreso en el mercado. Estos resultados se completan con el Figura 3.3 y la Cuadro 3.3, donde se percibe la importante oscilación de precios en algunas compra-ventas; prueba evidente de lo que se concluye. En este sentido, es importante subrayar que aceites de similar calidad

pueden tener precios radicalmente distintos, por el simple hecho de ser comprados y/o vendidos en un mes u otro. Esta situación se magnifica si, además, se consideran las pocas operaciones de venta que realizan los productores de forma aislada<sup>38</sup>.

**Figura 3.2.**

*Evolución mensual de los precios del aceite de oliva virgen extra, virgen y lampante en el mercado de origen, período 2000-2007 (€/litro, constantes)*



FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

**Cuadro 3.2.**

*Resultados del contraste de Levene de similitud de varianzas entre los distintos años del período de análisis*

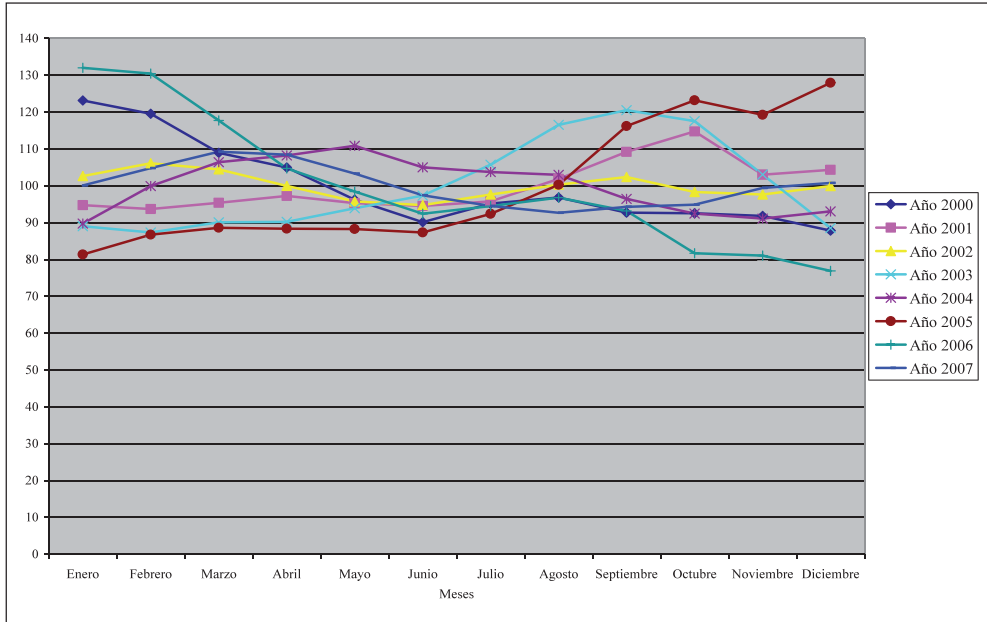
TIPO DE ACEITE	ESTADÍSTICO DE LEVENE	g.d.l. 1	g.d.l. 2	P-VALOR
AOVE	11,915	7	88	0,000
AOV	10,266	7	88	0,000
LAMPANTE	9,931	7	88	0,000

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

<sup>38</sup> De esta forma, los agentes incrementan el riesgo asumido en cada compra-venta, pues el cliente adquiere todo el aceite a un mismo precio y los ingresos del productor dependen de la venta a un único precio.

**Figura 3.3.**

*Variación mensual de las cotizaciones del AOV en cada año respecto a la cotización media anual (Base: precio medio anual = 100)*



FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

**Cuadro 3.3.**

*Máxima variación mensual de las cotizaciones del AOV en cada año respecto a la media y desviación típica anual*

AÑO	VARIACIÓN MÁXIMA MENSUAL (tanto por 100)	DESVIACIÓN TÍPICA (€/litro)
2000	23,1812	0,2803
2001	14,7640	0,1491
2002	6,1240	0,0785
2003	20,5401	0,3278
2004	10,8592	0,2011
2005	27,9741	0,5870
2006	32,0178	0,6359
2007	9,2550	0,1452

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.



En definitiva, el mayor porcentaje de operaciones en el mercado sigue concentrándose durante los meses de campaña. Si a esto se une que la variabilidad en los precios es un hecho patente en el mercado, la estrategia de éxito de los agentes participantes en él consiste básicamente en elegir el momento óptimo de compra-venta<sup>39</sup>.

### 3.3.2. El problema de la calidad en el mercado de origen

En la Figura 3.1 se muestra la evolución mensual de las cotizaciones de los tres tipos de aceites comercializados en el mercado de origen. En líneas generales, cabe señalar una evolución similar para los tres aceites –Objetivo 1.2.1, denotando un alto grado de correlación entre las tres calidades. En efecto, las correlaciones entre cada par de aceites son muy fuertes –Cuadro 3.4–, casi redondeando la unidad, lo que permite inferir la existencia de una evolución de cotizaciones paralelas. Al margen de ello, llama la atención que la correlación entre las calidades extremas es algo inferior. En otras palabras, que el virgen –calidad central– tiene mayor grado de correlación con el resto de calidades, lo que podría ser indicio de una relación de causalidad de esta calidad con las demás.

**Cuadro 3.4.**

*Grado de correlación entre los tres aceites según el Coeficiente de Correlación de Pearson*

RELACIONES ENTRE ACEITES	GRADO DE CORRELACIÓN
AOVE – AOV	0,987**
AOVE – LAMPANTE	0,980**
AOV - LAMPANTE	0,996**

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

<sup>39</sup> Además, la distribución de las operaciones a lo largo del año sigue estando muy ligada al volumen de producción en la campaña. Si se compara la evolución porcentual del número de operaciones mensuales con la evolución de la producción española de aceites de oliva, se aprecia que: en campañas cortas, con escasez en la producción de aceites de oliva, se produce una dispersión de las compras durante todo el año, y viceversa. Por ejemplo, ante la escasez en las campañas 04/05 y 05/06 debido al mal tiempo que afectó a las plantaciones de olivar, se observa una distribución más uniforme de las operaciones, que contrasta con la concentración de operaciones en los primeros y últimos meses del año en el resto de campañas. Esta situación está estrechamente relacionada con la evolución de las cotizaciones, pues se observa un aumento de precio en los tres aceites que retendría las compras esperando una mejor coyuntura del mercado.

Para profundizar en esta idea se aplica el test de causalidad de Granger por pares. Con él se analiza la dirección de la relación de causalidad entre los aceites de dos en dos –Cuadro 3.5–.

### Cuadro 3.5.

#### *Resultados del test de causalidad de Granger por pares*

HIPÓTESIS NULA	ESTADÍSTICO F-SNEDECOR	P-VALOR
AOVE no causa AOV	0,8601	0,5118
AOV no causa AOVE	5,3535*	0,0003
Lampante no causa AOV	0,3836	0,8587
AOV no causa Lampante	3,1483*	0,0121
Lampante no causa AOVE	3,7361*	0,0043
AOVE no causa Lampante	1,4393	0,2193

\* Significativo al nivel de significación de 0,05.

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

Los resultados del test de causalidad de Granger por pares indican las siguientes relaciones de causalidad:

AOV → AOVE

AOV → Lampante

Lampante → AOVE

Esto es, AOV causa tanto a AOVE como a Lampante, y Lampante causa a AOVE, mientras que AOVE no es causa de ninguna variable. Estos resultados deben ser tratados con las debidas reservas pues la aplicación del test por pares requiere que las variables no estén cointegradas, aspecto que estudiaremos en posteriores epígrafes.

Como hemos observado, las cotizaciones de los aceites están fuertemente relacionadas, e incluso, podrían ser similares. En este sentido, es importante determinar si existen diferencias de precio entre los aceites comercializados –Objetivo 1.2.2. Para ello se han realizado distintos contrastes de diferencia de medias para muestras dependientes o pareadas –Cuadro 3.6–, y se analizan las diferencias en la variabilidad de las tres calidades a través del test de Levene<sup>40</sup>.

<sup>40</sup> El estadístico de Levene toma el valor 0,087 –g.d.l. 1 = 2, g.d.l. 2 = 285–, con un p-valor asociado de 0,917, lo que nos indica que la varianza de las cotizaciones en el período es similar en las tres calidades. Una muestra de la variabilidad en los precios se expone en el Cuadro 3.7, del que destacamos que las desviaciones típicas y los coeficientes de variación totales de cada calidad son muy similares.

### Cuadro 3.6.

*Resultados del test de diferencias de medias para observaciones dependientes entre las cotizaciones de los tres tipos de aceites*

VARIABLES	DIF. DE MEDIAS	DESV. TÍPICA	ERROR TÍP. DE LA MEDIA	ESTADÍSTICO	G.D.L.	SIGNIF. BILAT.
Virgen Extra – Virgen	0,1049	0,0929	0,0095	11,069**	95	0,0000
Virgen Extra – Lampante	0,1924	0,1123	0,0115	16,783**	95	0,0000
Virgen - Lampante	0,0875	0,0560	0,0057	15,289**	95	0,0000

\*\* Significativo al 0,01

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

La principal conclusión que puede extraerse es que existen claras diferencias de precio entre los aceites, pero éstas no son acusadas. En este sentido, la ausencia de un sobreprecio significativo permite concluir, en línea con la literatura existente, que: 1) es un problema estructural persistente desde hace más de una década; 2) los productores no han sido capaces de conseguir que el mercado reconozca –pague– el esfuerzo para mejorar la calidad; 3) la política de incentivo de la calidad, por parte de la Administración Pública, no se ha traducido en una mejora en las ventas para los productores; 4) es difícil motivar a los olivicultores para que asuman más costes de calidad que no se pagan en el mercado; y, finalmente, 5) se detecta la paradójica situación de que la diferencia de precios entre un producto de máxima calidad y otro que no es apto para el consumo humano, no llega a 0,20 €/litro.

Finalmente, dada la fuerte correlación entre las distintas calidades, la similitud en las variaciones de los precios y su escasa diferencia, se concluye este apartado estudiando si las variaciones de precios de cada calidad son similares en dirección y cuantía –Objetivo 1.2.3. Para ello, se han calculado los incrementos o decrementos mensuales de precios de cada uno de los aceites restando a cada una de las cotizaciones mensuales su misma cotización retardada un mes. Así se obtienen tres nuevas variables que reflejan en cuantos euros se incrementan o disminuyen las cotizaciones medias mensuales de cada tipo de aceite. A estas variables se les aplica el test de diferencia de medias para muestras dependientes o pareadas –Cuadro 3.8–, del que resalta que los incrementos son similares y, por tanto, las evoluciones de precios son, a efectos prácticos, paralelas.

