



ÁREA 3:

ECONOMÍA AGRARÍA Y RECURSOS NATURALES



Universidad de Valladolid
Departamento de Economía Aplicada

LOS INSTRUMENTOS ECONÓMICOS EN LA GESTIÓN DEL AGUA: EL CASO DE LA GESTIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS EN EL VINALOPÓ (ALICANTE)

MARTÍN SEVILLA
e-mail: martin.sevilla@ua.es

TERESA TORREGROSA
e-mail: teresa.torregrosa@ua.es

Departamento de Análisis Económico Aplicado
UNIVERSIDAD DE ALICANTE

Área temática: Economía Agraria de y los Recursos Naturales.

Resumen

Dentro de los distintos instrumentos que en la actualidad se están poniendo en marcha para la aplicación de la Directiva Europea del Agua de 2000, los de carácter fiscal son unos de los más conocidos y menos utilizados.

La tradición española en este sentido es la de que dicho instrumento sólo se utiliza “por imperativo legal” pero sin saber exactamente como puede afectar a los consumos y a la recuperación de costes de la inversión pública en el ciclo del agua.

La legislación española de aguas (1985, 1999, 2001 y 2005) creó los tributos denominados “canon por obras de regulación de aguas superficiales o subterráneas” y “tarifas de utilización del agua” sin que en ningún momento las instituciones encargadas de su aplicación hayan considerado que los mismos pudiesen ayudar a la articulación de los usos del agua en España.

Los efectos de la tradición en la aplicación de las denominadas “políticas de oferta de agua”, entendidas estas como la puesta a disposición de forma gratuita (o casi) a los usuarios privados el recurso agua, sigue siendo considerada como la forma más común para la gestión del recurso. Lo que en las décadas anteriores se realizaba a través de las infraestructuras y canalizaciones de derivación entre cuencas y ríos, ahora es sustituida simbólicamente por las infraestructuras de desalación o en obras amparadas en la denominación “de emergencia”.

No es ninguna novedad que las iniciativas que se han llevado a cabo en los últimos años acerca de la imposición de un tributo sobre el recurso natural agua en España hayan sido un tremendo fracaso.

Sin embargo, tanto por consideraciones legales para el cumplimiento de la DEA como por razones de racionalidad económica, el agua no puede ser considerada como un bien gratuito. Los tributos pueden coadyuvar en este proceso al identificar a los beneficiarios y al asignar la recuperación de costes del esfuerzo de las Administraciones Públicas realizan.

Un ejemplo de la posible utilización de estos instrumentos es el modelo aplicado para la solución de los problemas hídricos de una comarca con problemas de agotamiento de acuíferos y aportación de caudales adicionales a través de trasvases de otras cuencas dentro de la misma Demarcación hidrológica, conocida como el “Trasvase Júcar-Vinalopó” que aporta recursos procedentes del río Júcar a la comarca del Vinalopó abastecida por recursos subterráneos durante los últimos años.

Palabras clave: costes fijos; costes variables, tarifas del agua, trasvase.

Abstract

Among the different instruments that are currently being used for the application of the 2000 European Water Framework Directive (WFD), those related to taxes stand out as being some of the best known but least used. The Spanish tradition shows that these instruments are conventionally used by *legal*

requirement but without knowing exactly the effects they have on consumption and on the cost-recovery of public investments in the water cycle. The effects of the traditional “supply-side water policies” —understood as free (or nearly free) availability of water resources for private users— are still regarded as the most suitable water management option. It is well known that the initiatives in the area of water resource taxation undertaken in Spain in recent years have been a tremendous failure. Nevertheless, not only the legal considerations related to the fulfilment of the WFD but also other economic rationality reasons make it clear that water cannot be considered a free good. The contribution made by taxes could consist in identifying the beneficiaries and assigning the cost recovery of Public Administrations.

In order to illustrate the potential use of these instruments, this paper will thoroughly review the model applied to find possible solutions to the water-related problems existing in a region characterised by aquifer depletion and overexploitation and an additional water transfer within the same hydrological demarcation, known as the *Júcar-Vinalopó Transfer*.

This transfer provides the Vinalopó Region —usually supplied by groundwater— with resources from the Júcar River. The proposal from the cost-recovery perspective is that, regardless of European financial support, costs should be defrayed by the holders of water rights in the area (whether they irrigate or not); by users of water coming from the transfer; and by those who continue to use groundwater resources. This would make it possible to identify the beneficiaries of the transfer works and, to a certain extent, to define the dimension of the benefits. The model in its general conception can also be used in other types of projects because it gives a private perspective to the application of traditionally public initiatives, clarifying the water property rights and concessions system.

Key words: Fixed costs, variable costs, water rates, water transfer

1. Introducción

La realización del Trasvase Júcar-Vinalopó y la llegada del agua procedente del río Júcar a las comarcas del Vinalopó y Alacantí, va a suponer un fuerte cambio en el funcionamiento de las distintas entidades que extraen, distribuyen y consumen el agua procedente de los distintos acuíferos de la zona.

Con este trabajo se quiere hacer una propuesta de aplicación de cánones y tarifas sobre los titulares de derechos y usuarios que trate de resolver de una forma estable los distintos intereses que se dan en la zona.

Para ello se han considerado varios escenarios tanto desde el punto de vista de los costes a repercutir en los usuarios como de los ingresos que se pueden obtener por la aplicación de distintas tarifas y cánones.

2. El problema

La organización y planificación del agua en España desde 1985 con la aprobación de la Ley de Aguas permite identificar los recursos y las necesidades hídricas asociándolos a las diferentes Demarcaciones Hidrográficas. A su vez, dentro de estas se identifican los denominados Sistemas de Explotación para, de esta forma analizar los balances de necesidades dentro de las mismas y plantear, en cada caso las formas de gestión de los recursos así como las posibles aportaciones de otros sistemas dentro de la misma Demarcación.

Las comarcas del Vinalopó y Alacantí en la provincia de Alicante que conforman el denominado Sistema Vinalopó-Alacantí, sufren una importante insuficiencia de recursos hídricos propios para satisfacer sus demandas de abastecimiento y regadío. Los estudios del Plan Hidrológico de Cuenca del Júcar (PHCJ), aprobado en 1998 han previsto paliar este déficit mediante la transferencia de recursos hídricos a través de una conducción desde el río Júcar hasta las inmediaciones de la localidad de Villena, donde se hallan algunos de los acuíferos más importantes de la zona, y desde donde partirían las infraestructuras que conducirán los recursos hasta los centros de consumo urbano y agrícola.

La transferencia Júcar-Vinalopó fue recogida en el PHCJ¹. Posteriormente fue declarada de interés general, y quedó incluida en el Anexo II del Plan Hidrológico Nacional, en el que se mantiene en la actualidad como elemento de gran importancia en la programación de actuaciones en la cuenca del Júcar.

La Orden del Ministerio de Medio Ambiente, de 13 de agosto de 1999, dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del PHCJ. En estas determinaciones normativas se recogen los criterios básicos para la asignación y reserva de los recursos del río Júcar, indicando que *“satisfechas todas las necesidades anteriores, podrán aprovecharse los recursos sobrantes para paliar la sobreexplotación de acuíferos y el déficit de abastecimiento del área Vinalopó-Alacantí y Marina Baja”*.

El contenido normativo del Plan Hidrológico de la Cuenca del Júcar, en su artículo 15, expresa lo siguiente:

“Se fija en 80 Hm³ el volumen máximo anual que puede destinarse actualmente a paliar la sobreexplotación y déficit de abastecimiento del área del Vinalopó-Alacantí y Marina Baja. Con objeto de no rebajar las garantías del resto de usuarios del sistema de explotación Júcar, el organismo de cuenca elaborará las necesarias normas de explotación. La transferencia podrá hacerse efectiva, en su caso, de forma inmediata, tras la finalización de las correspondientes infraestructuras”.

En noviembre de 2002 se inicia mediante la encomienda de gestión directa del Ministerio de Medio Ambiente (MMA) a la empresa pública Aguas del Júcar, S.A., la ejecución de las obras de la conducción Júcar-Vinalopó, con punto de toma en el embalse de Cortes. Esta conducción, de acuerdo el proyecto constructivo vigente, es capaz de permitir una transferencia de caudales del río Júcar hasta el área del Vinalopó-Alacantí y Marina Baja de hasta 80 hm³ anuales.

La realización de este Proyecto ha generado una gran polémica en estos últimos años, al considerar el MMA que la toma del agua en el cauce medio del Júcar (el denominado Cortes de Pallás), no garantizaba recursos suficientes para alcanzar la media anual de 80 Hm³ sin generar un conflicto con el resto de los usuarios históricos de las aguas del Júcar (polarizados alrededor de la denominada Acequia Real del Júcar), siendo insuficientes los ahorros que se están generando en los regadíos para trasvasar un mínimo de excedentes. La alternativa planteada ha sido la de trasladar el punto de la toma de aguas a las proximidades de la desembocadura del río (toma del Azud de la Marquesa en el término municipal de Cullera), elevándose las aguas una vez han sido atendidos todos los consumos y usos de la zona.

¹ Real Decreto 1664/1998, de 24 julio, BOE 11-08-1998

Este cambio de criterio, que lleva también aparejada la eliminación de los usos para abastecimiento urbano de este agua -las demandas urbanas de la Marina Baja serían atendidas mediante la desalación prevista en el denominado Plan Agua del MMA-, han sido rechazadas hasta ahora por los futuros usuarios del Trasvase representados por la Comunidad General de Usuarios del Vinalopó, Alacantí y Marina Baja (GCUVAM) , al considerar que dicho cambio no está suficientemente justificado, la calidad del agua sería mucho peor y que, además, los costes de la misma se dispararían.

En estos momentos, por parte del MMA, a través de la empresa pública Aguas del Júcar S.A. se continúa adelante con el Proyecto, habiéndose solicitado a la UE la subvención de hasta 140 millones de Euros para hacer posible dicho Trasvase que redundaría en disminuir el déficit de agua para regadío en la zona y también en la mejora medioambiental de los acuíferos.

Con independencia del desarrollo y solución final de estas cuestiones, desde el punto de vista económico y financiero, se ha planteado la cuestión de cómo deberían de pagarse el resto de la inversión a realizar con el Trasvase así como para distribuir los gastos de explotación anuales entre los distintos beneficiarios del mismo.

3. Aplicación de los criterios

Se ha considerado que todas las actuales entidades que extraen el agua de los acuíferos del Sistema Vinalopó-Alacantí van a ser beneficiarios de las obras del Trasvase Júcar-Vinalopó. Los que van a consumir las aguas del trasvase, porque son los que se benefician preferentemente de sus aportes tanto en cantidad, calidad y garantía de suministro. En este grupo están incluidas todas las entidades actualmente con derechos de extracción en los acuíferos del sistema con usos en la agricultura.

Pero no cabe duda que también van a ser beneficiarios los propietarios y concesionarios de pozos cuyas aguas van con destino a los abastecimientos o venta en alta que, a través de la mejora de los acuíferos por las menores extracciones se van a beneficiar indirectamente de las obras.

A estos efectos se han determinado tres grandes grupos de criterios de beneficio:

- Las entidades con derechos y concesiones de agua en el Sistema Vinalopó-Alacantí, con independencia de la procedencia de las aguas que usen. Incluiría a todas las entidades.

- Las entidades con derechos y concesiones de agua en el Sistema Vinalopó-Alacantí que van a continuar extrayendo el agua de los acuíferos sin hacer uso de las procedentes del Trasvase Júcar-Vinalopó. Incluiría especialmente a los Ayuntamientos.
- Las entidades con derechos y concesiones de agua en el Sistema Vinalopó-Alacantí que van a hacer uso de las aguas procedentes del Trasvase. Incluiría especialmente a las entidades de riego.

La aplicación de este sistema de explotación no sólo dependería de la sociedad Aguas del Júcar S.A. sino que debería ser aprobado por la Confederación Hidrográfica del Júcar, ya que el mismo afecta a la articulación de las concesiones y derechos sobre el agua del sistema.

4. Variables utilizadas sobre costes de inversión y explotación del sistema

En el Cuadro siguiente hemos analizado los costes de explotación del Trasvase Júcar-Vinalopó en función de distintos escenarios de aguas a trasvasar desde el Júcar. Para ello se han tomado como base los cálculos efectuados por Aguas del Júcar S.A. en la redacción del Proyecto de conducción. En el proyecto se han calculado los costes sólo para el trasvase de 80 Hm³, por lo que para la determinación de los costes de caudales trasvasados inferiores se han mantenido los costes fijos y se ha hecho un cálculo proporcional de los costes variables en cada caso. El dato más relevante es el de que aunque no haya trasvase de agua va haber que hacer frente a un volumen considerable de costes fijos.

Cuadro 1a Gastos de explotación del Trasvase Júcar-Vinalopó para volúmenes trasvasados de 80 hm³ y 60 Hm³.

Concepto	80 Hm ³			60 Hm ³		
	Costes Fijos	Costes Variables	Total Costes de Mantenimiento	Costes Fijos	Costes Variables	Total Costes de Mantenimiento
Costes de Energía	2.542.941	4.097.479	6.640.420	2.542.941	3.073.109	5.616.050
Contrato de mantenimiento	500.000	1.500.000	2.000.000	500.000	1.125.000	1.625.000
Reparaciones	1.000.000		1.000.000	1.000.000		1.000.000
Seguros	100.000		100.000	100.000		100.000
Dirección Explotación	459.867		459.867	459.867		459.867
Dotaciones y Provisiones	2.500.000		2.500.000	2.500.000		2.500.000
TOTAL	7.102.808	5.597.479	12.700.287	7.102.808	4.198.109	11.300.917

Cuadro 1b Gastos de explotación del Trasvase Júcar-Vinalopó para volúmenes trasvasados de 40 hm³, 20 hm³ y 0 hm³

Concepto	40 Hm ³			20 Hm ³			0 Hm ³		
	Costes Fijos	Costes Variables	Total Costes de Mantenimiento	Costes Fijos	Costes Variables	Total Costes de Mantenimiento	Costes Fijos	Costes Variables	Total Costes de Mantenimiento
Costes de Energía	2.542.941	2.048.740	4.591.681	2.542.941	1.024.370	3.567.311	2.542.941		2.542.941
Contrato de mantenimiento	500.000	750.000	1.250.000	500.000	325.000	825.000	500.000		500.000
Reparaciones	1.000.000		1.000.000	1.000.000		1.000.000	1.000.000		1.000.000
Seguros	100.000		100.000	100.000		100.000	100.000		100.000
Dirección Explotación	459.867		459.867	459.867		459.867	459.867		459.867
Dotaciones y Provisiones	2.500.000		2.500.000	2.500.000		2.500.000	2.500.000		2.500.000
TOTAL	7.102.808	2.798.740	9.901.548	7.102.808	1.349.370	8.452.178	7.102.808		7.102.808

Al mismo tiempo, a estos costes debemos sumar los correspondientes a la amortización del préstamo, con lo que los costes totales serían:

Cuadro 2 Estructura de los costes del Trasvase Júcar-Vinalopó según volúmenes trasvasados

Hm³	0 Hm³	20 Hm³	40 Hm³	60 Hm³	80 Hm³
Amortización préstamo	3.749.876	3.749.876	3.749.876	3.749.876	3.749.876
Costes fijos	7.102.808	7.102.808	7.102.808	7.102.808	7.102.808
Costes variables		1.349.370	2.798.740	4.198.109	5.597.479
Total costes de explotación	7.102.808	8.452.178	9.901.548	11.300.917	12.700.287
Total costes	10.852.684	12.202.054	13.651.424	15.050.793	16.450.163

Los costes de explotación se han extrapolado a los 35 años previstos para la amortización de un préstamo de 75 millones de euros solicitado, previéndose un incremento anual de los costes de explotación de un 3% por motivo de la inflación.

Este marco respecto a las distintas posibilidades sobre el trasvase de aguas, que plantea dos escenarios distintos para la evolución de los costes fijos (de explotación y de amortización del crédito se ha relacionado con las posibilidades de aplicación de tarifas discriminatorias según los criterios apuntados anteriormente. Estos criterios generan tres ámbitos de las tarifas: según derechos de extracción, según extracciones y según consumos de agua del trasvase.

Lo que se pretende es un adecuado reparto entre los mismos que contribuya a sufragar tanto la parte proporcional del coste de la inversión efectuada como la recuperación de los acuíferos del sistema, primando los consumos de agua procedente del Trasvase sobre los procedentes de las extracciones del acuífero, tratando de repercutir el mínimo de precios del agua que hicieran sostenible todo el sistema.

5. El equilibrio del sistema Vinalopó-Alacantí a través de Cánones y Tarifas

La regulación de las aguas superficiales y subterráneas en España se ha tratado de aplicar hasta la fecha de una forma independiente, generándose así desplazamientos de los consumos entre unas y otras con independencia de la voluntad del regulador. Los usuarios han tratado de adaptar los costes y beneficios obtenidos de las mismas en función de criterios privados que no han coincidido en la mayoría de los casos con el espíritu que debe imperar en la utilización de los recursos medioambientales².

Ante la puesta en marcha del Trasvase Júcar-Vinalopó, se trata de hacer una propuesta de regulación en la que las tarifas sobre el agua, entendidas de una forma amplia, actúan de forma que, al mismo tiempo que se consigue el equilibrio económico financiero de la explotación del uso conjunto de aguas superficiales (Trasvase) y subterráneas se complementa con la recuperación de los acuíferos y se hacen intervenir factores de recuperación de costes y solidaridad entre los distintos usuarios. Para ello se ha considerado un modelo de funcionamiento de los consumos y tarifas de la siguiente forma:

$$C_T = C_A + C_F + C_V = T_A + T_E + T_C = I_T$$

Donde:

C_T = Costes totales del Trasvase Júcar-Vinalopó

I_T = Ingresos totales por tarifas del Trasvase Júcar-Vinalopó

C_A = Costes de amortización del préstamo (principal e intereses) de 75 millones de €

C_F = Costes fijos del Trasvase Júcar-Vinalopó

C_V = Costes variables del Trasvase Júcar-Vinalopó

T_A = Tarifas para la amortización del préstamo

T_E = Tarifas sobre las extracciones de agua de los acuíferos del Sistema Vinalopó-Alacantí

$$T_E = \frac{1}{2} C_F$$

T_C = Tarifas sobre los consumos de agua del Trasvase Júcar-Vinalopó

$$T_C = C_V + \frac{1}{2} C_F$$

Las relaciones entre las distintas variables a tener en cuenta serían las siguientes:

² Véase I. T. G. E (1989). *Las aguas subterráneas en España*. I. T. G. E. Madrid y MMA (2000) *Libro Blanco del Agua en España*. Secretaría de Estado de Aguas y Costas. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas.

$$C_A = T_A$$

Los costes de amortización del préstamo (principal e intereses) de 75 millones de € que ha de solicitar la sociedad Aguas del Júcar S.A. deben ser equivalentes a los ingresos procedentes de las tarifas que deben aplicarse a todas las entidades con derechos en el Sistema Vinalopó-Alacantí. Todos los beneficiarios, directos e indirectos contribuirían a su financiación en función de los derechos (en concesiones de agua) que tengan. En este caso no se diferenciarían entre derechos para abastecimiento, agricultura u otros usos.

$$C_F = T_E + (T_C - C_V)$$

Los costes fijos del Trasvase son los generados por el mantenimiento de las infraestructuras con independencia de que se realice o no el mismo. Estos van a ser unos costes permanentes todos los años de los que se benefician directamente los consumidores agrícolas del agua (el agua del Trasvase es sólo para regadío) y todos los consumidores al mejorar el estado de los acuíferos en cantidad, calidad y suficiencia. La propuesta sería que los mismos los sufragaran al 50% ambos grupos.

El efecto económico de esta propuesta es que mientras la repercusión en €/m³ para las extracciones de agua van a ser crecientes cuando disminuyan las mismas, la repercusión sobre los precios del agua del Trasvase va a ser decreciente cuando aumenten los volúmenes trasvasados, acercándose los precios entre unos y otros: Con esta equivalencia se fomenta el consumo de agua del Trasvase cuando sea posible y se penaliza el mantenimiento de las extracciones cuando esto suceda.

$$T_C = C_V + \frac{1}{2} C_F$$

Los costes variables están relacionados con las cantidades de agua trasvasada y, por lo tanto se incorporan en su totalidad a las tarifas de los usuarios de esta agua. A estos hay que sumarles la mitad de los costes fijos del Trasvase para obtener la Tarifa total de consumo. De esta forma, cuanto mayor sea el consumo de agua del Trasvase, los precios en €/m³ serán menores. Este sistema de tarifas permite que la demanda de agua del Trasvase sea creciente ante la ventaja en tener las menores tarifas unitarias €/m³ de esta agua cuanto mayor sea el volumen trasvasado, procurando de esta forma que las infraestructuras funcionen al 100% de sus posibilidades. Este comportamiento sería complementado por la elevación de las tarifas en €/m³ para las extracciones de agua de los acuíferos, penalizando la sobreexplotación de los mismos y contribuyendo a su recuperación.

Dos supuestos adicionales deben ser tenidos en cuenta a la hora de valorar este modelo: Los derechos de extracción existentes en el Sistema Vinalopó-Alacantí y el tope máximo de extracciones de los acuíferos. Según los datos aportados por la CHJ, en la actualidad, los concesionarios de los pozos del Sistema Vinalopó-Alacantí suponen unos derechos totales de 175 Hm³.³ Al estar estos relacionados con el seguimiento de la instalación de los contadores en la zona, se ha considerado que eran más apropiados para hacer el cálculo de los derechos de los mismos que los calculados por la CHJ en 2004. Estos eran en concreto los siguientes:

Cuadro 3 Estimación provisional de derechos de agua por UHG (hm³ /año).

UHG	Nombre UHG	Derechos estimados (hm ³ /año)
08.33 V	Almansa	0,07
08.34 V	Sierra Oliva	7,44
08.35	Jumilla-Villena	37,24
08.36 V	Villena-Benejama	69,07
08.40 V	Sierra Mariola	5,83
08.41	Peñarrubia	9,48
08.42	Carche-Salinas	15,97
08.43	Argueña-Maigmo	13,70
08.44 V	Barrancones-Carrasqueta	6,85
08.49	Agost-Monegre	6,64
08.50	Sierra del Cid	8,13
08.51	Quibas	9,40
08.52	Crevillente	22,95
08.99	Impermeable	13,55
Total		226,32

Fuente: CHJ; Oficina de Alicante,. *Informe para La Comisión Europea sobre la Conducción Júcar-Vinalopó Comunidad Valenciana (España)*. Diciembre 2004. Pg.15

Al crear una tarifa o canon sobre los derechos para hacer frente a la amortización del préstamo para inversiones, se actúa sobre todos los propietarios, con independencia de que utilicen o no las aguas. La calificación de los terrenos como de regadío (suponemos que todos los derechos sobre agua para abastecimiento se mantendrían, aunque se debería prestar una atención especial a las entidades con derechos actuales que “exportan” el agua a la costa) supone para los mismos un valor muy superior a los terrenos calificados como de secano, por lo que es coherente que sean esos propietarios los que contribuyan a estas mejoras que aseguran mayores aportaciones de agua.

³ En el Estudio de la CHJ de 2004 se estiman en 225 Hm³. Es reseñable la dificultad de saber con exactitud cuales son en realidad, ante la falta de un Registro de derechos acabado (Plan ARYCA y ahora Plan ALBERCA) y la dificultad añadida de ser esta zona la de mayor número de acuíferos compartidos entre dos Cuencas: Segura y Júcar. Este hecho requeriría una atención especial para poner en común los

Esta situación podría ser también utilizada para precisar estos derechos, ya que algunos propietarios podrían renunciar al mismo excluyéndose de las zonas de regadío, disminuyéndose la superficie total con derechos. El efecto supondría una pequeña elevación de la tarifa (canon) sobre los propietarios con derechos restantes y una clarificación de las superficies totales de regadío en la zona.

La recarga anual del Sistema Vinalopó-Alacantí, según los datos del ITGME⁴ es de 54 Hm³, por lo que hemos considerado que el escenario final estable del funcionamiento del sistema sería de una oferta total de 134 Hm³, que haría frente a la demanda para todos los usos.

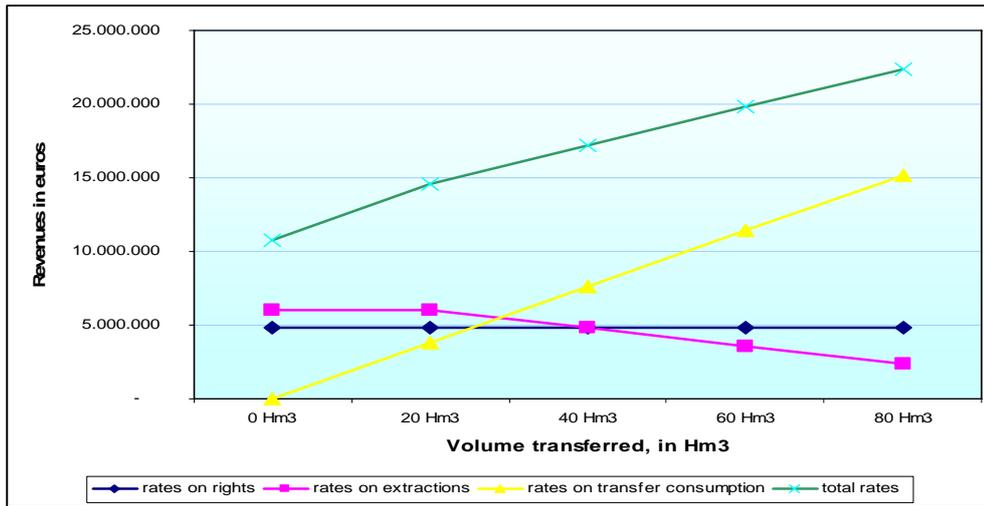
Ante los compromisos existentes sobre la realización del Trasvase, se ha considerado que en la situación extrema de no realizar ningún Trasvase de aguas procedente del Júcar, el desfase provocado por la mitad de los costes fijos sería con cargo a la Administración medioambiental. Este supuesto se podría modificar creando un Fondo anual en previsión de estas situaciones sufragado a través de una mayor aportación de los usuarios. El resultado para varios escenarios de agua trasvasada puede verse en el cuadro del Anexo I.

En el Gráfico siguiente se pueden ver las contribuciones que por la aplicación de las diferentes tarifas podrían generar en los distintos ingresos necesarios para equilibrar los costes según las distintas aportaciones de agua trasvasada, manteniéndose en todas las situaciones los ingresos por derechos y extracciones y siendo crecientes los ingresos por consumos en función de los consumos de agua trasvasada.

Gráfico 2 Ingresos por tarifas del Trasvase Júcar-Vinalopó

critérios de explotación del Sistema en los dos ámbitos y no limitar las extracciones en una parte y no regular la de la otra.

⁴ ITGME (1995, P. 19) *Los recursos hídricos en la Comunidad Valenciana*. ITGME y Generalitat Valenciana.

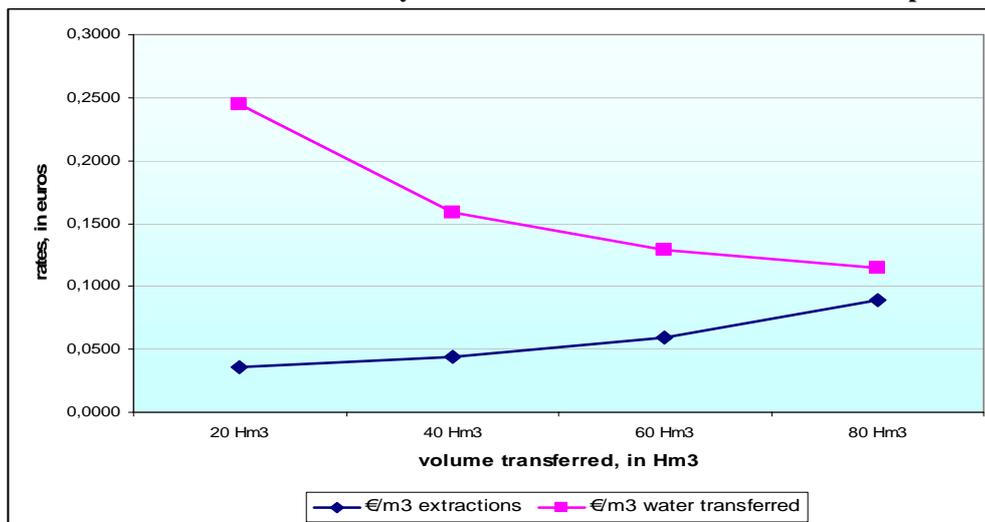


Los precios unitarios incorporados, como se ha dicho anteriormente serían decrecientes, para el agua trasvasada y crecientes para las extracciones de los acuíferos, aunque no llegarían a igualarse:

Cuadro 5 Ingresos y tarifas del Trasvase y de las extracciones

Trasvase m3	Ingresos por trasvase (€)	Tarifa €/m3	Extracciones m3	Ingresos de extracciones €	Tarifa €/m3
20.000.000	4.900.774	0,245	100.000.000	3.551.404	0,0355
40.000.000	6.350.144	0,1588	80.000.000	3.551.404	0,0444
60.000.000	7.749.513	0,1292	60.000.000	3.551.404	0,0592
80.000.000	9.148.883	0,1144	54.000.000	3.551.404	0,0658
80.000.000	9.148.883	0,1144	40.000.000	3.551.404	0,0888

Gráfico 3 Tarifas sobre extracción y sobre consumos del Trasvase Júcar-Vinalopó



Las determinaciones de las tarifas del Trasvase vendrían generadas, como se ha señalado por el 50% de los costes fijos y por todos los costes variables que, combinados, originarían cifras unitarias decrecientes en función del agua trasvasada.

Cuadro 6 Costes, volúmenes trasvasados y tarifas €/m3 del agua trasvasada; Hm3

Consumo Trasvase (Hm3)	m3	50% Costes fijos (€)	Costes Variables (€)	Costes de Tarifa Consumo (€)	€/m3
20	20.000.000	3.551.404	1.349.370	4.900.774	0,245
40	40.000.000	3.551.404	2.798.740	6.350.144	0,1588
60	60.000.000	3.551.404	4.198.109	7.749.513	0,1292
80	80.000.000	3.551.404	5.597.479	9.148.883	0,1144

6. Conclusiones

- La puesta en marcha del Trasvase Júcar-Vinalopó supondrá en el futuro la necesidad de articular el funcionamiento de la utilización de las aguas subterráneas y superficiales en el Sistema Vinalopó-Alacantí.
- La articulación del sistema requerirá tanto de normas de funcionamiento como de distribución de las cargas y beneficios entre todos los usuarios del sistema.
- En este funcionamiento deben ser tenidos en cuenta la recuperación de los costes de explotación como la amortización de los préstamos utilizados para la construcción de las infraestructuras y la amortización del capital correspondiente.
- Se ha considerado que los beneficiarios del Trasvase son todas las entidades con derechos sobre los acuíferos, las entidades que continuarán extrayendo el agua simultáneamente a los trasvases y los consumidores directos del agua del trasvase.
- Se ha considerado que los distintos costes se pueden distribuir entre los beneficiarios a través de tres tipos de cánones y tarifas: Sobre derechos, sobre extracciones y sobre consumos.
- Se han propuesto unas distribuciones entre los beneficiarios que permiten equilibrar los costes totales y que contribuyen a la mejora y recuperación de los acuíferos.
- Se ha procurado que la repercusión por m3 no suponga distorsiones notables sobre los costes actuales del agua.

Referencias:

- CHJ (2004) *Informe para La Comisión Europea sobre la Conducción Júcar-Vinalopó Comunidad Valenciana (España)*. CHJ, Oficina de Alicante Diciembre 2004.

