

**Análisis univariante de las series de precios oleaginosos y
apunte de las relaciones de cointegración.**

COMUNICACIÓN

Alberto Fonseca Peña

afonseca@correo.uniovi.es

Profesor asociado

Departamento de Economía Aplicada

Universidad de Oviedo

Avenida del Cristo s/n

33071 Oviedo

1. Introducción

Bajo la denominación de plantas oleaginosas se agrupan una serie de cultivos utilizados por el hombre como materia prima para la extracción de grasas. Aunque las plantas producen y acumulan grasas prácticamente en la totalidad de sus órganos, es precisamente en sus semillas donde estas sustancias se encuentran en mayores proporciones.

Estos productos vegetales, junto con las grasas animales, tienen en la actualidad múltiples salidas en la alimentación humana y en la industria. El papel de los granos y las aceites oleaginosos es más marcado aún dentro del comercio internacional. Éstos representan una producción agrícola y un alimento esencial del comercio mundial en el que, sobre todo tras la Segunda Guerra Mundial, los subproductos de la trituración (tortas y aceites), con alto valor proteico, se convierten en la base de la alimentación animal y humana de occidente y en una mercancía verdaderamente estratégica.

El mercado de las oleaginosas puede dividirse, entonces, en tres submercados diferentes, pero interdependientes: el mercado de las semillas (materias primas), el mercado de tortas y harinas, y el mercado de aceites y grasas. Tampoco puede aislarse su estudio del sector de los cereales, puesto que algunos productos derivados, por su riqueza en proteínas, compiten con aquellos en la formulación de los piensos para el ganado.

Sin embargo, a la hora de llevar a cabo un análisis de alguno de los submercados, como es nuestro caso, sería en exceso complejo el tener en cuenta los 50 productos primarios o derivados de los cuatro sectores. Por ello, y para el presente trabajo, en el que el objetivo es ver las interrelaciones de precios entre los distintos aceites, se simplifica tomando sólo los datos de dicho submercado, sin tener en cuenta al resto (semillas, tortas y granos).

Se cree de forma general que en los mercados internacionales de aceites comestibles hay una alta sustituibilidad entre un amplio grupo de aceites y grasas originados bajo diferentes condiciones de producción. Las oleaginosas se producen por todo el mundo y son importantes para el ámbito exportador de muchos países

desarrollados y en desarrollo. El propósito de este estudio es describir los patrones de movimiento de los precios mundiales de los aceites y conseguir una mejor comprensión de cómo el mercado opera¹.

Para ello, el trabajo se estructura en los siguientes apartados. En primer lugar se identifican los principales aceites vegetales producidos y comerciados a nivel mundial, así como los países protagonistas de ese comercio. En segundo lugar, se atiende a las características del mercado mundial de aceites vegetales, en los aspectos relacionados con las políticas comerciales, los usos de los distintos aceites y el grado de sustituibilidad entre los mismos, y la evolución histórica de los precios mundiales. En tercer lugar, se detalla el análisis univariante aplicado a las series de precios. Para terminar, en cuarto y último lugar, el esbozo del análisis de cointegración básico para los distintos grupos de aceites previamente identificados.

2. Producción y comercio de aceites vegetales.

2.1 La producción.

Dentro del submercado al que hemos denominado genéricamente aceites vegetales hay 17 bienes distintos², algunos de ellos derivados de otros³. Atendiendo a su importancia en el comercio mundial (como después se verá), se señalan con identidad propia los siete más relevantes, agrupándose el resto en el concepto *resto de aceites*.

¹ Cuatro aproximaciones básicas se han llevado a cabo en estudios previos referidos a los mercados mundiales de oleaginosas y aceites. Primero, algunos estudios se centran en como los mercados mundiales de aceites afectan al desarrollo económico en las naciones exportadoras de aceites vegetales (Williams and Thompson, 1984). En segundo lugar, hay estudios de cómo el mercado mundial de aceites influye sobre los países consumidores de aceites vegetales (Goddard y Glance, 1989; Friedeberg, 1989). La tercera categoría mira como las políticas internacionales sobre mercancías pueden potenciar dichos mercados (Pehaut, 1986; McGarry y Schmitz, 1992). Por último, y en la línea del trabajo que aquí se expone, los trabajos que se centran en el estudio de las relaciones dinámicas de precios para el caso del comercio de aceites vegetales (In e Inder, 1997).

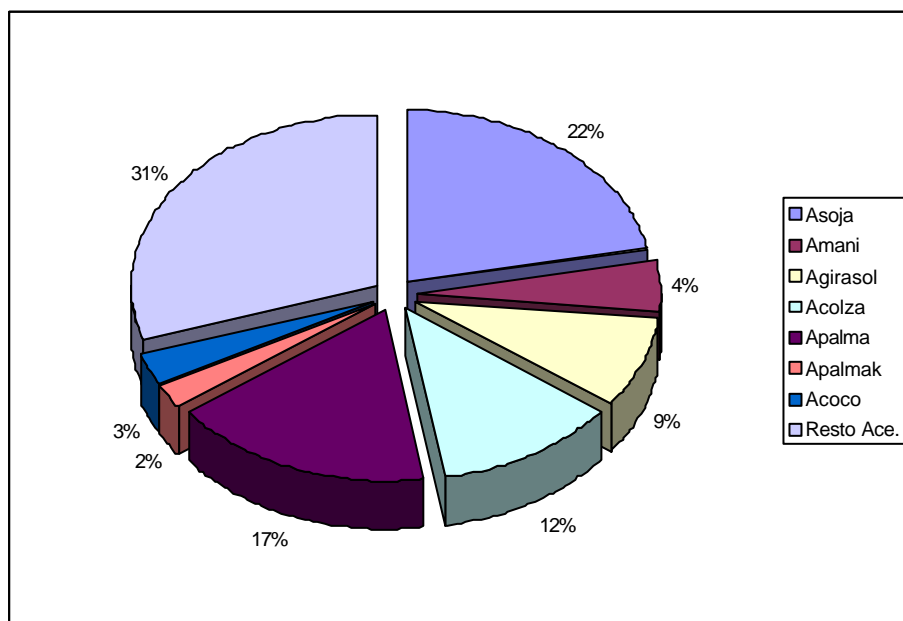
² Se incluyen los aceites vegetales y grasas siguientes: soja, algodón, cacahuete o maní, girasol, colza, sésamo, maíz, oliva, palma, palmito, coco, pescado, lino, ricino, mantequilla, manteca de cerdo y sebo.

³ Los frutos de ciertas plantas oleaginosas producen dos tipos de materias grasas. La más conocida es la palmera de aceite ya que de la nuez se obtiene el aceite de palma, que se extrae de la pulpa, y el palmito (o almendra de palma) que se extrae de la almendra del hueso.

Según este orden, se puede observar en el gráfico 1 la importancia relativa de cada uno en el último quinquenio del período objeto de estudio (1977-2000). Los aceites de soja y palma son los absolutos protagonistas en la producción mundial de aceites, aportando casi el 40% del total mundial. Ambos han experimentado un crecimiento significativo a lo largo del período, frente a un comportamiento más estable de los demás aceites, como se puede apreciar en el gráfico 2. El grupo calificado como *resto de aceites* tiene un peso significativo, pero engloba diez productos, con lo que el peso de cada uno es relativamente pequeño.