**Cuadro 3.7.**

*Media, desviación típica y coeficiente de variación de las cotizaciones de las tres calidades de los aceites de oliva del mercado de origen durante el período 2001-2007*

AÑO	AOVE			AOV			LAMPANTE		
	MEDIA	DESV. TÍPICA	COEF. VAR.	MEDIA	DESV. TÍPICA	COEF. VAR.	MEDIA	DESV. TÍPICA	COEF. VAR.
2000	2,6097	0,3171	0,1215	2,4058	0,2803	0,1165	2,3457	0,2818	0,1201
2001	2,3271	0,1501	0,0645	2,2111	0,1491	0,0674	2,1494	0,1671	0,0777
2002	2,3910	0,0808	0,0338	2,2878	0,0785	0,0343	2,2240	0,0680	0,0306
2003	2,7551	0,3338	0,1212	2,6401	0,3278	0,1242	2,5337	0,2947	0,1163
2004	2,8402	0,1952	0,0687	2,7784	0,2011	0,0724	2,7041	0,1998	0,0739
2005	3,5457	0,5788	0,1632	3,4961	0,5870	0,1679	3,3746	0,5474	0,1622
2006	3,5934	0,6432	0,1790	3,4844	0,6359	0,1825	3,3587	0,6101	0,1816
2007	2,6879	0,1372	0,0510	2,6068	0,1452	0,0557	2,5207	0,1258	0,0499
<b>TOTAL</b>	<b>2,8438</b>	<b>0,5701</b>	<b>0,2005</b>	<b>2,7388</b>	<b>0,5830</b>	<b>0,2129</b>	<b>2,6514</b>	<b>0,5545</b>	<b>0,2091</b>

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

**Cuadro 3.8.**

*Resultados del test de diferencias de medias para observaciones dependientes entre los incrementos/decrementos de los tres tipos de aceites*

INCREMENTOS/ DECREMENTOS COMPARADOS	DIF. DE MEDIAS	DESV. TÍPICA	ERROR TÍP. DE LA MEDIA	ESTADÍS- TICO	G.D.L.	SIGNIF. BILAT.
AOVE - AOV	0,0009	0,0936	0,0096	0,097	94	0,923
AOVE - Lampante	0,0016	0,1127	0,0116	0,134	94	0,894
AOV - Lampante	0,0006	0,0621	0,0064	0,097	94	0,923

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

La lectura de todos estos resultados permite concluir que el problema de la calidad persiste en el mercado de origen, lo que queda reflejado en el diferencial de remuneración de calidad en el período de análisis –Cuadro 3.9. Es más, durante los años

2000-2007, no siempre las cotizaciones de los aceites de mayor calidad han superado a los de menor calidad, a diferencia de lo que ocurría en el período 1990-1995. En dos ocasiones, el precio medio del aceite virgen ha llegado a superar al del virgen extra –en noviembre de 2003 en 0,03€/litro y en diciembre de 2005 en 0,01€/litro.

### Cuadro 3.9.

*Remuneración máxima, mínima y media del diferencial de calidad de los aceites de oliva en el mercado de origen durante el período 2000-2007 (Euros/litro)*

TIPO DE ACEITE DE OLIVA	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	DESVIACIÓN TÍPICA
Oliva virgen extra- Oliva Virgen	0,1049	0,66	-0,03	0,0928
Oliva virgen extra - Oliva lampante	0,0875	0,39	0,00	0,0561
Oliva virgen extra- Oliva lampante	0,1924	0,77	0,01	0,1123

FUENTE: POOLred. Elaboración propia.

En definitiva, todos estos resultados –que se sintetizan en el Cuadro 3.10–, son coherentes con la tesis de Torres (1998) referente a la estructura y dinámica del mercado de origen. Sin embargo, bajo este análisis no es posible determinar si existe una calidad que marque la evolución del resto de cotizaciones y las relaciones que establece con el resto de calidades. El siguiente apartado de este capítulo se centra en esta cuestión.

### Cuadro 3.10.

*Resumen de los principales resultados extraídos del análisis de la dinámica del mercado de origen de los aceites de oliva vírgenes*

La discontinuidad del mercado de origen	<p>Respecto a las operaciones de compra-venta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– El número de operaciones mensuales en el mercado de origen no se distribuye uniformemente, observándose una concentración de más del 50 por 100 de las operaciones de compra-venta durante cuatro meses al año.</li> <li>– Los meses con mayor porcentaje de operaciones de compra-venta respecto al total anual son antes, durante y después de la campaña de recogida y molturación de la aceituna y algunos meses de junio o julio.</li> </ul> <p>Respecto a las cotizaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Las cotizaciones de los aceites vírgenes en el mercado de origen no permanecen estables a lo largo del período de análisis.</li> <li>– La varianza anual en las cotizaciones no es similar entre los años considerados en el análisis.</li> </ul>
---	--

### Cuadro 3.10. (continuación)

#### *Resumen de los principales resultados extraídos del análisis de la dinámica del mercado de origen de los aceites de oliva vírgenes*

El problema de la calidad en el mercado de origen	<ul style="list-style-type: none"><li>- Existe un alto grado de correlación entre las evoluciones de las cotizaciones de las tres calidades de aceites vírgenes en el mercado de origen.</li><li>- Las diferencias en los grados de correlación muestran indicios de que es la calidad virgen la que marca la evolución de las cotizaciones del resto de calidades, como también se refleja en los resultados del test de causalidad de Granger por pares.</li><li>- Los precios entre las tres calidades son significativamente distintos, mientras que sus varianzas en el período en general son similares.</li><li>- Las diferencias de precio entre calidades son pequeñas.</li><li>- Los incrementos y decrementos mensuales de las cotizaciones son similares en términos absolutos en las tres calidades de aceites.</li><li>- Las diferencias de precios entre las calidades permanecen constantes durante el período de análisis.</li></ul>
---	---

FUENTE: Elaboración propia.

### **3.4. La identificación de relaciones causales entre los aceites del mercado de origen**

El segundo bloque de análisis tiene como objetivo analizar la dinamicidad de las relaciones entre las distintas calidades de aceites del mercado, tratando de determinar las relaciones de causalidad entre ellas. Para estudiar dichas relaciones entre las calidades consideradas en primer lugar se contrasta su estacionariedad y comprobamos si las variables tienen el mismo orden de integrabilidad. A continuación se analiza la existencia de relaciones de equilibrio a largo plazo aplicando el procedimiento de máxima verosimilitud de Johansen (1988, 1991). Tras esto, se estudian las relaciones de causalidad entre las diferentes calidades de aceite de oliva virgen a través de la determinación del MCE y la aplicación del test de causalidad de Granger por bloques. Finalmente, se procede al análisis dinámico multivariante mediante el estudio de la descomposición de la varianza del error de predicción y la función impulso-respuesta.

#### **3.4.1. Análisis de la estacionariedad de la serie**

Un requisito básico para realizar un análisis de cointegración es que las series de tiempo sean no-estacionarias y exhiban el mismo orden de integración. Así, el paso previo al análisis de la existencia de relaciones de cointegración es comprobar

la posible presencia de tendencias estocásticas en las series, es decir, comprobar si las variables utilizadas son o no estacionarias.

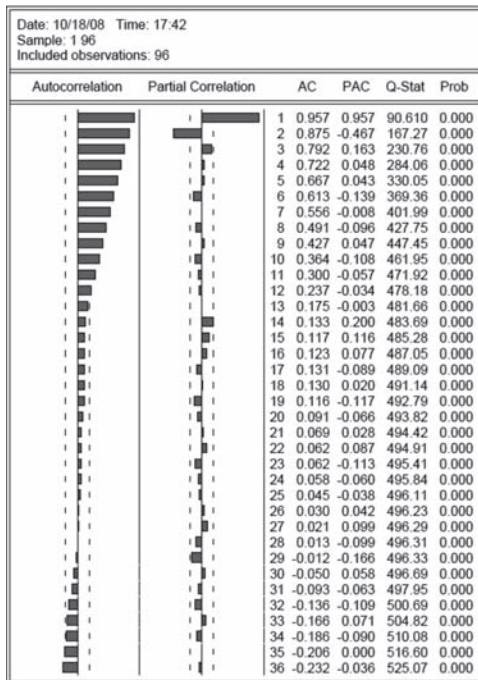
El análisis de la estacionariedad se realiza mediante dos procedimientos complementarios, siendo el primero el análisis gráfico de los correlogramas generales y parciales de cada una de las variables. En este paso previo al análisis de cointegración analizamos las características individuales de cada variable o serie temporal con la que trabajamos, así que su análisis se realiza por separado y de forma individual.

La Figura 3.4 muestra la función de autocorrelación y función de autocorrelación parcial asociadas a los procesos autorregresivos de las tres series temporales en niveles con las que trabajamos –las cotizaciones del AOVE, las del AOV y las del Lampante. Las tres funciones presentan un comportamiento similar al de una serie no-estacionaria, pues en las tres los impactos de las variables respecto a sus posteriores descienden pausadamente, mostrando que a medida que transcurre el tiempo, los

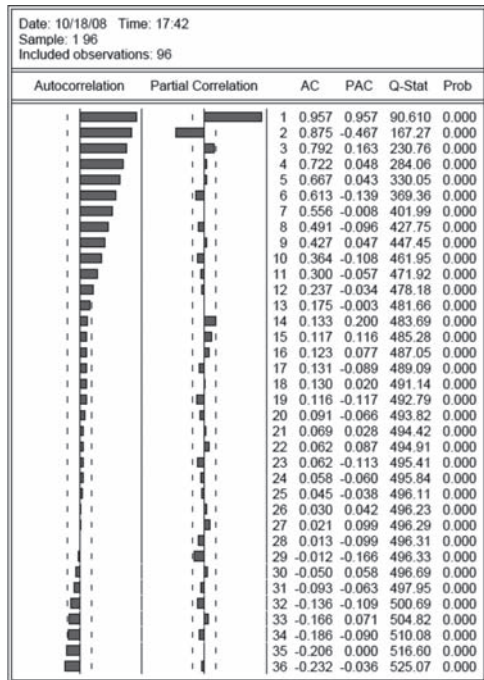
Figura 3.4.

*Función de autocorrelación y función de autocorrelación parcial asociadas a los procesos autorregresivos de las series temporales AOVE, AOV y Lampante en niveles*

**FA y FAP para AOVE**



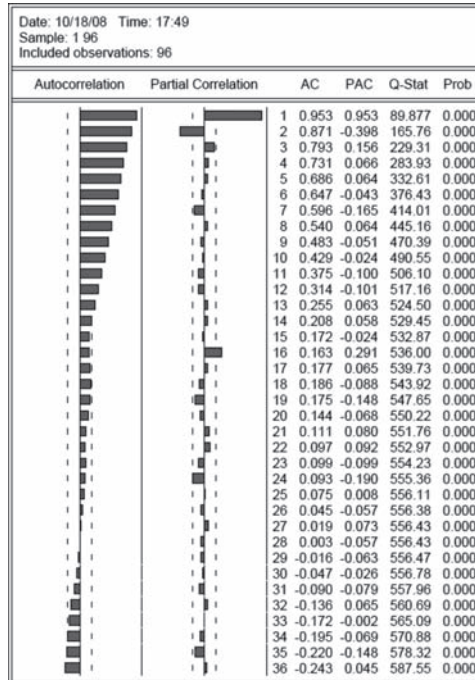
**FA y FAP para el AOV**



**Figura 3.4. (continuación)**

*Función de autocorrelación y función de autocorrelación parcial asociadas a los procesos autorregresivos de las series temporales AOVE, AOV y Lampante en niveles*

**FA y FAP para Lampante**



FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

valores de los coeficientes de autocorrelación de las series para los distintos retardos van disminuyendo pero no de forma rápida. De hecho, hasta el retardo doce los coeficientes de autocorrelación son significativos.

La Figura 3.5 muestra la FA y FAP en primeras diferencias, su evolución indica un comportamiento similar al de una serie estacionaria, donde los coeficientes presentan valores no-significativos.

Así, al realizar el análisis de la FA y FAP en niveles y diferencias, éstas muestran un comportamiento no-estacionario en niveles y estacionario en primeras diferencias, por lo que se sospecha la posibilidad de que las tres series presenten raíces unitarias.