- I. T. G. E (1989). *Las aguas subterráneas en España*. I. T. G. E. Madrid

- MMA (2000) *Libro Blanco del Agua en España*. Secretaría de Estado de Aguas y Costas. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. Madrid

- Pernia; J.M; Cuesta, F. (dir.) (1996) *Los recursos hídricos en la Comunidad Valenciana*. Instituto Tecnológico Geominero de España; Dirección General de la Calidad Ambiental, Conselleria de Agricultura y Medio Ambiente. Madrid

Anexo I: Ingresos por tarifas del Sistema Vinalopó-Alacantí

Volumen Trasvasado	Origen del agua	Hm3	Tarifa sobre derechos (0,021€/175 Hm3)	Tarifa sobre extracciones	Tarifa fija sobre consumo Trasvase	Tarifa variable sobre consumo Trasvase	Tarifas sobre consumo Trasvase	Total Ingresos (€)	Total costes	Diferencias
0 Hm3	Derechos	175	3.749.876					3.749.876		
Tarifa 0,0355	Extracciones	100		3.551.404				3.551.404		
	Trasvase	0								
	Total	100	3.749.876	3.551.404				7.301.280	10.852.684	-3.551.404
20Hm3	Derechos	175	3.749.876					3.749.876		
Tarifa 0,0355	Extracciones	100		3.551.404				3.551.404		
Tarifa 0,2450€	Trasvase	20			3.551.404	1.349.370	4.900.774	4.900.774		
	Total	120	3.749.876	3.551.404	3.551.404	1.349.370	4.900.774	12.202.054	12.202.054	0
40 Hm3	Derechos	175	3.749.876					3.749.876		
Tarifa 0,0444	Extracciones	80		3.551.404				3.551.404		
Tarifa 0,1588€	Trasvase	40			3.551.404	2.798.740	6.350.144	6.350.144		
	Total	120	3.749.876	3.551.404	3.551.404	2.798.740	6.350.144	13.651.424	13.651.424	0
60 Hm3	Derechos	175	3.749.876					3.749.876		
Tarifa 0,0592	Extracciones	60		3.551.404				3.551.404		
Tarifa 0,1292€	Trasvase	60			3.551.404	4.198.109	7.749.513	7.749.513		
	Total	120	3.749.876	3.551.404	3.551.404	4.198.109	7.749.513	15.050.793	15.050.793	0
80 Hm3	Derechos	175	3.749.876					3.749.876		
Tarifa 0,0657	Extracciones	54		3.551.404				3.551.404		
Tarifa 0,1144€	Trasvase	80			3.551.404	5.597.479	9.148.883	9.148.883		
	Total	134	3.749.876	3.551.404	3.551.404	5.597.479	9.148.883	16.450.163	16.450.163	0

ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA CONTROLADA POR LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR Y SU RELACIÓN CON EL CAUDAL (1994-2004)

Eduardo Beamonte Córdoba

Departamento de Economía Aplicada
Universitat de València
e-mail: beamonte@uv.es

Alejandro Casino Martínez

Departamento de Economía Aplicada
Universitat de València
e-mail: Alejandro.Casino@uv.es

Ernesto J. Veres Ferrer

Departamento de Economía Aplicada
Universitat de València
e-mail: Ernesto.Verés@uv.es

Área temática: Economía Agraria y Recursos Naturales.

Resumen

La aplicación de un Índice General de Calidad a los datos observados sobre un grupo de parámetros-indicadores de carácter físico-químico, ha permitido evaluar la calidad del agua en un conjunto de estaciones de control dependientes de la Confederación Hidrográfica del Júcar, en el período 1994-2004. En este trabajo se efectúan diversos análisis estadísticos sobre los valores obtenidos con el citado índice con objeto de clasificar la calidad del agua y efectuar estudios comparativos desde una perspectiva tanto temporal como espacial. Además, se estudia la interrelación entre la calidad y la cantidad de agua circulante mediante la aplicación de métodos adecuados para el tratamiento de datos de panel.

Palabras clave: Análisis de datos, calidad del agua, características físico-químicas, datos de panel, índice de calidad.

1. Introducción.

En nuestro país y su entorno, la preocupación por la calidad del agua es creciente en los últimos años. Este hecho se pone de manifiesto en diversas investigaciones de carácter empírico, como es el caso de los trabajos de Beamonte et al. (2004a, 2004b, 2005a, 2005b y 2007), Graça y Coimbra (1998), Kindler et al. (1998), Moatar et al. (2001), Prat y Munné (2000) y Reisenhofer et al. (1998).

El concepto de calidad del agua es complejo, por la gran cantidad de elementos que en él intervienen, y está íntimamente ligado al uso de la misma. Una calidad determinada ha de hacer referencia a un uso también preestablecido, presentando cada uno de ellos requerimientos específicos (Poch, 1999). Las categorías más usuales según empleos son las de las aguas prepotables, aguas piscícolas y aguas para el riego.

Los requerimientos específicos sobre la calidad del agua vienen recogidos en la legislación básica de la Unión Europea. Existen distintas normativas atendiendo al uso humano o prepotable del agua (Directivas 75/440/CEE y 79/869/CEE); al uso piscícola o para la vida de los peces (Directiva 78/659/CEE); o la relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático (Directiva 76/464/CEE).

La calidad del agua según su uso se definirá en función de un conjunto de características físico-químicas, así como de sus valores de aceptación o de rechazo. Aquellas aguas que cumplan con los estándares preestablecidos para el conjunto de características consideradas serán aptas para la finalidad a la que se las destina. En caso contrario, deberán ser objeto de tratamiento o depuración previa.

Según Mateos et al. (1996), el uso del agua debe considerarse desde un punto de vista agregado, dado que lo que para una actividad puede ser una pérdida no lo sería para el sistema en su conjunto. En este trabajo, se va a considerar la calidad del agua desde una perspectiva general, independientemente de su uso posterior.

El trabajo se ha organizado del siguiente modo. En el apartado 2, a continuación, se aborda el problema de la medición de la calidad del agua mediante índices globales y se define el índice concreto que se ha utilizado en este estudio. En el apartado 3 se

especifican las estaciones de control, dependientes de la Confederación Hidrográfica del Júcar, seleccionadas en la investigación, así como los parámetros físico-químicos a los que se refiere la información que ha sido objeto de tratamiento posterior. El apartado 4 presenta los análisis realizados y los resultados obtenidos en el trabajo; en primer lugar, sobre los valores resultantes de la aplicación del índice definido, se efectúan diversos análisis estadísticos con objeto de clasificar la calidad del agua y realizar estudios comparativos desde una perspectiva tanto temporal como espacial; en segundo lugar, se estudia la interrelación entre la calidad y la cantidad de agua circulante, mediante la aplicación de métodos adecuados para el tratamiento de datos de panel . Por último, en el apartado 5 se comentan las principales conclusiones del estudio.

2. Medición de la calidad del agua: los índices de calidad.

El número de variables que pueden ser consideradas para evaluar la calidad o el grado de contaminación de las aguas es demasiado grande para que sea posible en la práctica, examinando la evolución de cada una, adquirir una idea clara de su comportamiento, sea en el ámbito geográfico o en el temporal (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1983).

Una vez se dispone de información sobre un conjunto de características o indicadores de la calidad del agua, la principal dificultad con la que nos encontramos es su integración para una valoración única (Beamonte et al. 2004b).

En nuestro entorno, las cuencas hidrográficas vienen utilizando unos índices de calidad, basados en el método desarrollado por Provencher y Lamontagne (1977) del Servicio de Calidad de las Aguas del Ministerio de Riquezas Naturales del Estado de Québec (Canadá). Se trata de un sistema que enfoca el problema de forma general y permite definir un índice de calidad para cualquier uso posterior, simplemente determinando las especificaciones requeridas al efecto.

Esos índices de calidad se pueden especificar por medio de la siguiente expresión matemática general

$$I = \sum_{i=1}^n Q_i P_i$$

Donde n indica el número de parámetros (o características físico-químicas) analizados que intervienen en el cálculo del índice; Q_i representa una función de equivalencia que transforma el grado de concentración del parámetro i en un nivel de calidad que varía entre 0 y 100 (siendo el valor 0 el nivel pésimo y 100 el óptimo, según el uso previsto para las aguas); y P_i es la ponderación correspondiente al parámetro i -ésimo, exigiendo que la suma de todas las ponderaciones sea la unidad con la finalidad de que el índice de calidad oscile entre 0 y 100.

Los parámetros que intervienen en el cálculo de un índice pueden ser de dos tipos: *básicos* o parámetros *de clase X*, que son aquellos cuya concentración es siempre significativa cualquiera que sea su valor; y/o *complementarios* o parámetros *de clase Y*, que solamente afectan a la utilización del agua a partir de una determinada concentración, pero de tal modo que concentraciones menores, o nulas, no suponen una mejor calidad, es decir, su presencia a partir de un determinado nivel produce un empeoramiento de la calidad del agua, pero no al revés.

Se considera que el nivel de calidad asociado a un parámetro i es *excelente*, si el valor de Q_i es igual a 100; *muy bueno*, si Q_i toma valores entre 100 y 85; *bueno*, si el valor oscila entre 85 y 75; *utilizable*, en el caso que Q_i tome un valor entre 75 y 60; *malo, requiere corrección*, si el valor es menor que 60; y, finalmente, *desechable*, cuando Q_i toma el valor 0.

Los parámetros *complementarios* o *de clase Y* sólo intervendrán en el sumatorio, para el cálculo del índice, cuando la Q_i que corresponda a su concentración sea inferior a 60.

Por otra parte, a cada parámetro i se le asigna a priori un coeficiente a_i de valores comprendidos entre 1 y 4, que mide la influencia relativa de cada uno, con el siguiente criterio general: a_i toma el valor 1 cuando el parámetro es considerado *muy importante*; el valor 2 si el parámetro se considera de *importancia media*; 3 cuando

se supone que el parámetro es de *importancia débil*; y a_i es igual a 4 en caso de considerar que el parámetro es *dudoso* o *poco significativo*.

El valor P_i que corresponde a cada parámetro se calcula mediante la fórmula

$$P_i = \frac{1/a_i}{\sum_{i=1}^n 1/a_i}$$

que, por tanto, será diferente según el número n de parámetros que intervienen en el sumatorio, y que es preciso deducir de los valores Q_i que corresponden a los parámetros complementarios.

Por tanto, el índice de calidad es una media ponderada de niveles de calidad deducidos, mediante las funciones de equivalencia, de los resultados analíticos, teniendo en cuenta la importancia relativa de cada parámetro en el uso previsto. Establecidas las funciones de equivalencia y los coeficientes de ponderación, el cálculo se puede programar, obteniéndose para una misma muestra de agua los diferentes índices de calidad según sus posibles utilizaciones.

La aplicación por parte de la Administración del método expuesto ha conducido a la definición de un Índice de Calidad General (en adelante, ICG) que vienen utilizando las Comisarías de Aguas de las diferentes cuencas hidrográficas. Este índice permite establecer estudios comparativos de la situación de las aguas de los ríos con carácter abstracto e independiente de sus posibles utilizaciones. En su definición intervienen 23 parámetros, 9 de ellos considerados básicos y el resto complementarios.

En este caso, la media ponderada es un reflejo de las características analíticas de las aguas a través de unos criterios subjetivos que han servido para definir las funciones de equivalencia y los coeficientes de ponderación.

Para cualquier tipo de índice, calculado por el método que se acaba de exponer, y por lo tanto para el ICG, es válida la siguiente clasificación para graduar la calidad: *excelente*, si el valor está comprendido entre 100 y 90; *buena*, si el valor oscila entre 90 y 80; *intermedia*, en el caso que el índice tome un valor entre 80 y 70; *admisible*,

si el valor está entre 70 y 60; y, finalmente, *inadmisible*, cuando el índice toma valores entre 60 y 0.

En los trabajos de Beamonte et al. (2004b, 2005a), se define y aplica otro índice de calidad global que permite sintetizar en un valor numérico la calidad del agua según los criterios administrativos de obligado cumplimiento definidos en la vigente legislación de la Unión Europea.

3. Estaciones de control y parámetros físico-químicos analizados.

La calidad del agua es analizada y controlada por la red ICA de las cuencas hidrográficas, que son los órganos de la administración española encargados de la policía y vigilancia de las aguas superficiales. A lo largo de los distintos cauces de los ríos han sido ubicadas una serie de estaciones de medición, que tienen como objeto tomar muestras y realizar análisis sistemáticos de los distintos parámetros que determinan la calidad de sus aguas.

En este trabajo se han seleccionado 33 estaciones de control ubicadas en la Confederación Hidrográfica del Júcar. En la Tabla 1 aparecen recogidos los códigos de esas 33 estaciones seleccionadas, junto con el cauce del río y la provincia en las que se ubican.

Tabla 1. Estaciones de control seleccionadas

Código estación	Cauce (Provincia)	Código estación	Cauce (Provincia)
C302	Río Turia (Teruel)	H402	Río Turia (Valencia)
C403	Río Alfambra (Teruel)	H403	Río Sot (Valencia)
D201	Río Júcar (Cuenca)	H601	Río Turia (Valencia)
D501	Río Mijares (Teruel)	I402	Río Magro (Valencia)
E101	Río Júcar (Cuenca)	I504	Río Buñol (Valencia)
E502	Río Mijares (Castellón)	K601	Río Júcar (Valencia)
E503	Río Mijares (Castellón)	L606	Río Albaida (Valencia)
E601	Río Mijares (Castellón)	L703	Río Racóns (Alicante)
F201	Río Cabriel (Cuenca)	M004	Río Mirón (Albacete)
F301	Río Turia (Cuenca)	M501	Río Vinalopó (Alicante)
F401	Río Turia (Valencia)	M502	Río Vinalopó (Valencia)

F502	Río Palancia (Castellón)	M603	Río Serpis (Alicante)
F604	Río Palancia (Castellón)	N501	Río Monnegre (Alicante)
F702	Río Mijares (Castellón)	N503	Río Vinalopó (Alicante)
G403	Río Tuéjar (Valencia)	O603	Río Jijona (Alicante)
G602	Río Palancia (Castellón)	P502	Río Vinalopó (Alicante)
H102	Río Júcar (Cuenca)		

En este estudio se han considerado los 9 parámetros básicos que componen el ICG. Sobre ellos se disponía de información suficiente para calcular los correspondientes valores de ese índice, en cada una de las 33 estaciones seleccionadas, y realizar el análisis estadístico posterior.

La Tabla 2 recoge los parámetros físico-químicos analizados. Se acompañan sus unidades de medida y los valores de los coeficientes a_i (necesarios para determinar los coeficientes de ponderación P_i y calcular el ICG).

Tabla 2. Parámetros analizados

Parámetro	Unidad de medida	Coefficiente a_i
Coliformes totales a 37°C	NMP/100 ml	1
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$ a 20°C	1
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l O ₂	1
Demanda química de oxígeno	mg/l O ₂	3
Fosfatos totales	mg/l	3
Nitratos	mg/l	3
Oxígeno disuelto	mg/l O ₂	1
pH		1
Materias en suspensión	mg/l MES	1

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente.

4. Resultados.

La información utilizada en este trabajo ha sido proporcionada por la Confederación Hidrográfica del Júcar, abarcando el período temporal comprendido entre octubre de 1994 y septiembre de 2004. Los datos analizados se han observado sobre las

estaciones de medición de la calidad reseñadas en la Tabla 1 y los parámetros especificados en la Tabla 2.

Se ha calculado, en primer lugar, el valor que toma el ICG (sobre los 9 parámetros básicos comentados) para cada una de las muestras de agua analizadas en las distintas estaciones de control seleccionadas. En segundo lugar, se ha calculado el valor medio del índice en cada año hidráulico (desde octubre de un determinado año hasta septiembre del año siguiente) y para cada estación de medición, obteniéndose de esta forma un panel constituido por un total de 363 datos (las medias del ICG en cada uno de los 11 años hidráulicos del periodo temporal analizado y para cada una de las 33 estaciones seleccionadas en el estudio).

Para algunos análisis posteriores se han distinguido dos subperiodos dentro del rango temporal de los datos: en el primero se han considerado los años hidrológicos comprendidos entre octubre de 1994 y septiembre de 1999, y en el segundo se han incluido los años hidrológicos que abarcan desde octubre de 1999 hasta septiembre de 2004.

Además, para la realización de otros análisis, se han agrupado las 33 estaciones de medición de la calidad en dos zonas geográficas: la *zona norte*, que incluye las primeras 20 estaciones de la Tabla 1 (desde la C302 hasta la H601); y la *zona sur*, que comprende las últimas 13 estaciones de la mencionada tabla. Dicha agrupación es coherente con los resultados obtenidos tras realizar un análisis de conglomerados sobre la media, de los valores anuales del ICG, correspondiente a cada una de las estaciones de medición.

4.1 Análisis de la calidad del agua en la Confederación Hidrográfica del Júcar en el periodo 1994-2004

En primer lugar, se realiza una clasificación de la calidad del agua a partir de los intervalos que contienen, con una confianza del 95%, al valor medio anual del ICG de cada una de las estaciones de control. El criterio que vamos a seguir se explicita a continuación.

Tomando como referencia el límite inferior del correspondiente intervalo de confianza para la media del ICG, consideraremos que la calidad del agua controlada

por una estación es *excelente*, cuando dicho límite sea superior a 90; *buena*, si está entre 90 y 80; *intermedia*, en el caso que el valor oscile entre 80 y 70; *admisible*, si está entre 70 y 60; y, finalmente, *inadmisible*, cuando el límite inferior del intervalo toma valores inferiores a 60.

La Tabla 3 recoge, para cada estación de control seleccionada en el estudio, el valor medio anual del ICG, los correspondientes intervalos de confianza asociados a dicho valor medio y la oportuna clasificación de la calidad del agua.

De acuerdo con el restrictivo criterio considerado, sólo en 4 estaciones de las 33 consideradas se puede calificar como *buena* la calidad del agua; en 12 estaciones la calidad sería *intermedia*; en 7 casos diríamos que la calidad es *admisible*; y para las 10 estaciones restantes la calidad la calificaríamos como *inadmisible*. No obstante, si se relaja el criterio anterior, tomando como referencia el valor medio anual del ICG (en lugar del límite inferior del intervalo de confianza) serían 6 las estaciones en las que cabría calificar la calidad del agua como *inadmisible*, 7 casos se clasificarían como *admisibles*, 14 estaciones serían de calidad *intermedia*, y en 6 estaciones diríamos que la calidad del agua es *buena*.

Tabla 3. Intervalos de confianza para el valor medio anual del ICG, por estaciones de control

Estación	Media ICG	Intervalo de confianza del 95% para la media		Categoría
		Límite inferior	Límite superior	
C302	78.5964	76.2088	80.9839	Intermedia
C403	72.6064	70.0880	75.1247	Intermedia
D201	81.7327	79.6784	83.7871	Intermedia
D501	84.4536	81.7663	87.1410	Buena
E101	78.8182	77.2954	80.3410	Intermedia
E502	61.1009	53.7969	68.4049	Inadmisible
E503	77.9036	75.9602	79.8470	Intermedia
E601	78.9864	75.8270	82.1457	Intermedia
F201	78.9282	77.1051	80.7513	Intermedia
F301	73.6073	71.7053	75.5093	Intermedia
F401	70.3500	67.0349	73.6651	Admisible
F502	78.4527	77.5071	79.3984	Intermedia
F604	80.7318	78.0123	83.4513	Intermedia
F702	78.4955	77.3016	79.6893	Intermedia
G403	71.5573	69.2676	73.8470	Admisible
G602	72.0909	70.6903	73.4915	Intermedia

H102	68.4736	65.4573	71.4899	Admisible
H402	62.0191	58.7279	65.3102	Inadmisible
H403	84.2645	82.3647	86.1644	Buena
H601	71.1182	69.6326	72.6037	Admisible
I402	65.4773	61.9358	69.0187	Admisible
I504	60.3518	54.5998	66.1038	Inadmisible
K601	73.3745	69.7930	76.9561	Admisible
L606	60.6209	55.1528	66.0890	Inadmisible
L703	67.8618	65.9557	69.7680	Admisible
M004	84.9155	83.6241	86.2069	Buena
M501	51.6600	45.7845	57.5355	Inadmisible
M502	85.2045	82.7667	87.6424	Buena
M603	58.6953	51.8273	65.5673	Inadmisible
N501	46.8755	42.8188	50.9321	Inadmisible
N503	52.8009	44.6686	60.9372	Inadmisible
O603	59.8336	56.5205	63.1468	Inadmisible
P502	56.5591	48.5314	64.5868	Inadmisible

En segundo lugar, para estudiar la existencia de un posible cambio temporal en la calidad del agua de la Confederación Hidrográfica Júcar, se ha realizado una comparación de los valores medios del ICG en los dos subperiodos temporales en los que se ha dividido el período completo 1994-2004. Asimismo, para detectar la posible existencia de diferencias significativas en el comportamiento de la calidad del agua según la zona geográfica en la que se ubiquen las diferentes estaciones de medición, se ha efectuado una comparación de medias del ICG agrupando las estaciones en las zonas norte y sur, tal y como se ha señalado anteriormente.

En la Tabla 4 se recogen algunos resultados relativos a los dos estudios comparativos mencionados. Concretamente, el número de datos utilizado en cada análisis, los valores medios correspondientes a cada caso, las diferencias entre esos valores y los p-valores asociados al test t utilizado (asumiendo o no varianzas iguales en función del resultado obtenido después de aplicar la prueba de Levene para la igualdad de varianzas).

Tabla 4. Prueba t para la comparación de medias del ICG en los periodos 1994-1999 y 2000-2004, y en las zonas norte y sur

Comparación entre periodos		
Periodo 1994-1999	Periodo 2000-2004	Comparación de medias

N	Media	N	Media	Diferencia	p-valor
198	70.0932	165	71.1228	-1.0296	0.4090
Comparación entre zonas					
Zona norte		Zona sur		Comparación de medias	
N	Media	N	Media	Diferencia	p-valor
220	75.2144	143	63.4025	11.8119	0.0000

En la tabla se observa que el comportamiento del valor medio del ICG no es significativamente distinto en los periodos 1994-1999 y 2000-2004. Por el contrario, sí existen diferencias significativas cuando se compara el valor medio del ICG entre las zonas norte y sur, de forma que la calidad del agua analizada es mejor en el conjunto de las estaciones agrupadas en la zona norte que en las estaciones encuadradas en la zona sur.

4.2 Relación entre la calidad del agua y el caudal

Otro de los objetivos abordados en este trabajo es el estudio de la interrelación existente entre la calidad y la cantidad de agua circulante por las estaciones de control en la Confederación Hidrográfica del Júcar. Para ello, se ha calculado en cada una de las estaciones de control seleccionadas el valor medio del caudal circulante en cada año hidráulico. De la misma forma que en el caso del ICG, se ha obtenido un conjunto de 363 datos (el caudal medio en cada uno de los 11 años hidráulicos del periodo 1994-2004 y para cada una de las 33 estaciones de la Tabla 1).

En la Tabla 5 se presentan los resultados de un simple análisis de correlaciones realizado sobre los valores anuales del ICG y del caudal. Se recoge el valor del coeficiente de correlación lineal, para el total del panel, para los periodos 1994-1999 y 2000-2004 y para las zonas norte y sur. También se muestra el número de datos utilizado en cada caso y los p-valores asociados al correspondiente contraste de significatividad planteado sobre el coeficiente de correlación.

Tabla 5. Análisis de correlaciones sobre los valores anuales del ICG y el caudal

	N	Coefficiente	p-valor
Muestra global	363	0.0681	0.1956
Periodo 1994-1999	198	0.0912	0.2014
Periodo 2000-2004	165	0.0444	0.5709
Zona norte	220	-0.2471	0.0002
Zona sur	143	0.1236	0.1414

En la tabla se observa que el único escenario en el que es significativa la correlación existente entre los valores anuales del ICG y del caudal es el que corresponde a las estaciones agrupadas en la zona norte (las 20 primeras estaciones de control enumeradas en la Tabla 1). Además, la correlación observada en ese caso es negativa. Sin embargo, para las estaciones encuadradas en la zona sur la correlación no es significativa. Tampoco lo es en el caso de considerar el conjunto de los datos del panel, ni en los escenarios en los que se consideran, por separado, los datos de los periodos 1994-1999 y 2000-2004.

Por otra parte, con objeto de estimar la posible influencia de la cantidad de agua circulante sobre la calidad de la misma, se ha especificado un modelo lineal en el que se explica el comportamiento del ICG en función del caudal. Puesto que se dispone de información para 33 estaciones de control a lo largo de 11 años, dicho modelo se ha estimado mediante la aplicación de la metodología adecuada para el tratamiento de datos de panel.

El modelo se puede expresar de la siguiente forma

$$ICG_{it} = \beta_0 + \beta_1 caudal_{it} + \alpha_i + u_{it}, \quad i = 1, \dots, 33, \quad t = 1, \dots, 11$$

donde los subíndices i y t hacen referencia a la estación de control de la que proviene el dato y el momento del tiempo en que se recogió, respectivamente; la variable endógena, ICG_{it} , es el valor del ICG de la estación de control i en el año t ; la variable explicativa, $caudal_{it}$, representa el caudal circulante; β_0 y β_1 son los parámetros a estimar; α_i recoge el denominado *efecto individual*, que se considera

constante a lo largo del tiempo y específico para cada estación de control; y u_{it} es el término de perturbación aleatoria.

La estimación de los parámetros β_0 y β_1 se puede efectuar mediante el enfoque de efectos fijos o mediante el de efectos aleatorios. En la práctica, la elección entre un modelo de efectos fijos y un modelo de efectos aleatorios suele depender de la existencia o no de correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas. La estrategia habitual de especificación en el caso de un modelo estático como el representado por la ecuación anterior es la contrastación, mediante un test diseñado por Hausman, de la hipótesis nula de incorrelación entre α_i y las variables explicativas. Si se rechaza la hipótesis nula, la aplicación de la transformación intragrupos permite obtener estimadores consistentes de los parámetros. Por el contrario, si se acepta dicha hipótesis puede obtenerse un estimador más eficiente que el intragrupos a través del método de los Mínimos Cuadrados Generalizados.

La estimación del modelo lineal especificado, en los distintos escenarios considerados, se ha obtenido mediante la transformación intragrupos, ya que en todos los casos la aplicación del test de Hausman ha conducido al rechazo de la hipótesis de no correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas.

El estimador intragrupos equivale a estimar por Mínimos Cuadrados Ordinarios el modelo en el que, en lugar de los datos originales ICG_{it} y $caudal_{it}$, se toman las

diferencias $(ICG_{it} - \overline{ICG}_i)$ y $(caudal_{it} - \overline{caudal}_i)$, donde $\overline{ICG}_i = \frac{1}{11} \sum_{t=1}^{11} ICG_{it}$ y $\overline{caudal}_i = \frac{1}{11} \sum_{t=1}^{11} caudal_{it}$.

Algunos de los resultados obtenidos en la estimación del modelo, sobre la muestra global y sobre las submuestras correspondientes a las zonas norte y sur, se presentan resumidos en la Tabla 6.

Tabla 6. Estimación del modelo con la transformación intragrupos

	N	Coeficiente (p-valor)		Test Hausman (p-valor)
		<i>constante</i>	<i>caudal</i>	
Muestra global	363	70.9764 (0.0000)	-0.1716 (0.153)	$\chi^2 = 1.05$ (0.3052)
Zona norte	220	75.8121 (0.0000)	-0.1784 (0.0570)	$\chi^2 = 0.97$ (0.3258)
Zona sur	143	63.5377 (0.0000)	-0.1367 (0.7290)	$\chi^2 = 0.79$ (0.3752)

Los resultados de estimación del modelo con la transformación intragrupos, cuya aplicación se justifica con los resultados del test de Hausman, revelan que, en el caso de las estaciones de control ubicadas en la zona norte de la Confederación Hidrográfica del Júcar existe una relación lineal significativa entre el ICG y el caudal. Además, dicha relación es negativa y el valor estimado del parámetro que refleja, en ese escenario, la influencia del caudal sobre el ICG es -0.1784. Sin embargo, cuando se considera la muestra global o la submuestra correspondiente a la zona sur de la Confederación Hidrográfica del Júcar, no se evidencia una relación lineal significativa entre las dos variables mencionadas.

Aunque no se presentan en el trabajo, los resultados que se obtienen al estimar el modelo en los subperiodos 1994-1999 y 2000-2004, tampoco muestran una influencia lineal significativa del caudal sobre la calidad del agua medida a través del ICG. No obstante, se ha comprobado que si, en el ámbito de la zona norte, se introducen en el modelo variables ficticias temporales (para cada uno de los años del periodo 1994-2004), la influencia conjunta de dichas variables ficticias es significativa.

5. Conclusiones.

En este trabajo se han efectuado diversos análisis estadísticos sobre los valores obtenidos con el denominado Índice General de Calidad (ICG), que se ha aplicado a

los datos observados sobre 9 parámetros de carácter físico-químico, a lo largo del período 1994-2004, en 33 estaciones de control de la calidad del agua ubicadas en la Confederación Hidrográfica del Júcar.

Se ha clasificado la calidad del agua de cada una de las estaciones de control seleccionadas, a partir de los correspondientes intervalos de confianza para el valor medio anual del ICG. Según el primer criterio de clasificación utilizado, en 4 estaciones se califica como buena la calidad del agua, en 12 estaciones se considera que la calidad es intermedia, en 7 casos podemos decir que la calidad es admisible, y en las 10 estaciones restantes la calidad cabe calificarla como inadmisibles. Con un segundo criterio menos restrictivo, mejora la clasificación de la calidad del agua (serían 6 las estaciones en las que cabría calificar la calidad del agua como inadmisibles, 7 casos se clasificarían como admisibles, 14 estaciones serían de calidad intermedia, y en 6 estaciones diríamos que la calidad del agua es buena).

Para estudiar la existencia de un posible cambio temporal en la calidad del agua de la Confederación Hidrográfica Júcar se ha realizado un análisis comparativo de los valores medios del ICG en los dos subperíodos temporales en los que se ha dividido el período completo 1994-2004, concluyendo que el comportamiento del valor medio del ICG no es significativamente distinto en los subperíodos 1994-1999 y 2000-2004.

Con objeto de detectar la existencia de posibles diferencias en el comportamiento de la calidad del agua según la zona geográfica en la que se ubiquen las diferentes estaciones de medición, se ha efectuado una comparación de medias del ICG agrupando las estaciones en dos zonas: norte y sur. En este caso, sí se ha observado que existen diferencias significativas cuando se compara el valor medio del ICG entre las zonas norte y sur, de forma que la calidad del agua analizada es mejor en el conjunto de las estaciones agrupadas en la zona norte que en las estaciones encuadradas en la zona sur.

En el trabajo, también se ha estudiado la interrelación entre la calidad del agua y el caudal circulante por las estaciones de control en la Confederación Hidrográfica del Júcar. En las estaciones agrupadas en la zona norte, la correlación existente entre los

valores anuales del ICG y del caudal ha resultado ser significativa y negativa. Sin embargo, para las estaciones encuadradas en la zona sur, la correlación no es significativa. Tampoco lo es en el caso de considerar el total de los datos observados, ni en los escenarios en los que se considera, por separado, la información de los periodos 1994-1999 y 2000-2004.

Además, con la finalidad de estimar y contrastar la posible influencia de la cantidad de agua circulante sobre la calidad de la misma, se ha especificado un modelo lineal en el que se explica el comportamiento del ICG en función del caudal. Puesto que se dispone de información para 33 estaciones de control a lo largo de 11 años, dicho modelo se ha estimado mediante la aplicación de la metodología adecuada para el tratamiento de datos de panel. Concretamente, se ha seguido un enfoque de efectos fijos, utilizando el estimador intragrupos. Los resultados de estimación del modelo corroboran las conclusiones obtenidas en el análisis de correlaciones y han revelado que, en el caso de las estaciones de control ubicadas en la zona norte de la Confederación Hidrográfica del Júcar, el caudal tiene una influencia significativa y negativa sobre el ICG. Sin embargo, cuando se considera la muestra global o la submuestra correspondiente a la zona sur de la Confederación Hidrográfica del Júcar, no se evidencia una relación lineal significativa entre esas dos variables. También, en el ámbito de la zona norte se comprueba que es significativa la influencia conjunta de variables ficticias que representan la referencia temporal de los datos, dentro del periodo 1994-2004.

Bibliografía.

1. Beamonte, E, Bermúdez, J., Casino, A. y Veres, E. (2004a): "La calidad del agua en ciertas estaciones de control del canal Júcar-Turía (periodo 1994-2001)", *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 201, pp. 105-126.
2. Beamonte, E, Bermúdez, J., Casino, A. y Veres, E. (2004b): "Un indicador global para la calidad del agua. Aplicación a las aguas superficiales de la Comunidad Valenciana", *Estadística Española*, 46, pp. 357-384.

3. Beamonte, E, Bermúdez, J., Casino, A. y Veres, E. (2005a): "A global stochastic index for water quality: the case of the river Turia (Spain)", *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics*, 10 (4), pp. 424-439.
4. Beamonte, E, Bermúdez, J., Casino, A. y Veres, E. (2005b): "El trasvase Ebro-Júcar: comparación entre las calidades del agua". En actas de la *XIX Reunión ASEPELT-ESPAÑA*, Badajoz.
5. Beamonte, E, Bermúdez, J., Casino, A. y Veres, E. (2007): "A statistical study of the quality of surface water intended for human consumption near Valencia (Spain)", *Journal of Environmental Management*, 83, pp. 307-314.
6. Graça, M. A. S. y Coimbra, C. N. (1998): "The elaboration of indices to assess biological water quality. A case study". *Water Research*, 32, pp. 380-392.
7. Kindler, J., Roman, M., Nalberczynski, A., Tyszewsky, S., Puslowska, D., Klos-Trebaczkiwicz, H., Osuch-Pajdzinska, E. y Gromiec, M. (1998): "Balancing costs and water quality in meeting EU directives (the Upper/Middle Odra case study in Poland)". *Water Policy*, 1, pp. 283-303.
8. Mateos, J., Fereres, E y Losada, A. (1996): *Eficiencia del riego y modernización de regadíos*. XIV Congreso Nacional de Riegos. AERYD, Almería.
9. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (1983): *La vigilancia de la contaminación fluvial*. Dirección General de Obras Hidráulicas. Madrid.
10. Moatar, F., Miquel, J. y Poirel, A. (2001): "A quality- control method for physical and chemical monitoring data. Application to dissolved oxygen levels in the river Loire". *Journal of Hydrology*, 252, pp. 25-36.
11. Poch, M. (1999): *Las calidades del agua*, Rubes Editorial S.L., Barcelona.
12. Prat, N. y Munné, A. (2000): "Water use and quality and stream flow in a Mediterranean stream". *Water Research*, 34, pp. 3876-3881.