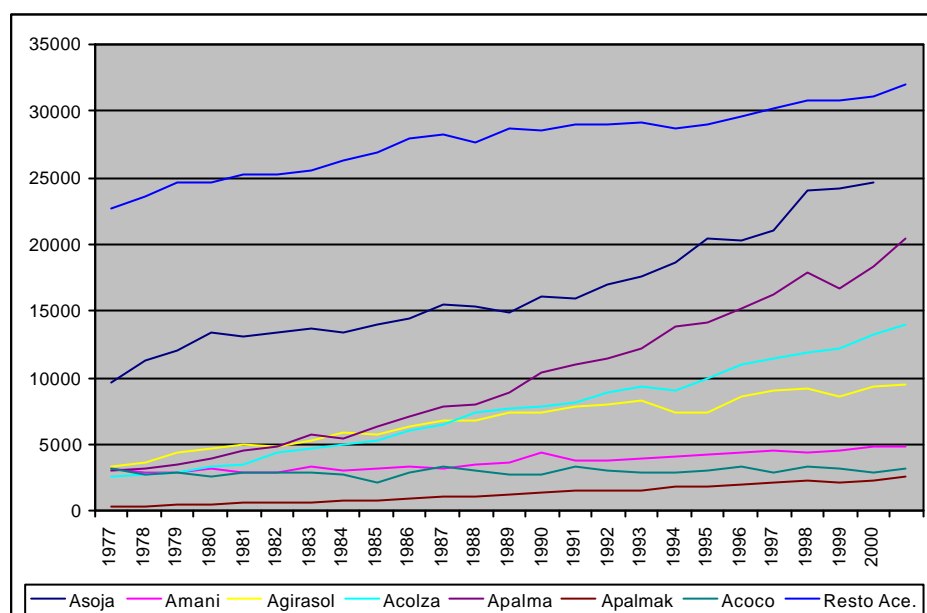
De los dos aceites más relevantes, el de soja ha mantenido siempre unos altos niveles de producción, ostentando un marcado liderazgo durante todo el período. No así el de palma, que es el que más ha aumentado su participación en la producción mundial de aceites, teniendo una relevancia muy baja al inicio del período, con una producción de 3,1 millones de toneladas (al nivel de aceites como el de cacahuete o el de coco), y un papel relevante al final, ocupando la segunda posición por detrás del de soja, con 20,5 millones de toneladas.

Gráfico 1. Participación de los distintos aceites en la producción mundial (1996-2000)



Fuente: Oilworld 2020, ISTA. Elaboración propia.

**Gráfico 2. Evolución de la producción
de los distintos aceites, en miles de Tm. (1977-2000)**



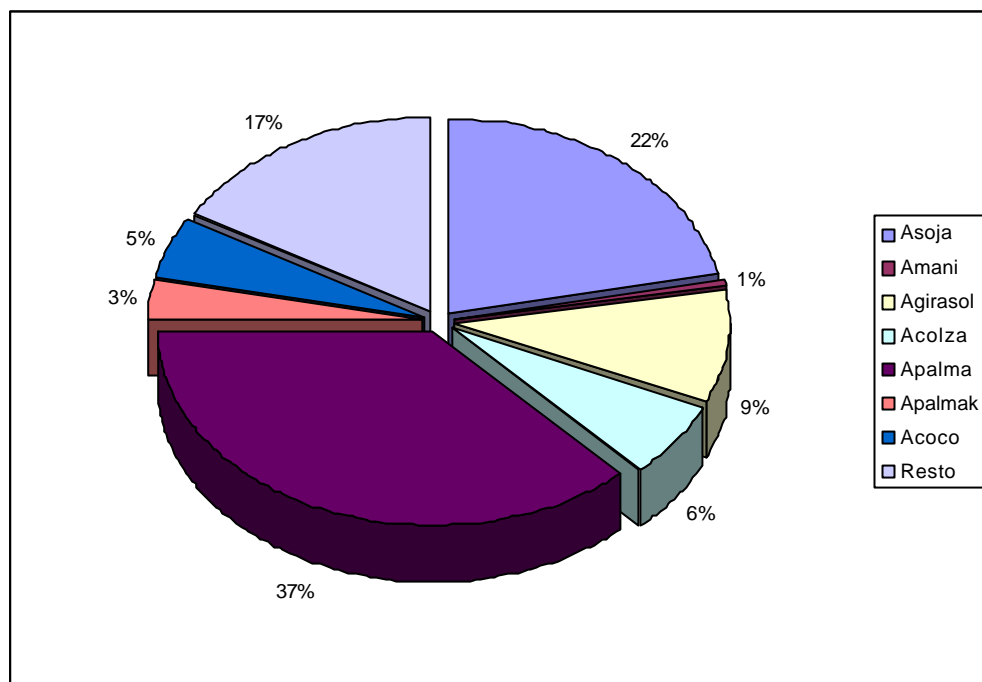
Fuente: Oilworld 2020, ISTA. Elaboración propia.

2.2 El comercio.

Desde la segunda guerra mundial, los mercados mundiales de grasas, aceites y tortas altamente proteínicas han crecido en valor y complejidad. Algunos mercados de aceites han crecido mas rápidamente que otros. En todos los casos, sin embargo, la producción y el comercio se han expandido para cubrir la creciente demanda, estimulada tanto por el crecimiento de la población como el crecimiento de la renta en todo el mundo.

Puesto que el factor comercio es el determinante esencial de los precios de los aceites, atendiendo a la oferta y demanda mundiales y a los flujos correspondientes, se seleccionan aquellos aceites que tienen una mayor participación en el mismo. Como se ve en el gráfico 3, estos son el de soja, maní, girasol, colza, palma, palmito (Apalmak en los gráficos y datos) y coco.

**Gráfico 3. Participación de los distintos aceites
en el comercio mundial (1996-2000)**



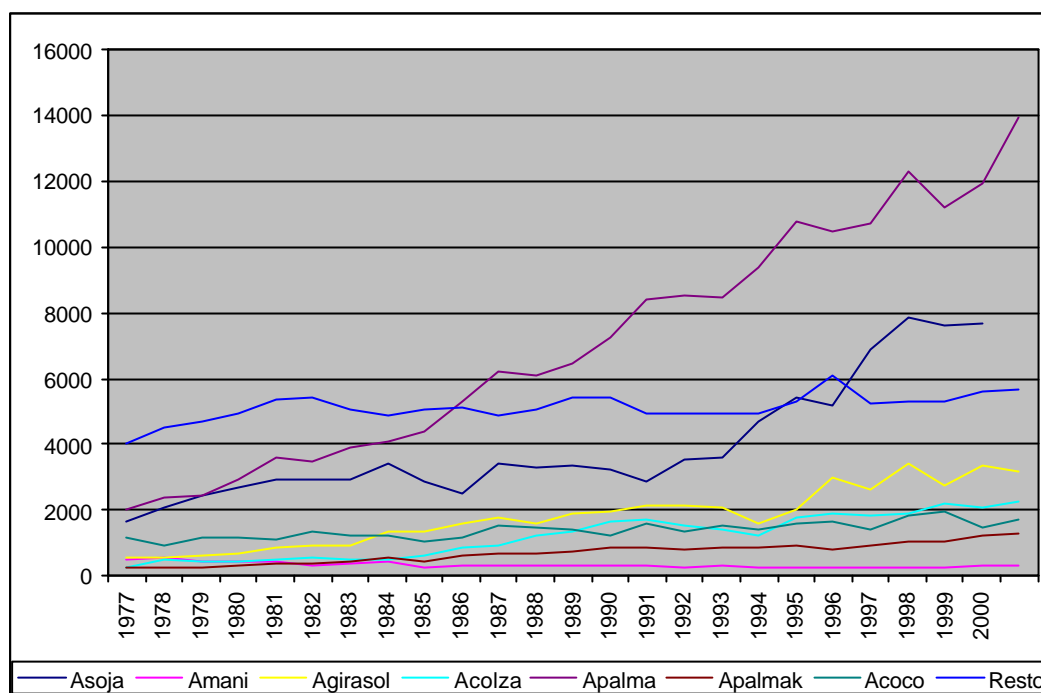
Fuente: Oilworld 2020, ISTA. Elaboración propia.

Los siete aceites principales ocupan el 83% de todo el comercio mundial, el papel de los diez restantes productos es claramente marginal⁴. Por su parte, los aceites de soja y palma suponen conjuntamente casi el 60% de todo el comercio, con lo que su papel en la determinación de precios en el sector se puede anticipar como muy relevante. El liderazgo lo ostenta el aceite de palma, con un 37%, seguido del aceite de soja, con un 22%.

En cuanto a la evolución del volumen comercializado por aceite, en el gráfico 4 se puede apreciar en detalle para todo el período.

⁴ En el estudio aparece el aceite de maní de forma independiente, aunque sólo supone el 1% del comercio mundial. Esto se debe a que si bien en el quinquenio 1996-2000 su papel es claramente marginal, no ocurre así para otros momentos del período objeto de estudio, donde su importancia relativa era claramente superior. Por ejemplo, en 1977-1980 suponía aproximadamente el 5% de todo el comercio de aceites.

**Gráfico 4. Evolución del comercio
de los distintos aceites, en miles de Tm. (1977-2000)**



Fuente: Oilworld 2020, ISTA. Elaboración propia.