Para profundizar en ello, este primer proceso se complementa con la aplicación de los contrastes de raíces unitarias, comprobando el grado de integración de las series mediante los contrastes ADF, PP y KPSS, ampliamente utilizados en la literatura. Con la aplicación de estos tres contrastes se reduce la posible ambigüedad de utilizar un único estadístico teniendo en cuenta la limitada potencia de los mismos.

En el Cuadro 3.11 se muestran los resultados de los test ADF y PP para las tres variables. El proceso de contraste se inicia utilizando el modelo más general, incluyendo una constante y una tendencia determinística, y procediendo a excluirlos cuando se observa la no-significatividad de dichos componentes. En estos casos, se contrasta la siguiente hipótesis nula:

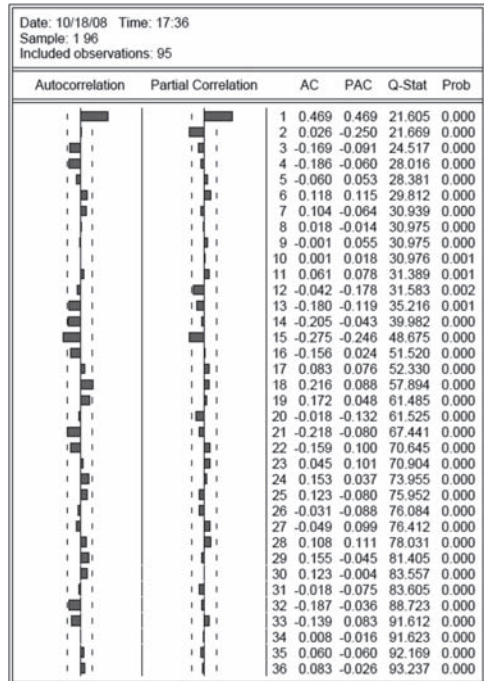
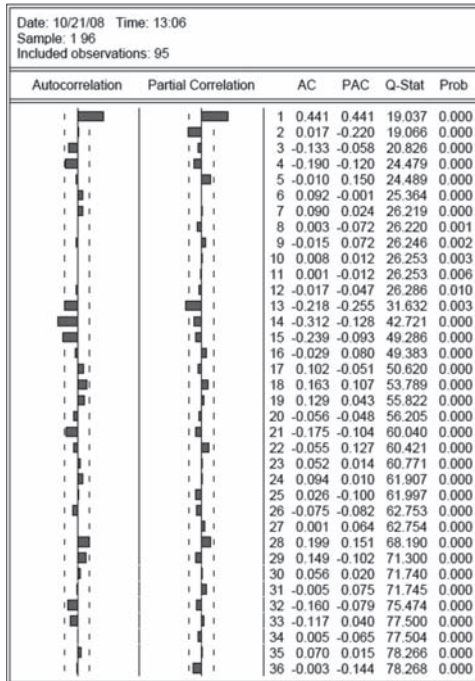
$$H_0: \text{La serie es no-estacionaria.}$$

**Figura 3.5.**

*Función de autocorrelación y función de autocorrelación parcial asociadas a los procesos autorregresivos de las series temporales AOVE, AOV y Lampante en primeras diferencias*

**FA y FAP para AOVE**

**FA y FAP para el AOV**



**Figura 3.5. (continuación)**

*Función de autocorrelación y función de autocorrelación parcial asociadas a los procesos autorregresivos de las series temporales AOVE, AOV y Lampante en primeras diferencias*

**FA y FAP para Lampante**

Date: 10/18/08 Time: 17:49 Sample: 1 96 Included observations: 95					
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.393	0.393	15.168	0.000
		2 -0.026	-0.213	15.233	0.000
		3 -0.156	-0.074	17.656	0.001
		4 -0.145	-0.061	19.783	0.001
		5 -0.051	0.010	20.052	0.001
		6 0.113	0.121	21.370	0.002
		7 0.059	-0.080	21.732	0.003
		8 0.023	0.044	21.790	0.005
		9 -0.036	-0.046	21.929	0.009
		10 0.008	0.077	21.936	0.015
		11 0.084	0.072	22.703	0.019
		12 -0.005	-0.116	22.706	0.030
		13 -0.124	-0.077	24.438	0.027
		14 -0.122	-0.034	26.120	0.025
		15 -0.287	-0.292	35.626	0.002
		16 -0.231	-0.054	41.852	0.000
		17 0.044	0.095	42.082	0.001
		18 0.233	0.127	48.593	0.000
		19 0.187	0.022	52.824	0.000
		20 0.011	-0.083	52.839	0.000
		21 -0.217	-0.128	58.716	0.000
		22 -0.100	0.145	59.979	0.000
		23 0.083	0.119	60.861	0.000
		24 0.115	-0.030	62.564	0.000
		25 0.123	0.051	64.553	0.000
		26 -0.024	-0.085	64.627	0.000
		27 -0.104	0.008	66.101	0.000
		28 0.031	0.029	66.233	0.000
		29 0.117	0.006	68.133	0.000
		30 0.123	0.029	70.276	0.000
		31 0.019	-0.103	70.330	0.000
		32 -0.119	-0.044	72.410	0.000
		33 -0.113	0.056	74.323	0.000
		34 0.007	0.097	74.330	0.000
		35 -0.025	-0.103	74.430	0.000
		36 0.099	0.030	75.970	0.000

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

### Cuadro 3.11.

#### Resultados de los contrastes de raíces unitarias ADF y PP

SERIES	VARIABLES EN NIVELES		VARIABLES EN PRIMERAS DIFERENCIAS	
	ADF (p-valor)	PP (p-valor)	ADF <sup>2</sup> (p-valor)	PP (p-valor)
AOVE	-2.3509 (0.1586) <sup>3</sup>	-0.4365 (0.5228) <sup>4</sup>	-6.3003 (0.0000)	-5.6476 (0.0000) <sup>5</sup>
AOV	-0.2901 (0.5788) <sup>6</sup>	-0.4928 (0.5002) <sup>7</sup>	-6.4862 (0.0000)	-5.3318 (0.0000) <sup>8</sup>
LAMPANTE	-2.2657 (0.1852) <sup>1</sup>	-1.5179 (0.5204) <sup>9</sup>	-6.6070 (0.0000)	-5.9722 (0.0000) <sup>8</sup>

<sup>1</sup> Estimado con intercepto y tendencia.

<sup>2</sup> Estimado con un retardo.

<sup>3</sup> Estimado con un intercepto y un retardo.

<sup>4</sup> Estimado con un ancho de banda 1.

<sup>5</sup> Estimado con un ancho de banda 6.

<sup>6</sup> Estimado con dos retardos.

<sup>7</sup> Estimado con un ancho de banda 0.

<sup>8</sup> Estimado con un ancho de banda 9.

<sup>9</sup> Estimado con un ancho de banda 0 e intercepto.

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

Para las variables en niveles, ambos contrastes nos llevan a aceptar la hipótesis nula de no-estacionariedad a un nivel de significación de 0,10. Así, se aplica de nuevo el test a las variables en primeras diferencias. Los resultados del nuevo test permiten rechazar la hipótesis nula de no-estacionariedad de las series en primeras diferencias, confirmándose que las variables utilizadas en el análisis tienen un orden de integrabilidad igual a uno.

En el Cuadro 3.12 se muestran los resultados del test KPSS, en el que se contrasta la siguiente hipótesis nula, expresada en términos diferentes al de los otros contrastes:

$H_0$ : La serie no es estacionaria.

### Cuadro 3.12.

#### Resultados del contraste de raíces unitarias KPSS

SERIES	VARIABLES EN NIVELES <sup>1</sup>	VARIABLES EN PRIMERAS DIFERENCIAS <sup>2</sup>
AOVE	0.1185 (7)	0.1010 (1)
AOV	0.1266 (7)	0.1686 (0)
LAMPANTE	0.1396 (6)	0.1114 (1)

<sup>1</sup> Estimado bajo un modelo con intercepto y tendencia, cuyo valor crítico al 10% es 0,1190.

<sup>2</sup> Estimado bajo un modelo con intercepto, cuyo valor crítico al 10% es 0,3470.

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

Los resultados para las variables en niveles muestran que se rechaza la hipótesis nula de estacionariedad para todas las variables excepto para el AOVE. Como argumentan Boshnjaku et al. (2003), esta ligera ambigüedad se puede atribuir, en su mayor parte, a la baja potencia de los contrastes de raíces unitarias, siendo más acusada cuando se trata de discriminar entre una tendencia determinística y una estocástica. En cualquier caso, si se evalúa conjuntamente el análisis de la FA y FAP y los resultados de los tres contrastes, es posible concluir que, a pesar de la ligera ambigüedad en los resultados de los contrastes de raíz unitaria, existe suficiente evidencia a favor de la presencia de una raíz unitaria en la serie AOVE. Así, se aplica de nuevo el test KPSS a las variables en primeras diferencias. Los resultados de este segundo test indican la aceptación de la hipótesis nula, concluyendo que las variables en niveles presentan no-estacionariedad y en primeras diferencias son estacionarias, por lo que el orden de integrabilidad de las tres series temporales es 1.

### **3.4.2. Determinación del número de relaciones de cointegración entre las variables**

Una vez obtenida evidencia suficiente que permite concluir que las tres variables utilizadas en el estudio presentan el mismo orden de integrabilidad, el siguiente paso es contrastar si existe al menos una relación de cointegración entre ellas. La posibilidad de establecer una relación a largo plazo entre las variables indicará los movimientos de las cotizaciones de los tres aceites a largo plazo.

Para contrastar si existen o no relaciones de cointegración se aplica el procedimiento de máxima verosimilitud de Johansen (1988, 1991) –desarrollado en el segundo capítulo. Así, se parte de un modelo VAR cuyo número óptimo de retardos viene determinado por el criterio de información de Akaike, que en este caso nos lleva a considerar 5 retardos.

En el Cuadro 3.13 se muestran los resultados del test de Johansen, donde los valores del estadístico de la traza y  $\lambda^{\max}$  indican que existen dos ecuaciones de cointegración entre las tres variables consideradas en el estudio. Consecuentemente, entre los aceites de oliva vírgenes en el mercado de origen existen dos relaciones a través de las que se alcanza el equilibrio a largo plazo.

### Cuadro 3.13.

#### Resultados del test de cointegración de Johansen

Ajuste de la muestra: 7 96  
 Observaciones incluidas: 90 tras el ajuste.  
 Asunción de tendencia: No tendencia determinística (constante restringida).  
 Intervalos de los retardos (en primeras diferencias): 1-5.  
 Rango del test de cointegración no restringido.

HIPÓTESIS NULA: NÚMERO DE ECUACIONES DE COINTEGRACIÓN	EIGENVALOR	ESTADÍSTICO DE LA TRAZA	VALOR CRÍTICO AL 10%	VALOR CRÍTICO AL 5%	P-VALOR
Ninguna <sup>1</sup> ( $r = 0$ )	0,573639	105,9301	32,26837	35,19275	0,0000
Al menos una <sup>1</sup> ( $r \leq 1$ )	0,239417	29,20991	17,98038	20,26184	0,0022
Al menos dos ( $r \leq 2$ )	0,049612	4,579635	7,556722	9,1645	0,3327

<sup>1</sup> Rechazo de la hipótesis nula al nivel de significación del 10% (5%).  
 El estadístico de la traza indica la presencia de 2 ecuaciones de cointegración a los niveles 10 y 5%.