13. Provencher, M. y Lamontagne, M.P. (1977): *Méthode de détermination d'un indice d'appréciation de la qualité des eaux selon différentes utilisations*. Ministère de Richesses Naturelles, Québec.
14. Reisenhofer, E., Adami, G. y Barbieri, P. (1998): "Using chemical and physical parameters to define the quality of karstic freshwaters (Timavo river, North-Eastern Italy): a chemometric approach". *Water Research*, 32, pp. 1193-1203.

LOS COSTES ECONÓMICOS DE LA POLÍTICA AGRARIA COMÚN EN ESPAÑA

RAMÓN RAMOS-ARGUDO^{1,2}
e-mail: rramosa@aragon.es

JULIO SÁNCHEZ-CHÓLIZ²
e-mail: jsanchez@unizar.es

JAVIER ALIAGA²
e-mail: javalordeman1@yahoo.com

GEORGE PHILIPPIDIS¹
e-mail: gphilippidis@aragon.es

¹Unidad de Economía Agraria, CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

²Departamento de Análisis Económico, UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Área temática: Economía Agraria y Recursos Naturales.

Resumen

Este trabajo pretende evaluar cuantitativamente el impacto económico a largo plazo de la abolición de la Política Agraria Común (PAC) en el sector agroalimentario español. Para llevar a cabo nuestro análisis, hemos empleado el modelo estándar de equilibrio general computacional del Proyecto de Análisis del Comercio Global (GTAP) y la versión 6 de su base de datos que representa la economía global en 2001.

Nuestro experimento incluye 23 sectores productivos (enfaticando en agricultura, ganadería e industria alimentaria) y 3 regiones (España, resto de la UE y resto del mundo).

Para caracterizar la completa abolición de la PAC hemos eliminado todos los pagos directos, los apoyos de Caja Ámbar y los subsidios sobre los insumos intermedios en la UE. Nuestros resultados reflejan un cambio en la economía española respecto al año de referencia 2001. El resultado subyacente es que España mejoraría levemente su bienestar ante una eliminación de la PAC.

Palabras clave: Equilibrio General Computacional, Política Agraria Común, Comercio internacional agroalimentario, GTAP.

Abstract

The aim of this paper is to quantitatively assess the long run economic impact of Common Agricultural Policy (CAP) abolition, where in particular, we focus on the Spanish regions and its agro-food sectors. To carry out our analysis, we employ the standard computable general equilibrium Global Trade Analysis Project (GTAP) model with accompanying version 6 data. In its present incarnation, the data captures the global economy in 2001. Our experiment includes 23 sectors (focusing on agricultural, livestock and food related activities) and 3 regions (Spain, rest of the EU and rest of the world).

To characterise complete CAP abolition we remove all direct payments, Amber box support and intermediate input subsidies in the EU regions. The results therefore reflect the change in economic activity compared with the 2001 benchmark year. The underlying result of our analysis is that Spain realises a small welfare gain from removal of the CAP.

Key words: Computable General Equilibrium, Common Agricultural Policy, agricultural international trade, GTAP.

1- Introducción

1.1- La Política de precios agrarios en la UE

La intervención de los gobiernos de la UE en la agricultura, ha atendido a aspectos relacionados con la inestabilidad de los precios, las fluctuaciones de la producción, el bajo nivel de renta de la población agraria, la debilidad estructural de las explotaciones agrícolas, la necesidad de asegurar la seguridad alimentaria, etc. (Olson, 1985; Barceló, 1989; García Álvarez-Coque, 1995; Pañeda, 1999; Wonnacott y Wonnacott, 1999; Reig 2005). Es por ello que los objetivos tradicionales de las políticas agrarias han consistido básicamente en el sostenimiento de las rentas agrarias y la reducción de la disparidad relativa de los niveles de renta entre el sector agrario y el sector industrial o de servicios.

Uno de los errores de la política de precios agrarios de la UE ha sido primar la producción, lo que condujo inevitablemente a la sobreproducción primero, y a la exportación subvencionada de los excedentes generados. Siguiendo a Henrichsmeyer y Ostermeyer-Schlöder (1988), la producción total agrícola desde 1965 a 1985 se incrementó un 40 %, con un ratio medio de crecimiento anual del 2%, especialmente en cereales, oleaginosas, porcino y aves. Del mismo modo, Krugman y Obstfeld (2002), mencionan como a finales de 1985, la UE había almacenado 780.000 toneladas de ternera; 1,2 millones de toneladas de mantequilla y 12 millones de toneladas de trigo. En tal caso, para frenar el crecimiento ilimitado de los almacenamientos acumulados, la UE se orientó a una política de subsidios a las exportaciones.

La protección arancelaria y el alto apoyo doméstico a los precios ayudaron a estimular la rápida expansión de la oferta agrícola en la CEE mientras simultáneamente se contenía la demanda. Al mismo tiempo, los aumentos del presupuesto comunitario a disposición de subsidiar los excedentes agrícolas supuso una continua fuente de crisis política y un importante conflicto con los EE.UU, principal exportador agrícola mundial (Colman, 1988). Por sectores, la leche y derivados lácteos han supuesto tradicionalmente la principal línea de gasto, seguido por los cultivos herbáceos extensivos (cereales, oleaginosas y proteaginosas) y carne de vacuno. De ello, se deduce que son las producciones continentales las más ampliamente favorecidas en términos de

recepción de ayudas, en detrimento de las mediterráneas (García Álvarez-Coque, 1995; Tracy, 1997; García Álvarez-Coque et al., 1999).

Compés (2004), afirma que se han producido cambios en la PAC hacia modelos asignativos más eficientes a partir de 1992, debido a que el apoyo se hace más transparente, aumenta la información, al tiempo que la opinión pública se vuelve más crítica. Por el contrario, Arnalte (2002), indica que es posible hacer otra lectura de esta etapa de reforma, la no excesiva confianza en que la política rural sea capaz de lograr, al menos a corto plazo, la diversificación de las economías rurales para reducir su dependencia de la agricultura y su sensibilidad a los ajustes de política agraria; ello es explicado en buena medida, por los insuficientes fondos destinados a su aplicación (García Álvarez-Coque, 1995 y Arnalte, 2002).

1.2- Escenarios alternativos para la PAC e impactos sobre el agro español

Siguiendo a Elfkah y Sánchez-Chóliz (2005), la nueva PAC tiene por objetivos, una mayor orientación hacia el mercado y la competitividad, la salubridad y calidad alimentaria, la estabilización de las rentas agrarias, la integración de los problemas medioambientales en la política agrícola y la revitalización de las zonas rurales, buscando además la simplificación de los procesos y una mayor descentralización.

Massot Martí (1998), apunta como la Ronda Uruguay tenía el objetivo explícito de reducir el proteccionismo agrícola, dinamizar los intercambios mundiales y permitir a los EE.UU y países exportadores netos de alimentos, la recuperación de parte de las cuotas de mercado cedidas en el pasado a la UE, marcando una clara orientación hacia la liberalización del comercio internacional que será difícil de detener (García Álvarez-Coque y Valdes, 1997). Del mismo modo, Compés (2004) y Massot Martí (2003), subrayan como es probable que la PAC sea en el corto plazo más coherente con una orientación hacia el mercado, de acuerdo con el proceso liberalizador que se puede esperar de la Organización Mundial de Comercio (OMC) y que ineludiblemente, el futuro de las explotaciones agrícolas europeas dependerá de su capacidad para adaptarse a las exigencias de un mercado más abierto. Al mismo tiempo la PAC derivará a un modelo “liberal”, de manera que en un futuro próximo la PAC seguirá desplazándose del apoyo a los precios a políticas de apoyo directo a las rentas, con una mejor

orientación de los pagos directos, desconectándose de la producción (Díez Patier, 2000). En tal caso, una reforma de la PAC para favorecer el desarrollo rural de manera compatible con la idea de libre comercio podría ser deseable, aunque deberá ir también asociado a un proceso de rebalanceo de los apoyos entre el norte y el sur de la UE (García Alvarez-Coque, 2002).

La probabilidad de que se produzcan cambios profundos en la PAC después de 2010 aumenta, entre otras cosas, porque en el contexto de una UE-28, la reforma radical de la PAC será inevitable (Sumpsi, 2003). Así, los aspectos que influirán en el futuro de la agricultura española pasan por ser cuatro (García Alvarez-Coque y Compés, 2005): 1) un marco financiero restrictivo, 2) el cambio de instrumentos de la PAC hacia una disociación del apoyo, 3) las limitaciones del desarrollo rural, y 4) las oportunidades y amenazas del mercado tras la ampliación y la creciente liberalización comercial.

Los cambios en la agricultura española han sido, en general, más rápidos que en la agricultura comunitaria, encontrándose la primera en un entorno menos protegido que la segunda (García Alvarez-Coque, 1989). Esto hace pensar que España no debería oponer rechazo frontal a una reforma de la PAC en profundidad, que en el futuro desarrolle las bases establecidas por la Revisión Intermedia de la PAC (*MTR*) de 2003. Más bien a España le convendría tomar la iniciativa y apoyar decididamente este proceso, cuyo destino no tendría que ser obligatoriamente el abandono de la agricultura y el mundo rural por parte del Estado (García Alvarez-Coque, 2003).

2- Los costes económicos de la PAC

El apoyo a los precios domésticos por encima de los niveles internacionales provoca unas ganancias para los productores que son inferiores a las pérdidas de consumidores y contribuyentes, dando lugar a un coste social en un mercado global. Además, esta política de precios acarrea una pérdida de “excedente de los consumidores” europeos que supera la ganancia del “excedente de los productores” europeos (Demekas et al., 1988; García Alvarez-Coque, 1995; Krugman y Obstfeld, 2002).

Uno de los temas más controvertidos desde el inicio de la OMC es la agricultura. En principio existe consenso, de que los más de 300.000 millones de dólares por año en subvenciones agrarias son una distorsión del comercio, que afecta ante todo a los países en desarrollo, pero también a los países industrializados, favoreciendo menos a los agricultores más pobres que a las grandes empresas agrarias (Schweisshelm, 2003). Los efectos fundamentales de la elevación de los precios mundiales de productos agrícolas, ante una abolición de la PAC, sobre los países en desarrollo se pueden sintetizar en tres (Demekas et al., 1988): 1) un cambio favorable en las relaciones de intercambio que afecta a los ingresos reales de los países involucrados en el intercambio, 2) una ganancia en eficiencia para muchos países en desarrollo debido a la reasignación de los recursos desde sectores no agrícolas relativamente ineficientes a la agricultura, y 3) un incremento de los ingresos del estado motivado por la recaudación de impuestos. Tales efectos no deben ser menospreciados, ya que como señala Hertel et al. (2000), los países en desarrollo permanecen como pequeños exportadores netos de productos agrícolas, aunque sus consumidores gasten más del 30% de sus ingresos en alimentos. La agricultura en los países en desarrollo contribuye al PIB en un 16%, alrededor de tres veces más que en los países industrializados.

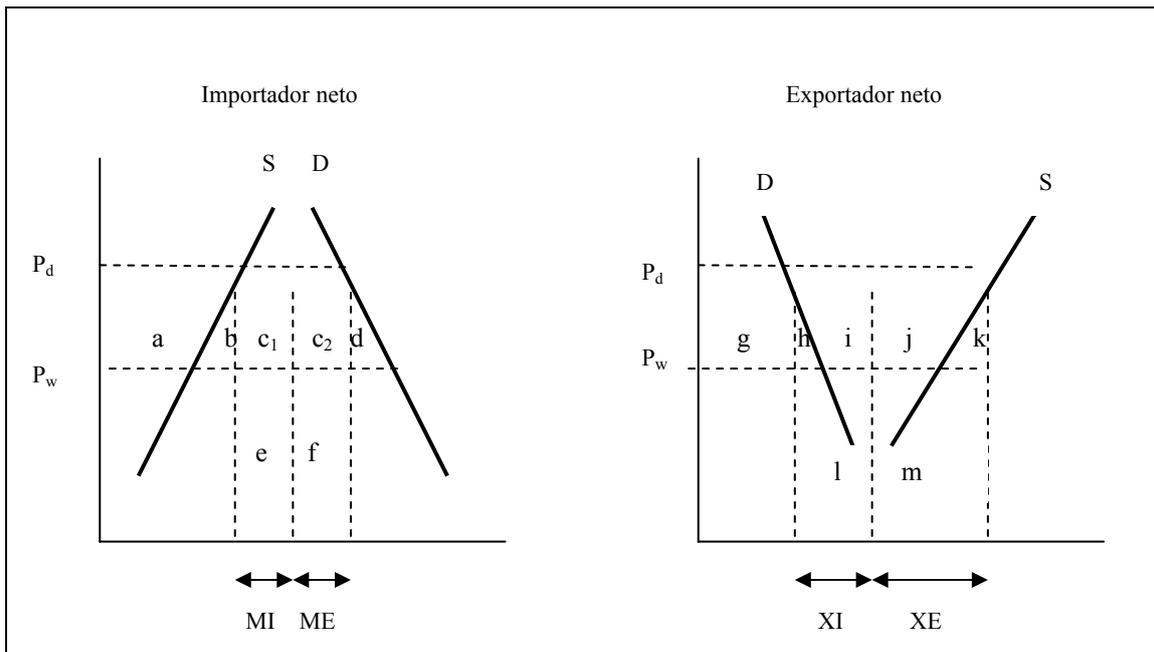
2.1- Un ejemplo sobre las transferencias de la PAC

El análisis más simple para examinar los efectos del apoyo vía precios de la PAC sobre el bienestar doméstico es hacerlo en el marco de un esquema de Equilibrio Parcial (EP) de un bien único, en el que dos países comercian entre sí, formando una Unión Aduanera con respecto al resto del mundo. Con este método analizamos separadamente un determinado mercado, sin prestar atención a como las actividades de dicho mercado pueden afectar a las de otros mercados y éstas, a su vez, puedan repercutir en la situación del mercado considerado inicialmente.

La figura 1 muestra una representación simplificada del EP para un bien único de una Comunidad (UE) formada por dos países, incluyendo la “preferencia comunitaria” y la “solidaridad financiera”. Los precios domésticos y mundiales son P_d y P_w respectivamente. Además, las importaciones y exportaciones han sido desagregadas en intra- (MI, XI) y extracomunitarias (ME, XE), donde el comercio extra- e intracomunitario es valorado a precios mundiales y domésticos, respectivamente. Este

diferencial de precio se debe a la preferencia comunitaria, ya que el comercio entre los estados miembros de UE queda libre de toda barrera comercial. El análisis también incluye el papel de la financiación común de la PAC, caracterizado por las restituciones a la exportación. Por otro lado, los aranceles sobre las importaciones extracomunitarias son recogidos dentro del presupuesto comunitario de la PAC, también.

Figura 1: Un sencillo modelo de EP sobre las transferencias de la PAC



Fuente: Elaboración propia a partir de Philippidis (2004) y Buckwell et al. (1982).

El modo en el que se realizan las transferencias se muestra en la tabla 1. Las dos primeras filas muestran los ingresos y gastos totales provenientes de las exportaciones e importaciones dentro de la comunidad. La suma del valor de tales flujos para ambos países representa la balanza de comercio agrícola. Las tres siguientes filas de la tabla muestran el análisis del presupuesto del FEOGA, las cuales son sumadas en la fila 7, que representa el gasto total comunitario (Z) y se divide en contribuciones (fila 8) de cada estado miembro por el parámetro de cuota α .

La fila 9 representa la suma de las filas 6 y 8, y nos muestra la posición contributiva neta de los dos países. El importador neto paga αZ al presupuesto comunitario al tiempo que los ingresos del arancel sobre las importaciones extracomunitarias engrosan el presupuesto comunitario. El exportador neto recibe ingresos en forma de subsidios y contribuye al presupuesto comunitario $(1 - \alpha)Z$.

Los efectos sobre el bienestar de la sociedad, motivados por la completa abolición de la PAC (situación de librecambio de la UE con el resto del mundo) quedan reflejados desde la fila 10 a la 14. En este posible escenario, los productores pierden y los consumidores ganan en ambos países debido al menor precio de la oferta.

Naturalmente, el análisis anterior puede volverse más realista incorporando el efecto del tipo de cambio verde y los denominados Montantes Compensatorios Monetarios hasta la entrada del Euro, y teniendo en cuenta la contribución de cada país a la financiación del presupuesto comunitario, debido a que para la valoración de lo que cada país gana o pierde con la existencia de una política agraria, es necesario conocer también el saldo de los flujos presupuestarios de cada país con el Fondo Europeo de Orientación y de Garantía Agrícola (FEOGA) y no solamente el signo y el volumen del saldo de su balanza comercial agrícola.

Tabla 1: Transferencias en una Comunidad con dos países

	Importador neto	Exportador neto
Flujos comerciales:		
1. Ingresos exportaciones		$l+m+h+i+j+k$
2. Pagos importaciones	$c_1+e+f+c_2$	
3. B. de C. agric. (1+2)	$-(c_1+e+f+c_2)$	$l+m+h+i+j+k$
Flujos presupuestarios:		
4. Reembolso exportaciones		$j+k$
5. Aranceles importación	c_2	
6. Gasto neto FEOGA a cada región (4+5)	$-c_2$	$j+k$
7. Gasto total comunitario		$-c_2+j+k=Z$
8. Contribuciones (α 7)	$-(\alpha Z)$	$-(1-\alpha)Z$
9. Bal. de pagos del FEOGA (6+8)	$-(c_2+\alpha Z)$	$j+k-(1-\alpha)Z$
Efectos sobre el bienestar:		
Costes de la abolición de la PAC		
10. Productores	$-a$	$-(g+h+i+j)$
11. Consumidores	$(a+b+c_1+c_2+d)$	$g+h$
12. Contribuyentes	$(\alpha Z+c_2)$	$(1-\alpha)Z-(j+k)$
13. Bienestar total	$(b+c_1+2c_2+d+\alpha Z)$	$-(i+2j+k)+(1-\alpha)Z$
14. Bienestar total neto		$(b+d+h+k)$

Fuente: Elaboración propia a partir de Philippidis (2004) y Buckwell et al. (1982).

3- Marco teórico

3.1- Libre comercio y ganancias en bienestar

En este contexto, los MEGC tratan de medir el aumento del bienestar social económico producido por las mejoras en la eficiencia distributiva. De acuerdo con Francois et al. (2005), la liberalización comercial global ofrece la oportunidad de compensar las pérdidas o ganancias derivadas de los cambios en las relaciones de intercambio de mercancías, con las mejoras de la eficiencia y ganancias en la competitividad. Por tanto, una liberalización y acceso a los mercados a través de las negociaciones de la OMC son una vía importante para obtener ganancias en los países en desarrollo, quizá mejor que cualquier otra aproximación bilateral.

Los resultados obtenidos de las simulaciones en un entorno de Equilibrio General Computacional (EGC), referentes a los ingresos o bienestar social se expresan utilizando una medida de bienestar económico denominada Variación Equivalente¹ (VE). La VE mide el cambio en el ingreso motivado por un cambio de política, es decir, la cifra de ingresos que debería de proporcionarse o detraerse a los hogares de un agregado regional para lograr el mismo bienestar social que con el *shock* considerado.

Hertel et al. (2000), subraya como una reducción del 40% en los aranceles agrícolas, subsidios a la producción y exportación a nivel global provocaría ganancias en bienestar de cerca de 70 millones de \$ por año. Las principales ganancias serían para los países desarrollados, aunque en términos de ganancias respecto del PIB son más grandes en las regiones de países en desarrollo como el sur y sudeste de Asia, excepto la India e Indonesia.

Algunos estudios (Anderson y Martin, 2005a,b), apuntan como la eliminación de aranceles y los programas de apoyo doméstico supondrían un espaldarazo para el bienestar global de casi 300 billones de \$ al año en 2015. Cerca de dos terceras partes de estas ganancias vendrían de las reformas de políticas comerciales agrícolas, ya que la agricultura está mucho más distorsionada que otros sectores. Aunque la FAO (2005),

¹ La VE mide el potencial cambio sobre el bienestar de un agregado regional, pero no considera sus efectos redistributivos. Una VE positiva, únicamente refleja el hecho de que aquellos que resultan beneficiados obtienen unos beneficios mayores que las pérdidas que sufren los perjudicados.

considera que los posibles beneficios de bienestar social mundial derivados de la liberalización del comercio son, en conjunto, relativamente modestos referidos al PIB mundial, sin embargo, como señalan Anderson y Martin (2005b), la eliminación de los subsidios a las exportaciones agrícolas son muy importantes, para facilitar el acceso a los mercados agrícolas. Así, los altos aranceles sobre los productos agrícolas en relación a los no agrícolas son la principal razón de que las políticas agroalimentarias contribuyan en un 63% al total de pérdidas de bienestar derivadas de las actuales distorsiones del comercio. Los subsidios a la producción y a la exportación agrícola contribuyen de manera secundaria a tales pérdidas.

El FMI y Banco Mundial (2002), a partir del Modelo de GTAP, estiman unas mejoras en el bienestar derivadas de la liberalización del comercio agrícola a nivel mundial de 128.000 millones de \$ de 1997 (30.000 millones de \$ para los países en desarrollo y 98.000 para países desarrollados). Si por el contrario la liberalización comercial agrícola es unilateral y la llevan a cabo los países desarrollados las ganancias en bienestar se situarían en 102.000 millones de \$, de los cuales 93.000 millones de \$ serían ganancias en bienestar para los países desarrollados y 9.000 millones de \$ para los países en desarrollo. De igual forma, una liberalización comercial agrícola unilateral llevada a cabo por los países en desarrollo originaría unas ganancias en bienestar para los mismos de unos 22.000 millones de \$ y para los países desarrollados entorno a 5.000 millones de \$. Estos números nos arrojan la idea de que la liberalización comercial agrícola acaba por beneficiar en términos de bienestar, en mayor medida a aquellos países que toman la iniciativa en liberalizar su comercio y que en términos estrictamente económicos los países proteccionistas acaban por ser víctimas de sus propias políticas comerciales. La FAO (2005), apunta que entre el 70% y el 85% de los posibles beneficios obtenidos por los países en desarrollo de la liberalización derivan de sus propias reformas de políticas agrícolas.

Otros MEGC estáticos (USDA, 2001), suponiendo una situación de libre comercio agrícola entre los miembros de la OMC (sin considerar China) y suponiendo que los pagos directos a los agricultores se desvinculan de la producción, estiman ganancias de bienestar a nivel mundial entorno a 31.000 millones de \$ de 1997, de los cuales 28.000 millones serían para los países desarrollados.

En lo que a comercio global se refiere, estimaciones con MEGC estáticos muestran que la liberalización comercial general (sectores agrícolas y no agrícolas) supondría ganancias de bienestar global situadas entre 254 y 291 miles de millones de \$ de 1997 (Banco Mundial, 2003 y Anderson et al., 2001). Posteriormente, el Banco Mundial (2005) revisó su estudio de 2003, empleando la versión 6 de la base de datos de GTAP, obteniendo en esta ocasión unas ganancias en bienestar mundial de 263.000 millones de \$ de 2001 (cifra ligeramente inferior a la inicial de 291 mil millones de \$, estimada con la versión 5).

Normalmente, las estimaciones realizadas sobre las ganancias de bienestar realizadas por el Banco Mundial suelen arrojar resultados muy halagüeños. Un estudio realizado por Oxfam International (2006), demuestra como tales estimaciones estarían “infladas” debido a la metodología empleada. Así, Taylor y von Arnim (Oxfam Internacional, 2006), señalan que los MEGC presentan debilidades al conceptualizar y medir el bienestar, argumentando que los estudios del Banco Mundial hacen asunciones “poco convincentes” acerca de las elasticidades, el tipo de cambio y la causalidad macroeconómica. En concreto, suponen que los indicadores macroeconómicos fundamentales no cambian en respuesta a cualquier escenario de liberalización comercial, lo que si sucede en países en desarrollo, con históricos déficit comerciales que suponen problemas de deuda, una gran actividad económica informal y un alto desempleo en sectores modernos.

En cualquier caso, la FAO (2005) afirma que las mejoras en el bienestar social derivadas de la liberalización total del comercio superan en un tercio o dos tercios a las derivadas de la liberalización agrícola solamente.

3.2- Aplicaciones de los MEGC a la PAC

Los resultados sobre los costes económicos de la PAC obtenidos mediante modelización en un entorno de equilibrio general computable distan de ser iguales, entre otras cosas, por las asunciones realizadas (competencia perfecta o imperfecta, rendimientos constantes o crecientes a escala, etc.).

Hubbard (1995), expone que la completa abolición de la PAC muestra significativas caídas, tanto en la producción como en la exportación de los sectores agrícolas y de transformación en la UE, al tiempo que se incrementa la producción de manufacturas (5%) y de servicios (2%) y sus correspondientes exportaciones (17% y 10%, respectivamente). En otras regiones del mundo, generalmente se produce tanto un aumento en la producción como de las exportaciones de productos agroalimentarios y una caída en el nivel de actividad de las manufacturas y de servicios. En un contexto global, se produce un proceso de cambio estructural, especialmente en lo que se refiere a los flujos comerciales. Sin embargo, en lo que respecta a los impactos sobre el bienestar, resultado de mejoras en eficiencia y en las relaciones de intercambio, los cambios son pequeños, con mejoras del 0,8% para la UE y del 0,4% para el resto del mundo.

Otros estudios (Philippidis y Hubbard, 2001), incorporan por el lado de la demanda la competencia imperfecta, caracterizada de manera endógena a través de una preferencia jerárquica del consumidor en base a la región de origen. Por el lado de la oferta, incorporan rendimientos crecientes a escala para caracterizar a los sectores no primarios. Bajo estas condiciones, sus resultados muestran como el incremento en la variedad pueden tener un efecto positivo gracias a la PAC en la UE, incrementándose la utilidad del consumidor. Por este motivo, una eliminación de la PAC supondría una ligera pérdida de bienestar del consumidor comunitario.

Estimaciones posteriores para determinar los impactos con motivo de la reforma de la Agenda 2000 de la PAC (Philippidis y Hubbard, 2003), muestran como la producción de cereales, oleaginosas y ganado vacuno de carne decaen en la mayor parte de los socios comunitarios, apreciándose un cambio en el uso de la tierra de labranza. En lo que se refiere a las ganancias en términos de bienestar se estiman en 2.082 millones de euros (a precios de 1997) en el año 2008, o dicho de otro modo, un incremento del 0,05% del PIB comunitario.

Los impactos de la Ronda de Doha sobre la agricultura española también han sido estudiados por Philippidis (2005), encontrando que la balanza comercial total de mercancías mejoraría, debido a una reasignación de factores desde las actividades

agrícolas, a los sectores industriales y de servicios, en detrimento de la balanza comercial agroalimentaria.

Los efectos sobre el sector agrario de las nuevas adhesiones a la UE han sido ampliamente estudiados. Por ejemplo, Jensen y Frandsen (2003a) y Jensen y Frandsen (2003b), subrayan como el potencial incremento de la producción agrícola en los diez últimos países incorporados a la UE causará efectos negativos marginales sobre la producción agraria de la UE15. De igual modo, las pérdidas globales de bienestar de la UE15 por las últimas adhesiones son pequeñas, a pesar de las contribuciones al presupuesto comunitario, por lo que en términos económicos la ampliación de la UE con sus diez últimas adhesiones parece asequible.

La desconexión de las ayudas de la producción, ha sido estudiada por Frandsen et al. (2002) y Jensen y Frandsen (2003b), apuntando que el desacoplamiento de las ayudas tendría un impacto significativo, aunque variaría entre países, y provocará un aumento en el ingreso rural de la UE de entre un 3% y 4%, debido a la reforma de 2003.

4- Análisis empírico

4.1- Justificación y objetivo

En el caso de reformas que afectan tanto a los sectores agroalimentario como no agroalimentario, los modelos de equilibrio parcial tienen dificultades para predecir cambios en las pautas de la producción agroalimentaria y comercio. En tal caso, el principal beneficio del análisis con MEGC es su capacidad para representar las interrelaciones entre los sectores agrícolas y no agrícolas en política comercial (Hertel, 1990 y Hertel, 1992).

Este trabajo pretende evaluar cuantitativamente el impacto económico a largo plazo de la abolición de la Política Agraria Común (PAC) en el sector agroalimentario español.

4.2- Metodología de la investigación

4.2.1- El modelo de GTAP² y su base de datos

La metodología empleada es un modelo estándar GTAP multi-región (versión 6.2) en un marco comparativo estático. Se trata de un modelo neoclásico, en el que precios y cantidades se ajustan endógenamente para determinar un conjunto de precios con los que los mercados se vacían. Los mercados funcionan bajo el supuesto de competencia perfecta, asignando los recursos eficientemente, los agentes son racionales adoptando comportamientos optimizadores, la balanza de pagos está en equilibrio, la economía funciona a pleno empleo y el ahorro determina la inversión.

Del mismo modo, se ha empleado la versión 6 de la base de datos de GTAP, cuya característica fundamental, es que representa la economía global en el año 2001, con una desagregación de 87 regiones y 57 sectores. La base de datos es un conjunto de información a nivel global que combina datos detallados de comercio bilateral, transporte, niveles de protección caracterizados por los vínculos económicos entre las diversas regiones del mundo y tablas I-O individuales para cada país, considerando los distintos vínculos intersectoriales dentro de las regiones. Así, FAO (2005), afirma que en los últimos años, la base de datos compilada por *Global Trade Analysis Project* (GTAP), ha pasado a ser la norma de facto para este tipo de análisis

Adicionalmente, se ha usado el *software* GEMPACK³ y la interfaz visual RunGTAPv6, que permiten correr el modelo y visualizar los resultados.

4.2.2- Diseño del experimento

Para el experimento se realizó una agregación de la base de datos de GTAP en un compuesto de tres regiones; España, resto de la UE y el resto del mundo. Del mismo

² El modelo de GTAP ha sido desarrollado en el *Center for Global Trade Analysis*, con sede en el Departamento de Economía Agraria de la Universidad de Purdue (EE.UU). Para una exposición exhaustiva del modelo de GTAP, véase: Hertel, T.W. (ed.) (1997). *Global Trade Analysis: Modelling and Applications*. Cambridge University Press, New York. También puede consultarse la dirección: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/>.

³ *General Equilibrium Modelling PACKage*, desarrollado por el *Centre of Policy Studies*, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Monash (Australia). Puede consultarse en la dirección: <http://www.monash.edu.au/policy/gempack.htm>.

modo, se consideran 23 sectores productivos con especial énfasis en la agricultura, ganadería e industria alimentaria, como muestra el cuadro 1.

Para caracterizar la completa abolición de la PAC hemos eliminado todos los todos los pagos directos, los apoyos de Caja Ámbar y los subsidios sobre los insumos intermedios, en la UE.

Cuadro 1: Agregación de sectores y regiones

<p>I- Agregación sectorial (23 sectores a partir de la base de datos de GTAP)</p> <p>1) Trigo (wheat): trigo duro y trigo blando; 2) Otros granos (ograins): centeno, sorgo, cebada, avena, maíz, mijo, etc.; 3) Oleaginosas (oilseeds): colza, semillas de mostaza, de girasol, de soja, de algodón, de sésamo, aceituna para aceite; 4) Otros cultivos (ocrops): fibras, lino, cañamo, café, cacao, té, coco, especias, tabaco, uva de mesa, aceituna de mesa, vino de mesa, flores, plantas ornamentales, etc.; 5) Hortalizas, frutas y nueces (vegfrunuts): patata, guisante, coliflor, tomate, legumbres, nueces, cebolla, manzana, pera, melocotón, banana, cítricos, etc.; 6) Azúcar (sugar): Remolacha azucarera y caña de azúcar; 7) Bovino de leche (milk): vacuno de leche; 8) Bovino de carne, ovino y caprino¹ (catshp): terneros, becerros, añojos, erales-as, utreros-as, novillos-as, vacas, toros, bueyes, corderos-as, borregos-as, primales-as, andoscas-as, trasandoscas-as, ovejas, moruecos, chotos-as, chivos-as, primales-as, cegajos-as, cabras y machos cabríos; 9) Porcino y aves² (pigspoultry): lechones, cerdos-as de transición, de recría, de debo, de engorde, de acabado, cerdas, verracos y broilers; 10) Pesca (fishing); 11) Lana y seda (woolsilk); 12) Otra agricultura (oagric): arroz cáscara; 13) Silvicultura (forestry); 14) Carne de vacuno y cordero (meatpro); 15) Carne de cerdo, ave y huevos (omeatpro); 16) Aceites vegetales y grasas (vegoilfats): aceite de coco, de cacahuete, de oliva, de semillas de algodón, de palma, de colza, de soja, de girasol, grasas de origen animal; 17) Lácteos (dairy): mantequilla, queso, nata, suero y derivados, etc.; 18) Azúcar refinado y edulcorantes (sugarpro); 19) Bebidas alcohólicas y tabaco (bevstobac): vino, cerveza, otras bebidas alcohólicas, tabaco, etc.; 20) Otros alimentos transformados (ofoodpro): arroz transformado, pescado procesado, despojos comestibles, etc.; 21) Materias primas - excluida agricultura (rawmat): carbón, petróleo, gas, minería, etc.; 22) Manufacturas - excluida industria alimentaria (mnfc): textil, cuero, papel, química, plástico, metales, vehículos de motor, equipo de transporte, electrónica, maquinaria pesada, etc.; 23) Servicios (svces): gas, agua, electricidad, construcción, viajes, transporte, comunicaciones, servicios financieros, seguros, asesoría a empresas, ocio, vivienda, AA.PP, defensa, sanidad, educación, etc.</p> <p>II- Agregación regional (3 regiones a partir de la base de datos de GTAP)</p> <p>1) España, 2) UE14, 3) Resto del Mundo (ROW)</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de Philippidis, G. (2005). ^{1,2}Apelativos del ganado según su evolución cronológica.