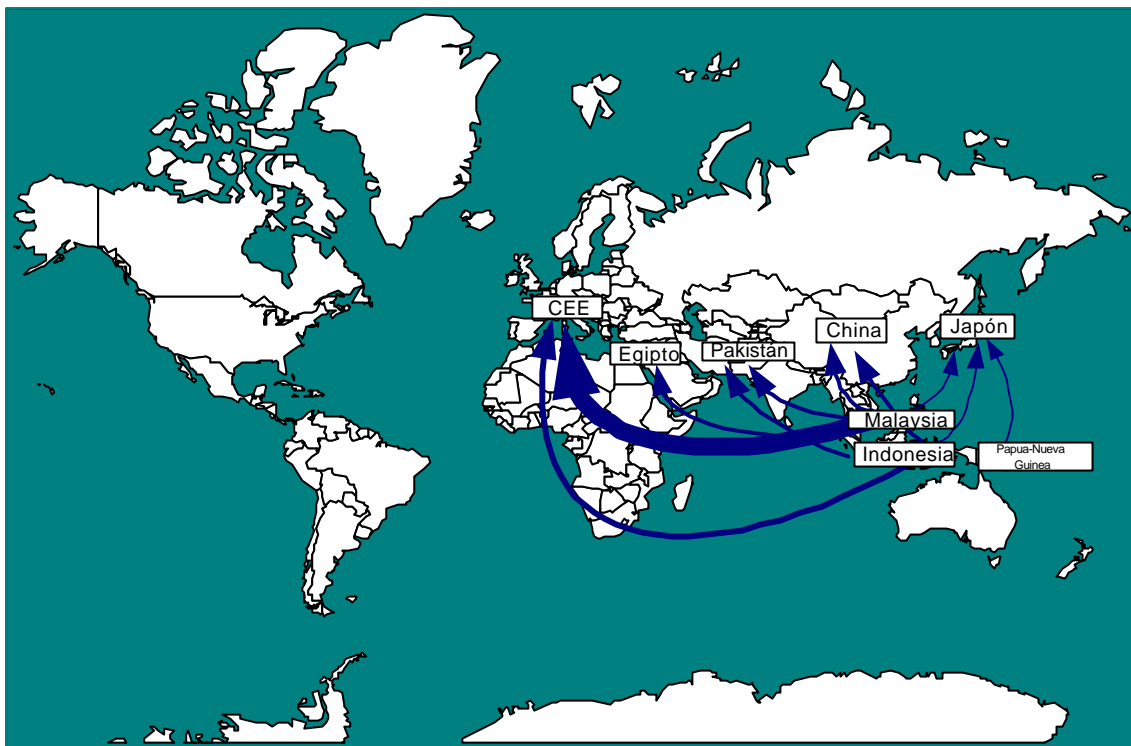
Mientras que la mayoría de los aceites han mantenido un volumen de comercio para todo el período relativamente constante, el aceite de soja ha crecido de forma significativa, cuadruplicando el volumen absoluto, mientras que el aceite de palma ha crecido de forma espectacular, multiplicando el comercio por siete. También son destacable el aceite de girasol, que aunque con un peso relativo bastante menor que los otros dos, sí experimenta también un crecimiento muy elevado; y el aceite de girasol, que multiplica por seis el volumen total de comercio (aunque supone sólo el 6% del comercio total⁵).

Seleccionando esos cuatro aceites más relevantes, se detallan en las figuras siguientes los principales flujos de comercio a nivel mundial, desde los países productores-exportadores de cada tipo de aceite hacia los países importadores⁶.

⁵ Estos cuatro aceites coinciden en un mismo grupo, como se definirá en una sección posterior, atendiendo a los usos finales comunes entre ellos, lo que les confiere un alto grado de sustituibilidad.

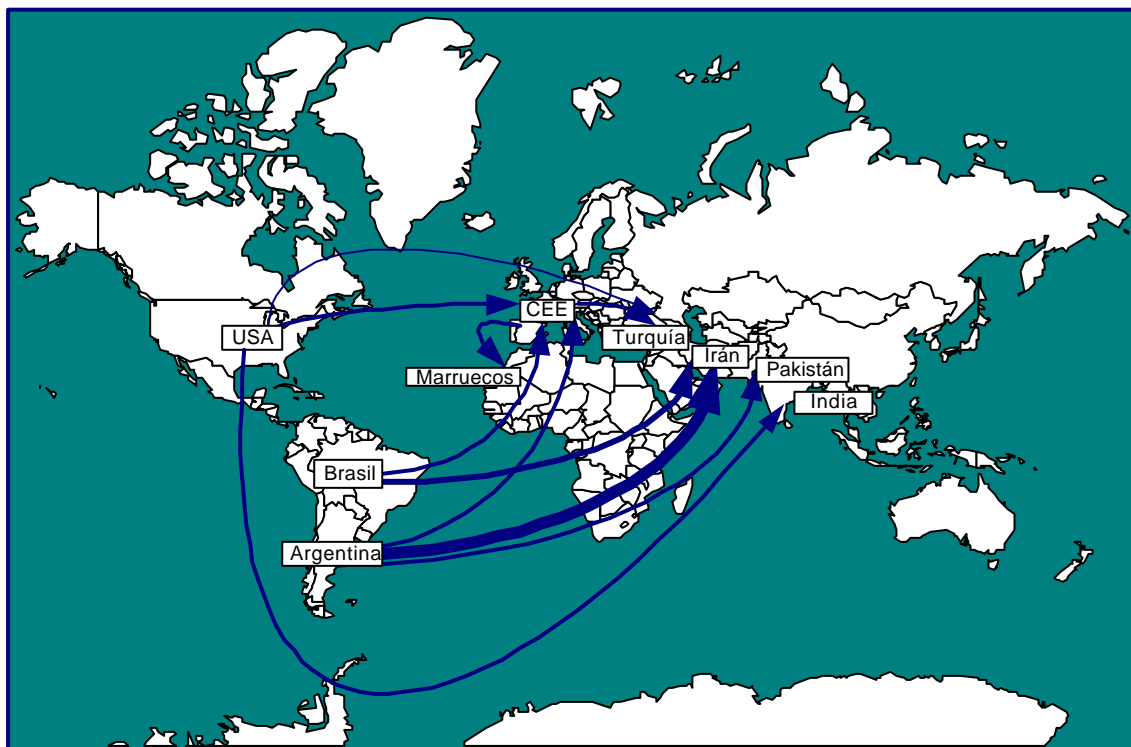
⁶ El grosor de cada línea, en cada gráfico, recoge la importancia relativa de cada origen-destino según el volumen comercializado, como promedio para 1977-2000. Las figuras no guardan relación entre sí.

Figura 1. Principales flujos de comercio mundial de aceite de palma.



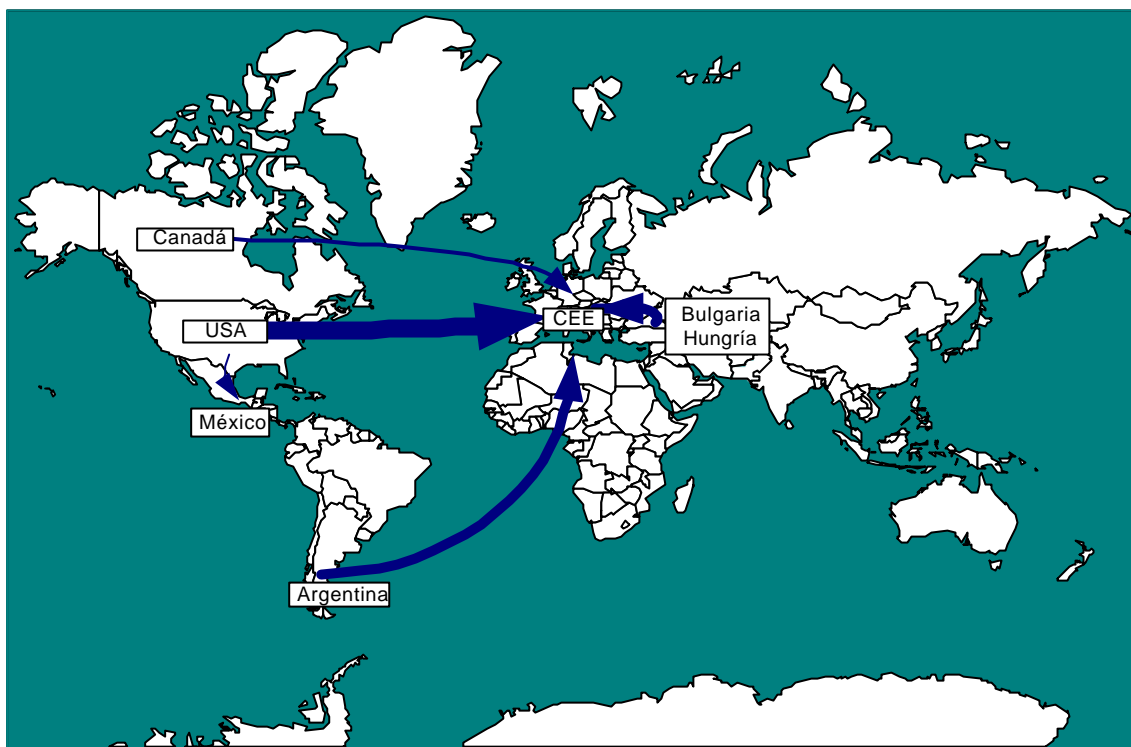
Fuente: Datos FAO. Elaboración propia.