HIPÓTESIS NULA: NÚMERO DE ECUACIONES DE COINTEGRACIÓN	EIGENVALOR	ESTADÍSTICO DE $\lambda^{\max}$	VALOR CRÍTICO AL 10%	VALOR CRÍTICO AL 5%	P-VALOR
Ninguna <sup>2</sup> ( $r = 0$ )	0,573639	76,72020	20,05014	22,29962	0,0000
Al menos una ( $r \leq 1$ )	0,239417	24,63027	13,90590	15,89210	0,0017
Al menos dos ( $r \leq 2$ )	0,049612	4,579635	7,556722	9,164546	0,3327

<sup>2</sup> Rechazo de la hipótesis nula al nivel de significación del 10% (5%).  
 El estadístico de  $\lambda^{\max}$  indica la presencia de 2 ecuaciones de cointegración a los niveles 10 y 5%.

COEFICIENTES DE COINTEGRACIÓN NORMALIZADOS (error standard entre paréntesis)			
AOVE	AOV	Lampante	C
1,0000	0,0000	-0,9618 (0,0126)	-0,0447 (0,0053)
0,0000	1,0000	-1,0178 (0,0075)	-0,0065 (0,0032)

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

### 3.4.3. Desarrollo del modelo de corrección del error

Siguiendo el teorema de representación de Granger, en el que se especifica que todas las variables cointegradas admiten una representación en términos del MCE, y dado que suponemos que las variables de análisis están cointegradas; se estima el MCE que incorpora, de forma conjunta, parámetros que permiten analizar las relaciones de causalidad sin incurrir en un error de especificación, es decir, sin obviar la parte correspondiente a la relación de cointegración detectada –causalidad a largo plazo– y que se incorpora en el MCE a través del mecanismo o término de corrección del error.

El MCE asociado a las relaciones de cointegración en forma matricial se adjunta en el Anexo II. Una vez desarrollado el MCE es necesario contrastar la significatividad de los coeficientes del mecanismo o término de corrección del error en las dos ecuaciones de cointegración. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 3.14.

**Cuadro 3.14.**

*Resultados del contraste de la significatividad de los coeficientes del término de corrección del error*

VALOR DE LOS ESTADÍSTICOS t PARA LOS COEFICIENTES	VARIABLES DEPENDIENTES		
	AOVE	AOV	Lampante
Primera ecuación de equilibrio.	- 3,0712	0,4335*	0,3605*
Segunda ecuación de equilibrio.	0,2995*	- 0,5488*	0,7517*

El valor crítico de una t-Student para una muestra de 96 observaciones y un nivel de significación de 0,05 es de -1,661.

\* Significativa al nivel 0,05.

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

Los resultados concluyen que para la variable AOVE, la primera ecuación de equilibrio no es significativa. En consecuencia, reestimamos el MCE teniendo en cuenta este hecho. Los resultados del nuevo MCE en forma matricial se muestran en el Anexo II.

### 3.4.4. Test de causalidad de Granger en bloque

Siguiendo a Climent y Meneu (2003), extendiendo el análisis de la causalidad a corto plazo, y a partir del nuevo MCE, se aplica el test de causalidad de Granger

a la significatividad conjunta de las variables explicativas retardadas, determinando así la causalidad a corto plazo entre las series. Los resultados se muestran en el Cuadro 3.15.

**Cuadro 3.15.**

*Resultados del test de causalidad de Granger por bloques*

Causalidad de $X_i$ sobre $X_j$			
$i \backslash j$	D(AOVE) (p-valor)	D(AOV) (p-valor)	D(LAMPANTE) (p-valor)
Variables dependientes			
D(AOVE)	-	9,1276 (0,1041)	4,4350 (0,4886) <sup>1</sup>
D(AOV)	6,3872 (0,2703) <sup>1</sup>	-	3,1868 (0,6712) <sup>1</sup>
D(LAMPANTE)	6,5974 (0,2523) <sup>1</sup>	9,3607 (0,0955)	-

Nota:  $X_i$ , variable exógena;  $X_j$ , variable endógena; i, j, tipos de aceite. Para el test de causalidad Chi-cuadrado se utilizan 5 g.d.l.

<sup>1</sup> No significativo al 10%.

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

De forma conjunta se observan las siguientes relaciones entre las variables:

AOV  $\rightarrow$  AOVE,

AOV  $\rightarrow$  Lampante.

Esto es, el AOV se considera la variable más exógena de entre las tres, causando al resto de las variables mientras que no está causada por ninguna de ellas. Para determinar quién es la variable más endógena de las dos restantes se observan los resultados del análisis de la causalidad de Granger por pares, expuestos en el Cuadro 3.5. Estos indican que, además de las relaciones encontradas en el contraste por bloques, el aceite lampante también causa al virgen extra. Así, es posible concluir que AOVE es la variable más endógena de entre las dos pues en la causalidad por pares también se ve causada por el aceite Lampante. En definitiva, se establece la siguiente clasificación:

- Variable exógena: AOV.
- Variable menos endógena: Lampante.
- Variable más endógena: AOVE.

### **3.4.5. Cuantificación de las relaciones de causalidad entre las variables: descomposición de la varianza y FIR**

Si bien el test de causalidad de Granger ofrece una visión sobre parte de las propiedades dinámicas del sistema, dando un enfoque cualitativo de las relaciones causales entre los aceites del mercado de origen, no describe de forma cuantitativa esta dinámica; que puede ser completada con el análisis de la descomposición de la varianza del error de predicción y la FIR.

La descomposición de la varianza del error de predicción, permite evaluar la proporción de la varianza del error de predicción de la variable que puede ser atribuida a la varianza del error de predicción del resto de variables. Así, la contribución que una variable realiza sobre la explicación de la varianza del error de predicción de las restantes variables nos indica el valor de la relación causal hacia estas variables. En el cálculo de la descomposición de la varianza es necesario establecer un orden de introducción de las variables del modelo. En este caso, mantenemos el orden establecido en el período anterior, introduciendo las variables de menor a mayor endogeneidad –AOV, Lampante y AOVE.

En los Cuadros 3.16, 3.17 y 3.18 se muestra la descomposición de la varianza del error de predicción de las variables aceite de oliva virgen, lampante y virgen extra. Los resultados muestran que el AOV presenta una elevada capacidad explicativa, tanto en relación con ella misma –en el primer período el 100 por 100 de la varianza del error de predicción viene explicada por sí misma, tomando un valor mínimo del 96,46 por 100– como en relación con el resto de calidades, pues es la calidad que más explica las restantes calidades y a su vez la menos explicada por las demás.

El aceite de oliva lampante presenta un nivel de explicación de su varianza del error de predicción muy inferior al conseguido por la calidad virgen, disminuyendo su capacidad explicativa a medida que aumenta el número de períodos. Sin embargo, el porcentaje de su varianza del error explicado por virgen es muy elevado –del 91,11 por 100 para el primer período.

La calidad virgen extra es la calidad que menos explica y más explicada por el resto de variables. Se trata de una calidad con escasa capacidad explicativa –en ningún caso explica más del 12,85 por 100 de su propia varianza del error de predicción–. Sin embargo, es la más explicada, en especial por aceite de oliva virgen –86,26 por 100– y lampante –0,89 por 100. Así, a medida que aumenta el número de



**Cuadro 3.16.**

*Descomposición de la varianza del error de predicción de la variable  
aceite de oliva virgen*

Variance Decomposition of AOV:				
Period	S.E.	AOVE	AOV	LAMPANTE
1	0.017764	0.000000	100.0000	0.000000
2	0.035003	1.151207	98.83508	0.013711
3	0.048726	1.606516	97.88787	0.505616
4	0.058306	1.606941	97.15200	1.241057
5	0.064488	1.479391	96.57084	1.949766
6	0.069041	1.428751	96.46027	2.110983
7	0.073291	1.320685	96.68016	1.999158
8	0.077864	1.198500	96.96143	1.840072
9	0.082643	1.083750	97.24185	1.674397
10	0.087158	0.991704	97.46058	1.547719
11	0.091222	0.920200	97.61939	1.460413
12	0.094884	0.868912	97.72307	1.408015

**Cuadro 3.17.**

*Descomposición de la varianza del error de predicción de la variable  
aceite de oliva lampante*

Variance Decomposition of LAMPANTE:				
Period	S.E.	AOVE	AOV	LAMPANTE
1	0.020279	0.000000	91.11006	8.889944
2	0.038001	0.760696	96.50229	2.737013
3	0.051785	1.481422	96.54113	1.977452
4	0.061109	1.459521	96.41662	2.123864
5	0.067289	1.442616	96.04383	2.513551
6	0.071836	1.443440	95.99666	2.559900
7	0.076353	1.325641	96.37545	2.298910
8	0.081329	1.197152	96.73568	2.067168
9	0.086535	1.076914	97.04338	1.879703
10	0.091395	0.988289	97.26241	1.749296
11	0.095709	0.916739	97.42430	1.658958
12	0.099555	0.863802	97.53771	1.598484

### Cuadro 3.18.

*Descomposición de la varianza del error de predicción de la variable aceite de oliva virgen extra*

Variance Decomposition of AOVE:				
Period	S.E.	AOVE	AOV	LAMPANTE
1	0.020867	12.85113	86.26111	0.887762
2	0.038627	5.022358	94.68685	0.290793
3	0.051640	3.548664	95.66098	0.790351
4	0.060291	2.880804	95.53635	1.582844
5	0.066200	2.476813	95.21918	2.304011
6	0.070702	2.305544	95.23443	2.460022
7	0.075198	2.143493	95.50861	2.347896
8	0.080091	1.939798	95.88398	2.176223
9	0.085210	1.744249	96.28184	1.973914
10	0.090009	1.582647	96.60738	1.809970
11	0.094253	1.458911	96.85046	1.690632
12	0.098010	1.367015	97.01899	1.613998

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

períodos pierde su capacidad explicativa, aumentando la del resto de aceites, sobre todo la del virgen.