5- Resultados

5.1- Niveles de producción

Los niveles de producción agroalimentaria en España se reducirían, como puede verse en la tabla 2. Los descensos más acusados se darían en la producción de oleaginosas, carne de vacuno y cereales. Por otra parte, la producción forestal aumentaría levemente (2%) y lo mismo ocurriría en los sectores de producción de materias primas no agrícolas (1,68%), manufacturas (2,57%) y servicios (0,33%). Así, la producción del sector industrial y de servicios, casi se duplicaría en España respecto

al resto de la UE. Tales aumentos en los niveles productivos de los sectores no agrícolas se deben a la consecuente redistribución de recursos, como mano de obra y capital, consecuencia inmediata de la abolición de la PAC en la UE.

Tabla 2: Variaciones porcentuales en los niveles de producción

qo	Spain	EU14	ROW
Wheat	-15,34	-16,87	2,34
Ograins	-6,57	-14,11	2,15
Oilseeds	-41,62	-26,58	2,83
Ocrops	-10,62	5,08	-0,81
VegFruNuts	-5,03	-2,51	0,33
Sugar	-5,62	-29,97	2,57
Milk	-8,01	-11,56	2,83
CatShp	-35,04	-29,80	5,47
PigsPoultry	-0,03	-5,86	1,08
Fishing	-4,73	0,60	0,19
WoolSilk	54,67	64,74	-1,14
Oagric	-70,33	-48,31	0,85
Forestry	2,00	0,53	-0,20
Meatpro	-33,21	-31,40	8,47
Omeatpro	-0,66	-7,65	2,96
VegOilsFats	-12,06	-3,41	1,87
Dairy	-7,43	-13,11	7,23
SugarPro	-11,36	-38,37	4,84
BevsTobac	0,24	0,24	0,03
Ofoodpro	-3,72	-3,14	0,67
RawMat	1,68	0,71	-0,15
Mnfcs	2,57	1,43	-0,53
Svces	0,33	0,17	-0,01
CGDS	-0,68	-0,36	0,16

Fuente: Elaboración propia.

5.2- Balanzas comerciales

La balanza comercial agroalimentaria española se deterioraría (véase tabla 3), de manera que España se convertiría en importador neto de la mayor parte de alimentos. El sector de frutas y hortalizas, abanderado de la agricultura española y con destino a exportación intracomunitaria mayormente, vería reducir sus ventas al exterior en unos 783,70 millones de \$; esto se explica por la protección arancelaria de que disfruta el sector debido al principio de preferencia comunitaria. Por otra parte, España pasaría a ser fuertemente dependiente de las importaciones de carne de vacuno.

El saldo neto de la balanza comercial mejoraría entorno a 1.122,56 millones de \$, fundamentalmente a consecuencia del incremento en las exportaciones de productos industriales (4.453,29 millones de \$) y en menor medida, de servicios (1.517,98 millones de \$).

Tabla 3: Balanzas comerciales agroalimentarias (millones de \$ a precios de 2001)

DTBALi	Spain	EU14	ROW
Wheat	-75,57	-1.079,27	1.156,11
Ograins	-11,04	-557,68	569,51
Oilseeds	-395,04	-997,05	1.337,71
Ocrops	-197,07	2.344,97	-2.137,58
VegFruNuts	-783,70	-671,78	1.262,01
Sugar	0,02	3,34	-3,92
Milk	0,21	13,72	-13,93
CatShp	-49,97	-890,61	880,42
PigsPoultry	25,77	294,08	-314,59
Fishing	-70,95	103,03	-27,12
WoolSilk	12,71	162,88	-174,45
Oagric	-128,94	-147,02	257,78
Forestry	-7,90	46,01	-33,39
Meatpro	-1.611,01	-13.559,39	14.457,57
Omeatpro	-173,41	-5.313,94	5.254,9
VegOilsFats	-428,31	-758,79	1.091,83
Dairy	-395,64	-1.0171,92	10.499,65
SugarPro	-68,51	-4.350,75	4.003,37
BevsTobac	-10,93	-336,67	322,45
Ofoodpro	-463,85	-4.409,5	4.600,83
RawMat	-15,61	468,97	-362,74
Mnfc	4.453,29	35.737,05	-4.0082,91
Svces	1.517,98	9.108,97	-8.704,69
DTBAL	1.122,56	5.038,681	-6.161,192

Fuente: Elaboración propia.

5.3- Precios de mercado

El precio de las importaciones que realiza España a la UE se reduciría en la mayoría de productos agroalimentarios, salvo en carne de vacuno, oleaginosas y cereales. Por otra parte, casi la totalidad de los precios de las importaciones españolas al resto del mundo, de productos agroalimentarios, se reducirían, principalmente de carne de vacuno, algunos cereales, azúcar y lácteos (ver tabla 4). Así, resultaría más barato para España comprar en el resto del mundo productos agroalimentarios, que hacerlo a la UE, sobretodo, carne de vacuno, cereales, azúcar y productos lácteos.

El precio de las importaciones que España realiza tanto en la UE como en el resto del mundo de bienes industriales y servicios apenas sufrirían modificaciones.

Tabla 4: Variaciones porcentuales en los precios de las importaciones

pms[**Spain]	Spain	EU14	ROW
Wheat	0	6,11	1,45
Ograins	0	6,07	-18,83
Oilseeds	0	24,74	2,04
Ocrops	0	-4,15	-0,91
VegFruNuts	0	-6,86	-4,93
Sugar	0	-3,71	1,47
Milk	0	-1,25	1,75
CatShp	0	24,98	-18,36
PigsPoultry	0	-2,73	-0,02
Fishing	0	-2,41	-3,39
WoolSilk	0	-4,45	1,02
Oagric	0	-9,05	-41,4
Forestry	0	-0,35	0,12
Meatpro	0	6,14	-42,56
Omeatpro	0	-1,42	-16,15
VegOilsFats	0	0,28	-16,45
Dairy	0	-1,74	-23,91
SugarPro	0	-5,26	-25,99
BevsTobac	0	-1,7	-4,77
Ofoodpro	0	-2	-5,32
RawMat	0	0,03	0,05
Mnfcs	0	-0,39	0,18
Svces	0	-0,48	0,21

Fuente: Elaboración propia

5.4- Precios mundiales

La completa abolición de la PAC provocaría un modesto incremento de los precios mundiales en la totalidad de productos agroalimentarios (ver tabla 5), salvo en el caso de las bebidas alcohólicas. Los mayores aumentos de precios en el mercado internacional se producirían sobre el ganado vacuno vivo (5,55%), oleaginosas (4,14%), carne de vacuno (2,92%), trigo (2,28%), otros granos (2,76%), arroz (1,95%), productos lácteos (1,56%) y azúcar (1,5%). Estos valores muestran como una liberalización comercial agrícola unilateral de la UE, no parece suficiente para provocar aumentos significativos en los precios mundiales agrícolas. En tal caso, aproximaciones multilaterales de liberalización parecen ser más indicadas, si lo que se desea es presionar al alza sobre el precio internacional de los productos agroalimentarios.

Tabla 5: Variaciones porcentuales de los precios mundiales

pw	
Wheat	2,28
Ograins	2,76
Oilseeds	4,14
Ocrops	0,31
VegFruNuts	0,67
Sugar	1,36
Milk	1,09
CatShp	5,55
PigsPoultry	0,81
Fishing	0,09
WoolSilk	0,93
Oagric	1,95
Forestry	0,08
Meatpro	2,92
Omeatpro	0,45
VegOilsFats	0,84
Dairy	1,56
SugarPro	1,50
BevsTobac	-0,01
Ofoodpro	0,31
RawMat	0,06
Mnfcs	0,03
Svces	0,02

Fuente: Elaboración propia.

5.5- Precios de los factores primarios.

La tabla 6 muestra como el precio de los factores se reduciría. La mayor valor corresponde al precio de la tierra⁴.

En España, la fuerza de trabajo vería disminuir levemente sus salarios, entre un 0,80% y 1,16%, según se trate de mano de obra cualificada o no cualificada. Tales reducciones serían mayores en España que en la UE.

El coste del capital se reduciría más en España (1,29%) de lo que lo haría en el resto de la UE (0,62%).

⁴ El modelo de GTAP asigna una elasticidad de transformación con valor cero. En tal caso, la frontera de transformación corresponde a la forma de Leontief, lo que implica que la asignación óptima del factor i no responde a cambio alguno en el ingreso del factor. Un ejemplo a lo anterior sería el caso de la tierra agrícola que difícilmente presenta usos alternativos a la agricultura.

Tabla 6: Variaciones porcentuales del precio de los factores

pm	Spain	EU14	ROW
Land	-81,48	-80,60	7,43
UnSkLab	-1,16	-0,46	0,24
SkLab	-0,80	-0,31	0,16
Capital	-1,29	-0,62	0,21
NatRes	-22,79	3,20	-0,25

Fuente: Elaboración propia.

5.6- Descomposición de los resultados sobre bienestar

La Variación Equivalente (VE) mide el cambio real en el ingreso ante un cambio de política. En tal caso, la variación total equivalente (medida en millones de \$ a precios del 2001) puede ser descompuesta en eficiencia asignativa y términos de comercio de mercancías y capital.

Tabla 7: Descomposición de las ganancias de bienestar por regiones.

	u (%)	VE	Eficiencia asignativa	Términos de comercio de mercancías	Términos de intercambio de capital
España	0,08	402,49	1.790,43	-1.272,84	-115,10
UE14	0,11	7.120,71	12.318,62	-5.364,65	166,70
ROW	0,02	3.988,34	-2.568,40	6.608,35	-51,59
Total		11.511,54	11.540,64	-29,14	0,01

Fuente: Elaboración propia.

El resultado subyacente es que la liberalización comercial unilateral parece aumentar el bienestar en todo el mundo (tabla 7). En España, la ganancia en bienestar se situaría en 402,49 millones de \$; en la UE14, en 7.120,71 millones de \$ y en el resto del mundo (ROW), en 3.988,34 millones de \$. Por lo tanto, los resultados arrojan la idea de que sería la UE15 el principal beneficiado de una abolición de la PAC.

De igual manera, el ingreso real per cápita (u) para cada una de las tres regiones sería pequeño, dado que los *shocks* aplicados únicamente han afectado al sector agroalimentario de la UE.

A nivel mundial el bienestar expresado en términos de VE aumentaría, situándose en alrededor de 11.511,54 millones de \$; la contribución más importante sería debida a mejoras en la eficiencia asignativa, principalmente en la UE.

5.6.1- Mejoras en la eficiencia asignativa

En España, al igual que en la UE14, las mejoras en la VE se explican debido a la mejora en el uso de los recursos, debido a la eliminación de impuestos o subsidios. Como apuntan, Huff y Hertel (2001), un arancel sobre el producto implica un bajo uso de los recursos, ya que la economía usa menos comparado con una situación de libre comercio. A la inversa, los subsidios alientan la sobreproducción y por tanto surge una pérdida de recursos.

En España y por ende en la UE14, las ganancias en bienestar se deben a mejoras en la eficiencia asignativa; para España se originaría un aumento valorado en 1.790,43 millones de \$.

En el resto del mundo, habría una pérdida de eficiencia asignativa en el uso de los factores productivos, mayormente en mano de obra no cualificada y capital. Los sectores no agrícolas (recursos naturales, industria y servicios) experimentarían pérdidas de bienestar, aunque es el sector lácteo el que contribuye en mayor cuantía a tales pérdidas con alrededor de -1.085,99 millones de \$.

5.6.2- Mejoras en los términos de comercio de mercancías

La contribución al bienestar en España derivadas de cambios en los términos de intercambio de mercancías y capital serían negativas, unas pérdidas de bienestar que se situarían entorno a -1.272,84 y -115,10 millones de \$, respectivamente. España resultaría sustancialmente perjudicada en este sentido. La UE14 tendría unas pérdidas de alrededor de -5.364,65 millones de \$. Del mismo modo, mientras que en España las pérdidas de bienestar motivadas por las relaciones de intercambio de capital serían negativas, para la UE serían positivas y cifradas en unos 166,70 millones de \$.

Para España y el resto de la UE, hay una reducción unilateral de los aranceles sobre los bienes agroalimentarios procedentes del resto del mundo, lo que significa que el aumento de las importaciones de tales bienes, *ceteris paribus*, resultaría en un déficit de la balanza comercial agroalimentaria de la UE. En tal caso, para compensar este déficit, las exportaciones agroalimentarias deberían de aumentar, lo que conllevaría un descenso en los precios de exportación de tales bienes y a inducir el descenso de los

precios de los factores primarios y subsecuentemente los precios domésticos. La balanza de mercancías del resto del mundo mejoraría, sobretodo porque ahora la UE sería importadora neta de bienes agroalimentarios.

En el agregado formado por el resto del mundo, sucedería una situación algo diferente, es decir, aunque la ganancia en términos de bienestar sería positiva, del orden de 11.511,54 millones de \$, esta se debería principalmente a una mejora en los términos de intercambio de mercancías, estimada en 6.608,35 millones de \$. Las pérdidas en bienestar debidas a las relaciones de intercambio de capital son relativamente pequeñas, del orden de -51.59 millones de \$.

6- Conclusiones

En España, los descensos en la producción más acusados, se darían en la producción de oleaginosas, carne de vacuno y cereales, pasando a ser, dependiente de las importaciones agroalimentarias, en mayor o menor medida, dependiendo del producto considerado. Los principales sectores favorecidos por la abolición de la PAC y la consiguiente redistribución de recursos, serían el sector industrial y de servicios. El saldo neto de la balanza comercial mejoraría entorno a 1.122,56 millones de \$, fundamentalmente a consecuencia del incremento en las exportaciones de productos industriales. Hubbard (1995), ante una completa abolición de la PAC, obtiene descensos en el nivel de producción y exportaciones del sector agroalimentario en la UE y aumentos en la producción y exportación de manufacturas y de servicios. De igual forma, trabajos realizados para determinar los impactos Agenda 2000 (Philippidis y Hubbard, 2003) en la UE, muestran caídas de la producción de cereales, oleaginosas y carne de vacuno.

La abolición de la PAC provocaría un modesto incremento de los precios mundiales. Rausser y Irwin (1989), afirman que la acción unilateral de un país por limitar los subsidios y apoyos a la agricultura raramente es suficiente para inducir un aumento significativo sobre los precios mundiales.

En la UE15, las ganancias en bienestar se deben a mejoras en la eficiencia asignativa; esto se debe a que, el factor capital, tierra, y bienes intermedios se usan de

una forma más eficiente. Algunos estudios (García Álvarez-Coque, 1986 y Philippidis, 2005), encuentran que una situación de déficit comercial agrícola en España, provocaría ganancias en bienestar social.

La contribución al bienestar en España derivadas de los cambios en los términos de intercambio de mercancías y capital serían negativas.

En el agregado formado por el resto del mundo, las ganancias de bienestar serían positivas, debido principalmente a una mejora en los términos de intercambio de mercancías. Así, Balassa (1988), afirma que la reducción de la protección agrícola en los países industrializados contribuiría al bienestar global mediante mejoras en la asignación de recursos a nivel mundial, de modo que, los países en desarrollo, con crecimientos basados en sus exportaciones, saldrían favorecidos.

Del mismo modo, los resultados obtenidos, sugieren la idea de que aquellos países que toman la iniciativa en liberalizar su comercio, son los más favorecidos, en términos de ganancias en bienestar.

7- Limitaciones del estudio y futura investigación

La principal limitación del trabajo es la consideración de una UE de 15 países, lo que a priori, de acuerdo a estudios realizados (Swinnen, 2002; Jensen y Frandsen, 2003a; Jensen y Frandsen, 2003b), no debería afectar significativamente a nuestros resultados.

Futuras investigaciones deberían centrarse en el efecto de la abolición de la PAC sobre los países en desarrollo, ya que la agricultura es la principal fuente de ingresos y empleo de los mismos, presentando un mayor nivel de desagregación por regiones. Del mismo modo, en futuros trabajos se considerarán los efectos presupuestarios de la PAC, así como, los posibles impactos de la adhesión a la UE de nuevos candidatos como Bulgaria, Rumania, Turquía y Croacia.

Bibliografía

- Anderson, K., Dimaranan, B., Francois, J., Hertel, T., Hoekman, B. y Martin, W. (2001): "The cost of rich (and poor) country protection to developing countries", *Journal of African Economies*, 10(3), pp. 227-257.
- Anderson, K. y Martin, W. (2005a): *Agricultural Trade Reform and the Doha Development Agenda*, Palgrave Macmillan, New York.
- Anderson, K. y Martin, W. (2005b): "Agricultural Trade Reform and the Doha Development Agenda", *World Economy*, 28(9), pp. 1301-1327.
- Arnalte, E. (2002): "PAC y desarrollo rural: una relación de amor-odio", *Información Comercial Española*, 803, pp. 45-60.
- Balassa, B. (1988): "Agricultural policies and international resource allocation", *European Review of Agricultural Economics*, 15(2), pp. 159-171.
- Banco Mundial. (2003): *Global Economic Prospects 2004: realizing the development promise of the Doha Agenda*, Banco Mundial, Washington, DC.
- Banco Mundial. (2005): *Global Economic Prospects 2005: trade, regionalism, and development*, Banco Mundial, Washington, DC.
- Barceló, L.V. (1989): "La reducción del proteccionismo agrario. Exigencia del sistema y deseabilidad social", *Información Comercial Española*, 666, pp. 15-43.
- Buckwell, A.E., Harvey, D.R., Thompson, K.J. y Parton, K.A. (1982): *The Costs of the Common Agricultural Policy*, Beckenham, Croom Helm.
- Colman, D. 1988: "The CAP in conflict with trade and development". *European Review of Agricultural Economics*, 15(2), pp. 123-135.
- Compés, R. (2004): "La PAC y el análisis del cambio institucional (La economía política de la Reforma de la PAC)". *V Congreso de Economía Agraria. Agricultura, alimentación y espacio rural en transición*, Santiago de Compostela, 15-17 de septiembre.
- Demekas, D.G., Bartholdy, K., Gupta, S., Lipschitz, L., y Mayer, T. (1988): "The Effects of the Common Agricultural Policy of the European Community: A Survey of the Literature", *Journal of Common Markets Studies*, 27(2), pp. 113-145.
- Díez Patier, E. (2000): *Experience of EU accession for the agricultural sector: Spain and Portugal*. En: *Agricultural Policy and Enlargement of the European Union*, Burrell, A. y Oskam, A. (eds.), Wageningen Press, Wageningen.
- Elfkhi, S. y Sánchez-Chóliz, J. (2005): "Impacto socioeconómico y ambiental de la nueva PAC. Repercusiones sobre la agricultura de regadío en los Monegros (Aragón)". *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 208, pp. 11-39.
- FAO. (2005): *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación*, Colección FAO: Agricultura nº 36, Roma.
- FMI y Banco Mundial. (2002): *Market access for developing countries exports- selected issues*. Banco Mundial, Washington, DC.
- Francois, J.F., McQueen, M. y Wignaraja, G. (2005): "European Union-Developing Country FTAs: Overview and Analysis", *World Development*, 33(10), pp. 1545-1565.
- Frandsen, S.E., Gersfelt, B. y Jensen, H.G. (2002): "Decoupling Support in Agriculture. Impacts of redesigning European Agricultural Support". *Fifth Annual Conference on Global Economic Analysis*, Taipei, June 5-7.
- García Álvarez-Coque, J.M. (1986): "La política de precios agrarios y el bienestar", *Investigaciones económicas*, 10(2), pp. 227-250.

- García Álvarez-Coque, J.M. (1989): “La desprotección agraria y la productividad de la agricultura española en el marco de la Comunidad Europea”, *Información Comercial Española*, 666, pp. 131-152.
- García Álvarez-Coque J.M. (1995): *Un análisis de la Política Agraria Común desde la perspectiva de la racionalidad económica*, En: Política Económica, Jordán, J.M (coord.), Tirant Lo Blanch, Valencia.
- García Álvarez-Coque, J.M. (2002): “Agricultural Trade and the Barcelona process. Is full liberalisation possible?”, *European Review of Agricultural Economics*, 29(3), pp. 399-422.
- García Álvarez-Coque, J.M. (2003): “La agricultura española ante la reforma de la política agrícola común”, *Papeles de economía española*, 96, pp. 2-19
- García Álvarez-Coque, J.M., Castellano, E., y Sancho, M. (1999): “Los efectos distributivos de la PAC y la cohesión. Un punto de vista mediterráneo”, *Revista Asturiana de Economía*, 14, pp. 51-71.
- García Álvarez-Coque, J.M. y Compés, R. (2005): “Las reformas de la política agrícola común en la Unión Europea ampliada. Implicaciones económicas para España”, *Papeles de economía española*, 103, pp. 230-244.
- García Álvarez-Coque, J.M.; Valdes, A. (1997): “Las tendencias recientes del comercio mundial de productos agrarios. Interdependencia entre flujos y políticas. Una síntesis”, *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 181, pp. 9-30.
- Henrichsmeyer, W. y Ostermeyer-Schlöder, A. (1988): “Productivity growth and factor adjustment in EC agriculture”, *European Review of Agricultural Economic*, 15, pp. 137-154.
- Hertel, T.W. (1990): “General Equilibrium Analysis of U.S. Agriculture: What Does It Contribute?”, *The Journal of Agricultural Economics Research*, 42(3), pp. 3-9.
- Hertel, T.W. (1992): “Partial vs General Equilibrium Analysis of Trade Policy Reform”, *Journal Agricultural Economics Research*, 44, pp. 3-15.
- Hertel, T.W. (ed) (1997): *Global Trade Analysis: Modelling and Applications*, Cambridge University Press, New York.
- Hertel, T.W., Anderson, K., Francois, J.F. y Martin, W. 2000: “Agriculture and Non-Agricultural Liberalisation in the Millennium Round”, *Policy Discussion Paper No. 0016*, Centre for International Economic Studies, University of Adelaide.
- Hubbard, L.J. (1995): “General Equilibrium Analysis of the CAP using the GTAP Model”, *Oxford Agrarian Studies*, 23(2), pp. 163-176.
- Huff, K. y Hertel, T. (2001): “Decomposing Welfare Changes in GTAP”, *GTAP Technical Paper No. 05*. www.agecon.purdue.edu/gtap/.
- Jensen, H.G. y Frandsen, S.E. (2003a): “Implications of EU Accession of Ten New Members. The Copenhagen Agreement”, *6th Annual Conference on Global Economic Analysis*, The Hague, June 12-14.
- Jensen, H.G. y Frandsen, S.E. (2003b): “Impacts of the Eastern European Accession and the 2003-reform of the CAP. Consequences for Individual Member Countries”, *Working Paper 11/03*, Danish Research Institute of Food Economics.
- Krugman, P. R. y Obstfeld, M. (2005): *Los instrumentos de la política comercial*, En: Economía Internacional. Teoría y Política (5ª ed.), Pearson Educación, Madrid.
- Massot Martí, A. (1998): “Hacia una nueva política rural integrada en una Europa abierta”, *Revista Española de Economía Agraria*, 182(1), pp. 9-73.

- Massot Martí, A. (2003): “La Reforma de la PAC de 2003: hacia un nuevo modelo de apoyo para las explotaciones agrarias”, *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 199, pp. 11-60.
- Olson, M. (1985): “Space, agriculture, and organization”, *American Journal of Agricultural Economics*, 67, pp. 928-937.
- Oxfam International. (2006): *Modelling the Impact of Trade Liberalisation. A Critique of Computable General Equilibrium Models*. Oxfam International Research Report.
- Pañeda, C. (1999): “Teoría e historia de la PAC”, *Revista Asturiana de Economía*, 14, pp. 7-25.
- Philippidis, G. (2004): *Common Agricultural Policy: Evolution and Economics Costs*, En: *Current Economic Issues in EU Integration*, Braimbridge, J., Harrop, J., y Philippidis, G., Palgrave Macmillan, New York.
- Philippidis, G. (2005): “Agricultural Trade Liberalisation in the Doha Round: Impacts on Spain”, *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 5(10), pp. 41-68.
- Philippidis, G and Hubbard, L.J. (2001): “The economic cost of the CAP revisited”, *Agricultural Economics*, 25, pp. 375-385.
- Philippidis, G. and Hubbard, L.J. (2003): “Agenda 2000 Reform of the CAP and its Impacts on Member States: A note”, *Journal of Agricultural Economics*, 54(3), pp. 479-486.
- Rausser, G.C. y Irwin, D.A. (1989): “The political economy of agricultural policy reform”, *European Review of Agricultural Economic*, 15(4), pp. 349-366.
- Reig, E. (2005). *La política agrícola común*, En: *Economía de la Unión Europea* (2ª ed.), J.M. Jordán (coord.), Thomson Civitas, Madrid.
- Schweissshelm, E. (2003): “Democracia, transparencia y progresos en la lucha contra la pobreza y en el desarrollo sustentable. Reivindicaciones de los Global Unions para la 5ta. Conferencia de Ministros de la OMC”, *Documento de trabajo del Friedrich Ebert Stiftung*, Division for Internacional Cooperation and Global trade, Bonn.
- Sumpsi, J.M. (2003): “Una nueva política agraria para una nueva Unión”, *Papeles de Economía Española*, 96, pp. 42-59.
- Swinnen, J. (2002): “Transition and Integration in Europe: Implications for Agricultural and Food Markets, Policy, and Trade Agreements”, *The World Economy*, 25(4), pp. 481-501.
- Tracy, M. (1997): *Agricultural Policy in the European Union and other market economies* (2ª ed.), APS-Agricultural Policy Studies, Brussels.
- USDA. (2001): *The road ahead: agricultural policy reform in the WTO, summary report*, Informe nº 797, Economic Research Service, US Department of Agriculture, Washington DC.
- Wonnacott, P. y Wonnacott, R. (1999): *¿Por que la agricultura es un sector conflictivo?*, En: *Economía*, Wonnacott, P. y Wonnacott, R., McGraw Hill, Madrid.

MODELO DE CAMBIO CLIMATICO: OPTIMIZACION DEL COSTE DE REDUCIR LAS EMISIONES

DRA. CRISTINA GARCÍA FERNÁNDEZ

Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Políticas y Sociología.

Departamento de Economía Aplicada V.

E-mail: cristinagarcia@cps.ucm.es

RESUMEN

La ejecución de las políticas de cambio climático y la evolución de ciertas variables de tipo económico y social conllevan una serie de costes. Particularmente importantes son los costes de reducir las emisiones de carbono, que pueden materializarse en pérdidas de producción o bienestar. La aplicación efectiva de las políticas de cambio climático –cuyo objetivo es reducir las emisiones de gases invernadero– así como el control de las variables más influyentes en la expulsión de emisiones requieren que se incurra en un coste mínimo durante su ejecución y una estricta coordinación entre las distintas medidas para que la evolución desde el estado inicial hasta el estado final deseado sea de la forma más eficiente posible. El modelo que se presenta en este trabajo optimiza la trayectoria que deben seguir estas variables desde la situación inicial hasta la final deseada minimizando el coste de este cambio.

Palabras clave: políticas de cambio climático; coste de reducir las emisiones de carbono

ABSTRACT

The performance of climate change policies and the evolution of certain economic and social variables give way to some economic cost. Particularly important are the cost of reducing carbon emissions which could materialize in a loss of production and welfare. The effective performance of climate change policies –that have the goal of reducing greenhouse gases– and the control of the most influential variables in the expulsion of the emissions cause a minimum cost and a very strict coordination between the different policies so that the evolution from the initial state to the final required would be the most efficient. The model we present in this paper optimizes the trajectory these variables should take from the initial point to the final required, minimizing the cost of this change.

Keywords: climate change policies; cost of reducing carbon emissions

JEL classification: H41, Q51, Q54.

1. Argumentos económicos para la adopción de respuestas al cambio climático

Actualmente, existen distintas perspectivas dentro del debate del cambio climático. Por un lado, están los que opinan que se sabe tan poco sobre el cambio climático y existen tantas incertidumbres que, los costes de una política reductora deberían ser los únicos determinantes de las decisiones que se tomen hoy en día. Según estos, hasta que nuestro conocimiento sobre los impactos del calentamiento global no mejore, cualquier respuesta debería estar limitada a las llamadas políticas de "no arrepentimiento" ("no regrets"), que consisten en la adopción de medidas que reducen las emisiones y al mismo tiempo producen efectos económicos positivos directos¹.

En el otro extremo están los que afirman que los costes de las políticas reductoras de emisiones no son lo primordial a tener en cuenta. Piensan que los riesgos que impone el calentamiento global son tan altos que las emisiones deben ser inmediatamente controladas a cualquier coste. Caso de actuar de otra forma se estaría dando pie a que ocurrieran grandes desastres ecológicos. Desde esta perspectiva, las únicas políticas que tienen justificación son aquellas que ofrecen un gran margen de seguridad. De acuerdo con este argumento, no existirían límites acerca de cuánto deberíamos estar dispuestos a pagar por la compra de un seguro contra el cambio climático.

Entre estos dos extremos se encuentra una tercera escuela de pensamiento (neoclásicos): aquellos que aseguran que tanto los costes como los daños son importantes. Argumentan que es necesario comparar los costes de reducir las emisiones (los costes que producen las políticas mitigadoras de emisiones) con los daños medio ambientales que se evitan mediante la aplicación de dichas políticas. Algunos autores han utilizado el análisis coste-beneficio para evaluar la rentabilidad de las políticas que podrían emplearse, pero, no obstante, ni los costes ni los beneficios medio ambientales

¹Muchas medidas podrían contribuir a la ralentización del calentamiento global a un coste reducido o nulo. Por ejemplo, mejorar los acuerdos internacionales sobre CFCs e impulsar los de CO_2 y otros gases invernadero, adoptar medidas para eliminar la deforestación no económica y, en definitiva, adoptar medidas que eliminen gradualmente el uso de los combustibles fósiles, como los impuestos sobre los hidrocarburos o los combustibles fósiles.

son fáciles de cuantificar por lo que, en muchas ocasiones esta técnica resulta inapropiada².

La mayor parte de los economistas que han realizado estudios al respecto coinciden en que, durante las dos o tres próximas décadas podrían lograrse aumentos de eficiencia de entre un 10 y un 30 por ciento a un coste neto nulo, e incluso con ganancias netas (Burniaux *et al*, 1991). Hoy en día, disponemos de diversas políticas coste-eficientes que pueden reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, aumentar la eficiencia energética no solo reduce las emisiones de gases invernadero, sino también puede hacer que las industrias y los países se tornen más competitivos en los mercados internacionales. Por lo tanto, simplemente por motivos de precaución y por la naturaleza agresiva de los impactos esperados, la adopción de políticas preventivas estaría altamente justificada.

Hay que tener en cuenta que las medidas preventivas no sólo están justificadas para su inmediata adopción, sino que también es necesario que estas tengan un punto de partida efectivo. La adopción de medidas graduales es importante, ya que de otro modo podríamos incurrir en costes prematuros (de transición o ajuste) excesivamente altos o innecesarios. Así pues, las políticas deben ser efectivas desde su puesta en práctica a la vez que adaptables a las necesidades del momento. Por ejemplo, si establecemos un impuesto sobre el carbono, este no debe partir de una tasa excesivamente alta, ya que no dejaríamos tiempo para que los mercados y los equipos se adaptaran a los nuevos cambios de los precios -o tendrían que hacerlo incurriendo en un coste excesivo-. Pero tampoco debemos mantener la misma tasa a largo plazo, ya que, factores como el aumento de la población y, en consecuencia, la mayor demanda de energía pueden requerir tasas impositivas mayores con el fin de evitar emisiones más cuantiosas. También puede ocurrir que el desarrollo de las tecnologías eficientes sea más rápido de lo previsto, por lo que ello facilitaría la reducción del impuesto. En definitiva, es necesaria la adopción de una política reductora de emisiones de forma gradual, a menos que los daños ambientales, ecológicos y socio-económicos que pueda originar el

²Sobre todo en el caso del cambio climático, donde las incertidumbres sobre los impactos ambientales y sobre los posibles costes de reducir las emisiones son todavía muy amplias. Ver García, C. (2006).

aumento adicional de las emisiones pueda bien merecer un aumento mayor de los costes con el fin de eliminarlas y evitar los daños.