Figura 2. Principales flujos de comercio mundial de aceite de soja.



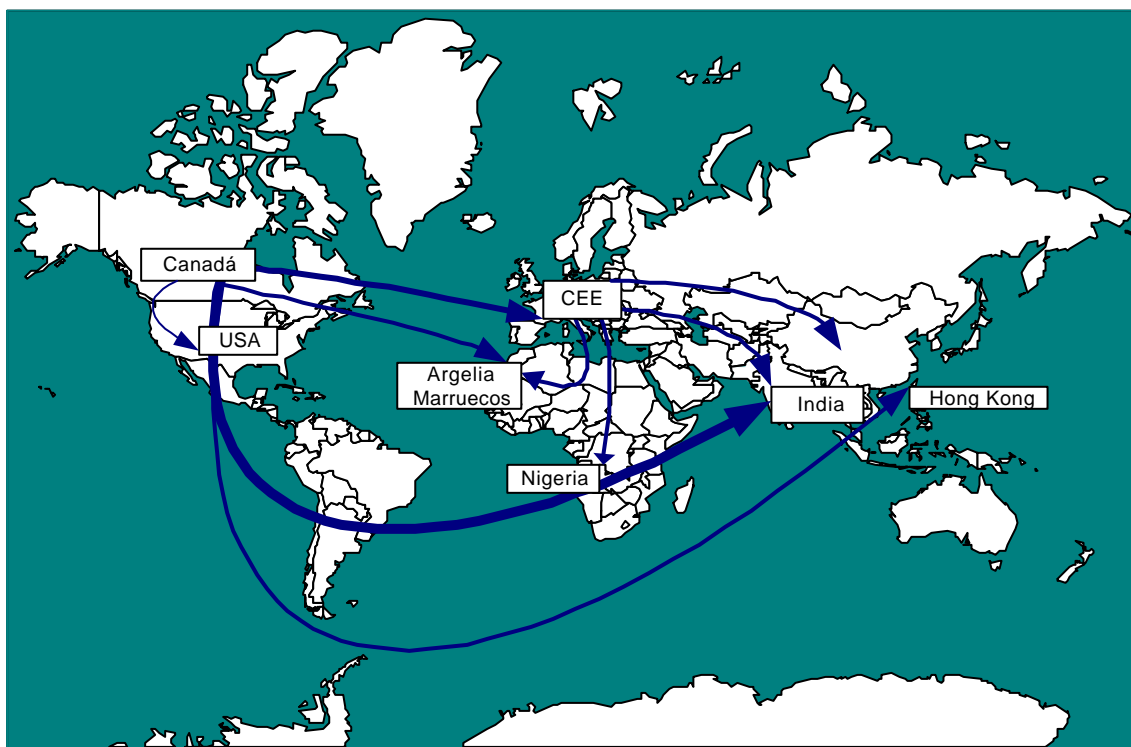
Fuente: Datos FAO. Elaboración propia.

Figura 3. Principales flujos de comercio mundial de girasol



Fuente: Datos FAO. Elaboración propia.

Figura 4. Principales flujos de comercio de aceite de colza.



Fuente: Datos FAO. Elaboración propia.

Como se ve, y resumiendo mucho la información, los principales países exportadores son Canadá, Estados Unidos, Argentina y Brasil, para los aceites de soja, colza y girasol, y Malaysia e Indonesia para el aceite de palma. Los principales importadores serían la Unión Europea⁷, de todos los aceites; y países de oriente medio y lejano para los aceites de palma, soja y colza.

3. El mercado de aceites vegetales.

3.1 Las políticas en el sector

En los últimos años, factores derivados de las políticas económicas de apoyo sostenido aplicadas por algunos de los principales países productores mundiales (Estados Unidos, la Comunidad y Brasil, entre otros) han permitido altos niveles de crecimiento de la producción y de los rendimientos⁸.

Aún así, los mercados mundiales de aceites vegetales comestibles son altamente competitivos, estando relativamente libres de las restricciones al comercio y las distorsiones de precios que sufren otros productos agrícolas. Aunque se han establecido aranceles por parte de algunos países sobre los aceites vegetales para proteger su industria doméstica de molturación y refinado, estas tasas no han sido muy altas y han durado poco en el tiempo⁹. Por ello, en general, los precios mundiales de los aceites no han sido distorsionados de forma significativa, lo que nos permite, para el presente estudio, obviar los contenidos de esas políticas.

⁷ La Unión Europea también es exportadora, en cierto nivel, de los aceites de colza y girasol, ya que las ayudas comunitarias a la producción de las respectivas semillas generan excedentes de estos aceites. Esas ayudas financian parte del coste de las semillas europeas cuando son utilizadas por empresas molturadoras de la Unión, lo que las hace más atractivas que las semillas importadas.

⁸ Pehaut, 1986; McGarry y Schmitz (1992).

⁹ Sólo se han aplicado políticas internas de fomento de producción de semillas, pero en cuanto a restricciones al comercio, sólo la Comunidad, principal importador ha impuesto tasas arancelarias muy moderadas para los aceites, y libre para el resto de producciones,. En cualquier caso, no afecta a la integración de precios entre si, sino sólo al precio interno de los aceites.

3.2 Los grupos de aceites atendiendo a su complementariedad en usos.

Los siete aceites escogidos para este estudio tienen similares usos finales en la industria alimentaria. Por ejemplo, son usados para producir margarina, materias grasas y aceite mezclado. Por ello, es de esperar que las variables precio de los aceites vegetales tengan movimientos conjuntos en el largo plazo debido a la fuerte sustituibilidad entre los mismos.

Por contra, difieren según sus características y propiedades en otros muchos usos finales. Es útil agrupar los aceites atendiendo a esos usos finales específicos en la industria alimentaria. Basándonos en ello, podemos encontrar tres grupos o categorías¹⁰:

- a. Aceites generales (soja, colza, girasol, y palma).
- b. Aceite de maní
- c. Aceites de coco y de palmito.

Ponemos los aceites de soja, algodón, colza, girasol y palma juntos por diversas razones: 1º la soja es la fuente simple más importante de aceites vegetales y de tortas proteicas. Los aceites de soja y girasol son llamados a menudo aceites poli-insaturados y se les prefiere a otros aceites debido a mejores prestaciones sobre la salud, ya que los aceites saturados (coco, por ejemplo) contribuyen a causar dolencias cardíacas. 2º la mezcla aceites de soja, colza y girasol se usa para hacer margarina, aportando el 75% de los aceites usados en la obtención de la misma. 3º las principales disponibilidades de productos para aceites para cocinar son productos mezclados de bajo coste, como por ejemplo la mezcla de soja y colza. 4º Los aceites de palma, colza y soja tienen un peso fundamental en la elaboración de grasas compuestas. Por ello, estos cuatro aceites son substitutos próximos para la mayoría de los usos finales (margarina, aceites de cocina y grasas compuestas).

El aceite de maní permanece solo en términos de usos finales, ya que tiene un uso más limitado en el comercio culinario, de margarina y de materias grasas, porque el aceite de maní es mejor para fines de fritura.