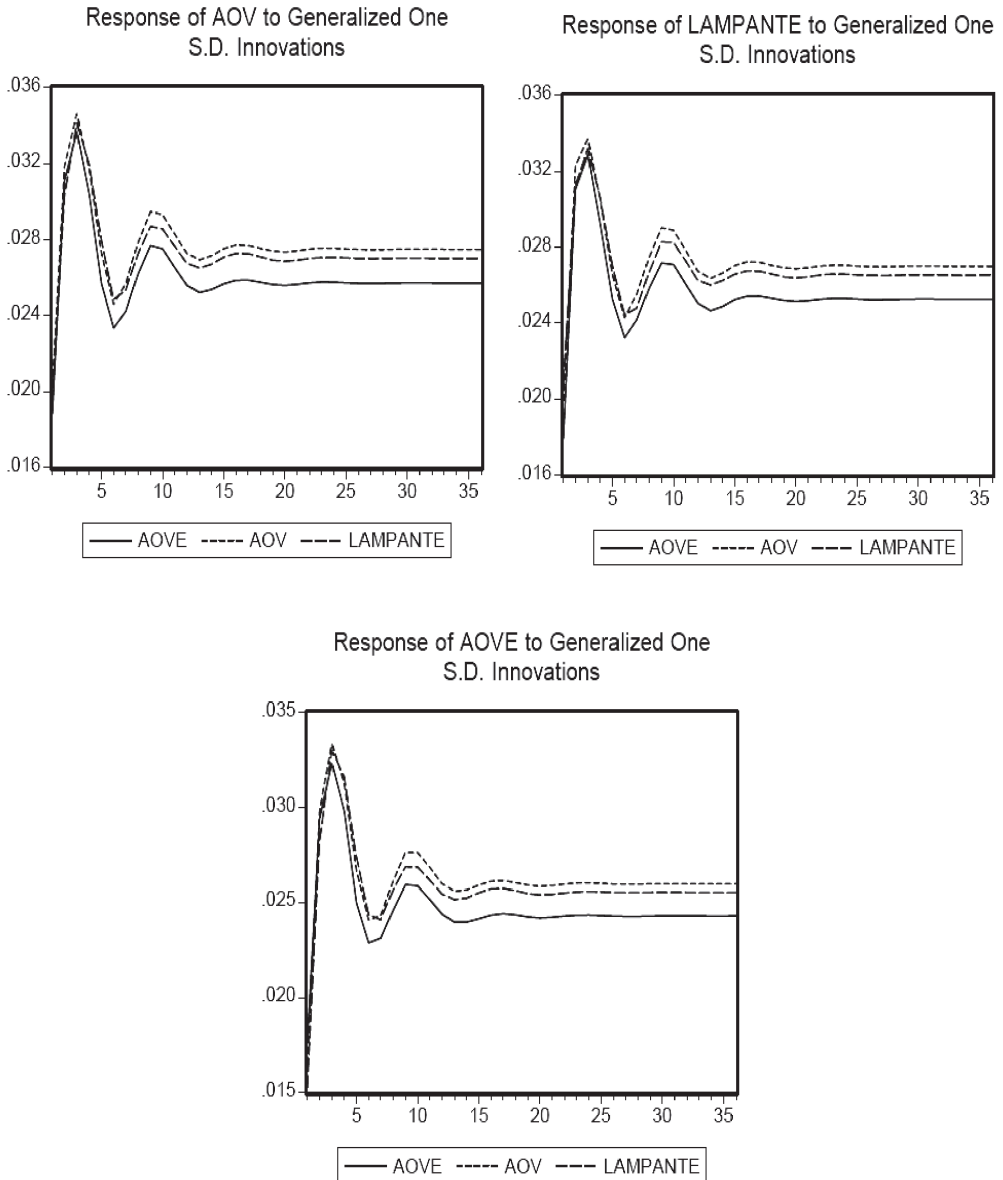
Resumiendo, la variable AOV es la que explica la mayor parte de la varianza del error de predicción de sí misma y de las variables Lampante y AOVE. Asimismo, se confirma que AOVE es la variable más endógena, pues el porcentaje de su varianza que es explicada por Lampante –0,88 por 100– es mayor que el porcentaje de varianza de Lampante explicada por AOVE –0,00 por 100.

Finalmente, y para completar la información acerca de la estructura de las relaciones entre las calidades de aceites estudiadas, se ha analizado la función impulso-respuesta de cada una de ellas, utilizando la FIRG propuesta por Pesaran y Shin (1998). El propósito de la misma consiste en: 1) medir en qué grado los shocks en las diferentes variables son transitorios o persistentes, en términos de impacto sobre el precio de las demás calidades; y 2) conocer la rapidez con que un shock en una calidad es transmitido al resto, lo que es indicador del grado de integración de las calidades. La Figura 3.6 muestra los resultados combinados para la FIR de cada aceite.

La primera de las figuras muestra la magnitud de las respuestas de AOV, la calidad considerada como líder, ante el efecto que tiene un shock o innovación

**Figura 3.6.**

*Funciones de impulso-respuesta*



FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema POOLred.

producido en cada uno de los aceites. En efecto, la respuesta del aceite líder ante una innovación en uno de sus aceites satélites es inmediata. La evolución de las reacciones ante cada aceite es similar, sin embargo, la magnitud de la reacción del precio de AOV ante su propio shock es superior a la magnitud ante el resto de aceites.

La segunda figura muestra la respuesta de aceite Lampante ante una innovación ocurrida en el resto de aceites. El patrón de respuestas es similar al que se observa en la figura anterior, las respuestas suelen alcanzar su máximo en el tercer período tras el shock. La respuesta ante un shock en AOV alcanza la máxima magnitud  $-0,0337$  por  $100$ – de entre los tres shocks, por delante de la respuesta de Lampante ante su propio shock  $-0,0331$  por  $100$ – y la respuesta ante el shock en AOVE  $-0,0327$  por  $100$ .

Finalmente, la tercera figura muestra la magnitud de respuesta del AOVE tras producirse un shock en cada uno de los aceites. De nuevo, la magnitud de respuesta ante un shock en AOV es mayor respecto al resto de magnitudes. El patrón de comportamiento es similar al detectado en las otras dos calidades, sin embargo, la magnitud de estas respuestas son inferiores al del resto de casos analizados.

En general, el comportamiento de las respuestas de las tres calidades de aceite ante shocks producidos en ellas mismas y en el resto de variables son similares. Las tres calidades responden de forma significativa e inmediata tras producirse un shock o innovación. Además, las magnitudes de respuesta de los tres aceites ante un shock en AOV son siempre mayores que las magnitudes ante shocks en el resto de variables o en ellas mismas, lo que remarca la consideración del AOV como la calidad de aceite líder en el mercado de origen. Asimismo, las respuestas de las tres calidades ante shocks son transitorias, descendiendo su magnitud pero sin dejar de ser significativa.

Para finalizar la exposición de los resultados de este segundo objetivo, el Cuadro 3.19 muestra un resumen de los principales resultados extraídos en la consecución de las cinco etapas anteriores.

En definitiva, la lectura de los resultados de este segundo objetivo muestra una integración muy fuerte entre las tres calidades de aceites de oliva vírgenes comercializados en el mercado de origen, en coherencia con lo expuesto por Torres (1998) sobre una única evolución. Las tres calidades mantienen un patrón de comportamiento similar ante innovaciones ocurridas tanto en la misma calidad como en el resto de calidades. Si bien, cabe destacar, que es el aceite de oliva virgen la calidad líder en el mercado de origen, pues es la que más capacidad explicativa tiene sobre el resto de calidades, y la que menos se ve explicada por las demás.

En líneas generales, los resultados son coherentes y vienen a completar la información existente en el mercado. A este respecto, hemos de subrayar que el aceite

más producido y demandado en el mercado es el aceite de oliva virgen, que se utiliza para encabezar aceites –junto con el lampante refinado y así obtener aceite de oliva virgen–, para su propio refino y, además, para su consumo directo. Asimismo, la cotización de la calidad aceite de oliva virgen extra es la más endógena pues depende de la demanda del aceite de oliva virgen y lampante, teniendo en cuenta que buena parte de la demanda final de este producto es directa, esto es, no pasa por el mercado de origen.

### Cuadro 3.19.

*Resultados del análisis de la dinamicidad de las relaciones entre las distintas calidades de aceites del mercado de origen por etapas*

1.ª Etapa. ESTACIONARIEDAD	Las tres variables alcanzan la estacionariedad en primeras diferencias, luego su orden de integrabilidad es 1.
2.ª Etapa. COINTEGRACIÓN	Entre las tres variables existen dos ecuaciones de cointegración.
3.ª Etapa. MODELO DE CORRECCIÓN DEL ERROR	El coeficiente de la variable AOVE en términos de corrección del error de la primera ecuación de equilibrio no es significativo, por lo que AOVE es débilmente exógena en esta ecuación. Calculamos de nuevo el MCE teniendo en cuenta este hecho.
4.ª Etapa. CAUSALIDAD DE GRANGER POR BLOQUES	Se establecen las siguientes relaciones causales entre las variables: AOV → AOVE, AOV → Lampante, siendo AOV la variable exógena, Lampante la variable menos endógena y AOVE la variable más endógena.
5.ª Etapa. DESCOMPOSICIÓN DE LA VARIANZA Y FIR	Se confirman las relaciones anteriores concluyendo que el aceite de oliva virgen es el aceite líder en el mercado de origen.

FUENTE: Elaboración propia.

## Capítulo 4

# Conclusiones, limitaciones y futuras líneas de investigación

### 4.1. Conclusiones

En este trabajo, se han analizado las características del mercado de origen de los aceites de oliva. Esta elección descansa en cuatro aspectos claves: 1) la amplia repercusión socioeconómica del mercado de origen, sobre todo para el sector productor de aceite de oliva virgen; 2) la escasez de literatura al respecto; 3) el incremento de la demanda de aceites vírgenes en el mercado final; y 4) las posibilidades de cambios en el entorno, cambios ya acontecidos –como el incremento de la producción, el cambio de manos y la concentración de la industria envasadora y de refino, la modificación de la OCM del aceite de oliva, la crisis económica y la caída de precios en origen– y cambios importantes a corto y medio plazo –como la futura disminución de las ayudas. Si, además, consideramos que el mercado de origen constituye la principal fuente de ingresos del sector productor, queda claro que todo intento de mejora del conocimiento, tanto general como sobre su estructura y dinámica, merece la pena.

Conviene referirnos, siquiera sea, brevemente, a la escasez de trabajos de investigación centrados en el análisis de los precios de los aceites de oliva, situación que contrasta con la importante repercusión de esta variable en la rentabilidad del sector oleícola, máxime en un contexto en el que las ayudas en términos reales están disminuyendo y cuando la concentración de la distribución y la cuota de mercado de las marcas de distribuidor están creciendo de forma importante. Ante esta situación, hay quienes, desde las organizaciones agrarias, desde la administración, incluso, y desde la investigación, se preguntan qué hacer ante la fuerte presión de los referidos cambios; sobre todo, los relativos al sector de la distribución comercial, cómo reaccionar ante la pérdida de rentabilidad provocada por los precios baratos en destino que presionan a los precios en origen, hasta el extremo tal que no hacen mínimamente rentable el cultivo del olivar.

En este sentido, con esta investigación se ha intentado arrojar algo de luz, en un panorama de penumbra científica sobre los precios en el mercado de origen. Así, se ha analizado, por un lado, si las características descritas en la escasa literatura

existente se mantienen; y por otro, completar este conocimiento con el análisis de las relaciones de causalidad entre las cotizaciones de los aceites, lo que constituye la principal aportación de la misma. En este caso, la teoría de la cointegración, junto con las técnicas de análisis de las relaciones dinámicas –la descomposición de la varianza del error de predicción y la función impulso-respuesta–, constituyen una importante herramienta para realizar este tipo de análisis.

Como principal conclusión de este trabajo se resalta que, a pesar de la generación de un nuevo escenario motivado por los cambios acaecidos, la estructura y dinámica del mercado de origen no ha variado. De hecho, prácticamente todas las conclusiones establecidas en la literatura se mantienen.

Así, el mercado sigue caracterizado por la realización de operaciones de gran volumen que, considerando la discontinuidad con que se producen y la variabilidad en los precios, suponen un elevado riesgo para los agentes del mercado, sobre todo para los productores –dadas las asimetrías de información–. Además, en un contexto futuro de disminución, e incluso eliminación, de las ayudas comunitarias –que suponen los ingresos fijos e independientes del mercado–, la situación de riesgo anteriormente expuesta se magnifica.

Asimismo, el mercado sigue caracterizado por la escasa diferencia de precios por calidades, con las repercusiones que esto conlleva. A pesar de la mejora en el consumo de aceites vírgenes en destino, ésta aún no constituye un incentivo para la producción de aceites de calidad, pues la pequeña diferencia de precios dificulta la asunción de los costes de calidad por parte de los olivicultores.

En esta dirección creemos conveniente, en línea con Parras (1996), diseñar adecuadas estrategias de comunicación dirigidas tanto a consumidores, como a agentes de la distribución, e incluso, a los propios agricultores. Deben ser campañas, por un lado, formativas, que permitan a los públicos objetivo conocer las distintas calidades de aceites, distintas variedades, sistemas de cultivo, significado de las denominaciones de origen protegidas, etc. y por otro lado, informativas y persuasivas, que permitan a los distintos agentes de la cadena diferenciar en el mercado unos aceites de otros, conocer los beneficios de cada uno de ellos y captar su atención. En suma, se hace necesario diseñar campañas de comunicación específicas basadas en la calidad y que permitan poner en valor el producto.