Esto nos lleva a que a la hora de calcular y valorar los costes de las políticas destinadas a frenar el cambio climático debemos considerar diversas variables. Entre las más importantes estarían las metas y fechas de emisiones determinadas internacionalmente, la tendencia de la población y de la economía - las expectativas son de crecimiento y con este una mayor demanda energética-, el desarrollo de nuevas tecnologías -cuanto más alta sea su disponibilidad y su tasa de incorporación menores tasas impositivas sobre el carbono serán necesarias lo cual reducirá los costes-, la tasa de reposición del capital referida al período de vida natural de los equipos en funcionamiento - cambios abruptos en el *stock* de capital existente pueden acarrear grandes costes si este no ha sido amortizado-, la tasa de descuento³ que se utilice para calcular el valor actual de la corriente de beneficios ambientales futuros, las posibles acciones que adopten los consumidores y las industrias en respuesta a las políticas adoptadas, al consumo de combustibles fósiles, al ritmo de avance del cambio climático, etc.

Por otro lado, las estimaciones sobre la cuantía de los costes de reducir las emisiones de dióxido de carbono varían de unos estudios a otros⁴. Es más, en algunos casos hay desacuerdo en cuanto al coste de reducir las emisiones en una tonelada. Algunos analistas piensan que este coste sería negativo porque las emisiones podrían eliminarse simplemente acabando con las distorsiones que tienen los mercados de energía (Buero *et al*, 1991). Otros creen que si fuera posible reducir el consumo de energía a un coste negativo ya se habría hecho hace tiempo. Existen también distintos puntos de vista respecto a la evolución de otras variables: con que rapidez aumentarán las emisiones en ausencia de políticas de cambio climático, qué mejoras de eficiencia energética pueden darse independientemente de los cambios en los precios, con qué facilidad podrán sustituirse los combustibles fósiles por otros menos contaminantes y por otras fuentes de energía y la disponibilidad y coste de nuevas tecnologías

³ El valor que tome la tasa de descuento es crucial para que las estimaciones sean positivas o negativas. Para una mayor aproximación ver Nordhaus, 2002.

⁴ Un análisis riguroso se encuentra en Krause *et al.*, (1993)

energéticas que no emiten CO_2 . En definitiva, y dado el rango tan amplio de incertidumbres que rodean a la evolución de las variables y a los modelos económicos que existen en este ámbito, no es de extrañar que existan puntos de vista diversos acerca de los costes que resultarán del recorte de las emisiones de CO_2 .

Siguiendo la argumentación anterior, parece evidente que una política destinada a reducir las emisiones debería lograr su objetivo con el mínimo coste posible. Para que una política reductora de emisiones sea coste-efectiva, esta debe cubrir un rango muy amplio, esto es, no sólo debe conseguir recortes en las emisiones de CO_2 sino también las emisiones de otros gases invernadero. Además, la reducción de cada gas individual debería lograrse al menor coste posible. Por ejemplo, las emisiones de CO_2 pueden reducirse mediante distintos métodos: prohibiendo el uso del carbón, estableciendo estándares de eficiencia obligatorios, estableciendo impuestos sobre los combustibles fósiles, etc. Todas estas políticas son capaces de reducir el uso de los combustibles fósiles pero algunas lo harán con una eficiencia mayor.

La conclusión es clara: los esfuerzos modestos que se lleven a cabo con el fin de reducir las emisiones de gases invernadero están económicamente justificados. El análisis económico realizado por diversos autores a través de distintos modelos -unos utilizando el método coste-beneficio otros calculando metas y fechas de estabilización de las emisiones y observando cuál será la pérdida de bienestar a través de la pérdida de producto nacional observada, otros calculando los costes de la aplicación de algún instrumento económico como el impuesto sobre el carbono, etc.- sugiere que pequeñas reducciones de las emisiones y pequeñas mejoras de los sumideros pueden conseguirse a un coste nulo o muy reducido. No obstante, a medida que aumentan los recortes de las emisiones también lo harán los costes, a no ser que se desarrollen simultáneamente tecnologías más eficientes. Hasta el momento, dado el alto grado de incertidumbre y el relativo desarrollo de estas tecnologías parece que las pequeñas reducciones de emisiones y de aumento de los sumideros están ampliamente justificadas. Ahora bien, si queremos que esos costes sean cada vez menores debemos aplicar instrumentos económicamente eficientes y llevar a cabo una seria coordinación internacional de los mismos. Tales políticas preventivas deben complementarse con una mayor investigación sobre nuevas tecnologías y fuentes de energía alternativas que ayuden a

reducir los costes y el cambio climático en el largo plazo. Además, una vez que dichas tecnologías se vayan adaptando con eficiencia a los sistemas productivos estaremos en disposición de ir prescindiendo de la utilización de los instrumentos económicos. Si esta trayectoria se va cumpliendo, en el largo plazo, los costes de reducir las emisiones serían mínimos.

A continuación se presenta un modelo de optimización cuyo objetivo es minimizar el coste de reducir las emisiones. El modelo concluye con la determinación de las funciones que indicarían la evolución exacta en el tiempo de los distintos componentes del coste de reducir las emisiones (CRE) siguiendo la trayectoria óptima.

2. El modelo

Como apuntábamos en la introducción de este trabajo, la aplicación de las políticas de cambio climático y la evolución de ciertas variables de tipo económico y social conllevan una serie de costes. Los más relevantes para cualquier estudio de tipo económico son los costes de reducir las emisiones de carbono (CRE), ya que pueden materializarse en pérdidas de producción o bienestar.

Las políticas de cambio climático –cuyo objetivo es reducir las emisiones de gases invernadero- así como el control de las variables más influyentes en la expulsión de emisiones requiere que se incurra en un coste mínimo durante su ejecución y una estricta coordinación entre las distintas medidas para que la evolución desde el estado inicial hasta el estado final deseado sea de la forma más eficiente posible. El modelo que se presenta en este trabajo optimiza la trayectoria que deben seguir estas variables desde la situación inicial hasta la final deseada minimizando el coste de este cambio.

Modelo de Cambio Climático: Optimización de los Costes de Reducir las Emisiones

- Objetivo del Modelo:

- Encontrar la Trayectoria Óptima que debe seguir cada Variable para que el Coste de Reducir las Emisiones (CRE) sea Mínimo.

- Expresión Matemática del Modelo:

$$\min CRE = \min \int_0^T f(y_i, y_i') \cdot e^{-rt} dt$$

donde $f(y_i, y_i')$ es el Coste Instantáneo de Reducir las Emisiones (CIRE) que dependerá de ciertas variables y de sus tasas de cambios.

- Las variables seleccionadas para el estudio son:

- $y_1 = PCC$ Políticas de Cambio Climático
- $y_2 = P$ Población
- $y_3 = PIB$ Actividad Económica
- $y_4 = CCF$ Consumo de Combustibles Fósiles
- $y_5 = GCI$ Grado de Cooperación Internacional en el Cambio Climático

- Por tanto la expresión matemática quedará:

$$\min CRE = \min \int_0^T f(PCC, P, PIB, CCF, GCI, PCC', P', PIB', CCF', GCI') \cdot e^{-rt} dt$$

Que deben cumplir las condiciones:

- Iniciales: $PCC(0), P(0), PIB(0), CCF(0), GCI(0)$
- Objetivo: $PCC(T), P(T), PIB(T), CCF(T), GCI(T)$
que a su vez cumplan $EG(T) = EG^*$ (Emisiones Objetivo Deseadas).

Solución Analítica

- Expresión Matemática del Modelo. Extremo de una Funcional:

$$\min CRE = \min \int_0^T F(PCC, P, PIB, CCF, GCI, PCC', P', PIB', CCF', GCI', t) dt$$

$$PCC(0), P(0), PIB(0), CCF(0), GCI(0)$$

$$PCC(T), P(T), PIB(T), CCF(T), GCI(T)$$

- Solución del Extremo de una Funcional. Ecuaciones de Euler:

$$\frac{\partial F}{\partial PCC} - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial F}{\partial PCC'} \right) = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial P} - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial F}{\partial P'} \right) = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial PIB} - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial F}{\partial PIB'} \right) = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial CCF} - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial F}{\partial CCF'} \right) = 0$$

$$\frac{\partial F}{\partial GCI} - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial F}{\partial GCI'} \right) = 0$$

$$PCC(0), P(0), PIB(0), CCF(0), GCI(0)$$

$$PCC(T), P(T), PIB(T), CCF(T), GCI(T)$$

Una Aproximación

- Suponiendo un Coste Instantáneo de Reducir las Emisiones:

$$CIRE = - \left[U - (C_{PCC}PCC' + C_P P' + C_{PIB} PIB' + C_{CCF} CCF' + C_{GCI} GCI') \right]$$

- La expresión del problema es:

$$\min CRE = \min \left[- \int_0^T [U - (C_{PCC}PCC' + C_P P' + C_{PIB} PIB' + C_{CCF} CCF' + C_{GCI} GCI')] \cdot e^{-rt} dt \right]$$

$$PCC(0), P(0), PIB(0), CCF(0), GCI(0)$$

$$PCC(T), P(T), PIB(T), CCF(T), GCI(T)$$

- Aplicando las ecuaciones de Euler, resulta:

$$\frac{\partial U}{\partial PCC} = C_{PCC} r - \frac{dC_{PCC}}{dt} \quad \frac{\partial U}{\partial P} = C_P r - \frac{dC_P}{dt} \quad \frac{\partial U}{\partial PIB} = C_{PIB} r - \frac{dC_{PIB}}{dt}$$

$$\frac{\partial U}{\partial CCF} = C_{CCF} r - \frac{dC_{CCF}}{dt} \quad \frac{\partial U}{\partial GCI} = C_{GCI} r - \frac{dC_{GCI}}{dt}$$

$$PCC(0), P(0), PIB(0), CCF(0), GCI(0)$$

$$PCC(T), P(T), PIB(T), CCF(T), GCI(T)$$

Expresiones que indican la trayectoria óptima que cada variable debe cumplir en cada instante para que el coste de reducir las emisiones sea mínimo. De acuerdo con lo anterior, la trayectoria óptima que debe seguir cada variable seleccionada en el modelo será aquella en la que su utilidad marginal cumpla dicha expresión en función de los costes y de su variación.

Expresión General

- De la Expresión Matemática del Modelo:

$$\begin{aligned} \min CRE = \min \int_0^T F(PCC, P, PIB, CCF, GCI, PCC', P', PIB', CCF', GCI', t) dt \\ PCC(0), P(0), PIB(0), CCF(0), GCI(0) \\ PCC(T), P(T), PIB(T), CCF(T), GCI(T) \end{aligned}$$

- Considerando que algunas variables no son modificables, ej. : población

$$P(t) = P(0) + \alpha t ;$$

- Y que existen interrelaciones entre otras variables y el tiempo:

$$g_1(t, PCC, PIB, CCF, GCI) = 0$$

$$g_2(PCC, PIB, CCF, GCI) = 0$$

- El modelo se convierte en:

$$\begin{aligned} \min CRE = \min \int_0^T F(PCC, PIB, CCF, GCI, PCC', PIB', CCF', GCI', t) dt \\ PCC(0), PIB(0), CCF(0), GCI(0) \\ PCC(T), PIB(T), CCF(T), GCI(T) \\ g_1(t, PCC, PIB, CCF, GCI) = 0 \\ g_2(PCC, PIB, CCF, GCI) = 0 \end{aligned}$$

Solución General

- Nuestro modelo se transforma, utilizando los Multiplicadores de Lagrange, en resolver :

$$\min \int_0^T Z(t, y_i, y_i', \lambda_1, \lambda_2) dt;$$

Siendo:

$$Z(t, y_i, y_i', \lambda_1, \lambda_2) = F(t, y_i, y_i') + \lambda_1 \cdot g_1(y_i, t) + \lambda_2 \cdot g_2(y_i)$$

Aplicando las Condiciones Necesarias de Extremo (Euler-Lagrange) resultará el Sistema:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial PCC} - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial F}{\partial PCC'} \right) + \lambda_1 \frac{\partial g_1}{\partial PCC} + \lambda_2 \frac{\partial g_2}{\partial PCC} = 0 & \quad \frac{\partial F}{\partial PIB} - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial F}{\partial PIB'} \right) + \lambda_1 \frac{\partial g_1}{\partial PIB} + \lambda_2 \frac{\partial g_2}{\partial PIB} = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial CCF} - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial F}{\partial CCF'} \right) + \lambda_1 \frac{\partial g_1}{\partial CCF} + \lambda_2 \frac{\partial g_2}{\partial CCF} = 0 & \quad \frac{\partial F}{\partial GCI} - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial F}{\partial GCI'} \right) + \lambda_1 \frac{\partial g_1}{\partial GCI} + \lambda_2 \frac{\partial g_2}{\partial GCI} = 0 \end{aligned}$$

$$g_1(t, PCC, PIB, CCF, GCI) = 0$$

$$g_2(PCC, PIB, CCF, GCI) = 0$$

que nos permitirá hallar:

$$PCC(T), PIB(T), CCF(T), GCI(T)$$

Funciones que determinan cual debe ser la evolución óptima en el tiempo de las distintas variables que influyen en el coste de reducir las emisiones (CRE).

3. Conclusiones

Tal y como hemos ilustrado a lo largo de este trabajo, las políticas de cambio climático, sin duda, conllevan unos costes, esto es, los costes de reducir las emisiones de carbono. Estos costes, tal como ilustra el modelo de cambio climático presentado, dependen de una serie de variables y de su evolución en el tiempo.

A continuación se muestran las conclusiones más relevantes sobre la influencia de dichas variables en los costes de la política de cambio climático.

- La Políticas de Cambio Climático. Cualquiera que sea la medida que se adopte para reducir las emisiones de carbono conllevará un coste de aplicación. Este será mayor o menor en función de la rigidez de la política adoptada. No obstante -y esto es lo que asumimos en el modelo- si se utilizara un impuesto gradual sobre el carbono, la forma en que los ingresos del impuesto fueran utilizados (reciclaje del impuesto) sería determinante a la hora de calcular la pérdida de producción estimada.
- Las Metas prefijadas de emisiones. Cuanto más próxima esté la meta o fecha establecida para el control de emisiones más alto será el coste de reducirlas ya que esto endurece la política de cambio climático aplicada.
- La tendencia de la Población. Si suponemos que la evolución de la población es creciente debemos tener en cuenta que las emisiones de gases invernadero pueden aumentar –caso más probable de un aumento de la demanda de energía- ya que las medidas que mejoran la eficiencia energética son costosas y su efecto se materializará en el largo plazo. Si el objetivo es reducir las emisiones la política de cambio climático tendrá que endurecerse acarreado un aumento de los costes.
- La tendencia de la Actividad Económica. Las expectativas mundiales de crecimiento sugieren una mayor demanda de energía, hecho ante el que numerosos países incrementarán la tasa de explotación de los combustibles fósiles. A medio plazo las políticas de cambio climático tendrán que extenderse a esos países lo cual aumentará los costes de reducir las emisiones. Obviamente, diferentes previsiones sobre crecimiento económico pueden conducir a diferentes estimaciones sobre costes de control del carbono. En general, menores

tasas de crecimiento dan lugar a menores impuestos sobre el carbono utilizados para hacer frente a alguna meta de emisiones en particular.

- Desarrollo de Nuevas Tecnologías. A medida que la disponibilidad y el desarrollo de nuevas tecnologías va siendo mayor se hace menos necesario la aplicación de políticas estrictas de cambio climático tales como el establecimiento de altas tasas impositivas o medidas de regulación de la actividad económica. Esto conlleva, en general, a unos menores costes asociados a la política de cambio climático⁵.
- Tasa de Reposición del Capital Instalado. La tasa a la que debe ir reponiéndose el capital instalado por otro más eficiente energéticamente no debe ser demasiado alta, ya que, cambios abruptos pueden acarrear mayores costes de transición hacia una economía más eficiente y limpia. No obstante, el stock de capital no es muy flexible. Tanto el capital como las nuevas opciones tecnológicas dependen de los cambios esperados de los precios de la energía. Cuando estos precios cambian de forma inesperada los propietarios del capital instalado puede que no sean capaces de responder de forma inmediata a los nuevos precios. El ajuste económico impone costes a medida que precios y mercados reaccionan ante los precios más altos de los combustibles basados en el consumo de carbono. De aquí se deduce que los costes de ajuste dependen en gran medida de que los cambios en los precios sean o no anticipados.⁶
- Elasticidades. En general, en el corto plazo no conocemos la respuesta de los agentes económicos ante un cambio en los precios de la energía, ya que no se dispone del tiempo suficiente para captar toda la información sobre los mismos y reaccionar ante estos. No obstante, en el largo plazo, los agentes pueden reaccionar comprando productos más eficientes energéticamente. De esta forma,

⁵ El modelo de Jorgenson y Wilcoxon (1991) es uno de los pocos que han estimado el impacto potencial que producen los cambios en los precios sobre el progreso tecnológico a lo largo del tiempo. El modelo concluye que los mercados de energía responden rápidamente a las señales de precios. Este es un punto clave, ya que, en general, la disponibilidad de mayores opciones tecnológicas significa que se necesitan menores impuestos sobre el carbono para reducir las emisiones de CO_2 a un nivel determinado.

⁶ Un estudio de Jorgenson y Wilcoxon (1990) muestra que una parte importante de la pérdida de productividad asociada al aumento de los precios energéticos de 1970 fue debido al inesperado repunte de los mismos y no al aumento gradual de los precios reales del petróleo.

podemos conocer la respuesta de la demanda ante cambios en los precios (elasticidad demanda-precio) por lo que estaremos en disposición de poder calcular la reducción de emisiones asociada a la política de cambio climático de tipo impositivo (impuesto sobre el carbono).

Llegado a este punto es importante señalar que la variable “elasticidad” no se ha incluido en el modelo debido a la complejidad que ello supondría para el análisis. No obstante, se pensó incluir dos variables adicionales en las funciones g_1 y g_2 . Las variables eran la elasticidad de la demanda de energía primaria (fósil) respecto a la renta y la elasticidad de la demanda de energía primaria respecto al precio. Su importancia radica en que la demanda de energía primaria depende de la respuesta que tengan los agentes económicos ante cambios en los precios de los combustibles fósiles y de la evolución del nivel de producción y renta de los países.

- Facilidad en sustituir los Combustibles Fósiles (Disponibilidad de Fuentes de Energía Alternativas y Elasticidades Cruzadas de los combustibles fósiles). Las reducciones de carbono a través de la sustitución de combustibles fósiles por otros menos contaminantes no disminuyen la disponibilidad de la energía sino que únicamente reducen la intensidad de carbono que ésta contiene, mejorando la eficiencia energética. Según Cline (1992), este ajuste, debería poder limitar el recorte porcentual necesario de la energía que se requiere para reducir las emisiones de carbono prácticamente a la mitad. Es decir, un recorte, por ejemplo del 70 por ciento en las emisiones de carbono debería lograrse con solamente un recorte de un 35 por ciento de la energía utilizada. La cantidad de esta disminución viene indicada por la elasticidad de la producción respecto a la energía. Si esta elasticidad fuese la sugerida por Cline (0,06), entonces el recorte del 35 por ciento en la energía iría acompañado de una reducción aproximada de un 2 por ciento del PNB.
- Grado de Cooperación Internacional. Dado que el cambio climático antropogénico es un problema transfronterizo, los costes de reducir las emisiones serán menores a medida que aumente la cooperación entre países. Teniendo en cuenta que los costes de aumentar los recortes de las emisiones crecen con el nivel de recorte, los costes globales de lograr una determinada meta global de

emisiones declinarían a medida que mayor número de países se comprometieran a cumplir con dichas metas⁷.

⁷ Los estudios sobre el coste de control de las emisiones de carbono muestran que las reducciones crecientes de las emisiones permitidas cuestan más a medida que se reduce el nivel absoluto de las emisiones permitidas en cualquier año.

Bibliografía

- BROOME, J. (1992). *Counting the Cost of Global Warming*. White Horse Press. Cambridge, U.K.
- BUERO, G., CLARKE, R., y WINTERS, L.A. (1991). *Controlling Greenhouse Gases: A Survey of Global Macroeconomic Studies*. Working Paper. Department of the Environment, Environmental Economics Research Series. University of Nottingham, U.K.
- BURNIAUX, J.M., MARTIN, J.D., NICOLETTI, G. y OLIVEIRA MARTINS, J. (1991). "Green -A Multi-Region Dynamic General Equilibrium Model for Quantifying the Costs of Curbing CO_2 Emissions: A Technical Manual". Informe Técnico nº 104, OCDE, Departamento de Economía y Estadística, División de Asignación de Recursos. París. También el informe anterior (103), "The Costs of Policies to reduce Global Emissions of CO_2 : Initial Simulations Results with GREEN.
- GARCIA, C. (2006). "El análisis coste-beneficio y la dificultad de su aplicación al cambio climático". En *Estudios de Economía Aplicada*, vol 24-2, pags 751-762.
- CLINE, W.R. (1992). *The Economics of Global Warming*. Institute for International Economics. Washinton DC.
- CLARKE, R., BOERO, G., y WINTERS, L.A. (1996). "Controlling Greenhouse Gases: A Survey of Global Macroeconomic Studies". *Bull. Econ. Res.*, Octubre, 48 (4), pp. 269-308.
- JORGENSON, D.W, y WILCOXEN, P.J. (1990). "The Cost of Controlling US Carbon Dioxide Emissions". Harvard University, Cambridge, MA.

- (1991). "Reducing US Carbon Emissions: The Cost of Different Goals". En Moroney, John, R., ed., *Energy, Growth and the Environment*. Greenwich. JAI Press, pp. 125-38.
- KRAUSE, F., HAITES, W., HOWARTH, R. y KOOMEY, J. (1993). *Energy Policy in the Greenhouse, Vol II, Parte I: Cutting Carbon Emissions: Burden or Benefit? The Economics of Energy-Tax and Nonprice Policies*. International Project for Sustainable Energy Paths. El Cerrito, CA.
- MANNE, A., y RICHELIS, R. (1990). "CO2 Emission Limits: An Economic Cost Analysis for the USA". *Energy Journal*, 11 (2): pp. 51-74.
- (1992). "The Impact of Timing on the Cost of Achieving Carbon Emission Targets". EMF Documento de Trabajo 12.23, Energy Modeling Forum. Standford, CA.
- MORRIS, S.C., *et al.* (1990). "A Least Cost Energy Analysis of U.S. CO₂ Reduction Options". Documento presentado en la conferencia *Energy and the Environment in the 21st Century*, MIT (Marzo 26-28). Cambridge.
- NORDHAUS, W. (1990). *Contribution of Different Greenhouse Gases to Global Warming: A New Technique for Measuring Impact*.
- (1990). "An Intertemporal General-Equilibrium Model of Economic Growth and Climate Change". Documento de trabajo; Seminario de Modelización Medioambiental celebrado en octubre (22-23) de 1990. Universidad de Yale. Washington, D.C.
- (1991). "Economic Approaches to Global Warming". En *Global Warming: Economic Policy Approaches*. Editado por Dornbush, R.D. y Poterba, J.M, pp. 33-68. Cambridge, MA:MIT Press.
- (1993). "Optimal Greenhouse Gas Reductions and Tax Policy in the Dice Model. *American Economic Review Papers and Proceedings*, 83 (2), pp.313-17.

- (1993). "Survey on Uncertainties Associated with Future Climate Change".
Universidad de Yale. Mimeo, abril.

- (2002). "After Kyoto: Alternative Mechanisms to Control Global Warming". Yale
University.

•

PETERSEN, E., BELANGER, S., COHAN, D., DIENER, A., DROZD, J.M., y
GJERDE, A. (1992). "The Transition to Reduced Levels of Carbon Emissions".
Documento de Trabajo 12.6, Energy Modeling Forum. Stanford, CA.

• WHALLEY, J. y WIGLE, R. (2002). "Cutting CO2 Emissions: The Effects of
Alternative Policy Approaches" en *International Trade and Environment*, Judith
Dean (ed). Ashgate Publishers.

El apoyo de la PAC a la agricultura en las Comunidades Autónomas según la metodología de la OCDE

Silvia Andrés González-Moralejo

Grupo de Economía Internacional. Universidad Politécnica de Valencia

Camino de Vera s/n. 46022 Valencia. silangle@upvnet.upv.es

ÁREA TEMÁTICA: Economía Agraria y Recursos Naturales

RESUMEN: La política agraria en España ha estado sujeta en los últimos años a cambios sustanciales, que han implicado por un lado modificaciones en el nivel y los mecanismos de apoyo al sector y, al mismo tiempo, una creciente complejidad en la articulación y papel de los diferentes niveles de la Administración. Después de la Agenda 2000 y la Revisión Intermedia de la PAC, los instrumentos de política agraria son cada vez más aplicados de manera diferencial a nivel regional. Este contexto hace que sea cada vez más necesario disponer de un sistema de información sobre el apoyo a la agricultura en las diversas regiones españolas que permita un seguimiento y evaluación del nivel global y la distribución de ese apoyo. El trabajo adopta como base metodológica los avances realizados en la estimación de indicadores de apoyo a la agricultura por la OCDE. Además, tiene en cuenta los resultados de proyectos anteriores realizados en España referidos al gasto público en agricultura de las CCAA y a la medición del apoyo global al sector agrario de las diversas CCAA.

PALABRAS CLAVE: apoyo a la agricultura, transferencias presupuestarias, agricultura española.

ABSTRACT: The agricultural policy in Spain has been involved in significant changes which have implied some modifications on the support level and its mechanisms, and a increasing complexity on the organization and role of the different levels of Government. After the Agenda 2000 and the CAP's Mid-Term Review, some instruments that can be applied at regional level are available. In this context, an information system about agricultural support that allowed the monitoring and evaluation of the support and its distribution becomes necessary. This work uses the progress on agricultural support indicators estimated by the OECD as the methodologic basis. The reserch takes into account the results of previous works carried out in Spain related to the AACC public expenditure on agriculture and measurement of the global suppot to the agricultural sector.

KEY WORDS: agricultural support, budget transferences, Spanish agriculture.

1. INTRODUCCIÓN

En la Unión Europea, los niveles y las formas de apoyo a la agricultura han venido influidos por las reformas recientes de la PAC. Dos procesos, acentuados tras las reforma MacSharry de 1992, la Agenda 2000 y la Revisión Intermedia de la PAC, han sido, por un lado, el cambio de instrumentos de política hacia un menor énfasis en las transferencias a la producción por la vía del apoyo a los precios, hacia un mayor énfasis en las transferencias directas a los productores; por el otro, se tiende una aplicación de instrumentos manera diferenciada a nivel nacional y regional. Los distintos niveles de la Administración (autonómico, central y europeo) tienden a desempeñar papeles complementarios. Pero es difícil concebir una aplicación diferencial y descentralizada de las políticas agrarias sin coordinación y sin evaluación. Ninguna Comunidad Autónoma debería poner en marcha programas sin un seguimiento de lo que se está haciendo en otras Comunidades Autónomas. Las diferencias regionales en los niveles de apoyo pueden ser apreciables, como también pueden serlo las especializaciones en los objetivos o en los instrumentos. Así, por ejemplo, las transferencias de precios y mercados pueden ser importantes en la Comunidad “A” frente a un enfoque de desarrollo rural predominante en la Comunidad “B”. Las ayudas directas desacopladas pueden ser un instrumento predominante en la Comunidad “C”, frente a la vigencia de otras medidas de intervención de precios y mercados en la Comunidad “D”. Este contexto hace que sea cada vez más necesario disponer de un sistema de información sobre el apoyo a la agricultura en las Comunidades Autónomas, que permita un seguimiento y evaluación al menos de los siguientes aspectos: el nivel global, los mecanismos de apoyo al sector y la distribución de ese apoyo. La construcción de estos sistemas de información supone una condición previa a la formulación de mecanismos racionales o modelos de toma de decisiones en políticas agrarias (Atance y Gómez-Limón, 2004).

Este artículo tiene en cuenta antecedentes importantes de orden metodológico, como son los referidos a la estimación de indicadores de apoyo a la agricultura de la OCDE (conceptos de *Producer Support Estimate* (PSE) y *Total Support Estimate* (TSE))¹. Hemos partido de esta base para plantear una estimación del apoyo a la agricultura en

¹ El indicador se basa en el concepto de Equivalente de Subsidio al Productor propuesto por Corden (1971) e introducido por primera vez como medida del apoyo a la agricultura por Josling (1979).

las CCAA que sea comparable con las estimaciones realizadas por la OCDE para sus Estados miembros. Una descripción de estos indicadores y su aplicación a la UE se encuentran en los documentos que la propia OCDE ofrece en su página web² (OECD, varios años). La estimación del apoyo a la agricultura a escala regional ha sido abordada anteriormente. Como antecedentes próximos podemos citar el informe publicado por la Comisión en 1981, seguido de los estudios sobre las transferencias de la PAC tras la reforma MacSharry de 1992, con resultados para 1994 y 1996 (European Commission, 2001) y para 1991 y 1995 (Tarditi y Zanias, 2001). Estos trabajos utilizan el concepto de PSE de la OCDE como también lo hace el artículo de Zanias (2002) orientado al cálculo de las transferencias por Estados Miembro. Más recientemente, un proyecto del *European Spatial Planning Observation Network* (ESPON, 2005) analiza los impactos territoriales de la PAC para 1999, pero sólo tiene en cuenta los productos continentales en el cálculo de las transferencias del primer pilar. Algunos estudios han analizado las transferencias en países con organización administrativa federal, como Suiza (Walkenhorst, 2003) y Alemania (Anders et al., 2004; Hansen, 2005). Para el caso de España, un antecedente del estudio del gasto público en las agriculturas de las CCAA fue realizado en García Álvarez-Coque et al. (1994). Otro antecedente es el esfuerzo realizado para la elaboración del *Libro Blanco de la Agricultura y el Desarrollo Rural* elaborado por el MAPA (2004). Los resultados de estos estudios han permitido realizar análisis sobre la repercusión de los apoyos públicos de las distintas administraciones en las agriculturas regionales españolas, como es el caso de los efectos de la reforma de la PAC y la Ampliación (García Álvarez-Coque, 2003; Compés y García Álvarez-Coque, 2005). De reciente creación, el *Observatorio del Apoyo Público a la Agricultura*, promovido a instancias del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, contempla la estimación de indicadores de apoyo a la agricultura en las Comunidades Autónomas. Este artículo suministra unos primeros resultados del proyecto, persiguiendo los siguientes objetivos:

- a. Establecer un sistema de indicadores y de recopilación de información que permita evaluar anualmente el nivel comunitario de apoyo a la agricultura en España y cada una de sus Comunidades Autónomas.

² <http://www.oecd.org>

- b. Estimar para el conjunto de España y cada una de las CCAA, los principales indicadores del apoyo al productor que utiliza la OCDE (ver próximo sección): Estimación del Apoyo al Productor (EAP), Estimación de los Servicios Generales a la Agricultura (ESGA) y Estimación del Apoyo Total (EAT), distinguiendo el cálculo de cada uno de sus componentes: apoyo al precio de mercado y transferencias presupuestarias.
- c. Analizar, para el conjunto de España y cada una de las CCAA, la composición del apoyo al productor por tipos de medidas (sostenimiento de precios, pagos directos derivados de la política de precios y mercados, medidas de desarrollo rural, ...) y su financiación por consumidores o contribuyentes.
- d. Examinar la distribución del apoyo al productor desde diversas perspectivas: por explotación, por UTA y por Ha.

El valor añadido que se quiere aportar en este trabajo es una valoración cuantitativa de la distribución regional de los apoyos derivados de la PAC en España, para después sopesar y explicar el impacto real que supone la PAC en las Comunidades Autónomas de nuestro país. Aunque la metodología utilizada se adapta en lo posible a la sugerida por la OCDE, el proyecto intenta ampliar la muestra de productos considerados por la OCDE para incluir todos los productos mediterráneos más relevantes de la agricultura en las CCAA. La OCDE recurre a un procedimiento de extrapolación que puede ser superado mediante la estimación directa del apoyo en los productos más importantes en cada Comunidad Autónoma.

2. LOS INDICADORES DE APOYO DE LA OCDE

Una manera de examinar el grado en que la UE ha reformado su política es revisando los indicadores de apoyo total que la OCDE publica anualmente en sus informes sobre las políticas agrarias en los países industrializados (OECD, 2004). El indicador más importante es la Estimación de la Ayuda al Productor (anteriormente llamada Equivalente de Subvenciones al Productor), que ha sido adoptado por la OCDE para medir la ayuda a la agricultura. La EAP (*PSE – Producer Support Equivalent*, sería el término anglosajón) es una medida agregada de ayuda anual a los agricultores establecida para incluir, junto a los impuestos o las subvenciones (explícitos o implícitos) al producto final, todas las subvenciones o impuestos indirectos a los

insumos y cualquier otra forma de ayuda directa a los productores. La EAP equivale al valor monetario de todas las transferencias a los productores resultantes de políticas que implican obstáculos al comercio, apoyo a los precios, programas de productos básicos, apoyo a la comercialización, subvenciones a los insumos, exenciones fiscales y asistencia a las inversiones de largo plazo, incluyendo tanto las medidas de ayuda a productos específicos como las no referidas a productos específicos. A los efectos de poder comparar los niveles de la ayuda en diversos países o regiones, el valor monetario total de estas formas de ayuda se expresa normalmente en términos de ratios, como la EAP por Unidad de Trabajo Agrario (UTA), por Hectárea cultivada, o en términos de porcentaje del margen bruto total o del valor bruto de los ingresos de la agricultura. Las medidas de EAP se calculan para productos individuales y pueden ser sumadas a los efectos de obtener la EAP total, o al nivel regional. El EAP es un indicador discutido, cuyo método de cálculo debe ser interpretado con reservas (Berthelot, 2004; Wise; 2004; Tangermann, 2005). Sin embargo, es un indicador útil porque permite comparaciones internacionales y porque, reconociendo las limitaciones del indicador, no se debe poner énfasis únicamente en su cuantía total, sino en su evolución y en su distribución entre los distintos instrumentos de apoyo, cuyo grado de distorsión del mercado es variable.