Para el tercer grupo se han dejado los aceites de coco y de palmito, como un grupo separado, porque a ambos se les llama aceites láuricos. Los aceites láuricos están mejor acondicionados para preparar sopas y tienen ventajas sobre otros aceites vegetales en este campo.. Debido a este especial uso, la demanda para estos aceites es mas inelástica respecto al precio que la demanda para otros aceites.

3.3 Las series de precios.

Los precios utilizados en esta parte provienen del ISTA Mielke GbmH¹¹, que publica distintos informes sobre el sector. Los relevantes son Oil World Monthly y Oil World Annual, aunque en este caso los precios han sido remitidos directamente por personal de la institución¹².

Los precios, según el producto, están recogidos en distintos mercados (Rotterdam, Hamburgo, etc¹³), siempre en dólares USA por tonelada. En algunos casos son precios CIF, en otros FOB. Este echo no es relevante en el análisis, pues si bien introducen alguna diferencia en los precios en niveles, a la hora de estudiar la evolución conjunta esto será irrelevante. La periodicidad de los datos es mensual, y abarcan el período comprendido entre enero de 1977 y mayo de 2000.

Las series a las que se restringe el estudio son los precios de los aceites de soja, palma, maní, colza, girasol, palmito y coco. Como se ha comentado en la parte descriptiva, el resto tienen poco peso a nivel mundial en producción y comercio, por lo que sus efectos son mínimos.

Dado el alto grado de sustituibilidad entre los aceites vegetales comercializados en el mercado internacional, los precios de estos aceites no parece que vayan a divergir mucho entre ellos, al menos en el largo plazo.

¹⁰ In e Incher, 1997

¹¹ Information service for statistical analysis of the world markets of oilseeds, oilmeals, vegetable, animal and marine oils and fats (ISTA), Mielke GbmH Hamburgo.

¹² Juan Luis Osóres, osores@oilworld.de (www.oilworld.de).

¹³ Puertos de referencia a nivel mundial en la determinación del precio.

Durante el periodo bajo estudio, no ha habido cambios dramáticos en la estructura del mercado mundial de aceites, lo que significa que no debería haber ninguna anomalía relevante en los resultados obtenidos. Los precios se ven afectados por cambios en el dólar, pero esto no es relevante, pues estamos solo interesados en los movimientos relativos de precios. La mayor proporción de los aceites vegetales comercializados en el mercado internacional son aceites vegetales crudos, que no tienen diferencias significativas de calidad. Hay dos razones fundamentales en las limitaciones de comercio de aceites vegetales refinados. Por un lado, hay problemas técnicos referidos a la exportación de aceites vegetales refinados en relación al transporte. Por otro lado, los países importadores prefieren no importar aceites refinados, por los costes extras que suponen (prefieren refinarlos ellos).

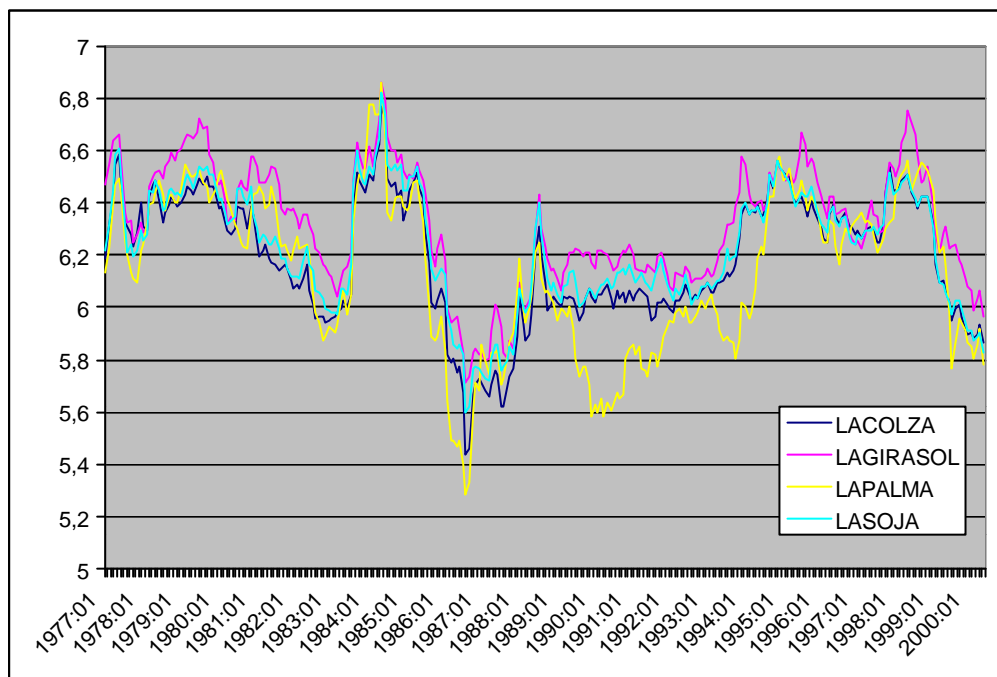
Basándonos en las características anteriores del mercado, los precios¹⁴ de los aceites se representan en los tres grupos mencionados (gráficos 5,6 y 7). Se ve en el gráfico 5 que los aceites de soja, colza, girasol y palma muestran similares pero no idénticas pautas de conducta. Los cuatro aceites exhiben marcadas tendencias de subidas (finales de 1983, durante 1988, en la segunda mitad de 1994) y bajadas (principios 1982 y 1986, y desde finales de 1998). Se observa también que los precios del aceite de girasol son siempre ligeramente superiores que el precio del de soja a lo largo del período, debido al hecho de que el aceite de girasol está muy valorado por su alto contenido en ácidos grasos insaturados.

En gráfico 6 se ve como el aceite de coco y el de palmito difieren de los aceites principales, pero están conectados estrechamente entre sí. Está claro que el aceite de coco y el aceite de palmito muestran un movimiento conjunto muy fuerte en el largo plazo.

¹⁴ Es común usar logaritmos con datos de precios, y así se hace en este caso, ya que los movimientos en precios son más estables en términos de porcentajes que en valor absoluto. Una transformación logarítmica nos da un conjunto de variables donde es apropiada una aproximación a sus relaciones de una forma lineal.

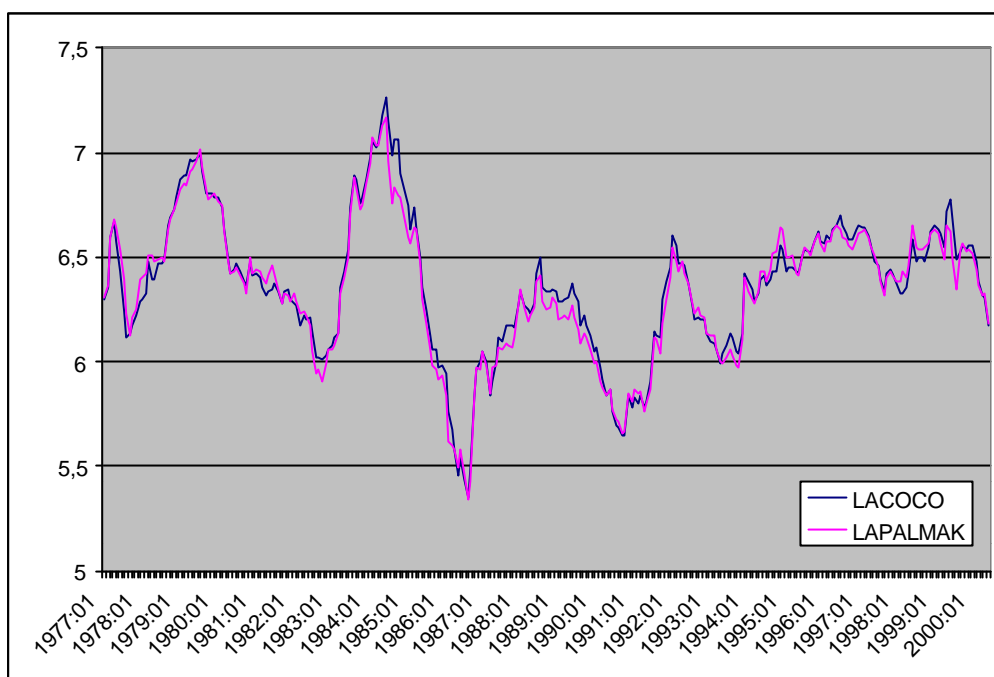
Del gráfico 7 se nota que el movimiento del precio del aceite de maní es claramente diferente al de soja y el resto de principales aceites, por las razones ya apuntadas..