Centrándonos en el análisis de las relaciones causales entre aceites, la metodología seguida ha permitido detectar una clara influencia del aceite de oliva virgen sobre el resto de calidades. El estudio de estas relaciones señala la perfecta integración de los tres aceites, indicando que el aceite virgen es la calidad líder en el mercado, explicando al resto de calidades.

La consideración del aceite virgen como calidad líder en el mercado puede tener repercusiones en la elaboración de estrategias por los agentes del sector. La posibilidad de anticipar el comportamiento de los precios del resto de calidades únicamente con el análisis de las cotizaciones del aceite virgen, tiene una utilidad directa en la elaboración de estrategias de precios –por ejemplo, incorporándolo en los modelos de predicción del comportamiento de los precios en el mercado– y en la elección de los momentos de compra-venta para obtener los mejores precios. Igualmente, cabe destacar la repercusión que podría tener en el análisis de las cotizaciones que realiza el MFAO, toda vez que opera con aceite lampante y la evolución de los precios del mismo está determinada por las cotizaciones del virgen.

## **4.2. Limitaciones y futuras investigaciones**

Dos son las limitaciones más importantes que presenta este trabajo de investigación. La primera de ellas es la relativa al análisis del mercado basándose únicamente en los precios de los distintos aceites pues, aunque la teoría de la cointegración obliga a que el análisis de las series de variables tengan la misma naturaleza, es cierto que la consideración de otras variables, como el volumen de aceite almacenado, la cantidad vendida o la diferenciación entre los distintos aceites, podría enriquecer este análisis.

La segunda limitación es la relativa a la periodicidad de la muestra. El mercado de origen es un mercado activo cuya evolución es constante y diaria, por lo que a través del análisis de la información mensual se pierde información útil en su caracterización.

Con la intención de superar estas limitaciones y profundizar en el conocimiento del mercado de origen, resultaría interesante realizar otras investigaciones con base a este trabajo. En la primera de ellas, realizar una caracterización del mercado a través de la aplicación de esta nueva metodología a las cotizaciones diarias de los tres aceites, además de analizar otras variables representativas del sector como el volumen de aceite producido, el volumen de aceite vendido o el número de operaciones, todo ello con una periodicidad diaria. En la segunda investigación, analizar las relaciones de transmisión de precios que existen entre las principales provincias productoras de aceites de oliva en España y por tanto, importantes mercados de aceite a granel –Jaén, Córdoba, Toledo, Barcelona y Tarragona– e incluso entre los principales países productores –España e Italia–. Y en la tercera de las investigaciones, analizar la relación de transmisión de precios que existe entre el mercado de origen y el mercado de destino.

Finalmente, es posible abrir una nueva línea de investigación, basada en la metodología de la cointegración y las técnicas de análisis de relaciones causales, en la que se analicen las relaciones de transmisión de precios y cantidad demandada entre los principales productos agroalimentarios demandados en el mercado español, con base a los datos del panel de consumo del MARM.





## BIBLIOGRAFÍA

- ABDULAI, A. (2002): «Using threshold cointegration to estimate asymmetric price transmission in the Swiss pork market», *Applied Economics*, 34 (6), 679-691.
- ADAMOWICZ, W.L.; BAAH, S.O., y HAWKINS, M.H. (1984): «Pricing efficiency in hog market», *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 32, 462-477.
- AGENCIA PARA EL ACEITE DE OLIVA –AAO– (2008): «Información del sector», disponible en: <http://intereweb.mapa.es/pwAgenciaAO/General.aa0>, 2/10/2008.
- AKAIKE, H. (1974): «A new look at the statistical model identification», *Journal Information for Institute of Electrical and Electronics Engineers. Transactions on Automatic Control*, 716-723.
- BAKUCS, L.Z., y FERTŐ, I. (2005): «Marketing margins and price transmission on the Hungarian pork meat market», *Agribusiness*, 21 (2), 273-287.
- BAGHESTANI, H. (1991): «Application of the reset test to the original Andersen-Jordan equation», *Journal of Macroeconomics*, 13 (1), 157-169.
- BOSHNJAKU, L.; BEN-KAABIA, M., y GIL, J.M. (2003): «Transmisión de precios en los mercados regionales de ovino en España», *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 3(1), 71-103.
- BOX, G., y JENKINS, G. (1970): *Time series analysis: Forecasting and control*, Holden-Day: San Francisco.
- BRONNENBERG, B.J.; MAHAJAN, V., y VANHONACKER, W.R. (2000): «The emergent of market structure in new repeat-purchase categories: The interplay of market share and retailer distribution», *Journal of Marketing Research*, 37(1), 16-31.
- CEJUDO, E., y MAROTO, J.C. (1999): «Pasado, presente y futuro de la OCM del aceite de oliva», *Cuadernos Geográficos*, (29), 85-117.
- CLIMENT, F., y MENEU, R. (2003): «Relaciones de equilibrio entre demografía y crecimiento económico en España», *Estudios sobre la Economía Española*, Septiembre, 1-42.
- CONSEJO OLEÍCOLA INTERNACIONAL –COI– (2007): «Cifras del mercado mundial y comunitario de aceites de oliva», disponible en: <http://www.internationaloliveoil.org/web/aa-spanish/corp/AreasActivitie/economics/AreasActivitie.html>, 19/10/2008.

- DAHLGRAN, R.A., y BLANK, S.C. (1992): «Evaluating the integration of continuous discontinuous markets», *American Journal of Agricultural Economics*, 74(2), 469-479.
- DEKIMPE, M.G., y HANSENS, D.M. (1995a): «The persistence of marketing effect on sales», *Marketing Science*, 14(1), 1-21.
- DEKIMPE, M.G., y HANSENS, D.M. (1995b): «Empirical generalizations about market evolution and stationary», *Marketing Science*, 14(3), 9-21.
- DICKEY, D., y FULLER, W. (1979): «Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root», *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427-431.
- ENGLE, R., y GRANGER, C. (1987): «Co-integration and error correction: representation, estimation and testing», *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- FERNÁNDEZ, R. (2005): «Dos campañas consecutivas cortas de aceite de oliva: problemas a la vista», *Distribución y Consumo*, (83), Septiembre-October, 117-124.
- FRANSES, P.H. (1991): «Primary demand for beer in Netherlands: an application of ARMAX model specification», *Journal of Marketing Research*, 28-40.
- FRANSES, P.H. (1994): «Modelling new product sales: an application of cointegration analysis», *International Journal Research of Marketing*, 21-37.
- FRANSES, P.H.; KLOEK, T., y LUCAS, A. (1999): «Outlier robust analysis of long-run marketing effects for weekly scanning data», *Journal of Econometrics*, 89(1/2), 293-315.
- FRANSES, P.H.; SRINIVASAN, S., y BOSWIJK, P. (2001): «Testing for unit roots in market shares», *Marketing Letters*, 12(4), 351-364. Tomado de Kuiper y Meulenberg (2004).
- GARCÍA, C. (1996): «Estabilidad de algunos criterios de selección de modelos», *Qüestió*, 20(2), 147-166.
- GONZALO, J. (1994): «Five alternative methods of estimating long-run equilibrium relationships», *Journal of Econometrics*, 60, 203-233. Tomado de Climent y Meneu (2003).
- GOODWIN, B.K., y SCHROEDER, T.C. (1991): «Co-integration test and spatial price linkages in regional cattle markets», *American Journal of Agricultural Economics*, 73, 452-464.
- GRANDE, F.A.; HERNÁNDEZ, M.J.; MUÑOZ, A., y NÚÑEZ-CACHO, P. (2005): *Factores determinantes de la demanda turística y sus repercusiones estratégicas*, Colegio Oficial de Gestores Administrativos de Granada, Jaén y Almería, Real Sociedad Económica de Amigos del País de Jaén: Jaén.
- GRANDE, F.A.; MUÑOZ, A., y BOTELLA, M.J. (2008): «Flows into Tourist Areas: an Econometric Approach», *International Journal of Tourism Research*, Pendiente de publicación.
- GRANGER, C.W.J., y NEWBOLD, P. (1974): «Spurious regressions in econometrics», *Journal of Econometric*, 2, 111-120.
- GRANGER, C.W.J. (1981): «Some properties of time series data and their use in econometric model specification», *Journal of Econometrics*, 16, 30-121.
- GRANGER, C.W.J., y NEWBOLD, P. (1986): *Forecasting economic time series*, 2.<sup>a</sup> edición, Academic Press: Nueva York.

- GREWAL, R.; MILLS, J.A.; MEHTA, R., y MUJUMDAR, S. (2001): «Using cointegration analysis for modelling marketing interactions in dynamic environments: methodological issues and an empirical illustration», *Journal of Business Research*, 51, 127-144.
- HAMILTON, J.D. (1994): *Time Series Analysis*, Princeton University Press. Tomado de Climent y Meneu (2003).
- HAMMOUDEH, S.; DIBOGLU, S., y ALESIA, E. (2004): «Relationships among US oil price and oil industry equity indices», *International Review of Economics and Finance*, 13(4), 427-453.
- JOHANSEN, S. (1988): «Statistical analysis of cointegration vectors», *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231-254.
- (1992): «Determination of cointegration rank in the presence of a linear trend», *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 54(3), 383-398.
- JORDAN, K.H., y VANSICKLE, J.J. (1993): «Integration and behaviour in the U.S. winter market for fresh tomatoes», *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 27(1), 127-137.
- KUIPER, W.E., y MEULENBERG, T.G. (2002): «Vertical price leadership: A cointegration analysis», *Agribusiness*, 18(3), 317-327.
- KUIPER, W.E.; LUTZ, C., y TILBURG, A. (2003): «Vertical price leadership on local maize markets in Benin», *Journal of Development Economics*, 71(2), 417-433.
- KUIPER, W.E., y MEULENBERG, T.G. (2004): «Price leadership within a marketing channel: A cointegration study», *International Journal of Research in Marketing*, 21, 137-158.
- KULENDRAN, N., y DIVISEKERA, S. (2007): «Measuring the economic impact of Australian tourism marketing expenditure», *Tourism Economics*, 13(2), 261-275.
- KWIATKOWSKI, D.; PHILLIPS, C. B; SCHMIDT, P., y SHIN, Y (1992): «Testing the Null Hypothesis of Stationary against the Alternative of a Unit Root», *Journal of Econometrics*, 54, 159-178.
- LANGREO, A. (2002): «Los mercados de graneles de aceite de oliva en España», *Distribución y Consumo*, Noviembre-Diciembre, 108-117.
- (2004): «Diagnóstico y análisis estratégico del sector agroalimentario español», Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, disponible en: <http://www.mapa.es/alimentacion>, 20/10/2008.
- (2005), «El sistema alimentario español (I)», *Distribución y Consumo*, (81), Mayo-Junio, 5-57.
- LÜTKEPOHL, H. (1993): *Introduction to multiple time series analysis*, 2.<sup>a</sup> edición, Heidelberg: Nueva York.
- MASIH, A.M.M., y MASIH, R. (1997): «Can family-planning programs cause a significant fertility decline in countries characterized by very low levels of socioeconomic developments? New evidence from Bangladesh based on dynamic multivariate a cointegration time-series techniques, 1965-1991», *Journal of Policy Modelling*, 19(4), 441-468. Tomado de Climent y Meneu (2003).