Tan importante como la magnitud de la transferencia lo son “las formas de transferencia”. Es decir, hay formas de ayuda que distorsionan más el comercio internacional que otras (Blandford, 2005). En general, se tiende a aceptar que las transferencias vía precios comportan un mayor grado de distorsión. La metodología de la OCDE permite clasificar las ayudas por tipos, considerando por un lado las transferencias derivadas de intervenciones de precios, y por el otro, los grupos de transferencias relacionadas con desembolsos o pagos directos a los productores. Así la **Estimación de Ayuda al Productor (EAP)**, recoge dos tipos de transferencias:

- Las que mantienen los precios internos a los productores a niveles más altos (y ocasionalmente más bajos) que los precios mundiales, conformando el componente denominado *apoyo al precio de mercado*;
- Las que proporcionan pagos a los productores, basados en criterios como el volumen producido, la cantidad de inputs usada, el número de animales, el área

cultivada o la renta recibida, conformando el componente denominado *transferencias presupuestarias*.

La OCDE considera también la **Estimación de los Servicios Generales a la Agricultura (ESGA)**, que recoge el valor monetario de las transferencias anuales a la agricultura (que siendo gasto público no está incluido en la EAP porque no tiene carácter individual) proporcionadas para la provisión de servicios de investigación, desarrollo rural, inspección, marketing, promoción, etc. A partir de los indicadores definidos, la OCDE obtiene la **Estimación de la Ayuda Total (EAT)**. Se trata de un indicador del valor monetario anual de todas las transferencias, derivadas de medidas de política, que apoyan al sector agrícola. Incluye las transferencias a productores (EAP), los servicios generales prestados a la agricultura (ESGA) y las transferencias de los contribuyentes a los consumidores. La EAT porcentual expresa el apoyo general en porcentaje del PIB. Siguiendo esta propuesta metodológica, la finalidad de este trabajo será estimar la EAP, la ESGA y la EAT regional de cada una de las CCAA españolas, originadas en las transferencias de la PAC.

3. EL APOYO AL PRECIO DE MERCADO EN LAS CCAA

Para la estimación del componente de apoyo al precio de mercado puede recurrirse a dos enfoques metodológicos, correspondientes a dos categorías de productos. Tomando como base la UE, considerada de manera agregada, para los productos de carácter continental (cereales, oleaginosas, azúcar, carnes, lácteos y huevos) pueden tomarse los resultados obtenidos por la OCDE para el año correspondiente (OECD, varios años). Recientemente, la OCDE suministra también cálculos para patatas, tomates, flores y plantas y vino. Para aceite de oliva, tabaco, algodón, frutas y hortalizas las bases de la OCDE no suministran información, por lo que desarrollaremos una estimación propia. En consecuencia, nos encontramos con dos escenarios posibles, una valoración del apoyo al precio de mercado basado en la metodología de la OCDE, y un segundo escenario de valoración del apoyo al precio de mercado basado en los productos OCDE más los productos calculados por este trabajo.

Para la estimación propia del apoyo al precio de mercado en cada CCAA se considerarán distintas alternativas metodológicas. Las más destacadas en la UE son las sugeridas desde la Universidad de Siena, basadas en el uso del subsidio unitario (Nucifora y Sarri, 1997) y del arancel (Tarditi, 1999; Nucifora, Perugini y Sarri, 2001). También son de aplicación los trabajos en California de Sumner y Brunke (2004), donde la producción agrícola es similar a la mediterránea con lo que los indicadores de la OCDE no engloban a todos sus productos.

3.1 Estimaciones según metodología de la OCDE

Inicialmente, hemos tomado los resultados del componente de apoyo al precio de mercado en la UE calculado por la OCDE para los años 2002 y 2003 y en los 19 productos individuales que considera, que denominaremos a partir de ahora productos estándar. Una vez disponemos de los resultados agregados a nivel de Unión Europea, hemos supuesto que el apoyo al precio de mercado interno se distribuye entre las regiones de la UE de manera proporcional a su participación en la producción final agraria de la Unión. Esto significa que debemos calcular, producto por producto, **los coeficientes de participación de cada CCAA en la producción final agraria de la UE**. Para el cálculo de dichos coeficientes de participación se requiere conocer el nivel de producción comunitario y regional de cada producto. Para la producción comunitaria hemos tomado los datos empleados por la OCDE procedentes de EUROSTAT (garantizando así la máxima coherencia con los cálculos de la OCDE), y para la producción regional hemos usado los datos ofrecidos en el Anuario de Estadística Agroalimentaria del MAPA (2003, 2004). Por supuesto, hemos comprobado previamente que ambas fuentes, OCDE y MAPA, son coherentes con los resultados que EUROSTAT ofrece a nivel nacional. Con objeto de armonizar las unidades de medida utilizadas por las distintas fuentes hemos optado por recoger las estimaciones de producción traducidas a unidades monetarias, es decir, hemos calculado **el valor de la producción comunitaria y el valor de la producción regional**. Para ello, hemos empleado los mismos precios al productor que utiliza la OCDE en sus cálculos, salvo en un producto, flores y plantas, que hemos tenido que recurrir a los precios que publica el MAPA porque la OCDE no suministra el dato. A partir de los datos de valor de la producción comunitaria y regional para cada producto procedemos al cálculo de los

coeficientes de participación, como el cociente entre el valor de la producción regional y el valor de la producción comunitaria, expresado en términos porcentuales. A continuación, por producto estándar (producto individual calculado por la OCDE), se asigna el apoyo al precio de mercado de la UE a la parte que le corresponde a cada CCAA, aplicando cada coeficiente porcentual de participación al apoyo al precio de mercado comunitario.

Debemos aquí recordar que existen otros productos que también disfrutaban de un cierto apoyo al precio de mercado pero que no son considerados por la OCDE en sus cálculos de productos individuales. Este hecho es contemplado por la OCDE mediante una extrapolación de la siguiente manera: conocida la producción final de la UE y el porcentaje de la misma representado por los productos estándar, el apoyo al precio de mercado total se estima incrementando el apoyo al precio de mercado estándar en virtud del porcentaje de producción restante para alcanzar la total. Evidentemente se trata de una aproximación, ya que implícitamente se está suponiendo que el resto de productos reciben un nivel de apoyo al precio de mercado porcentual idéntico al promedio del conjunto de productos sí calculados. Más concretamente, la OCDE, en sus cálculos para la UE, considera que en el año 2002 el porcentaje de producción estándar suponía el 72,751%, y en el 2003 el 71,804% de la producción final comunitaria. En consecuencia, utiliza los **coeficientes de corrección anuales** 0,72751 y 0,71804 para **convertir el apoyo al precio de mercado estándar en apoyo al precio de mercado total**. En nuestro caso, y para mantener coherencia con estas orientaciones de la OCDE, hemos optado por calcular el porcentaje que los productos estándar representan en el valor de la producción de la rama agraria de cada CCAA, llegando así a unos **coeficientes de corrección regionales** con el objetivo de tener en cuenta el efecto de la especialización productiva de cada CCAA. Después se ha dividido el apoyo al precio de mercado estándar de cada CCAA entre su correspondiente coeficiente de corrección para obtener los valores totales de apoyo al precio de mercado, cuyos resultados son los que se muestran en el Cuadro 1.

En una primera valoración de los datos, vemos que el apoyo al precio de mercado de la agricultura española ascendió a 6.850 millones de euros. Las CCAA que disfrutaron de mayor apoyo son Andalucía, Castilla-León y Cataluña, con el 17,7, el

17,6 y el 15,6% del total. En el otro extremo, el apoyo fue mínimo en Canarias, Baleares y La Rioja, con porcentajes del 1,1, 0,9 y 0,8%, respectivamente.

Cuadro 1. Niveles totales de apoyo al precio de mercado de las CCAA según la OCDE (millones de €)

	2002			2003			VALOR PROMEDIO
	MPS estándar	coeficiente	MPS total	MPS estándar	coeficiente	MPS total	
GALICIA	494,857	98,89	500,42	511,15	95,31	536,32	518,37
ASTURIAS	128,92	72,62	177,52	119,83	64,32	186,32	181,92
CANTABRIA	92,22	80,67	114,32	84,43	71,82	117,56	115,94
PAÍS VASCO	103,06	71,63	143,88	101,67	67,58	150,46	147,17
NAVARRA	69,97	53,37	131,10	81,69	53,24	153,45	142,28
LA RIOJA	23,98	42,79	56,04	26,09	48,50	53,81	54,92
ARAGÓN	158,19	33,06	478,49	203,34	33,26	611,42	544,96
CATALUÑA	673,79	69,29	972,40	753,16	65,00	1158,68	1065,54
BALEARES	22,70	38,31	59,24	24,97	38,84	64,30	61,77
CASTILLA LEÓN	637,94	56,08	1137,50	649,94	51,17	1270,17	1203,84
MADRID	180,53	100,00	180,53	179,91	100,00	179,91	180,22
CASTILLA LA MANCHA	261,71	77,33	338,44	300,04	76,88	390,27	364,36
COMUNIDAD VALENCIANA	174,48	33,63	518,82	172,70	32,45	532,17	525,50
MURCIA	111,60	42,82	260,65	147,82	41,67	354,73	307,69
EXTREMADURA	66,154	76,88	86,05	156,83	76,38	205,31	145,68
ANDALUCIA	404,40	30,81	1312,51	501,27	45,25	1107,70	1210,10
CANARIAS	29,13	45,68	63,77	39,87	43,88	90,87	77,32
TOTAL ESPAÑA	3633,645		6531,69	4054,71		7163,46	6847,57

Fuente: Elaboración de los autores.

3.2. Estimaciones con productos mediterráneos individualizados

El segundo enfoque que propone este artículo pretende afinar más el cálculo de apoyo al precio de mercado total en cada CCAA. Para ello, tomamos los valores ya calculados para los productos estándar (es decir, antes de realizar la extrapolación a la producción total que se muestra en el Cuadro 1), y completaremos hasta alcanzar dicha producción total realizando una estimación propia para los otros productos: aceite de oliva, tabaco, algodón, frutas y hortalizas³. La OCDE sugiere en su metodología estándar medir la diferencia porcentual entre los precios domésticos e internacionales. Hemos realizado este ejercicio a partir de los datos de COMEXT que permiten obtener

³ Teniendo en cuenta los datos regionales de producción disponibles en el Anuario de Estadística Agroalimentaria del MAPA, en frutas cítricas hemos incluido naranjas, mandarinas, limones y pomelos, que suponen más de un 99% de la producción de cítricos; como frutas frescas hemos incluido uva de mesa, sandía, melón, albaricoque, cereza, melocotón, pera, manzana y ciruelas, con lo que alcanzamos una representatividad cercana al 95% (excluidos cítricos, plátano y frutos secos); y hortalizas agrupa a col, espárrago, lechuga, escarola, espinaca, pepino, berenjena, pimiento, alcachofa, coliflor, ajo, cebolla, zanahoria y champiñón, con lo que, exceptuando al tomate, tenemos representada el 80% de la producción de hortalizas en España.

valores unitarios de las importaciones intracomunitarias (precio “interno”) y extracomunitarias (precio “mundial”). Estos valores unitarios y sus correspondientes diferenciales porcentuales se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Precios domésticos, mundiales y sus diferenciales porcentuales para productos no estándar

PRODUCTO	2002				2003			
	P. DOMESTICO	P. MUNDIAL	DIF	DIF %	P. DOMESTICO	P. MUNDIAL	DIF	DIF %
ACEITE DE OLIVA	2,150	1,825	0,325	17,804	2,303	2,013	0,290	14,389
TABACO	3,128	4,241	-1,114	-26,256	3,082	3,641	-0,559	-15,366
ALGODÓN	1,094	1,223	-0,129	-10,529	1,130	1,177	-0,047	-4,027
HORTALIZAS	0,729	0,534	0,194	36,387	0,703	0,547	0,156	28,628
PLÁTANO	0,686	0,627	0,058	9,303	0,629	0,622	0,008	1,220
FRUTA CÍTRICA	0,650	0,570	0,080	13,993	0,668	0,578	0,091	15,698
FRUTA FRESCA	0,776	1,041	-0,265	-25,478	0,844	0,954	-0,110	-11,517

Fuente: elaboración propia a partir de COMEXT (2006).

Los datos contenidos en el Cuadro 2 muestran diferenciales de precio positivos para aceite de oliva, plátano, hortalizas y fruta cítrica, así como también la existencia de diferenciales negativos, lo que sería indicativo de un precio internacional superior al doméstico y, en consecuencia, de un apoyo al precio de mercado nulo. Este sería el caso de algodón, tabaco y fruta fresca. Seguidamente, hemos aplicado el diferencial porcentual al valor de la producción en cada CCAA, para cada uno de los productos o grupos de productos no estándar, con lo que se obtiene una estimación del apoyo al precio de mercado. Un resumen de los resultados se muestra en el Cuadro 3. Para cada uno de los años estudiados, la primera columna del Cuadro 3 muestra el apoyo al precio de mercado (*Market Price Support* o MPS) calculado por el procedimiento de la OCDE para los productos estándar. En la segunda columna encontramos el apoyo al precio de mercado que hemos estimado mediante la aplicación de diferenciales de precio porcentuales para el resto de productos. En consecuencia, el apoyo al precio de mercado total lo obtenemos sumando, para cada CCAA, el valor de ambas columnas. Este resultado se muestra en la tercera columna, que compararemos con el apoyo al precio de mercado total que ya obtuvimos siguiendo el método de extrapolación de la OCDE y que vemos en la columna sombreada. Comparando ambos resultados finales vemos que existen marcadas diferencias: las estimaciones del ejercicio y las de la OCDE difieren en torno a un 22%. Y si atendemos a los resultados regionales observamos que **el método de la OCDE suministra valores por lo general superiores al apoyo al precio de mercado obtenido mediante el método de los diferenciales de precios.** Por otra

parte, debemos ser muy cuidadosos en la interpretación de estos resultados. En algunos casos, como en frutas y hortalizas, la gran variedad de productos y la calidad tan heterogénea que se puede encontrar en cada uno de ellos dificulta el cálculo de valores unitarios interno y mundial representativos.

Cuadro 3. Cálculo propio, por diferenciales de precio, del apoyo al precio de mercado en las regiones españolas en el periodo 2002-2003 (en millones de €)

	2002				2003			
	MPS estándar	MPS estimado	MPS diferencial	MPS OCDE	MPS estándar	MPS estimado	MPS diferencial	MPS OCDE
GALICIA	494,86	25,41	520,27	500,42	511,15	27,08	538,23	536,32
ASTURIAS	128,92	1,87	130,79	177,52	119,83	1,47	121,30	186,32
CANTABRIA	92,22	0,94	93,16	114,32	84,43	0,72	85,15	117,56
PAÍS VASCO	103,06	4,33	107,39	143,88	101,67	3,62	105,29	150,46
NAVARRA	69,97	24,74	94,71	131,10	81,69	25,07	106,76	153,45
LA RIOJA	23,98	25,12	49,10	56,04	26,09	22,22	48,31	53,81
ARAGÓN	158,19	14,72	172,91	478,49	203,34	13,79	217,13	611,42
CATALUÑA	673,79	48,77	722,56	972,40	753,16	46,42	799,58	1158,68
BALEARES	22,70	17,85	40,55	59,24	24,97	16,26	41,23	64,30
CASTILLA LEÓN	637,94	43,94	681,88	1137,50	649,94	33,47	683,41	1270,17
MADRID	180,53	11,07	191,60	180,53	179,91	10,93	190,84	179,91
CASTILLA LA MANCHA	261,71	148,13	409,84	338,44	300,04	133,83	433,87	390,27
COMUNIDAD VALENCIANA	174,48	199,41	373,89	518,82	172,70	208,94	381,64	532,17
MURCIA	111,60	165,63	277,23	260,65	147,82	163,73	311,55	354,73
EXTREMADURA	66,15	23,28	89,43	86,05	156,83	35,99	192,82	205,31
ANDALUCIA	404,40	625,11	1029,51	1312,51	501,27	748,32	1249,59	1107,70
CANARIAS	29,13	19,29	48,42	63,77	39,87	11,03	50,90	90,87
TOTAL ESPAÑA	3633,65	1399,61	5033,26	6531,69	4054,71	1502,89	5557,60	7163,46

Fuente: elaboración de los autores.

Ante esta situación, algunos autores que han abordado la estimación del EAP para productos no estándar han sugerido otros procedimientos de cálculo del apoyo al precio de mercado que no incluyen el uso de diferenciales de precio. De entre ellos, los citados autores italianos Tarditi (1999) y Nucifora, Perugini y Sarri (2001) han trabajado en la estimación del EAP para productos mediterráneos en el periodo 1989-1998, sugiriendo una versión ligeramente diferente a la metodología estándar, que consiste en usar el arancel frente a terceros países como una medida de la diferencia entre los precios internos e internacionales. Multiplicando la tarifa arancelaria porcentual por el valor de la producción consiguen una estimación del apoyo al precio de mercado. Entendemos que este método supera el inconveniente de la heterogeneidad del producto en el cálculo de valores unitarios de importación. Para aplicar el arancel representativo hemos consultado el Derecho de Aduana del Arancel Aduanero Común a

la importación, en la base de datos TARIC⁴. En el caso de los productos individuales, algodón, tabaco, aceite de oliva y plátano, el arancel se mantiene constante a lo largo del año y podemos considerar como representativo el valor ofrecido en TARIC. Para frutas cítricas, frescas y hortalizas hemos tenido en cuenta que su régimen arancelario varía de acuerdo con el mes o estación. En estos productos, hemos calculado un **arancel medio anual ponderado** por el porcentaje de producción obtenida durante el correspondiente mes. Se ha utilizado la distribución mensual de la producción ofrecida por el MAPA. Una vez tenemos disponibles todas los aranceles por producto específico, el **arancel representativo de cada sector agregado** lo hemos calculado ponderando el arancel de cada producto incluido en el grupo por su correspondiente valor de la producción. El uso del valor de la producción, y no de la cantidad producida, considera implícitamente cualquier variación estacional así como también las diferentes calidades y variedades de productos. Todos los aranceles porcentuales se ofrecen en el Cuadro 4. Estos son los diferenciales de precios utilizados para calcular las transferencias asociadas con el apoyo al precio de mercado, multiplicando el valor de la producción de cada CCAA por el arancel porcentual relevante. Los resultados así obtenidos se encuentran en el Cuadro 5.

Cuadro 4. Arancel promedio representativo de cada producto o sector

PRODUCTO/ SECTOR	ARANCEL (%)	
	2002	2003
ALGODÓN	0	0
TABACO	18,4	18,4
ACEITE DE OLIVA	18,1	18,1
PLÁTANO	16	16
FRUTAS CÍTRICAS	13,1	12,8
FRUTA FRESCA	12,2	11
HORTALIZAS	10,7	10,7

Fuente: Elaboración de los autores a partir de TARIC (2006) y MAPA (2003, 2004).

Para cada uno de los años estudiados, la primera columna del Cuadro 5 muestra el apoyo al precio de mercado calculado por el procedimiento de la OCDE para los productos estándar. En la segunda columna encontramos el apoyo al precio de mercado que hemos estimado mediante el procedimiento del arancel para el resto de productos. En consecuencia, el apoyo al precio de mercado total lo obtenemos sumando, para cada CCAA, el valor de ambas columnas. Este resultado se muestra en la tercera columna,

⁴ Según muestra la base de datos, los aranceles de todos los productos considerados se han mantenido constantes a lo largo del periodo objeto de estudio (2002-2003).

que compamos con el apoyo al precio de mercado total que ya obtuvimos siguiendo el método de la OCDE y que vemos en la columna sombreada. Comparando ambos resultados finales vemos de nuevo que el apoyo al precio de mercado en España sigue siendo llamativamente inferior en nuestra estimación que en la de la OCDE, aproximadamente un 27% menor, lo mismo que ocurre a nivel regional. Esto confirma que los productos no estándar (algodón, tabaco, aceite de oliva, plátano, frutas cítricas, frutas frescas y hortalizas), más típicamente mediterráneos, no reciben en la UE un nivel de apoyo al precio de mercado comparable al de los productos estándar. En consecuencia, comprobamos de nuevo que el método de **extrapolación produce estimaciones del apoyo al precio de mercado superiores y, a nuestro juicio, sobrevaloradas**, especialmente en aquellas regiones donde la producción típicamente mediterránea tiene cierta importancia.

Cuadro 5. Cálculo propio, mediante el uso de aranceles, del apoyo al precio de mercado en las regiones españolas durante el periodo 2002-2003 (en millones de €)

	2002				2003			
	MPS estándar	MPS estimado	MPS propio	MPS OCDE	MPS estándar	MPS estimado	MPS propio	MPS OCDE
GALICIA	494,86	12,40	507,26	500,42	511,15	19	530,15	536,32
ASTURIAS	128,92	0,84	129,76	177,52	119,83	2,1	121,93	186,32
CANTABRIA	92,22	0,35	92,57	114,32	84,43	0,34	84,77	117,56
PAÍS VASCO	103,06	1,85	104,91	143,88	101,67	1,9	103,57	150,46
NAVARRA	69,97	11,23	81,20	131,10	81,69	14,25	95,94	153,45
LA RIOJA	23,98	16,10	40,08	56,04	26,09	17,06	43,15	53,81
ARAGÓN	158,19	46,72	204,91	478,49	203,34	51,73	255,07	611,42
CATALUÑA	673,79	63,38	737,17	972,40	753,16	82	835,16	1158,68
BALEARES	22,70	6,38	29,08	59,24	24,97	7,57	32,54	64,30
CASTILLA LEÓN	637,94	12,90	650,84	1137,50	649,94	13,67	663,61	1270,17
MADRID	180,53	6,13	186,66	180,53	179,91	7,23	187,14	179,91
CASTILLA LA MANCHA	261,71	67,86	329,57	338,44	300,04	85,06	385,10	390,27
COMUNIDAD VALENCIANA	174,48	165,72	340,20	518,82	172,70	170,52	343,22	532,17
MURCIA	111,60	106,10	217,70	260,65	147,82	129	276,82	354,73
EXTREMADURA	66,15	28,54	94,69	86,05	156,83	56,07	212,90	205,31
ANDALUCIA	404,40	419,24	823,64	1312,51	501,27	688,1	1189,37	1107,70
CANARIAS	29,13	20,96	50,09	63,77	39,87	23,37	63,24	90,87
TOTAL ESPAÑA	3633,65	986,70	4620,35	6531,69	4054,71	1368,97	5423,68	7.163,46

Fuente: elaboración de los autores.

4. TRANSFERENCIAS PRESUPUESTARIAS

La valoración de las otras ayudas o transferencias distintas del apoyo al precio de mercado derivadas de la PAC se ha abordado directamente a partir de los Informes de Actividad del FEGA, donde se recogen todas las transferencias del FEOGA-Garantía a las CCAA. Como toda la información debe ser suministrada de manera congruente

con los conceptos utilizados por la OCDE para el cálculo de ambos indicadores, hemos procedido a clasificar todas las transferencias según dicha metodología. Para completar, hemos incorporado las transferencias del FEOGA-Orientación. En la estimación de las transferencias del FEOGA-Orientación se empleó el promedio anual del gasto público asociado a fondos de la UE en las regiones dentro y fuera del Objetivo N° 1 para el periodo 2000-2006. El Cuadro 6 clasifica las transferencias públicas directas de la UE a la agricultura de las CCAA. Siguiendo a la OCDE, dichas transferencias del presupuesto público se han estimado y agrupado como:

- a) Ayudas directas a los productores (a incluir en el cálculo de EAP).
- b) Servicios Generales a la Agricultura (que son gasto público que no está incluido en el EAP por no suponer una transferencia directa al productor, pero sí en el EAT).
- c) Ayudas directas al primer consumidor (que son gasto público que no está incluido en el EAP por no suponer una transferencia directa al productor, pero sí en el EAT).

Cuadro 6. Clasificación de las transferencias del FEOGA según el criterio de la OCDE

A. Apoyo al precio de mercado
B. Pagos basados en el nivel de output
B.1. Basados en output ilimitado
Ayuda a la producción de lino textil (lino textil y cáñamo)
Ayuda a la producción de cáñamo (lino textil y cáñamo)
Ayuda a la producción (gusanos de seda)
Apicultura
B.2. Basados en output limitado
Ayuda a la producción (aceite de oliva)
Ayuda a la comercialización del plátano (frutas y hortalizas)
Ayuda a la producción (tabaco)
C. Pagos basados en el área plantada o en el número de animales
C.1. Basados en el área plantada o en el número de animales ilimitados
Ayuda a la producción (lúpulo)
POSEICAN
C.2. Basados en el área plantada o en el número de animales limitados
Ayuda por superficie de cereales (cultivos herbáceos)
Ayuda suplementaria al trigo duro (cultivos herbáceos)
Ayuda por superficie de proteaginosas (cultivos herbáceos)
Ayuda por superficie de lino no textil (cultivos herbáceos)
Ayuda por superficie de oleaginosas (cultivos herbáceos)
Retirada de tierras (cultivos herbáceos)
Ayuda por superficie (arroz)
Ayuda por superficie de leguminosas de grano (leguminosas de grano y forrajes)
Ayuda a la producción de uvas para pasificación (frutas y hortalizas)
Prima a la vaca nodriza (vacuno)
Prima al ternero (vacuno)

Prima por extensificación (vacuno)
Pagos adicionales de las primas (vacuno)
Prima a la oveja y a la cabra (ovino y caprino)
Prima en zonas desfavorecidas y de montaña (ovino y caprino)
Pagos adicionales (ovino y caprino)
Zonas desfavorecidas y sujetas a dificultades medioambientales (desarrollo rural)
<i>D. Pagos basados en derechos históricos</i>
<i>E. Pagos basados en el uso de inputs</i>
E.1. Basados en el uso de inputs variables
Ayuda a la producción de forrajes desecados (leguminosas de grano y forrajes)
Cereales y arroz (semillas)
Gramíneas (semillas)
Leguminosas (semillas)
Oleaginosas (semillas)
Instalación jóvenes agricultores (desarrollo rural)
Medidas agri-medioambientales (desarrollo rural)
E.2. Basados en el uso de servicios
E.3. Basados en el uso de inputs fijos
Acciones reestructuración reconversión viñedo (vinos y alcoholes)
<i>F. Pagos basados en restricciones sobre los inputs</i>
F.1. Basados en restricciones sobre los inputs variables
F.2. Basados en restricciones sobre los inputs fijos
Prima abandono definitivo de superficies plantadas de vid (vinos y alcoholes)
Prima por sacrificio (vacuno)
Abandono definitivo de la producción lechera (leche y productos lácteos)
Selvicultura y repoblación forestal (desarrollo rural)
F.3. Basados en restricciones sobre un conjunto de inputs
<i>G. Pagos basados en la renta global de la explotación</i>
G.1. Basados en el nivel de rentas de la explotación
G.2. Basados en una renta mínima establecida
<i>H. Otros pagos</i>
Medidas especiales de ayuda al espárrago (frutas y hortalizas)
Medidas especiales a favor de la producción de avellana (frutas y hortalizas)
<i>I. Investigación y desarrollo</i>
<i>J. Formación agraria</i>
Formación (desarrollo rural)
Programa LEADER (FEOGA-Orientación)
<i>K. Servicios de inspección</i>
<i>L. Infraestructura</i>
Inversión en explotaciones agrícolas (desarrollo rural)
Jubilación anticipada (desarrollo rural)
Fomento de la adaptación y desarrollo de las zonas rurales (desarrollo rural)
Programas Operativos Región Objetivo nº 1 (FEOGA-Orientación)
<i>M. Marketing y promoción</i>
Programas de actividades de Organismos Operadores (aceite de oliva)
Mejora de la calidad del aceite (aceite de oliva)
Fondos Operativos de las Organizaciones de Productores (frutas y hortalizas)
Ayuda plan de mejora frutos de cáscara (frutas y hortalizas)
Medidas de promoción (frutas y hortalizas)
Ayuda a la utilización de mostos (vinos y alcoholes)
Medidas de promoción (vinos y alcoholes)
Medidas de apoyo al mercado: EEB (vacuno)
Medidas de promoción (vacuno)
Medidas de apoyo al mercado: peste porcina (porcino)
Mejora de la transformación y comercialización de productos agrícolas (desarrollo rural)
<i>N. Costes de almacenaje público</i>
Gastos de almacenamiento público (cereales)
Gastos de almacenamiento público (arroz)

Gastos de almacenamiento público (aceite de oliva)
Gastos de almacenamiento público (vinos y alcoholes)
Gastos de almacenamiento público (leche y productos lácteos)
Gastos de almacenamiento público (vacuno)
<i>O. Otras transferencias</i>
Ayuda al almacenamiento privado (aceite de oliva)
Otras medidas (frutas y hortalizas)
Reembolso de gastos de almacenamiento (azúcar e isoglucosa)
Ayuda al almacenamiento privado de vinos y mostos (vinos y alcoholes)
Almacenamiento privado de mantequilla y nata (leche y productos lácteos)
Almacenamiento privado de carne de porcino (porcino)
Otros programas (desarrollo rural)
<i>P. Transferencias a los consumidores de los contribuyentes</i>
Ayuda a la producción de fécula de patata (cereales)
Ayuda a la utilización de almidón y fécula de patata (cereales)
Ayuda a la producción de aceituna de mesa (aceite de oliva)
Ayuda a la utilización de aceite de oliva en conservas (aceite de oliva)
Compensación por retirada de cítricos (frutas y hortalizas)
Compensación por retirada de frutas (frutas y hortalizas)
Compensación por retirada de hortalizas (frutas y hortalizas)
Ayuda a la transformación de cítricos (frutas y hortalizas)
Ayuda a la transformación de tomates (frutas y hortalizas)
Ayuda a la transformación de frutas (frutas y hortalizas)
Distribución gratuita (frutas y hortalizas)
Ayuda a la utilización en industria química (azúcar e isoglucosa)
Ayuda a la transformación de fibras de lino y cáñamo (lino textil y cáñamo)
Ayuda a la producción (algodón)
Destilación obligatoria de subproductos de la vinificación (vinos y alcoholes)
Destilación de vinos de mesa (vinos y alcoholes)
Destilación de vinos no de mesa (vinos y alcoholes)
Ayuda a la mantequilla con destino repostería y otros (leche y productos lácteos)
Ayuda leche desnatada en polvo para alimentación animal (leche y productos lácteos)
Leche para escolares (leche y productos lácteos)
<u>1. Estimación de Apoyo al Productor (Suma A a H)</u>
<u>2. Estimación de Apoyo a los Servicios Generales (Suma I a O)</u>
<u>3. Estimación de Apoyo a los Servicios Generales (Suma 1 + 2 + P)</u>

Fuente: elaboración de los autores.

5. APOYO AL PRODUCTOR, SERVICIOS GENERALES A LA AGRICULTURA Y APOYO TOTAL. UNA COMPARACIÓN REGIONAL

En la presente sección se emplean los apoyos al precio de mercado obtenidos mediante la aplicación estricta de la metodología OCDE, para que sean comparables al nivel internacional. A partir de la clasificación anterior, los cálculos de EAP, ESGA y EAT son sencillos. Para cada CCAA se han introducido en su lugar los valores numéricos en cada ítem y se han efectuado las sumas correspondientes. A nivel agregado, los Cuadros 7 a 10 muestran los resultados obtenidos para los años 2002 y 2003.

El valor total de EAP en España ascendió en 2002 a 11.569,2 millones de euros. Al año siguiente experimentó un ligero incremento en términos nominales alcanzando los 12.189,0 millones de euros. El EAP porcentual para España es de un 47%, mientras que según la OCDE este porcentaje se sitúa para el conjunto de la UE en el 34%. Debemos indicar que la posible sobrevaloración del apoyo al precio de mercado origina un EAP porcentual ciertamente elevado. A pesar de ello, es interesante observar las diferencias regionales: como cabía esperar, la parte de los ingresos que procede de transferencias de la política agraria es mucho más elevada para los productores de la mitad norte que para los de la mitad sur de España, siendo la especialización productiva de cada región la responsable de dichas diferencias. Por su parte, el indicador ESGA suponía en 2002 una transferencia de 1.994,0 millones de euros, con una pequeña disminución al año siguiente que lo situaba en 1.964,3 millones de euros. Las transferencias en materia de Servicios Generales a la Agricultura relacionados con la PAC representan en España en los años considerados un 17% del apoyo directo a los agricultores y un 14% del apoyo total. En los Cuadros 8 y 9 se ve la distribución porcentual por CCAA y la evolución de ambos indicadores. Como se desprende del Cuadro 8, más de la mitad del apoyo directo a los agricultores españoles se concentra en cuatro CCAA, Andalucía, Castilla-León, Cataluña y Castilla-La Mancha.