Gráfico 5. Precios en logaritmos, 1977:01-2000:05.



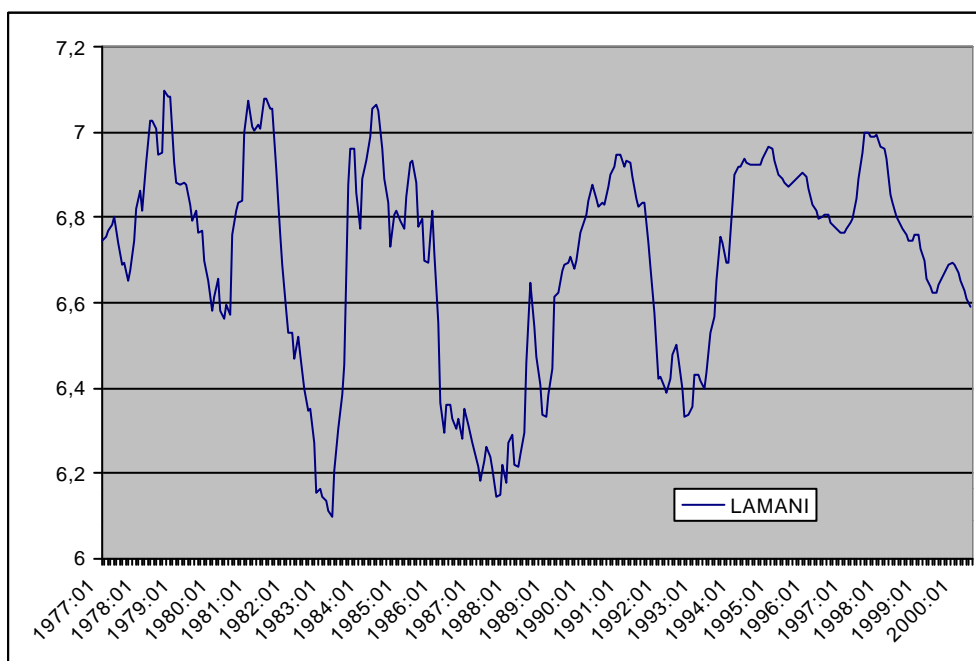
Fuente: Datos ISTA. Elaboración propia

Gráfico 6. Precios en logaritmos, 1977:01-2000:05.



Fuente: Datos ISTA. Elaboración propia

Gráfico 7. Precio en logaritmos, 1977:01-2000:05.



Fuente: Datos ISTA. Elaboración propia

4. Análisis univariante de las series de precios.

En el análisis univariante se tendrán en cuenta dos aspectos fundamentales. En primer lugar, la decisión sobre el posible comportamiento estacional de las series de precios estudiadas, y en su caso, el contraste sobre raíces unitarias estacionales. En segundo lugar, el contraste de raíces unitarias ordinarias, con los tests correspondientes.

No se incorporará la determinación de los modelos ARIMA, ni se realiza contraste de cambio estructural. Si bien ambos aspectos han sido analizados con TRAMO/SEATS al margen del presente estudio, no aportan información relevante. En el caso de los modelos, por no ser necesarios para el análisis posterior; en el caso del cambio estructural, porque no se ha apreciado, y los cambios atípicos (outliers) detectados son momentáneos y coinciden para la mayoría de las series, con lo que tampoco son relevantes en el análisis conjunto posterior.

4.1 El estudio de la estacionalidad.

Varios han sido los instrumentos de decisión sobre la posible estacionalidad de las series¹⁵. Puesto que se sabe de estudios anteriores¹⁶ y de la dinámica del mercado que no existe tal comportamiento, se utilizan sólo los elementos básicos de análisis. Los resultados para los correlogramas correspondientes no denotan comportamientos estacionales para los retardos relevantes. El estudio del espectro con TRAMO/SEATS, a partir de la estimación de los modelos tampoco ofrece un comportamiento estacional. En tercer lugar, el estudio a partir de comportamientos cíclicos armónicos no ofrece indicios de estacionalidad para los casos estudiados (1, 2 y 3 ciclos por año)¹⁷.

La ecuación para el estudio de estacionalidad ha sido, en representación trigonométrica¹⁸:

¹⁵ Para una revisión completa, Ghysels y Osborn, 2001.

¹⁶ In y Incher, 1997.

¹⁷ Sólo se incorporan en el trabajo los resultados de esta tercera vía.

$$lY_t = m + \sum_{k=1}^p a_k \cos\left(\frac{2pws}{12}\right) + b_k \sin\left(\frac{2pws}{S}\right) \quad (1)$$

Siendo lY_t la serie en logaritmos, μ una constante, k el número de ciclos considerados (en este caso de 1 a 3), ws una serie que recoge la posición de cada dato dentro del año, es decir, el mes correspondiente, y α_k y β_k los parámetros a estimar junto con su significación a partir del t-statistic. Si algún α_k o β_k resulta significativo, se supone que la serie tiene un comportamiento cíclico anual para el valor de k correspondiente.

Los resultados obtenidos por serie, para los ciclos mencionados son los recogidos en la tabla 1:

Tabla 1. Coeficientes a_k , b_k de comportamiento estacional¹⁹.

t-sta	Lasoja		Lapalma		Lagirasol		Lacolza		Lacoco		Lapalmak		lamani	
	α_p	β_p	α_p	β_p	α_p	β_p	α_p	β_p	α_p	β_p	α_p	β_p	α_p	β_p
k=1	-0,602	-0,333	0,284	1,522	-0,961	-0,531	-0,169	0,371	0,469	0,486	0,375	0,956	-0,696	-0,884
k=2	-0,592	-0,327	0,289	1,522	-0,954	-0,521	-0,156	0,377	0,469	0,493	0,376	0,963	-0,695	-0,879
	0,521	-0,553	0,510	-0,389	0,972	-0,298	0,655	-0,726	0,875	-0,074	0,964	-0,121	0,197	0,089
k=3	-0,590	-0,326	0,287	1,517	-0,950	-0,519	-0,155	0,375	0,467	0,491	0,375	0,960	-0,690	-0,875
	0,518	-0,551	0,505	-0,389	0,967	-0,295	0,649	-0,723	0,873	-0,076	0,961	-0,120	0,194	0,092
	-0,024	0,066	-0,134	0,275	0,176	0,086	0,024	0,210	-0,147	-0,094	0,329	-0,062	0,273	0,115

Se observa que no hay ninguna serie que tenga un coeficiente de comportamiento cíclico significativo, para los ciclos considerados. De esta forma, las series de precios de aceites no tienen un comportamiento estacional, pauta que se justifica en los siguientes argumentos:

- 1ª Si bien las cosechas de semillas sí tienen un comportamiento estacional y esto puede afectar a los precios de las mismas, no ocurre igual con los aceites, pues

¹⁸ Esta representación es la base del análisis espectral de la estacionalidad y el ajuste estacional. Una referencia temprana es Hannon, Terrel y Tuckwell (1970). Para una revisión actual de este análisis, ver por ejemplo, Inchausti y Vázquez, 1992; Vázquez, 2001.

¹⁹ Estimaciones realizadas con Eviews 4.0

estos son el resultado de la molturación de las semillas, y esta molturación se realiza conforme a los criterios de las empresas molturadoras, según la situación del mercado de aceites y tortas.

2ª Las producciones de aceites se realizan en los dos hemisferios, con lo que la posible vinculación a las cosechas de semillas queda anulada por la producción continua de las mismas a nivel mundial.

3ª La alta sustituibilidad entre los distintos aceites compensa las evoluciones de oferta y demanda estacionales posibles para cada uno de ellos.

4ª El mercado de futuros (el Chicago Board of Trade) supone el principal centro de negocios de los productos oleaginosos. En este mercado se anticipan en todo momento las evoluciones del sector, con lo que, salvo cambios graves, todos los efectos estacionales son anticipados y compensados. Los precios de mercado considerados en este trabajo están condicionados por ese precio de referencia del mercado de futuros.