- MERCADO DE FUTUROS DEL ACEITE DE OLIVA –MFAO– (2008): «Quiénes somos», disponible en: <http://www.mfao.es/inicio/inicio.asp>, 08/11/2008.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO –MARM– (2005): «Estudio de adecuación de la oferta a la demanda de los aceites de oliva virgen y virgen extra envasados», disponible en: [http://www.mapa.es/alimentacion/pags/consumo/Comercializacion/Estudios/aceite/guia\\_05.pdf](http://www.mapa.es/alimentacion/pags/consumo/Comercializacion/Estudios/aceite/guia_05.pdf), 08/11/2008.
- (2007): La alimentación en España. Resumen de los datos más relevante, 2006 - 2007.
  - (2008): *Organización Común del Mercado del aceite de oliva y las aceitunas de mesa*, en <http://www.mapa.es/es/agricultura/pags/ocm/ocmaceite.htm>, 20/10/2008.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO –MARM– (2008): «Organización común del mercado del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa», disponible en: <http://www.mapa.es/es/agricultura/pags/ocm/ocmaceite.htm>, 7/10/2008.
- MOLINA, P. (2005): *La cadena de valor en la comercialización de los aceites de oliva. Olivar de Segura*, XII Simposium Científico-Técnico de Expoliva 2005, Feria Internacional del Aceite de Oliva e Industrias Afines, Jaén, 12 y 13 de mayo de 2005.
- MURRAY, M.P. (1994), «A drunk and her dog: an illustration of cointegration and error correction», *The American Statistician*, 48 (1), 37-39.
- NELSON, C.R., y PLOSSER, C.I. (1982): «Trends and random walks in macroeconomic time series», *Journal of Monetary Economics*, 10, 139-162.
- NEWWEY, W., y WEST, K (1994): «Automatic Lag Selection in Covariance Matrix Estimation», *Review of Economic Studies*, 61, 631-653.
- PARRAS, M. (1996): «La demanda de aceite de oliva en el mercado español y las posibilidades de su crecimiento: un enfoque de marketing estratégico», Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Serie Estudios, n.º 119, Madrid.
- (1997): «La reforma de la OCM del aceite de oliva y el futuro del sector», *Cuadernos de Información Económica*, (122), 133-140.
- PARRAS, M.; SENISE, O., y TORRES, F.J. (2003): «Comercialización de aceites de oliva y concentración de la oferta: Estado de la cuestión», *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses*, (185), 355-372.
- PARRAS, M. (2005): *Informe Anual del Sector Agrario en Andalucía: La oleicultura andaluza ante el cambio de escenario: Un balance, 2005*, Analistas Económicos de Andalucía.
- (2008): «Marketing del aceite de oliva». En CUBILLO, J.M., y CERVIÑO, J.: *Marketing sectorial*, 1.ª edición, ESIC Editorial: Madrid, 183-203.
- PESARAN, M., y SHIN, Y. (1998): «Generalized impulse response analysis in linear multivariate models», *Economics Letters*, 58, 17-29.
- PHILLIPS, P. (1987): «Time series regression with a unit root», *Econometrica*, 55 (2), 277-301.

- PHILLIPS, P.C.B., y P. PERRON (1988): «Testing for a Unit Root in Time Series regression», *Biometrika*, 75, 335-346.
- REGLAMENTO (CEE) N.º 136/66/CEE por el que se establece la Organización Común de Mercados en el sector de las materias grasas (22 de septiembre de 1966).
- REGLAMENTO (CEE) N.º 1638/98 que modifica el Reglamento n.º 136/66/CEE por el que se establece la Organización Común de Mercados en el sector de las materias grasas (20 de julio de 1998).
- REGLAMENTO (CE) N.º 865/2004 por el que se establece la Organización Común de Mercados del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa (29 de abril de 2004).
- RODRÍGUEZ, M.C. (2001): «Modelos Box-Jenkins. Aplicación de su metodología a la producción de azúcar en Cuba», *Economía y Desarrollo*, 1 (128), 167-180.
- SARGAN, J.D. (1964): «Three-stage least squares and full maximum likelihood estimates», *Econometrica*, 32, 77-81.
- SCHROEDER, T.C., y GOODWIN, B.K. (1991): «Price discovery and cointegration for live hogs», *The Journal of Futures Markets*, 11(6), 685-697.
- SCHWARZ, W. (1978): «Vanishing sums of root of unity», *Elemente der Mathematik*, 33(6), 141-143.
- SRINIVASAN, S.; POPKOWSKI, P.T.L., y BASS, F.M. (2000): «Market share response and competitive interaction: The impact of temporary, evolving and structural changes in prices», *International Journal of Research in Marketing*, 17(4). 281-305. Tomado de Kuiper y Meulenberg (2004).
- TORRES, F.J. (1998): *Las cooperativas jiennenses y la comercialización de los aceites de oliva: Una perspectiva estratégica*, Diputación Provincial de Jaén, Instituto de Estudios Giennenses, Jaén.
- TORRES, F.J.; BRUQUE, S.; PARRAS, M., y MARZAL, J.C. (1999): *La comercialización en origen de los aceites de oliva en 1997 y 1998. Dos años del sistema POOL*, Fundación para la Promoción y el Desarrollo del Olivar y del Aceite de Oliva, Jaén.
- TORRES, F.J.; MURGADO, E.M.; MOZAS, A.; SENISE, O., y PARRAS, M. (2001): *La comercialización del aceite de oliva en Andalucía: La situación de las cooperativas*, Analistas Económicos de Andalucía.
- TORRES, F.J. (2001): «L'olivicoltura spagnola e italiana in Europa». *Le cooperative andaluse e la commercializzazione dell'olio sfuso*, Rubetino Editorial, Italia.
- TORRES, F.J. (2008): *Informe Anual del Sector Agrario en Andalucía: Las almazaras y el marketing de los aceites de oliva*, 2008, Analistas Económicos de Andalucía.
- URIEL, E. (2005): *Introducción al análisis de series temporales*, Editorial Thomson-Paraninfo, Madrid.
- ZANIAS, G.P. (1994): «The long run, causality and forecasting in the advertising-sale relationship», *Journal of Forecasting*, 10, 13-40.



# La Organización Común del Mercado del aceite de oliva y las aceitunas de mesa

Desde el comienzo de este capítulo se han descrito las características del mercado de origen analizando el mercado desde el año 1992 hasta la actualidad. Así, se ha contextualizado el mercado describiendo los principales aspectos que lo delimitan. Por esto, no es conveniente dejar pasar uno de los aspectos que, quizás, más influencia ejerce en la organización del mercado de origen, la Política Agraria Común y, más concretamente, la Organización Común del Mercado del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa –en adelante, OCM del aceite de oliva.

El mercado del aceite de oliva y las aceitunas de mesa está regulado por la OCM enmarcada en la PAC, en un principio denominada OCM en el sector de las materias grasas. Esta OCM surgió en 1966 como mecanismo de ayuda y regulación de la producción y comercialización de aceite de oliva y aceitunas de mesa de la Comunidad Económica Europea –en adelante–, CEE. Hasta la actualidad, la OCM del aceite de oliva ha sufrido numerosas modificaciones<sup>41</sup>, aunque las más importantes son las realizadas en 1998 y 2004.

Desde noviembre de 1966 y hasta noviembre de 1998, el sector de aceite de oliva y aceitunas de mesa estaba regulado a través de un Reglamento que se desarrollaba en torno a cuatro elementos clave (Cejudo y Maroto, 1999):

1. Un régimen de precios, el cual recogía tres componentes<sup>42</sup>: a) el precio indicativo a la producción, que se establece en un nivel que sea equitativo para los productores; b) el precio de intervención, que es el que pagan los organismos de intervención por los aceites de calidad tipo y el que sirve de referencia para el cálculo del precio de compra; y c) el precio representativo del mercado, que era el precio al que se deseaba que se situara el aceite en el mercado. Estos precios servían para garantizar una renta

---

<sup>41</sup> Desde 1966 y hasta 2008, la OCM del aceite de oliva y las aceitunas de mesa ha sufrido numerosas modificaciones a través de los siguientes quince Reglamentos: (CEE) n° 154/1975, (CEE) n° 2754/1978, (CEE) n° 3519/1983, (CEE) n° 2261/1984, (CEE) n° 2262/1984, (CEE) n° 3067/1985, (CEE) n° 1332/1992, (CEE) n° 2159/1992, (CEE) n° 3815/1992, (CE) n° 1414/1997, (CE) n° 1638/1998, (CE) n° 1873/2002, (CE) n° 1782/2003, (CE) n° 865/2004 y, finalmente, (CE) n° 2012/2006.

<sup>42</sup> En realidad existió un cuarto componente, el precio umbral, que desapareció con la entrada en vigor de los acuerdos del GATT.



equitativa a los productores, mantener la producción comunitaria y lograr mejorar la competitividad del aceite de oliva frente a otros aceites.

2. Un régimen de ayudas que incluía dos tipos de ayudas: a) la ayuda a la producción, que tiene como finalidad lograr la elevación del nivel de renta del productor y que sólo podía ser percibida por los oleicultores que destinasen su producción a la obtención de aceite de oliva; y b) la ayuda al consumo, percibida por las empresas envasadoras y que se estableció para favorecer la competencia del aceite de oliva con otros vegetales.
3. Los mecanismos para el mercado interior, entre los que se encontraban: a) el sistema de intervención, a través del cuál un organismo oficial estaba obligado a comprar los aceites vírgenes que les fueran ofrecidos por los agricultores al precio de intervención; y b) los contratos de almacenamiento privado, que servían para regularizar el mercado en caso de perturbación grave.
4. Los mecanismos para el mercado exterior, que eran dos: a) la restitución a la exportación, que se concedía al exportador de aceite de oliva que vendía a terceros países cuando su precio dentro de la Comunidad fuera superior al mundial, y b) la exacción reguladora a la importación, que constituía un sistema de defensa contra las importaciones de aceite de oliva de terceros países y tenía un carácter variable en contra de los aranceles aduaneros.

En 1997 se planteó ante la Comisión la necesidad de reformar la OCM de 1966 a través de un informe de opciones<sup>43</sup>. Este y otros informes provocaron el debate en el seno del sector del aceite de oliva, lo que finalmente desembocó en la modificación de la OCM en 1998, a través del Reglamento (CE) n° 1638/98, instaurándose la llamada fase transitoria que prepararía al sector para una reforma más radical en 2004, junto con una reforma de la PAC.

Finalmente en junio de 2003 se produjo la reforma de la PAC que incluía una revisión de la política de la OCM de algunos sectores, entre ellos el olivar. Así, en 2004 se produjo la reforma de la OCM del aceite de oliva, lo que supuso un profundo cambio para el sector. A continuación se describen los cuatro aspectos clave que forman la actual OCM del aceite de oliva:

1. Se establece un nuevo régimen de ayudas, basado en la incorporación de la ayuda en régimen de pago único. Este nuevo régimen supone que las ayudas que venía percibiendo el olivar se distribuirán en una parte desacoplada de la producción, aunque vinculada al cumplimiento de determinados requisitos de condicionalidad, y una parte acoplada –ayuda al olivar–, que se destina a contribuir a la conservación de los olivares que tengan un valor ambiental o social, y que se concederá con arreglo a unas categorías definidas según unos criterios ambientales y sociales establecidos a nivel comunitario. En España se ha decidido que el grado de desacoplamiento de

---

<sup>43</sup> Según diversos autores, esta reforma se planteó por tres grandes razones: el control del fraude, el problema presupuestario y la imposibilidad de compatibilizar dicha OCM con los acuerdos del GATT. Para profundizar en estas razones véase Parras (1997) y Cejudo y Maroto (1999).

la ayuda del aceite de oliva sea del 93,61 por 100, lo que ha supuesto que el olivar español reciba un apoyo medio de aproximadamente 425 €/ha. La ayuda al olivar se valora por un importe de 103,14 millones de euros, que las Comunidades Autónomas han distribuido de acuerdo a la problemática específica de sus olivares (MARM, 2008). Los objetivos generales del nuevo régimen son tres: 1) lograr un sector más orientado al mercado y más competitivo tanto en los mercados de la UE, como en los mercados mundiales; 2) el desarrollo de políticas más sostenibles que minimicen el impacto de la agricultura en el medio ambiente; y 3) consolidar el apoyo al desarrollo rural a través la modulación y el desarrollo de nuevas medidas agroambientales.