Cuadro 7. Cálculo regional de EAP, EAP porcentual y ESGA en el periodo 2002-2003 (miles de €)

	EAP			% EAP			ESGA		
	2002	2003	MEDIA	2002	2003	MEDIA	2002	2003	MEDIA
ANDALUCIA	2.852.074	2.616.511	2.734.293	36,01	29,37	32,69	348.488	323.480	335.984
ARAGON	924.301	1.073.024	998.662	76,41	78,86	77,63	146.515	148.036	147.276
ASTURIAS	221.962	236.602	229.282	156,09	147,93	152,01	68.813	67.396	68.105
BALEARES	80.313	79.888	80.100	35,68	31,55	33,62	21.313	20.978	21.146
CANARIAS	204.810	235.371	220.091	34,99	35,75	35,37	52.361	54.361	53.361
CANTABRIA	140.904	147.467	144.185	93,37	86,88	90,13	27.139	27.131	27.135
CASTILLA-LA MANCHA	1.042.309	1.035.774	1.039.042	46,86	41,40	44,13	230.186	215.617	222.902
CASTILLA-LEON	2.049.876	2.176.151	2.113.014	68,98	65,10	67,04	304.936	307.861	306.399
CATALUÑA	1.220.543	1.432.592	1.326.567	63,08	65,83	64,45	127.936	133.290	130.613
COMUNIDAD VALENCIANA	583.907	601.652	592.780	30,77	28,19	29,48	125.302	126.440	125.871
EXTREMADURA	607.236	738.237	672.737	42,59	46,04	44,32	135.289	131.202	133.246
GALICIA	606.960	642.529	624.744	88,35	83,15	85,75	206.249	203.580	204.915
MADRID	223.591	223.700	223.645	105,87	94,17	100,02	30.400	31.788	31.094
MURCIA	302.833	402.430	352.631	28,12	33,23	30,67	74.704	75.176	74.940
NAVARRA	231.232	267.593	249.412	49,41	50,84	50,13	42.486	43.426	42.956
PAIS VASCO	189.459	197.550	193.504	69,18	64,13	66,65	31.785	30.907	31.346
LA RIOJA	86.930	81.940	84.435	25,88	21,69	23,78	20.142	23.619	21.881
TOTAL	11.569.238	12.189.008	11.879.123	48,74	45,66	47,20	1.994.044	1.964.288	1.979.166

Fuente: Elaboración de los autores.

Cuadro 8. Distribución porcentual del EAP y del ESGA

	EAP				ESGA			
	2002	%	2003	%	2002	%	2003	%
ANDALUCIA	2.852.074	24,7	2.616.511	21,5	348.488	17,5	323.480	16,5
ARAGON	924.301	8,0	1.073.024	8,8	146.515	7,3	148.036	7,5
ASTURIAS	221.962	1,9	236.602	1,9	68.813	3,5	67.396	3,4
BALEARES	80.313	0,7	79.888	0,7	21.313	1,1	20.978	1,1
CANARIAS	204.810	1,8	235.371	1,9	52.361	2,6	54.361	2,8
CANTABRIA	140.904	1,2	147.467	1,2	27.139	1,4	27.131	1,4
CASTILLA-LA MANCHA	1.042.309	9,0	1.035.774	8,5	230.186	11,5	215.617	11,0
CASTILLA-LEON	2.049.876	17,7	2.176.151	17,9	304.936	15,3	307.861	15,7
CATALUÑA	1.220.543	10,5	1.432.592	11,8	127.936	6,4	133.290	6,8
COMUNIDAD VALENCIANA	583.907	5,0	601.652	4,9	125.302	6,3	126.440	6,4
EXTREMADURA	607.236	5,2	738.237	6,1	135.289	6,8	131.202	6,7
GALICIA	606.960	5,2	642.529	5,3	206.249	10,3	203.580	10,4
MADRID	223.591	1,9	223.700	1,8	30.400	1,5	31.788	1,6
MURCIA	302.833	2,6	402.430	3,3	74.704	3,7	75.176	3,8
NAVARRA	231.232	2,0	267.593	2,2	42.486	2,1	43.426	2,2
PAIS VASCO	189.459	1,6	197.550	1,6	31.785	1,6	30.907	1,6
LA RIOJA	86.930	0,8	81.940	0,7	20.142	1,0	23.619	1,2
TOTAL	11.569.238	100	12.189.008	100	1.994.044	100	1.964.288	100

Fuente: Elaboración de los autores.

Por lo que respecta a la ESGA, según el Cuadro 8 la distribución por regiones parece algo más homogénea que el apoyo directo al productor, si bien de nuevo la mitad del montante aparece concentrada en sólo cuatro CCAA: Andalucía, Castilla-León, Castilla-La Mancha y Galicia, que acumulan porcentajes superiores al 10% del total.

Cuadro 9. Cálculo regional de EAT y EAT porcentual en el periodo 2002-2003 (miles de €)

	EAT			% EAT		
	2002	2003	MEDIA	2002	2003	MEDIA
ANDALUCIA	3.465.858	3.171.723	3.318.791	3,55	2,98	3,26
ARAGON	1.086.732	1.235.347	1.161.039	4,79	5,09	4,94
ASTURIAS	293.150	306.155	299.653	1,85	1,82	1,83
BALEARES	101.924	101.044	101.484	0,55	0,52	0,53
CANARIAS	257.373	289.975	273.674	0,86	0,90	0,88
CANTABRIA	169.019	175.632	172.326	1,85	1,80	1,83
CASTILLA-LA MANCHA	1.388.297	1.386.065	1.387.181	5,65	5,23	5,44
CASTILLA-LEON	2.357.833	2.486.307	2.422.070	5,93	5,84	5,89
CATALUÑA	1.392.544	1.603.814	1.498.179	1,01	1,09	1,05
COMUNIDAD VALENCIANA	770.554	791.549	781.052	1,08	1,04	1,06
EXTREMADURA	806.306	944.492	875.399	6,67	7,26	6,97
GALICIA	824.833	858.649	841.741	2,21	2,15	2,18
MADRID	256.189	258.109	257.149	0,20	0,19	0,19
MURCIA	416.508	511.937	464.223	2,31	2,60	2,46
NAVARRA	280.365	316.544	298.454	2,25	2,38	2,31
PAIS VASCO	223.007	229.847	226.427	0,49	0,48	0,49
LA RIOJA	109.673	108.178	108.925	2,02	1,84	1,93
TOTAL	14.200.164	14.775.368	14.487.766	1,95	1,89	1,92

Fuente: Elaboración de los autores.

Finalmente, la EAT, según la metodología de la OCDE arroja para España un valor promedio de 14.500 millones de euros. Expresada en términos porcentuales equivale prácticamente a un 2% del PIB español. Para el mismo periodo, este porcentaje

se sitúa en el conjunto de la OCDE en el 1,17% y en la UE en el 1,26%. A nivel regional observamos que casi el 70% de la EAT se concentra en cinco CCAA: Andalucía, Castilla-León, Cataluña, Castilla-La Mancha y Aragón (Cuadro 9). Respecto al PIB regional destacan los altos valores que caracterizan a Extremadura, las dos Castillas, Aragón y Andalucía.

En los cálculos presentados no se recoge el efecto de la reforma de la PAC acordada en junio de 2003. Es justo reconocer a la vista de los datos que hemos revisado que la intervención pública en la agricultura en 2003 era apreciable en el conjunto de España. Además, todavía se expresaba en gran parte a través de políticas que financian los consumidores y de instrumentos que generan precios internos superiores a los precios internacionales. Como se refleja en el Cuadro 10, las políticas financiadas por los contribuyentes (netas de ingresos fiscales) representaron en el área OCDE el 51% del apoyo total en 2003. La liberalización de precios y una lenta apertura de los mercados exteriores han corrido paralelas a la creciente utilización del presupuesto público como mecanismo de apoyo (Philippidis, 2005). Esta evolución ha sido más acusada en la UE que en el conjunto del área OCDE. Así, los cambios introducidos tras la reforma MacSharry, en 1992, implicaron la utilización de pagos directos a los productores. Tras la siguiente reforma (Agenda 2000), la proporción del apoyo total a la agricultura en la UE financiada por los contribuyentes ya representaba más del 50% en 2003 y esta tendencia se acentuará tras la aplicación de la Revisión Intermedia de la PAC.

Cuadro 10. Una comparación interregional de la Estimación del Apoyo Total (EAT) y sus componentes en el año 2003 (millones de €)

	Estimación del Apoyo Total			
	De los consumidores	% del total	De los contribuyentes	% del total
Galicia	536,32	62,5	322,3	37,5
Asturias	186,32	60,9	119,8	39,1
Cantabria	117,56	66,9	58,1	33,1
País Vasco	150,46	65,5	79,4	34,5
Navarra	153,45	48,5	163,1	51,5
La Rioja	53,81	49,7	54,4	50,3
Aragón	611,42	49,5	623,9	50,5
Cataluña	1158,68	72,2	445,1	27,8
Baleares	64,3	63,6	36,7	36,4
Castilla-León	1270,17	51,1	1216,1	48,9

Madrid	179,91	69,7	78,2	30,3
Castilla-La Mancha	390,27	28,2	995,8	71,8
Comunidad Valenciana	532,17	67,2	259,4	32,8
Murcia	354,73	69,3	157,2	30,7
Extremadura	205,31	21,7	739,2	78,3
Andalucía	1107,7	34,9	2064,0	65,1
Canarias	90,87	31,3	199,1	68,7
Total España	7163,46	48,5	7611,9	51,5
Total UE	57.550	49	61.059	51
Total OCDE	165490	49	170676	51

Fuente: Elaboración de los autores.

Este cambio en las formas de apoyo también ha sido evidente en España aunque con apreciables diferencias entre sus CCAA. Como vemos en el Cuadro 10, en el total de España y según los cálculos realizados en este trabajo, la proporción del apoyo a la agricultura financiada por los contribuyentes representa un 51,5%, del apoyo total. Si atendemos a la situación regional, observamos que el predominio de las transferencias de los contribuyentes es patente en la España interior (Navarra, Rioja, Aragón, Castilla-La Mancha, Andalucía y Extremadura) y Canarias, mientras que las transferencias de los consumidores todavía superan el 60% en las Comunidades cantábricas (Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco) y del Mediterráneo (Balears, Murcia y Comunidad Valenciana y Cataluña).

Para concluir nuestro trabajo, hemos recurrido a la Encuesta sobre la Estructura de las Explotaciones Agrícolas del INE (2003) para extraer datos regionales de número de explotaciones, empleo en UTAs y superficie en Has, lo que nos ha permitido construir algunos indicadores (EAP/explotación, EAP/UTA y EAP/Ha) mediante los que realizar un ejercicio de comparación entre CCAA desde dichas perspectivas. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Una comparación interregional de la Estimación del Apoyo al Productor (EAP) por explotación, por UTA y por Ha en el año 2003 (miles de euros)

	2003						
	EAP	EXPLOTA	UTAs	Has	EAP/EXP	EAP/UTA	EAP/Ha
ANDALUCIA	2.616.511	270.541	264.493	6.095.679	9,671	9,893	0,429
ARAGON	1.073.024	55.238	41.844	3.110.766	19,425	25,643	0,345
ASTURIAS	236.602	32.506	33.866	643.197	7,279	6,986	0,368
BALEARES	79.888	13.903	9.482	326.982	5,746	8,425	0,244
CANARIAS	235.371	16.341	31.639	113.734	14,404	7,439	2,069
CANTABRIA	147.467	12.927	13.488	428.217	11,408	10,933	0,344
CASTILLA-LA MANCHA	1.035.774	141.652	91.458	5.768.453	7,312	11,325	0,180
CASTILLA-LEON	2.176.151	105.962	85.921	6.711.392	20,537	25,327	0,324
CATALUÑA	1.432.592	60.436	72.253	1.916.525	23,704	19,827	0,747
COMUNIDAD VALENCIANA	601.652	152.797	71.336	1.031.284	3,938	8,434	0,583
EXTREMADURA	738.237	73.203	60.447	3.283.069	10,085	12,213	0,225
GALICIA	642.529	102.109	122.030	1.130.922	6,293	5,265	0,568
MADRID	223.700	10.678	7.833	438.119	20,950	28,559	0,511
MURCIA	402.430	38.341	42.344	601.347	10,496	9,504	0,669
NAVARRA	267.593	19.058	15.162	910.084	14,041	17,649	0,294
PAIS VASCO	197.550	22.334	22.743	430.142	8,845	8,686	0,459
LA RIOJA	81.940	12.700	11.423	374.223	6,452	7,173	0,219
TOTAL ESPAÑA	12.189.008	1.140.726	997.762	33.314.135	10,685	12,216	0,366

Fuente: elaboración de los autores.

Los indicadores obtenidos denotan la existencia de una gran variabilidad entre CCAA. Si analizamos el apoyo al productor por explotación se observa que el valor medio para España es de unos 10.000 euros. Sobre este valor destacan especialmente algunas CCAA, es el caso de Cataluña, que recibe más de 23.000 euros por explotación, Castilla-León y Madrid, con unos 20.500 euros por explotación, y Aragón con 19.500. En el extremo contrario hay que citar a la Comunidad Valenciana, que tan sólo recibe 4.000 euros por explotación, Baleares con 5.700 y La Rioja con 6.500. Si atendemos al apoyo al productor por UTA, vemos que se repite de nuevo la misma situación anterior. Con una media de 12.000 euros por UTA en España, vuelven a destacar con los mayores valores Madrid, Aragón, Castilla-León y Cataluña, con 28.500, 25.600, 25.300 y 19.800 euros por UTA respectivamente. En el otro extremo están Galicia, Asturias, La Rioja y Canarias, que no superan los 7.500 euros por UTA. Finalmente, el apoyo por Ha, con una media en España de 366 euros, destaca básicamente en Canarias, con más de 2.000 euros por Ha, en Cataluña y Navarra, que disfrutan de unos 700 euros por Ha. y en la Comunidad Valenciana, Galicia y Madrid, que reciben entre 500 y 600 euros por Ha. Por su parte, las CCAA que reciben menor dotación por Ha. son Castilla-La Mancha, La Rioja, Extremadura, Baleares y Navarra, ninguna de las cuales alcanza los 300 euros.

6. CONCLUSIONES

La política agraria en España ha estado sujeta en los últimos años a cambios sustanciales, que han implicado por un lado modificaciones en el nivel y los mecanismos de apoyo al sector y, al mismo tiempo, una creciente complejidad en la articulación y papel de los diferentes niveles de la Administración. En este contexto, el presente trabajo propone la estimación sistemática de indicadores del apoyo comunitario a la agricultura en España y en cada una de sus Comunidades Autónomas. El periodo considerado como objeto de estudio han sido los años 2002-2003, aunque este periodo resulta fácilmente ampliable, para mantenerlo actualizado, recurriendo a las mismas fuentes de información. El sistema de indicadores que se ha utilizado es el recomendado por la OCDE, de donde se han calculado, para medir el apoyo total recibido por nuestros productores, los indicadores *Estimación del Apoyo al Productor* (EAP), que agrupa el apoyo al precio de mercado y las transferencias presupuestarias, la *Estimación de los Servicios Generales a la Agricultura* (ESGA), que recoge las medidas de desarrollo rural, y la *Estimación del Apoyo Total* (EAT), que suma los dos indicadores anteriores y las subvenciones al consumo. El trabajo ha analizado, para el conjunto de España y cada una de las CCAA, la composición y procedencia del apoyo comunitario: a) su composición por tipos de medidas (sostenimiento de precios, pagos directos o transferencias presupuestarias – lo que permitirá distinguir en el futuro los pagos desacoplados de los acoplados-, medidas de desarrollo rural,...) y, b) sus fuentes de financiación, es decir, transferencias de los consumidores y gasto público (transferencias de los contribuyentes).

Aunque se ha seguido la metodología de la OCDE, se han propuesto distintas opciones de cálculo del apoyo total para tener en cuenta la especificidad mediterránea de la agricultura española. Buena parte de los productos mediterráneos no están incluidos en la EAP, indicador calculado anualmente por la OCDE para los productos continentales. Esto es debido a las características específicas de los productos mediterráneos, como por ejemplo en el caso de frutas y hortalizas, donde la gran variedad de productos, la alta heterogeneidad de cada producto en términos de calidad y los ciclos estacionales de la producción dificultan la aplicación de la metodología estándar de la OCDE. El resultado de omitirlos es que la utilidad del indicador EAP para estimar las transferencias al sector agrícola español puede proporcionar una imagen

distorsionada del impacto de la PAC en nuestra agricultura. Con la aplicación estricta de la metodología de la OCDE, obtenemos unos apoyos al precio de mercado a nuestro juicio sobrevalorados, dado que las producciones mediterráneas no gozan en general del mismo nivel de apoyo que los productos continentales. Para valorar el impacto real de la intervención bajo la PAC para los productos especializados (algodón, tabaco, aceite de oliva, plátano, frutas cítricas, fruta fresca y hortalizas), este trabajo ha examinado diversas opciones para calcular el apoyo al precio de mercado que reciben en cada una de las CCAA, y luego comparar con los resultados obtenidos por la OCDE.

Una vez clasificadas las transferencias presupuestarias procedentes del FEOGA-Garantía y del FEOGA-Orientación, se ha procedido al cálculo de la EAP, la ESGA y la EAT de cada Comunidad, según la metodología OCDE. Los valores de EAP obtenidos suponen unas transferencias al productor español en torno a un 47% de sus ingresos. Las transferencias en materia de Servicios Generales a la Agricultura representan en España en los años considerados un 17% del apoyo directo a los agricultores y un 14% del apoyo total. A nivel regional se detectan ciertas disparidades como que más de la mitad del apoyo directo a los agricultores españoles se concentra en cuatro CCAA, Andalucía, Castilla-León, Cataluña y Castilla-La Mancha. Por último, la EAT arroja para España un valor de 14.775.368 miles de euros en 2003. Expresada en términos porcentuales equivale prácticamente a un 2% del PIB español. A nivel regional observamos que casi el 70% de la EAT se concentra en cinco CCAA: Andalucía, Castilla-León, Cataluña, Castilla-La Mancha y Aragón. Respecto al PIB regional destacan los altos valores que caracterizan a Extremadura, las dos Castillas, Aragón y Andalucía.

Tras la denominada *Revisión Intermedia* de la PAC, reforma adoptada en junio de la 2003 y actualmente en fase de aplicación en los Estados Miembros de la UE, nos vamos a encontrar con una política agraria más orientada al mercado, con instrumentos de apoyo a los productores crecientemente basados en pagos directos, con una cofinanciación nacional en algunos casos, y con una tendencia al desplazamiento de fondos hacia las regiones desfavorecidas de la Unión (mayoritariamente en los nuevos Estados Miembros). Se diría que el conjunto de presiones políticas y económicas que ha sufrido la UE ha seguido indicaciones de un “manual de reforma” que promueve formas de apoyo a los agricultores aparentemente no vinculadas a la producción.

Adicionalmente, el papel de las CCAA y del Gobierno Central debe ser evaluado por lo que el sistema de seguimiento propuesto en el Observatorio de Apoyo Público a la agricultura española será ampliado para incorporar no sólo las transferencias derivadas de la PAC sino la de los otros dos niveles de administración. Sólo con las transferencias nacionales, y no sólo las comunitarias consideradas en el presente artículo, se podrá obtener una idea más completa del impacto de las políticas agrarias en el España.

BIBLIOGRAFÍA

- Anders, S.; Harche, J.; Herrmann, R.; Salhofer, K. (2004): Regional Income Effects of Producer Support under the CAP. *Cahiers d'économie et sociologie rurales*. Vol. 73, No. 4, págs. 103-122.
- Berthelot, J. (2004): *Ending Food dumping: taking the US and EU through the WTO disputes procedure after the expiry of the "peace clause"*, <http://solidarite.asso.fr> May 2004.
- Blandford, D. (2005): Imposing WTO disciplines on domestic support: an assessment of the Doha Round Approach, *Economía Agraria y Recursos Naturales*, Vol. 5, nº 9, págs. 3-26.
- Cioffi, A. (2000): *Gli effetti delle politiche comunitarie per gli ortofrutticoli freschi*. Trabajo presentado a la XXXVII Conferencia de la Asociación Italiana de Economía Agraria, SIDEA, Bolonia, septiembre.
- Compés, R. y García Álvarez-Coque, J.M. (2005): Las reformas de la política agrícola común en la Unión Europea ampliada: implicaciones económicas para España, *Papeles de Economía Española* nº 103, págs. 230-244.
- Corden W.M. (1971). *The Theory of Protection*, Oxford.
- European Commission (varios años): *The Agricultural Situation in the Community*, Luxemburgo.
- European Commission (1981). *Study of the regional impact of the Common agricultural policy*, Brussels.
- European Commission (2001). *Study on the impact of community agricultural policies on economic and social cohesion*, Directorate- General for Regional Policy, Brussels.
- European Spatial Planning Observation Network (2005). ESPON Project 2.1.3: *The Territorial Impact of CAP and Rural Development Policy*. Arkleton Institute for Rural Development Research, University of Aberdeen,
- García Álvarez-Coque, J.M. et al. (1994): *Gasto Público y Sistema Autonómico. La política agraria autonómica a examen*. Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació de la Generalitat Valenciana. Serie Estudios.
- García-Alvarez-Coque, J.M. (2003): La agricultura española ante la reforma de la política agrícola común, *Papeles de Economía Española* nº 96, págs 2 – 19.
- Atance, I.; Gomez-Limón, J.A. (2004): Identificación de objetivos públicos para el apoyo al sector agrario, *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, nº 203, págs. 49-84
- Hansen, H. (2005): Effects of agricultural policy measures on gross transfers to farmers: Intertemporal and interregional evidence from the CAP *Paper prepared for presentation at the XIth Congress of the EAAE (European Association of Agricultural Economists) 'The Future of Rural Europe in the Global Agri-Food System' Copenhagen, Denmark August 24-27, 2005*.
- Josling T. (1979). Agricultural protection and stabilization policies : analysis of current neomercantilist practices, in : *International Trade and Agriculture : Theory and Policy*, Hillman J.A., Schmitz A. (eds), (Westview Special Studies in International Economics and Business), Boulder, págs. 149-162.
- MAPA (2003, 2004): Anuario de Estadística Agroalimentaria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, www.mapya.es.
- MAPA (2004): Territorialización de los apoyos públicos, en Libro Blanco sobre la Agricultura y el Desarrollo Rural, Capítulo 3, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, www.mapya.es.
- Nucifora, A. Y Sarri, D. (1997): *Levels of protection for the fruit, vegetables, olive oil and wine sectors of the European Union*. Quaderno per discussione nº 19, febrero. Centro Interdepartamental de Política Agroalimentaria-ambiental, Universidad de Siena.
- Nucifora, A., Perugini, C. y Sarri, D. (2001): *Estimates of Producer Support for mediterranean product in the European Union*. Quaderno per discussione nº 23, noviembre. Centro Interdepartamental de Política Agroalimentaria-ambiental, Universidad de Siena.
- OECD (2004): *OECD Agricultural Policies 2004 at a Glance*, OECD, Paris.
- OCDE (varios años): *Agricultural Policies, Markets and Trade. Monitoring and Outlook*. París.
- Philippidis, G. (2005) Agricultural trade liberalisation in the Doha Round: impacts on Spain. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, Vol 5. nº 10, págs. 41-68

- Sumner, D.A. y Brunke, H. (2004): *Commodity policy and California agriculture*. En California Agriculture: Issues and Challenges, Capítulo 6. California.
- Tangermann, Stefan (2005), "Is the Concept of the Producer Support Estimate in Need of Revision?", *OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers*, No. 1, OECD Publishing. doi:10.1787/845314770374
- Tarditi, S. (1999): *Assessing market price support of agricultural commodities*. Paper presented at OECD, Paris, May 1999. (OECD Paper: COM/AGR/APM/WP/RD(99)63
- Tarditi S., Zanas G. (2001). Common agricultural policy, in : *Competitiveness and Cohesion in EU Policies*, Hall R., Smith A. and Tsoukalis L. (eds.), Oxford University Press, págs. 179-216.
- Walkenhorst P. (2003). Regional diversity, policy targeting and agricultural producer support in Switzerland, *Jahrbuch für Regionalwissenschaft*, 23 (2), págs. 141-153.
- Wise, T. A. (2004), *The Paradox of Agricultural Subsidies: Measurement Issues, Agricultural Dumping, and Policy Reform*, Global Development and Environment Institute, Tufts University, Working paper N° 04-02, February 2004 (<http://ase.tufts.edu/gdae>).
- Zanas G.P. (2002). The distribution of CAP benefits among member states and the impact of a partial re-nationalisation : a note, *Journal of Agricultural Economics*, 53 (1), págs. 108-112.

IMPACTO ECONÓMICO DEL REGADÍO SOBRE EL DESARROLLO LOCAL EN ESPAÑA

JUAN MEDINA

jmmedina@unex.es

Departamento de ECONOMÍA

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Área temática: Economía Agraria y Recursos Naturales

Resumen

Esta comunicación evalúa los efectos del regadío sobre el grado de desarrollo económico alcanzado por aquellos municipios beneficiados por el mismo. Se han seleccionado 346 términos municipales correspondientes a 15 provincias españolas, caracterizados todos ellos por una relevante agricultura de regadío. A partir de una serie de variables relacionadas con la actividad económica, el nivel educativo de la población y el mercado laboral, se ha estimado un índice sintético de desarrollo basado en tres técnicas de decisión multicriterio: Método de las Ponderaciones Simples Aditivas (SAW), Distancia a la Solución Ideal y Similitud con la Distancia Ideal (TOPSIS). Los resultados muestran la contribución de los proyectos de regadío, entre otros factores, al impulso del desarrollo económico en los municipios seleccionados.

Palabras clave: Regadío, desarrollo local, decisión multicriterio.

Abstract

The objective of this paper is to assess the impact of irrigation schemes on local economic development. It uses data from 346 towns in 15 provinces of Spain predominantly characterized by irrigated agriculture. It presents the estimation of a synthetic development index using economic, education and labour market variables. The index is based on three methods for Multiple Criteria Decision Making: Simple Additive Weighting method (SAW), Distance to Ideal Solution and Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). Our results show irrigation, among other factors, plays an important role in increasing economic development.

Key words: Irrigation, local development, multicriteria decision making.

1. Introducción

La agricultura de regadío proporciona el 40% de la producción mundial de alimentos en tan sólo el 17% del suelo cultivado. De la superficie total irrigada (260 millones de hectáreas), tres cuartas partes se encuentran en países en desarrollo donde predominan los pequeños agricultores. (Hasnip y Hussein, 1999)

La población que habita en zonas de regadío puede beneficiarse directamente al mejorar su nivel de renta y obtenerla de manera más estable, producto de una mayor intensificación en las cosechas y unos rendimientos mejorados, Además, se consigue un aumento del valor de la tierra regada. Indirectamente, el regadío permite una más equilibrada difusión de los ingresos y los salarios agrícolas, unos menores precios de los alimentos y una tasa migratoria más favorable.

El desarrollo del regadío implica una variedad de beneficios potenciales tanto a nivel regional como nacional. Contribuye al crecimiento económico al generar exportaciones y reducir importaciones de cultivos y, por tanto, limitar el déficit comercial e incrementar la oferta interior de alimentos, lo que puede conducir a una reducción en los precios. En muchos países ha jugado un papel principal en la eliminación de la inseguridad en el suministro de alimentos.

Los proyectos de regadío a menudo funcionan como un polo de desarrollo en las áreas rurales, donde un incremento de la producción y una mayor concentración demográfica atraen servicios e infraestructura adicionales. Una agricultura de regadío contribuye al logro de rentas más altas y a mayores y más diseminadas oportunidades de empleo agrícola, por lo que las familias pueden mejorar su acceso a la educación, la salud y los servicios sociales. (Shah, 1993)

La literatura que examina el impacto del regadío sobre el grado de desarrollo económico ofrece resultados mixtos. En muchos casos, los estudios sobre producción agrícola, productividad y renta de los hogares identifican el efecto positivo de la inversión en regadío. Fan et al. (2000) ilustran que el gasto del gobierno en regadío tiene sólo un modesto impacto sobre el crecimiento de la producción agraria, y más limitado aun en

términos de pobreza rural y desigualdad. Una posible razón de ese pequeño impacto radicaría en el descenso de los rendimientos marginales de las ingentes inversiones en regadío.

Hu et al. (2000) encuentran que el regadío no contribuye al crecimiento de la productividad total de los factores (TFP) en el sector del arroz en China durante el período 1981-85. Jin et al. (2002) amplían el trabajo a otros cultivos y no pueden hallar nexo entre regadío y crecimiento de TFP para ninguno de los cultivos de cereales más relevantes (arroz, trigo, maíz).

En contraste, otros autores han estudiado los efectos del regadío sobre la renta de los hogares agrícolas en varios países Asia, tales como Filipinas y Bangladesh (Hossain et al., 2000). Aunque encuentran un efecto positivo en la mayoría de los estudios, usan muestras de hogares pequeñas y no representativas a nivel nacional. Un detallado estudio de impacto de un plan de regadío en gran escala implementado en el Estado de Gujarat (India), muestra unos efectos ambivalentes en términos de renta y empleo (Gidwani, 2002).

Huang et al (2006) han identificado el papel determinante del regadío en los niveles de producción y renta en las áreas rurales de China. Asimismo, han evaluado su contribución al descenso en la desigualdad y a la paliación de la pobreza.

El resto de la comunicación se organiza como sigue. En la primera sección, se describen las técnicas de decisión multicriterio que se utilizarán. En la siguiente, se presentan las variables a partir de las cuales se construirán los índices sintéticos de desarrollo local. En la sección final se discuten los resultados y se contrasta la relación entre regadío y desarrollo económico.

2. Técnicas de decisión multicriterio

El conjunto de técnicas agrupadas bajo la denominación Teoría de la Decisión Multicriterio permite evaluar una serie de alternativas que se caracterizan por poseer

variados atributos (Yoon y Hwang, 1995; Barba-Romero y Pomerol, 1997). En este caso, se pretende obtener un indicador significativo para cada municipio -o alternativa- de las variables -o atributos- seleccionadas.

Sea la matriz de decisión compuesta de m filas (las alternativas) y n columnas (los atributos), cuyos elementos x_{ij} son la información municipal disponible. Se define la solución ideal A^+ como aquella alternativa que incluye el valor preferible de cada atributo:

$$A^+ = (x_1^+, \dots, x_j^+, \dots, x_n^+)$$

donde $x_j^+ = \max \{ U_j(x_{ij}) \}$ con $i = 1, \dots, m ; j = 1, \dots, n$

Por consiguiente, x_j^+ es el valor preferible u óptimo de cada atributo que maximiza su función de utilidad.

A la hora de elegir qué métodos de decisión multiatributos se aplican, ha de tenerse en cuenta que la información disponible es de tipo cardinal. Con el objeto de lograr un resultado lo más robusto posible, se ha elaborado un índice sintético como media de los calculados a partir de tres técnicas: Método de las Ponderaciones Simples Aditivas, Distancia Euclídea a la Solución Ideal y Similitud con la Distancia Ideal.

Los atributos a partir de los cuales se elaboran los indicadores sintéticos son las 25 variables citadas en la sección 3. Debido a que los atributos han de verificar la propiedad de exclusividad para prevenir la doble contabilización de conceptos afines, hemos procedido a realizar un análisis de componentes principales, por lo que los atributos –ahora, mutuamente independientes- serán las puntuaciones factoriales. Por otra parte, la propiedad de exhaustividad supone la elección de aquellos atributos que resulten relevantes en el proceso decisor; o sea, aquéllos que, estando a disposición del investigador, describan de la manera más completa las categorías del desarrollo.

Para trabajar con una escala adimensional que obvie los problemas de cálculo asociados a unidades de medida heterogéneas, y con el fin de asignar de manera creciente la

preferencia entre alternativas, es necesario normalizar los atributos (Aranda y Faura, 1993). Ya las variables con las que se llevó a cabo el análisis de componentes principales habían sido previamente estandarizadas. Sobre las puntuaciones factoriales incorporadas al indicador sintético como atributos, efectuaremos una transformación lineal de escala al intervalo (0,1) que conducirá, además de a una escala comparable de medida, a un rango de variación igual para todos los atributos designando al valor 1 como alternativa preferible.

Los atributos se clasifican según la técnica de normalización aplicada en:

a) atributos de beneficio: presentan una utilidad monótona creciente:

$$t_{ij} = \frac{(x_{ij} - x_j^{\min})}{(x_j^{\max} - x_j^{\min})}$$

b) atributos de coste: muestran una utilidad monótona decreciente:

$$t_{ij} = \frac{(x_j^{\max} - x_{ij})}{(x_j^{\max} - x_j^{\min})}$$

donde,

t_{ij} = valores transformados de la matriz de decisión

x_{ij} = valores originales de la matriz de decisión

x_j^{\min} = valor mínimo del atributo j

x_j^{\max} = valor máximo del atributo j

Una de las claves para la adecuada construcción de los índices sintéticos radica en la elección de las ponderaciones, que discriminarán la importancia relativa de cada uno de los atributos. Las ponderaciones serán imputadas exógenamente, a partir de los porcentajes que de la varianza total explican los componentes principales retenidos:

$$w_j = (w_1, \dots, w_n)$$

donde w_j es el vector de las ponderaciones asignadas a cada atributo.