Supuesto entonces que no hay comportamiento estacional, no se lleva a cabo el contraste de raíces unitarias estacionales, por no ser procedente en el caso de las series objeto de estudio.

4.2 Contraste de raíces unitarias.

Los test que se aplican en este caso para determinar el orden de integración de las series estudiadas, una vez verificados el cumplimiento de los requisitos de normalidad, son el Dickey-Fuller ampliado, el Phillips-Perron y el Kiatwoski.

1º Test ADF. Se estiman las siguientes ecuaciones²⁰.

²⁰ Tanto para este test como para el PP, se desconoce de antemano el proceso generador de datos, es decir, cual de las tres ecuaciones se adecua a la evolución de los datos. Por ello, se sigue el esquema de Holden y Perman, 1994; o Dolado, Jenkinson y Sosvilla-Rivero, 1990; para delimitar el proceso adecuado así

$$\begin{aligned}
a : \Delta IY_t &= m + b + r_a Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k g_i \Delta Y_{t-1} + e_t \\
b : \Delta IY_t &= m + r_a Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k g_i \Delta Y_{t-1} + e_t \\
c : \Delta IY_t &= r_a Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k g_i \Delta Y_{t-1} + e_t
\end{aligned} \tag{2}$$

siendo Δ operador de diferencias, IY_t la serie en logaritmos, $\hat{\alpha}$ la constante, $\hat{\beta}$ el coeficiente de la tendencia, $\hat{\gamma}$ la posible raíz unitaria (sobre la que se contrata la hipótesis nula $H_0: \hat{\gamma}=0$) y k el número de retardos de la variable objeto de estudio suficientemente largo para asegurar que no hay autocorrelación en los residuos \hat{e}_t (que son ruido blanco).

En la tabla 2 se recogen los resultados correspondientes para cada uno de los modelos anteriores.

Tabla 2. Resultados del test ADF²¹

ADF	Lasoja	Lapalma	Lagirasol	Lacolza	Lacoco	Lapalmak	Lamani	Valor Crítico
τ_τ	2,72	3,38	3,07	2,44	3,95	3,16	4,83	4,63
Φ_3	2,76	3,37	2,98	2,39	4,01	3,11	4,82	6,34
Φ_2	1,95	2,32	2,12	1,68	2,67	2,09	3,25	4,75
τ_μ	-2,32	-2,59	-2,44	-2,17	-2,82	-2,49	-3,11	-3,42
Φ_1	-2,26	-2,55	-2,39	-2,15	-2,79	-2,49	-3,15	-2,87
τ	-0,65	-0,61	-0,71	-0,57	-0,25	-0,43	-0,23	3,02
LM(1) ²²	1,694 (0,20)	1,065 (0,39)	0,802 (0,38)	0,447 (0,51)	0,771 (0,38)	0,504 (0,48)	0,062 (0,81)	
LM(12)	1,688 (0,07)	1,065 (0,39)	1,691 (0,07)	1,821 (0,05)	3,256 (0,01)	1,823 (0,05)	1,764 (0,06)	
Ret. Óptimo ²³	2	3	2	2	1	2	1	

como la existencia de la raíz unitaria. Una vez expuestos los resultados de los distintos test, se señalará el proceso generador de cada serie.

²¹ Elaborado con Eviews 4.0.

²² Test de Breusch-Godfrey (BG) o de multiplicadores de Lagrange (LM), para determinar la posible autocorrelación en los residuos (su interpretación es similar al Durbin-Watson, pero sin necesidad de que el proceso sea AR(1). El test ADF incorpora retardos para eliminar la autocorrelación en los mismos, y este test LM permite verificar para qué número de retardos la autocorrelación desaparece. Se realiza el test de autocorrelación para residuos retardados un período LM(1) y doce LM(12).

2º Test PP. Phillips y Perron, sugirieron ajustes no paramétricos de los estadísticos de Dickey-Fuller permitiendo la existencia de dependencia débil y heterogeneidad en los errores. La diferencia fundamental entre ambos es que mientras que la validez del procedimiento DF está basado en que los términos de error son ruido blanco, el procedimiento de PP modifica los estadísticos después de la regresión, para tener en cuenta el efecto de los errores autocorrelacionados que aparecen en los resultados.

Los valores obtenidos se recogen en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados del test PP²⁴

PP	Lasoja	Lapalm a	Lagirasol	Lacolza	Lacoco	Lapalma k	Lamani	Valor Crítico
τ_τ	2,72	3,38	3,07	2,44	3,95	3,16	4,83	4,63
Φ_3	2,76	3,37	2,98	2,39	4,01	3,11	4,82	6,34
Φ_2	1,95	2,32	2,12	1,68	2,67	2,09	3,25	4,75
τ_μ	-2,32	-2,59	-2,44	-2,17	-2,82	-2,49	-3,11	-3,42
Φ_1	-2,26	-2,55	-2,39	-2,15	-2,79	-2,49	-3,15	-2,87
τ	-0,65	-0,61	-0,71	-0,57	-0,25	-0,43	-0,21	3,02

3º Test KPSS. En muestras finitas los estadísticos ADF y PP están sesgados hacia el no rechazo de la hipótesis nula. Kwiatkowski y otros (1992) proponen una nueva vía en la que se contrasta la hipótesis nula de estacionariedad frente a la existencia de raíz unitaria. Los resultados se ofrecen en la tabla 4.

²³ Atendiendo a los resultados del test LM, estos son los retardos a considerar en cada serie para eliminar la autocorrelación en los residuos.

²⁴ Elaborado con Eviews 4.0. Para el parámetro de truncamiento, se ha utilizado $l=8$ ($2*(T)^{1/4}$)

Tabla 4. Resultados del test KPSS²⁵.

KPSS	Lasoja	Lapalm	Lagirasol	Lacolza	Lacoco	Lapalma	Lamani	Valor Crítico
		a	I			k		
τ_τ	0,28	0,399	0,354	0,345	0,274	0,343	0,227	0,119
τ_μ	0,349	0,497	0,456	0,361	0,293	0,365	0,244	0,347

Como resultado de los distintos test, podemos obtener la siguiente tabla 5, con el orden de integrabilidad de las distintas series, resultados que coinciden con las estimaciones de modelos ARIMA realizadas por TRAMO/SEATS, si bien este programa tiende a estimar raíces unitarias.

Tabla 5. Orden de integración de las series.

	Lasoja	Lapalm	Lagirasol	Lacolza	Lacoco	Lapalma	Lamani
	a	a	I	a	o	k	
DFA	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(0)
PP	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(0)
KPSS	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)

Por su parte, y a partir del esquema de selección del proceso generador de datos, que se aplica simultáneamente a la decisión sobre la existencia de raíz unitaria, se puede concluir que cada serie sigue los siguientes procesos:

Grupo a/

Lasoja: serie sin tendencia con media igual a cero ($\hat{\alpha}=0$, $\hat{\beta}=0$)

Lapalma: serie sin tendencia con media igual a cero ($\hat{\alpha}=0$, $\hat{\beta}=0$)

Lagirasol: serie sin tendencia con media igual a cero ($\hat{\alpha}=0$, $\hat{\beta}=0$)

Lacolza: serie sin tendencia con media igual a cero ($\hat{\alpha}=0$, $\hat{\beta}=0$)

²⁵ Resultados obtenidos con el RATS 5.0. EL parámetro de truncamiento ha sido $T^{1/3}$.

Grupo b/

Lacoco: serie sin tendencia con media igual a cero ($\hat{\alpha}=0$, $\hat{\alpha}=0$)

Lapalmak: serie sin tendencia con media igual a cero ($\hat{\alpha}=0$, $\hat{\alpha}=0$)

Grupo c/

Lamani: serie sin tendencia, con media distinta de cero ($\hat{\alpha}\neq 0$, $\hat{\alpha}=0$)

Así pues, parece claro el movimiento aislado de la serie de precios del aceite de maní, serie I(0) con media distinta de cero, a diferencia de las otras seis series. Y parece posible estudiar las interrelaciones entre esas series integradas de orden 1, para detectar posibles relaciones de cointegración.

5. Análisis de cointegración²⁶.

Engle y Granger, 1987 señalan que dos o más series están cointegradas cuando, siendo no estacionarias, una combinación lineal de las mismas sí lo sea. Esa combinación lineal es la ecuación de cointegración, y se interpreta como la relación de equilibrio a largo plazo entre las variables.