2. Con el fin de paliar situaciones en las que el mercado presente graves perturbaciones, se establece la posibilidad de autorizar, a organismos que ofrezcan garantías suficientes y estén reconocidos por los Estados miembros, la celebración de contratos para el almacenamiento privado de aceite de oliva virgen a granel. Los contratos podrán beneficiarse de una ayuda concedida por el procedimiento de licitación (MARM, 2008). Se elimina así el régimen de compra de intervención pública.
3. La protección en frontera de la producción comunitaria de aceite de oliva se realiza mediante la aplicación de un derecho arancelario fijo que difiere según la calidad de los productos importados.
4. Se crea el Sistema de Información Geográfico, basado en los datos del Registro Oleícola, y complementado con las declaraciones de cultivo de las ayudas a la producción y con fotografías aéreas para, entre otros objetivos, mejorar el control del número de árboles y del fraude.

Junto con esta nueva organización de la OCM del aceite de oliva, entre otros sectores, la reforma de la PAC supuso la puesta en marcha de un mecanismo de disciplina financiera para limitar los gastos en concepto de sostenimiento del mercado y de ayudas directas entre 2007 y 2013, año en que finaliza el actual marco financiero. Este mecanismo, que en parte, ya está puesto en marcha en el sector del olivar a través del pago único, ha sembrado la incertidumbre en el sector sobre la posibilidad de una reducción e, incluso, eliminación total, de las ayudas para el año 2013. En definitiva, estas nuevas disposiciones suponen la caracterización de un nuevo escenario del sector del aceite de oliva, y por tanto, del mercado de origen.



## Anexo II

### Modelo de Corrección del Error en forma matricial

Vector Error Correction Estimates			
Date: 12/01/08 Time: 12:35			
Sample (adjusted): 7 96			
Included observations: 90 after adjustments			
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]			
Cointegrating Eq:	CointEq1	CointEq2	
AOVE(-1)	1.000000	0.000000	
AOV(-1)	0.000000	1.000000	
LAMPANTE(-1)	-0.961809 (0.01266) [-75.9457]	-1.017783 (0.00759) [-134.105]	
C	-0.044742 (0.00537) [-8.32786]	-0.006529 (0.00322) [-2.02790]	
Error Correction:	D(AOVE)	D(AOV)	D(LAMPANTE)
CointEq1	-0.786341 (0.25603) [-3.07123]	0.126722 (0.29229) [ 0.43355]	0.108419 (0.30075) [ 0.36049]
CointEq2	0.227613 (0.75998) [ 0.29950]	-0.476131 (0.86759) [-0.54880]	0.671006 (0.89271) [ 0.75165]
D(AOVE(-1))	0.505599 (0.24348) [ 2.07657]	0.513520 (0.27795) [ 1.84751]	0.420594 (0.28600) [ 1.47059]
D(AOVE(-2))	0.175934 (0.22667) [ 0.77617]	0.197931 (0.25877) [ 0.76491]	0.166785 (0.26626) [ 0.62640]
D(AOVE(-3))	0.151712 (0.21479) [ 0.70632]	0.208425 (0.24521) [ 0.85000]	0.113754 (0.25231) [ 0.45085]

Error Correction:	D(AOVE)	D(AOV)	D(LAMPANTE)
D(AOVE(-4))	0.052222 (0.19406) [ 0.26910]	0.167580 (0.22154) [ 0.75643]	0.197449 (0.22796) [ 0.86616]
D(AOVE(-5))	0.292716 (0.15668) [ 1.86818]	0.378793 (0.17887) [ 2.11769]	0.411078 (0.18405) [ 2.23350]
D(AOV(-1))	0.604398 (0.70573) [ 0.85641]	0.428239 (0.80566) [ 0.53154]	0.121274 (0.82899) [ 0.14629]
D(AOV(-2))	-0.606539 (0.64797) [-0.93606]	-0.831333 (0.73972) [-1.12385]	-1.152890 (0.76114) [-1.51468]
D(AOV(-3))	-0.128810 (0.57907) [-0.22244]	-0.323251 (0.66106) [-0.48899]	-0.452037 (0.68021) [-0.66456]
D(AOV(-4))	-0.122414 (0.49493) [-0.24733]	-0.344598 (0.56501) [-0.60989]	-0.561538 (0.58138) [-0.96587]
D(AOV(-5))	-0.162348 (0.40156) [-0.40429]	-0.355146 (0.45842) [-0.77471]	-0.622319 (0.47170) [-1.31931]
D(LAMPANTE(-1))	-0.471522 (0.62133) [-0.75889]	-0.262128 (0.70931) [-0.36955]	0.163905 (0.72985) [ 0.22457]
D(LAMPANTE(-2))	0.214348 (0.56203) [ 0.38138]	0.374739 (0.64161) [ 0.58406]	0.692464 (0.66019) [ 1.04889]
D(LAMPANTE(-3))	-0.103355 (0.48575) [-0.21278]	-0.002183 (0.55452) [-0.00394]	0.216793 (0.57058) [ 0.37995]
D(LAMPANTE(-4))	0.062380 (0.40524) [ 0.15393]	0.173236 (0.46262) [ 0.37447]	0.398841 (0.47602) [ 0.83787]
D(LAMPANTE(-5))	-0.051838 (0.32344) [-0.16027]	0.018338 (0.36924) [ 0.04966]	0.251508 (0.37993) [ 0.66198]

R-squared	0.530152	0.387122	0.403487
Adj. R-squared	0.427171	0.252793	0.272744
Sum sq. resids	0.023036	0.030022	0.031786
S.E. equation	0.017764	0.020279	0.020867
F-statistic	5.148083	2.881889	3.086112
Log likelihood	244.4681	232.5498	229.9801
Akaike AIC	-5.054846	-4.789996	-4.732891
Schwarz SC	-4.582660	-4.317810	-4.260705
Mean dependent	-0.000158	0.000927	0.000945
S.D. dependent	0.023471	0.023460	0.024469
<hr/>			
Determinant resid covariance (dof adj.)	6.46E-13		
Determinant resid covariance	3.44E-13		
Log likelihood	908.2375		
Akaike information criterion	-18.87194		
Schwarz criterion	-17.23318		

## Nuevo Modelo de Corrección del Error en forma matricial con la consideración de la no-significación de la primera ecuación de equilibrio en la variable AOVE

Vector Error Correction Estimates		
Date: 12/09/08 Time: 10:22		
Sample (adjusted): 7 96		
Included observations: 90 after adjustments		
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]		
<hr/>		
Cointegration Restrictions:		
A(1,1)=0		
Convergence achieved after 76 iterations.		
Not all cointegrating vectors are identified		
Restrictions are not binding (LR test not available)		
<hr/>		
Cointegrating Eq:	CointEq1	CointEq2
<hr/>		
AOVE(-1)	-167.9755	133.7425
AOV(-1)	254.8424	-38.68588
LAMPANTE(-1)	-97.81387	-89.26081
C	5.851629	-5.731337

Error Correction:	D(AOVE)	D(AOV)	D(LAMPANTE)
CointEq1	0.000000 (0.00000) [ NA]	-0.002132 (0.00149) [-1.43083]	0.003405 (0.00212) [ 1.60495]
CointEq2	-0.005879 (0.00174) [-3.37781]	-0.001730 (0.00251) [-0.68900]	0.005087 (0.00299) [ 1.70030]
D(AOVE(-1))	0.505597 (0.24348) [ 2.07656]	0.513517 (0.27795) [ 1.84750]	0.420590 (0.28600) [ 1.47058]
D(AOVE(-2))	0.175933 (0.22667) [ 0.77616]	0.197930 (0.25877) [ 0.76490]	0.166783 (0.26626) [ 0.62639]
D(AOVE(-3))	0.151711 (0.21479) [ 0.70631]	0.208424 (0.24521) [ 0.85000]	0.113751 (0.25231) [ 0.45084]
D(AOVE(-4))	0.052221 (0.19406) [ 0.26909]	0.167579 (0.22154) [ 0.75642]	0.197447 (0.22796) [ 0.86615]
D(AOVE(-5))	0.292716 (0.15668) [ 1.86818]	0.378793 (0.17887) [ 2.11770]	0.411078 (0.18405) [ 2.23349]
D(AOV(-1))	0.604419 (0.70573) [ 0.85645]	0.428265 (0.80566) [ 0.53157]	0.121301 (0.82899) [ 0.14632]
D(AOV(-2))	-0.606523 (0.64797) [-0.93603]	-0.831313 (0.73972) [-1.12382]	-1.152867 (0.76114) [-1.51465]
D(AOV(-3))	-0.128797 (0.57907) [-0.22242]	-0.323235 (0.66106) [-0.48896]	-0.452019 (0.68021) [-0.66453]
D(AOV(-4))	-0.122405 (0.49493) [-0.24732]	-0.344587 (0.56501) [-0.60987]	-0.561526 (0.58138) [-0.96585]
D(AOV(-5))	-0.162343 (0.40156) [-0.40428]	-0.355140 (0.45842) [-0.77470]	-0.622312 (0.47170) [-1.31930]
D(LAMPANTE(-1))	-0.471541 (0.62133) [-0.75892]	-0.262152 (0.70931) [-0.36959]	0.163880 (0.72985) [ 0.22454]
D(LAMPANTE(-2))	0.214332	0.374719	0.692443

	(0.56203) [ 0.38136]	(0.64161) [ 0.58403]	(0.66019) [ 1.04886]
D(LAMPANTE(-3))	-0.103367 (0.48574) [-0.21280]	-0.002198 (0.55452) [-0.00396]	0.216777 (0.57058) [ 0.37992]
D(LAMPANTE(-4))	0.062372 (0.40524) [ 0.15391]	0.173226 (0.46262) [ 0.37445]	0.398830 (0.47602) [ 0.83785]
D(LAMPANTE(-5))	-0.051843 (0.32344) [-0.16028]	0.018332 (0.36924) [ 0.04965]	0.251502 (0.37993) [ 0.66196]
R-squared	0.530152	0.387123	0.403486
Adj. R-squared	0.427172	0.252793	0.272743
Sum sq. resids	0.023036	0.030021	0.031786
S.E. equation	0.017764	0.020279	0.020867
F-statistic	5.148088	2.881893	3.086104
Log likelihood	244.4681	232.5498	229.9801
Akaike AIC	-5.054847	-4.789997	-4.732890
Schwarz SC	-4.582661	-4.317810	-4.260704
Mean dependent	-0.000158	0.000927	0.000945
S.D. dependent	0.023471	0.023460	0.024469
Determinant resid covariance (dof adj.)		6.46E-13	
Determinant resid covariance		3.44E-13	
Log likelihood		908.2375	
Akaike information criterion		-18.87194	
Schwarz criterion		-17.23318	