El test que se aplicará para detectar la posible cointegración entre las series objeto de estudio se fundamenta en VAR (modelos de vectores autorregresivos) usando la metodología desarrollada por Johansen, 1988, 1991, Johansen y Juselius, 1990.

Un VAR de orden p se define como:

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + m + bX_t + e_t \quad (3)$$

Donde:

²⁶ Estos resultados son preliminares, y están aún en una fase inicial de desarrollo. Se presenta solamente el inicio del análisis, que se espera sea completado en detalle para la presentación oral del trabajo, en junio.

Y_t es un vector de orden k de variables $I(1)$

X_t es un vector de rango d de variables dummies o exógenas.

μ es un vector de constantes

ε_t es un vector i.i.d $N_p(0, \Sigma)$

se puede reescribir el VAR como

$$\Delta Y_t = \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \Pi_{t-p} + \mu + bX_t + e_t \quad (4)$$

La matriz Π contiene la información de largo plazo en el sistema y es análoga a la representación de Engle y Granger, 1987. La información sobre el número de vectores de cointegración se encuentra en el rango de Π ($r < p$).

Existe una representación de Π tal que $\Pi = \alpha\beta'$, donde α y β son matrices $r \times p$. La β es la matriz de cointegración y tiene la propiedad de que $\beta'Y_t \sim I(0)$. Así, se pueden interpretar las relaciones de $\beta'Y_t$ como las relaciones estacionarias entre variables potencialmente no estacionarias, es decir, como relaciones de cointegración.

Para nuestro análisis, se establece un modelo VAR de seis variables, a saber, lasoja, lapalma, lagirasol, lacolza, lapalmak y lacoco, definidas para el período 1977:1, 2000:5. No se incluyen variables dummies, al haber desechado comportamiento estacional para las distintas series.

Los resultados obtenidos para el modelo, no restringido, y considerando el número de retardos más adecuado, igual a tres²⁷, se recogen en la tabla 6:

Tabla 6. Test sobre el rango de cointegración²⁸

Date: 02/27/02 Time: 15:26

Sample(adjusted): 1977:04 2000:05

Included observations: 278 after adjusting endpoints

Trend assumption: No deterministic trend (restricted constant)

Series: LACOCO LACOLZA LAGIRASOL LAPALMA LAPALMAK LASOJA

Lags interval (in first differences): 1 to 2

Unrestricted Cointegration Rank Test

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	5 Percent Critical Value	1 Percent Critical Value
None **	0.202197	162.7605	102.14	111.01
At most 1 **	0.142440	99.96210	76.07	84.45
At most 2 *	0.072490	57.24348	53.12	60.16
At most 3 *	0.060232	36.32350	34.91	41.07
At most 4	0.047499	19.05365	19.96	24.60
At most 5	0.019678	5.525098	9.24	12.97

(**) denotes rejection of the hypothesis at the 5%(1%) level

Trace test indicates 4 cointegrating equation(s) at the 5% level

Trace test indicates 2 cointegrating equation(s) at the 1% level

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	5 Percent Critical Value	1 Percent Critical Value
None **	0.202197	62.79837	40.30	46.82
At most 1 **	0.142440	42.71862	34.40	39.79
At most 2	0.072490	20.91998	28.14	33.24
At most 3	0.060232	17.26985	22.00	26.81
At most 4	0.047499	13.52855	15.67	20.20
At most 5	0.019678	5.525098	9.24	12.97

(**) denotes rejection of the hypothesis at the 5%(1%) level

Max-eigenvalue test indicates 2 cointegrating equation(s) at both 5% and 1% levels

²⁷ Se ha considerado en menor número posible de retardos, aunque tratando de pasar el mayor número de test posibles sobre los residuos. No se incluyen en el trabajo.

²⁸ Resultados obtenidos con Eviews 4.0. Los valores críticos han sido tomados de Osterwald y Lenum, 1992.

Se señalan los dos test aplicados. En el primero, al 95%, podrían aceptarse cuatro ecuaciones de cointegración. En el segundo, dos, al 95%.

6. Conclusiones

El comercio internacional de aceites vegetales oleaginosos cuenta con flujos diversos según distintos orígenes y destinos, siendo, en principio, independientes entre sí. Sin embargo, la relativamente alta sustituibilidad entre los distintos aceites atendiendo a sus usos finales hacen sospechar una posible relación estable entre los precios de los mismos.

Para estudiar estas relaciones se han presentado los usos finales de dichos aceites y se han agrupado conforme a estos usos. Se ha comparado visualmente las series de precios y se ha estudiado su comportamiento individual, tanto en lo que se refiere a un posible comportamiento estacional, como al orden de integración de las mismas y al modelo que mejor ajusta su evolución. Por último, y para las series $I(1)$, se ha presentado un avance muy inicial de las posibles relaciones de cointegración entre las mismas, análisis que está en proceso de desarrollo.

Conforme a estos argumentos, parece posible identificar tres grupos de aceites. Por un lado los de soja, palma, colza y girasol, por otro, los de palmito y coco, y un tercero integrado por el aceite de maní.

Todas las series son integradas de orden 1, excepto la de aceite de mani, que es $I(0)$. Ninguna de las series parece ofrecer un comportamiento estacional, aspecto que ha sido justificado en su momento.

Para las series $I(1)$ se han aplicado dos test sobre las posibles relaciones de cointegración, ofreciendo resultados dispares. En cualquier caso, este aspecto está siendo aún estudiado, con lo que no se aportan resultados definitivos.

Bibliografía:

- Dolado, J.J., Jenkinson, T.J., y Sosvilla-Rivero, S. (1990): 'Cointegration and Unit Roots: A Survey', *Journal of Economic Surveys*, 4:3, pp.249-273.
- Engle, R.F. y Granger, C.W.J. (1987): "Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing", *Econometrica*, 55:2, pp:251-276.
- FAO (varios años): "Boletín mensual FAO de estadísticas".
- FAO (varios años): "Boletín trimestral FAO de estadísticas".
- Friedeberg, A.S. (1989): "Protectionist rebalancing or market-oriented reform?. EC oils and fats policy", *Food Policy*, 14:4, pp: 301-307.
- Goddard, E.W. y Glance, S. (1987): "Demand for fats and oils in Canada, United States and Japan", *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 37:4, pp: 421-443.
- Holden, D. Y Perman, R. (1994): *Unit roots and cointegration for the economist*, St. Martin's Press, Nueva York.
- In, F. y Inder, B. (1997): "Long-run relationships between world vegetable oil prices", *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 41:4, pp:455-470.
- Inchausti, A. A. y Vázquez, N.A. (1992): *Econometría. Modelos deterministas y estocásticos. Teoría*, Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid.
- ISTA (2001): *Oil World 2020. Supply, demand and prices from 1976 through 2020*, Hamburgo.
- Johansen, S. (1988): "Statistical analysis of cointegration vectors", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12:2, pp:231-254.

- Johansen, S. (1991): "Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in gaussian vector autorregresive models", *Econometrica*, 59, pp: 1551-1580.
- Johansen, S. and Juselius, K. (1990): "Maximum likelihood estimation and inference on cointegration – with applications to the demand for money", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52:1, pp:169-210.
- Kwiatkowski, D., Phillips, P. C. B., Schmidt, P. and Shin, Y. (1992): "Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root: How Sure Are We that Economic Series Have a Unit Root", *Journal of Econometrics* 54, pp: 159-178.
- McGarry, M. J. y Shmitz, A. (Ed.) (1992): *The world grain trade. Grain Marketing, institutions and policies*, Westview Press, San Francisco.
- Osterwald-Lenum, M. (1992): "A note with quantiles of the asymptotic distribution of the maximun likelihood cointegration rank test statistics", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 54:4, pp: 461-471.
- Pehaut, Y. (1986): *Les oleagineux dans le monde*, Economica, París.
- Vázquez, N.A. (2001): *Econometría II: Análisis de modelos econométricos de series temporales*, Editorial AC, Madrid.
- Williams, W.G. y Thompson, R.L. (1984): "Brazilian Soybean Policy: the international effects of intervention", *Americna Journal of Agricultural Economics*, 66:3, pp: 488-498.