Asimismo, los pesos de los atributos son normalizados para que su suma sea igual a 1:

$$\sum_j w_j = 1$$

2.1. Método de las Ponderaciones Simples Aditivas

El método de las Ponderaciones Simples Aditivas (SAW, siglas de Simple Additive Weighting) agrega de manera aditiva la contribución de los atributos, al multiplicar el valor del atributo por su ponderación y sumar posteriormente los productos obtenidos para cada alternativa. Por consiguiente, asigna a las distintas alternativas un indicador equivalente a la media ponderada de todos sus atributos:

$$SAW_i = \sum_j w_j t_{ij}$$

2.2. Distancia a la Solución Ideal

Esta familia de indicadores sintéticos congrega aquéllos que se definen por la distancia que separa cada alternativa de la solución ideal. Dentro de las distancias comprendidas en la métrica de Minkowsky, se elige la euclídea (EUCLIDEA), cuyo parámetro de distancia es 2. La distancia euclídea calcula la norma del vector que separa una alternativa de la ideal y, por tanto, su distancia más corta.

$$EUCLIDEA = \left[\sum_j w_j (x_{ij} - x_j^+)^2 \right]^{1/2}$$

2.3. Similitud con la Solución Ideal

Esta técnica, que ordena preferencias por Similitud con la Solución Ideal (TOPSIS, siglas de Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), elabora un indicador que recoge tanto la proximidad a la solución ideal como la separación de la anti-ideal, siendo ésta la alternativa que toma los valores menos preferibles de cada atributo.

$$A^- = (x_1^-, \dots, x_j^-, \dots, x_n^-)$$

donde $x_j^- = \text{mín} \{ U_j (x_{ij}) \}$

El proceso de cálculo es semejante al descrito en el apartado anterior, aunque obteniendo dos distancias por alternativa: una, al municipio ideal y, otra, al anti-ideal. La distancia utilizada es la euclídea. El índice SSI resulta del cociente:

$$\text{TOPSIS}_i = \frac{\text{EUCLIDEA}^-}{\text{EUCLIDEA}^- + \text{EUCLIDEA}^+}$$

3. Selección de variables

A continuación se enumeran las variables relacionadas con la actividad económica (La Caixa, 2006), el nivel educativo de la población (INE, 2005) y el mercado laboral (INE, 2005; La Caixa, 2006), a partir de las cuales se han construido los indicadores sintéticos de desarrollo:

1. Tasa de actividad total
2. Tasa de actividad femenina
3. Tasa de empleo total
4. Tasa de empleo femenino
5. Tasa de paro total
6. Tasa de paro femenino
7. Tasa de paro no juvenil
8. Activos en el sector agrario
9. Activos en el sector industrial
10. Activos en el sector servicios
11. Población sin instrucción
12. Población femenina sin instrucción
13. Población con instrucción primaria
14. Población femenina con instrucción primaria
15. Población con instrucción secundaria
16. Población femenina con instrucción secundaria
17. Población con instrucción universitaria

18. Población femenina con instrucción universitaria
19. Teléfonos fijos
20. Automóviles
21. Camiones y furgonetas
22. Oficinas de bancos
23. Oficinas de cajas de ahorros
24. Oficinas de cooperativas de crédito
25. Actividades comerciales minoristas

El análisis se realiza usando datos de una muestra representativa a nivel nacional de 346 municipios españoles con una significativa agricultura de regadío. Junto a ellos se han incluido 105 términos municipales de la provincia de Badajoz caracterizados por una agricultura de secano. Los municipios de regadío seleccionados corresponden a las 15 provincias españolas con mayor superficie de tierras de cultivo transformadas en regadío en el quinquenio 1998-2003.

4. Resultados

El índice de desarrollo que finalmente se asigna a cada municipio se obtiene a partir de la media aritmética de los indicadores calculados según los tres métodos multicriterio referidos. Ese valor medio es transformado al intervalo (0,1) con el propósito de homogeneizar los resultados, siendo la preferencia creciente.

El grado de asociación entre los indicadores calculados se estima mediante los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman. El primero de ellos determina la correlación para datos continuos -los índices sintéticos-, mientras que el segundo es una medida no paramétrica basada en los rangos de los datos -los números de orden alcanzados por los municipios. En las tablas 1 y 2, se muestran los niveles de correlación entre los tres indicadores, situándose sus coeficientes en valores cercanos a la unidad, lo que muestra la relación lineal existente entre ellos.

Tabla 1

Matriz de correlación de Pearson

	EUCLIDEA	TOPSIS	SAW
EUCLIDEA	1.000		
TOPSIS	0.968	1.000	
SAW	0.987	0.991	1.000

Tabla 2

Matriz de correlación de Spearman

	EUCLIDEA	TOPSIS	SAW
EUCLIDEA	1.000		
TOPSIS	0.940	1.000	
SAW	0.980	0.980	1.000

Cuando se examinan las correlaciones entre regadío y desarrollo económico, se observa que los efectos reales del regadío están siendo enmascarados por las correlaciones entre éste y otros factores. Se va a emplear el análisis multivariante para descubrir el impacto real de la agricultura de regadío, manteniendo constante el efecto de otros potenciales determinantes del bienestar.

Para evaluar si el regadío afecta al grado de desarrollo de los municipios, manteniendo constantes otros factores, se seguirá la aproximación adoptada por Huang et al. (2003, 2006). Específicamente, el nivel de desarrollo económico per cápita es regresado sobre un conjunto de características del municipio relevantes en la determinación de aquél. El modelo básico es el siguiente:

$$y_i = \alpha + \beta X_i + \gamma R_i + \varepsilon_i$$

donde y_i representa el nivel de desarrollo económico del municipio i , estimado mediante el índice sintético calculado en la sección anterior. La matriz X_i es un conjunto de vectores de determinadas características del término municipal, incluyendo el nivel educativo de la población, las oportunidades de empleo en los sectores no agrícolas, el volumen de activos agrarios (maquinaria agrícola, ganado), la superficie media de las explotaciones agrícolas y el ambiente económico del municipio.

Manteniendo constante X_i , γ puede ser interpretada como nuestro parámetro de interés, al medir el efecto de la superficie regada R_i sobre el nivel de desarrollo alcanzado por el municipio. La ecuación se estima mediante mínimos cuadrados ordinarios (Tabla 3).

Tabla 3
Determinantes del índice sintético de desarrollo local

	Coefficientes no estandarizados	Coefficientes estandarizados	t	Sig.
Constante	0.152		9.277	0.000
Regadío	0.000886	0.213	6.312	0.000
Empleo no agrario	0.00177	0.216	4.912	0.000
Educación 2ª y universitaria	0.00961	0.324	7.437	0.000
Catastro urbano	0.00224	0.223	6.412	0.000
Minifundismo	-0.000770	-0.121	-3.856	0.000
Ganado por SAU	0.00000979	0.084	2.715	0.007
Maquinaria agrícola por UTA	0.0000532	0.162	5.427	0.000
$R^2 = 0.667$ $F = 124.172$ (Sig.=0.000)				

El coeficiente de determinación R^2 se eleva a 0.667, un indicador suficientemente aceptable de la bondad del modelo para datos de sección cruzada. Además, puesto que el estadístico F es 124.172 y su nivel de significación es igual a 0.000, se acepta la hipótesis de que existe una relación lineal significativa entre el índice sintético de desarrollo y las variables explicativas incluidas en el modelo.

Los coeficientes de las variables explicativas tienen el signo esperado y son estadísticamente significativos. Así, la educación secundaria y universitaria, las oportunidades de empleo no agrario, el valor catastral urbano, el volumen de maquinaria agrícola por unidad de trabajo agrícola y las cabezas de ganado por superficie agraria útil afectan positivamente al desarrollo económico local. Por el contrario, el predominio del minifundismo reduce aquél.

Los resultados permiten rechazar la hipótesis nula de que la superficie transformada en regadío no tiene efectos sobre el valor del índice sintético de desarrollo de los municipios. Un incremento del 1% en la proporción de superficie regada eleva el valor del indicador sintético en 0.000886, manteniendo constantes los demás factores. Por tanto, los resultados del modelo aportan evidencia empírica en relación al impacto positivo del regadío sobre el nivel de desarrollo económico de los municipios.

4. Bibliografía

Aranda Gallego, J. y Faura Martínez, U. (1993): *Metodología multi-atributos para la elaboración de índices sintéticos: Una aplicación a la diferenciación municipal en la Región de Murcia*. Universidad de Murcia, documento de trabajo 1/93, Murcia.

Barba-Romero, S. y Pomerol, J.C. (1997): *Decisiones Multicriterio. Fundamentos Teóricos y Utilización Práctica*. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares.

Fan, S.; Zhang, L. and Zhang, X. (2000): *Growth and Poverty in Rural China: The Role of Public Investment*. International Food Policy Research Institute Research, Report n. 125, Washington DC.

Gidwani, V. (2002): “The unbearable modernity of ‘development’? Canal irrigation and development planning in Western India”, *Progress in Planning*, 58, pp. 1-80.

Hasnip, N. and Hussein, K. (1999): *Poverty reduction and irrigated agriculture*. International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage, Issues Paper n. 1, Roma.

Hossain, M.; Gascon, F. and Marciano, E.B. (2000): “Income distribution and poverty in rural Philippines: insights from repeat village study”, *Economic Political Weekly*, pp. 4650-4656.

Hu, R.; Huang, J.; Jin, S. and Rozelle, S. (2000): “Assessing the contribution of research system and CG genetic materials to the total factor productivity of rice in China”, *Journal of Rural Development*, 23, pp. 33-79.

Huang, Q.; Dawe, D.; Huang, J.; Rozelle, S. and Wang, J. (2003): *Irrigation, Poverty and Inequality in Rural China*. Center for Chinese Agriculture Policy, Working Paper 03-E14, Beijing.

Huang, Q.; Rozelle, S.; Lohmar, B.; Huang, J. and Wang, J. (2006): “Irrigation, agricultural performance and poverty reduction in China”, *Food Policy*, 31, pp. 30-52.

INE (2005): *Censo de población 2001. Resultados municipales*. INE, Madrid.

Jin, S.; Huang, J.; Hu, R. and Rozelle, S. (2002): “The creation and spread of technology and total factor productivity in China’s agriculture”, *American Journal of Agricultural Economics*, 84, pp. 916-930.

La Caixa (2006): *Anuario económico de España 2006*. La Caixa, Barcelona.

Shah, T. (1993): *Groundwater markets and irrigation development: political economy and practical policy*. Oxford University Press, Bombay.

Yoon, K.P. y Hwang, C.L. (1995): *Multiple attribute decision making. An introduction*. Sage Publications, Thousand Oaks.

RECURSOS RENOVABLES Y TRAGEDIA DE LOS COMUNES

AUTOR Juan Carlos Aguado Franco
e-mail: juancarlos.aguado@urjc.es

Departamento de Economía Aplicada II y Fundamentos del Análisis Económico
UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS

Área temática: Economía Agraria y Recursos Naturales.

Resumen

El agotamiento de los recursos naturales se produce, además de por causas naturales, como consecuencia de la actuación del hombre, y el efecto de su actuación tendrá mayor o menor incidencia en función del tipo de recurso de que se trate.

En concreto, en lo que hace referencia a los recursos biológicos, su supervivencia dependerá no solamente de cuestiones naturales que puedan afectar al crecimiento de la biomasa, sino también del uso que realicemos de ellos.

Generalmente existen intereses encontrados entre los potenciales usuarios de este tipo de recursos, especialmente cuando existe libertad de acceso para su explotación. Para asegurar su supervivencia, sería necesario que no se utilizaran sistemáticamente por encima de su tasa natural de regeneración, pero la lógica individual lleva a seguir explotándolos por encima de dicha tasa, dado que los costes de la sobreexplotación recaen sobre el conjunto, mientras que las ganancias se producen en su totalidad para cada individuo. Este hecho es conocido como la “tragedia de los comunes”.

Este problema se presenta frecuentemente como un “dilema del prisionero”, pero éste no plasma en su totalidad las características que definen a los recursos biológicos, en especial en lo que hace referencia a ese progresivo agotamiento del recurso, ni a la interacción entre varios individuos –más de dos- inmersos en un problema de estas características.

En el marco de la teoría de juegos realizamos experimentos de laboratorio que reproducen estos problemas, lo que nos permite aislar y controlar las variables que puedan afectar al comportamiento de los individuos en este tipo de situaciones.

Palabras clave: Tragedia de los comunes, cooperación, altruismo, teoría de juegos, recursos renovables.

Abstract

The exhaustion of natural resources is partly due to natural causes but is also a result of human activity. The effects of human activity depend on the type of natural resource, especially the management of biological populations.

If there is free access to the resource, rivalry can rise. For renewable resources, the rate of use or harvest must not exceed the regeneration rate, but individual rationality leads to over-exploitation. This occurs because the benefits of exploitation accrue to individuals, each of which is motivated to maximize his own use of the resource, while the costs of over-exploitation are distributed between all those to whom the resource is available: it's the “Tragedy of the Commons”.

Prisoner's Dilemma does not capture all the characteristics of the “Tragedy of the Commons” of renewable resources, especially the progressive scarcity of the resource, and the interaction among several people.

We study in the frame of game theory laboratory experiments the “Tragedy of the Commons”, to explain people behaviour in this context.

Key words: Tragedy of the Commons, cooperation, altruism, game theory, renewable resources.

1. Tipología de los recursos naturales en función de su agotabilidad

Desde el punto de vista de su agotabilidad, se pueden distinguir básicamente cuatro categorías entre los recursos naturales: recursos stock, flujo, biológicos y fondo.

Los *recursos stock*, como el carbón, el aluminio, el petróleo, etc. existen en unas cantidades dadas en determinadas localizaciones en la Tierra. Estos recursos pueden ser conservados o utilizados como deseemos, pero no creados. Si denominamos S al stock existente, y E a la cantidad extraída, el stock actual en cada momento t del tiempo será:

$$S_t = S_0 - \sum E_t$$

Es decir, el stock actual en el momento t es igual al stock inicial (S_0) menos la suma de las extracciones previas realizadas hasta el momento $t - 1$.

Aunque la formulación propuesta es correcta dadas las variables consideradas, hay que tener en cuenta que no necesariamente todos los yacimientos de ese recurso habrán sido descubiertos. Por lo tanto, para que la formulación sea más precisa, llamaremos SC al stock conocido, en el que incluiremos los descubrimientos realizados en cada momento:

$$SC_t = SC_0 - \sum (E_t - D_t)$$

donde D_t es la cantidad descubierta en el momento t . Si además introducimos el reciclado –para aquellos recursos en los que éste sea posible–, el stock conocido puede verse ampliado tanto por los descubrimientos como por éste:

$$SC_t = SC_0 - \sum (E_t - D_t - R_t)$$

donde R_t es la cantidad reciclada en el periodo t , y que estará limitada por la cantidad de recursos utilizados previamente pero no reciclados.

Este concepto de “stock conocido” es equivalente al de “reservas”. La naturaleza de las reservas por consiguiente es dinámica, pues depende de los precios de ese bien, del estado de la tecnología y de los esfuerzos exploratorios que se realicen en búsqueda de nuevos yacimientos, así como de las extracciones precedentes que hayan sido realizadas.

Así, en la figura nº 1, avances tecnológicos que permitan la extracción de los recursos a menor coste harán que la frontera inferior de las reservas se desplace hacia

abajo, del mismo modo que un mayor esfuerzo exploratorio empujará hacia la derecha la frontera lateral.

Un incremento en los precios tendrá un doble efecto de signo contrario, pues propiciará un incremento de la presión sobre esas reservas, disminuyéndolas, así como convertirá en rentables yacimientos que eran considerados económicamente no explotables.

Figura nº 1: Clasificación de los recursos stock

RECURSOS STOCK TOTALES					
	Identificados			No descubiertos	
	Probados		Probables	Hipotéticos (en lugares conocidos)	Especulativos (en lugares desconocidos)
	Medidos	Evalutados			
Económicamente explotables	RESERVAS				
Económicamente no explotables	RECURSOS POTENCIALES				

Fuente: US Bureau of Mines and the Geological Survey (1976)

Otros recursos, como la radiación solar o la fuerza del viento, son los *recursos flujo*, que están disponibles en una cantidad y calidad que escapa al control humano, y que han de ser utilizados o desaprovechados en el momento en que los recibimos. Su formulación sería la siguiente:

$$F_t = U_t + D_t, \quad D_t \geq 0$$

donde F_t es el flujo recibido en el periodo t , U_t señala la cantidad que utilizamos, y D_t indica la cantidad desaprovechada.

El uso que realicemos de los recursos flujo no influye en modo alguno en su hipotético agotamiento –porque utilicemos la energía solar el Sol no se va a apagar; por utilizar molinos de viento, el viento no va a desaparecer...-

Cuando acumulamos de alguna manera los recursos flujo que acabamos de recibir estamos convirtiendo los recursos flujo en *recursos fondo*. Este tipo de recursos sí que pueden ser controlados por el hombre, y el stock del que dispongamos en un momento dado estará sujeto al cumplimiento de la siguiente ecuación:

$$S_t = \sum (F_t - U_t - R_t) + F_t \geq U_t$$

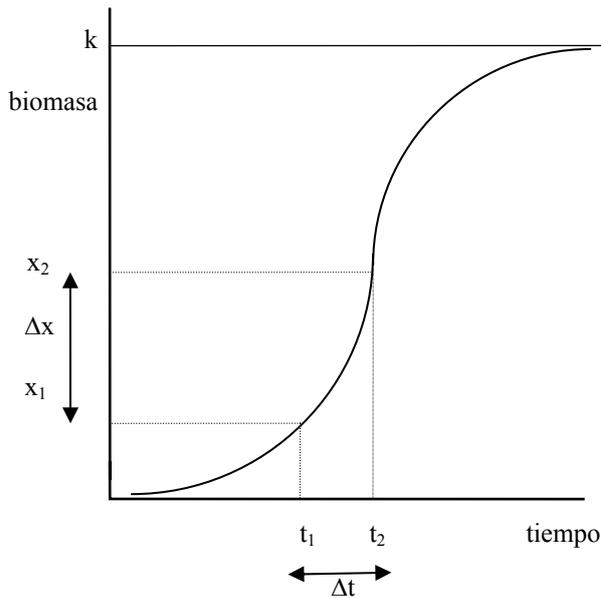
Aunque guarden similitudes con los recursos *stock*, es interesante apreciar la diferencia entre ambos tipos de recursos. Georgescu-Roegen la pone de manifiesto con un claro ejemplo: “*si el recuento muestra que una caja contiene veinte caramelos, podemos hacer felices a veinte chicos ahora o mañana, o a algunos hoy y a otros mañana, etc. Pero si un ingeniero nos dice que la habitación de un hotel durará probablemente mil días más, no podemos hacer felices ahora a mil turistas sin habitación; únicamente podemos hacer feliz a uno hoy, a un segundo mañana, y así sucesivamente, hasta que la habitación se derrumbe*” Georgescu-Roegen (1996, pág. 292).

En el caso de los recursos naturales renovables, o *recursos biológicos*, la renovación del recurso está gobernada por fenómenos biológicos: el crecimiento de los árboles, o de los bancos de pescado, que son esencialmente dinámicos. Por tanto, cualquier análisis estático no se podría considerar más que una primera aproximación.

El punto de partida en el análisis de una pesquería o de un bosque –típicos recursos biológicos– en los que puede surgir el dilema social que encarna la tragedia de los comunes, consiste en determinar la curva de crecimiento de la biomasa a lo largo del tiempo. La forma usualmente aceptada¹ es que la biomasa crece según una función sigmoidea como la representada a continuación en la figura nº2.

¹Existe la posibilidad de un crecimiento en forma de J, exponencial, en el que cuando se alcanza un límite la población cae bruscamente. El análisis sería análogo, con ligeras matizaciones, al expuesto para el caso general.

Fig. nº 2.- Curva de crecimiento de una biomasa

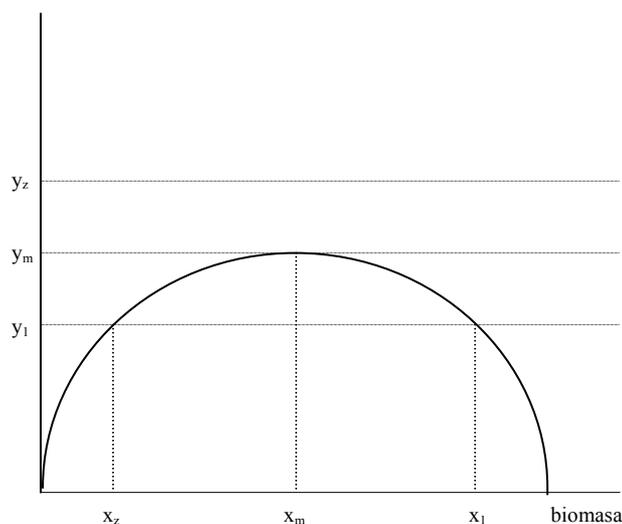


El crecimiento, en un primer momento, es lento, debido a que la cantidad de biomasa también es pequeña. Después, la población crece aceleradamente, para terminar con incrementos cada vez menores, estabilizándose en un valor como k , el llamado nivel de equilibrio natural, que representa la cantidad de biomasa hacia la que tenderá de una manera natural la población si no existen intervenciones ajenas, y que constituye el nivel máximo de biomasa que el medio ambiente puede soportar –la máxima capacidad de carga del ecosistema-..

En efecto, el comportamiento de la función es en su primer tramo como el de toda progresión geométrica; el crecimiento al principio es lento, para acelerarse notablemente a continuación. Es como el número de peces en una pesquería; si hay pocos tardará en aumentar el tamaño de su población. Después, según se incrementa su número, el crecimiento se acelera. Por último, se alcanza una fase en la que se ralentiza ese crecimiento para acercarse a ese nivel de equilibrio natural, pues el medio no puede soportar una carga mayor.

De la curva de crecimiento de la biomasa se puede deducir fácilmente otra curva que relacione la tasa de crecimiento de población con la cantidad de biomasa. Es lo que se representa a continuación en la figura nº 3.

Fig. nº 3.- Niveles sustentables de uso de un recurso renovable en función de la biomasa



Gracias al gráfico de la figura nº 2, y apoyándonos en el de la figura nº 1. vamos a poder explicar el concepto de rendimiento sustentable y el de rendimiento máximo sustentable.

Un rendimiento sustentable es aquel que se puede mantener indefinidamente a lo largo del tiempo (la cantidad de peces que se pueden obtener en una pesquería, las toneladas de madera que es posible extraer de un bosque, etc.) sin que disminuya, por tanto, la biomasa existente.

En la figura nº 2, si año tras año se extrae una cantidad como Δx , dado que la población crecerá Δx en el periodo comprendido entre t_1 y t_2 , a lo largo de ese tiempo se regenerará el recurso que se está considerando, por lo que la operación se podrá realizar indefinidamente sin que por ello estemos abocados a la desaparición de ese recurso: se trata de un rendimiento sustentable.

Ritmos superiores en el nivel de extracción de ese recurso llevarían, inevitablemente, a su progresiva desaparición.

Pero no es este el único rendimiento sustentable posible para ese recurso. Lo que se ha representado en la figura nº 3 son los diferentes rendimientos sustentables existentes en función del nivel de biomasa presente.

Como se puede comprobar, un nivel de extracción de ese recurso como y_1 puede ser obtenido tanto con un nivel de biomasa pequeño, como x_1 , o con otro mayor, como x_2 . El mayor rendimiento sustentable que se puede obtener, y_m , es el correspondiente a un nivel de biomasa existente como x_m .

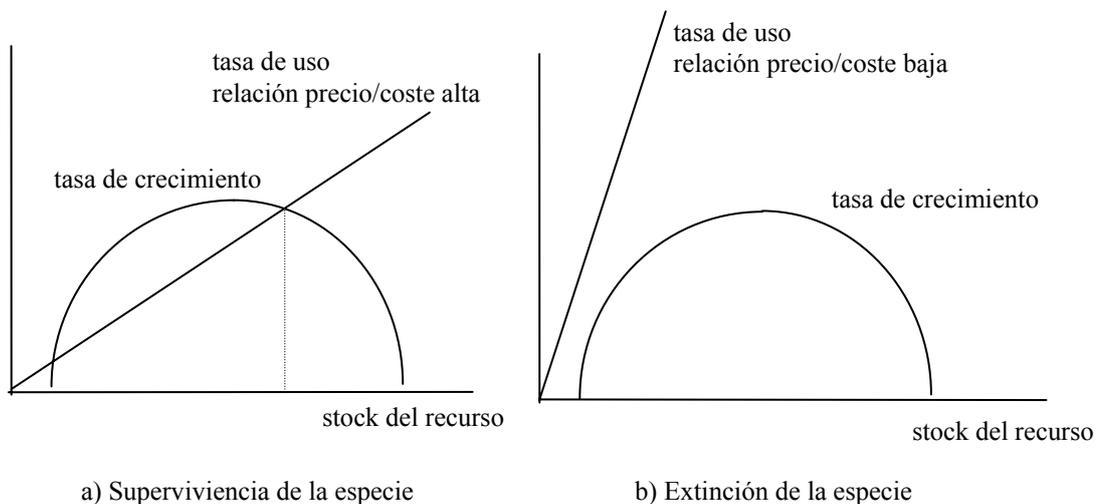
Si no se extrajese ninguna cantidad de ese recurso, la población tendería a su equilibrio natural, es decir, k , donde la tasa de crecimiento de la población es nula.

Niveles de extracción como y_z , aunque posibles durante algún periodo de tiempo, nunca serían compatibles con rendimientos sostenibles, del mismo modo que una extracción como y_m no sería sostenible para niveles de biomasa distintos de x_m .

Si incorporamos otras variables que no son meramente biológicas, sino de tipo económico, como los costes necesarios para el aprovechamiento del recurso o el precio de venta del mismo, podemos considerar un equilibrio "bioeconómico". Así, lo normal será que éste equilibrio no se produzca para el rendimiento máximo sustentable. Para comprender este razonamiento puede consultarse, por ejemplo, Pearce y Turner (1995) pp. 304 y siguientes o en Faucheux y Noël (1995) pp. 138 y siguientes.

Clark (1990) en ese sentido da la explicación de la posible extinción de una especie con la ayuda de los gráficos de la figura nº 4: cuanto menor sea la tasa de crecimiento del recurso y mayor la relación precio/coste, mayor será el riesgo de que la recta no corte a la curva de crecimiento; en el gráfico b) se producirá la extinción del recurso porque sea cual sea el valor del stock, la tasa de uso del recurso es superior a la tasa de crecimiento del mismo: el recurso está abocado a su extinción.

Figura nº 4: supervivencia y extinción de una especie



Esta posibilidad de que un recurso renovable pueda verse abocado a su desaparición por la sobreexplotación que del mismo se produzca, especialmente en el caso de que exista libertad de acceso y uso al recurso, se conoce con el nombre de “la tragedia de los comunes”.

2. La tragedia de los comunes

El nombre de este tipo de situaciones proviene de la descrita por Hardin (1968) en *Science*, en su artículo “The Tragedy of the Commons”.

Su historia consiste en imaginar un prado abierto a todos. Cada pastor tratará de alimentar tantas reses como le sea posible en el prado común. Si cada pastor busca maximizar su ganancia, actuando con racionalidad económica, habrá de plantearse cuál es la utilidad que le reportará añadir una res adicional a su rebaño.

Este hecho tendrá un componente positivo y otro negativo. El componente positivo consistirá en que obtendrá la ganancia derivada de su pastoreo –frente a la alternativa de tener que comprar el pienso, por ejemplo-. El componente negativo vendrá dado por la sobreexplotación del recurso –el sobrepastoreo-. Como los efectos de la sobreexplotación del recurso estarán compartidos por todos los pastores, la utilidad negativa que padecerá cada uno de ellos será sólo una fracción muy pequeña.

El pastor racional concluirá, por tanto, que es beneficioso añadir una nueva res a su rebaño. Pero ese mismo cálculo lo harán cada uno de los pastores que comparten el prado. Cada uno sale ganando al añadir un nuevo animal. Igualmente, cada uno causa daño a los demás. Y el resultado es que el sobrepastoreo acabará con el recurso y todos acabarán perdiendo. He ahí la tragedia. Además, es una tragedia en un doble sentido: porque cada uno acaba estando en una situación indeseada y porque esto se produce de forma inevitable.

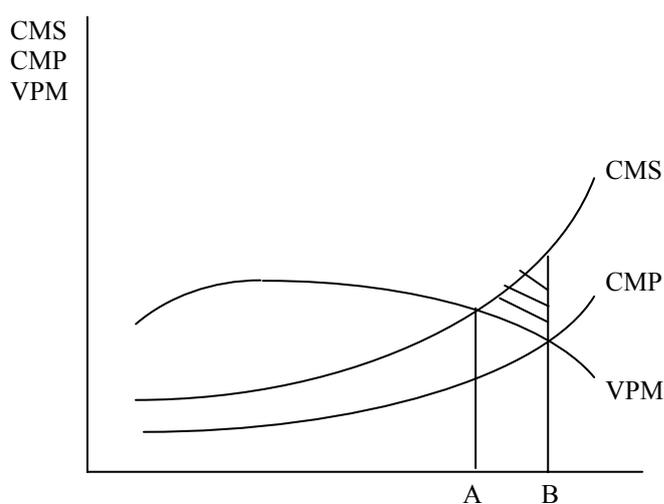
Las posibles soluciones que propone Hardin para la resolución de este problema son la venta como propiedad privada, una limitación pública a su acceso mediante una asignación adecuada, basándonos en méritos, por sorteo, o por medio de un sistema de colas.

Como Ciriacy-Wantrup y Bishop (1992) señalan, la tragedia de los comunes se desarrolla bajo tres supuestos: libertad de acceso al recurso para cualquier usuario; predominancia de un individualismo egoísta; y tasas de explotación que exceden a las de regeneración. Bajo esas circunstancias, el resultado es una situación abierta a todos,

en la que los usuarios compiten entre sí para apropiarse de un mayor porcentaje del recurso conforme a la llamada “regla de captura”, en detrimento de ellos mismos, del recurso, y de la sociedad en su conjunto. Roberts y Emel (1992) ahondan en ese razonamiento, afirmando que la existencia de libre acceso hace que la gente no experimente totalmente los costes de su propio uso del recurso, pues trasladan a los demás gran parte de los costes; en definitiva, se trataría de un problema de externalidades.

En ese mismo sentido, el enfoque que muestra Elinor Ostrom (1995) para explicar la tragedia de los comunes, en el contexto de una situación de acción colectiva, es el de considerar las externalidades que genera sobre los demás ganaderos la actuación de cada uno de ellos, siguiendo el ejemplo de Hardin. Para ello, diferencia entre los costes privados que acarrea cada res adicional que se lleve al prado comunal y el malestar que esa acción genera sobre la colectividad –costes sociales-. Los costes marginales privados que soporta un ganadero individual cuando añade reses adicionales crecen ligeramente –sólo soporta una porción del daño que se genera, que se reparte entre todos-. Mientras que esos costes privados crecen levemente, los costes marginales sociales aumentan mucho más rápidamente pues la suma de una res adicional por un ganadero afecta negativamente a todos los demás ganaderos, como se aprecia en la figura nº 5.

Figura nº 5: Consideración de la sobreexplotación como una externalidad



Fuente: Ostrom (1995b)

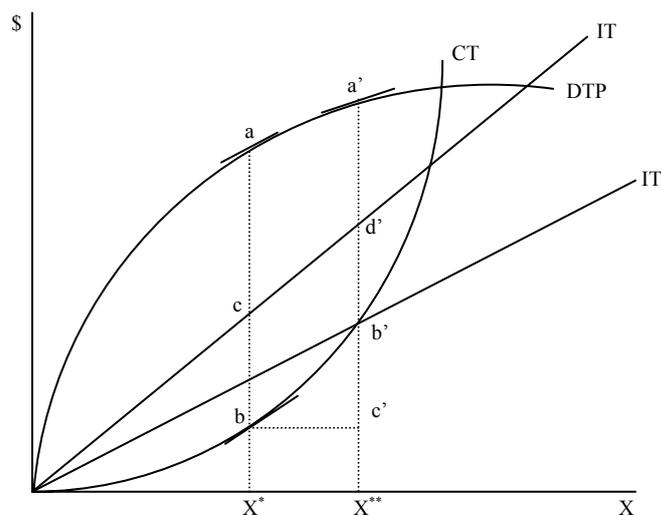
Sin embargo, el ganadero individual no tiene en cuenta esos costes marginales sociales cuando toma la decisión de cuántos animales llevar a pastar. El ganadero individual maximizador de beneficios añadirá animales hasta que sus costes marginales privados se igualen con el valor del producto marginal. Sin embargo, esos cálculos privados llevan a una pérdida neta para la comunidad.

La comunidad estaría mejor si el ganadero redujese el número de animales de su rebaño hasta el punto A, y la ganancia social potencial sería el área sombreada.

Una explicación gráfica bastante clara, considerando los costes, ingresos y disposición a pagar, nos la presenta Haveman (1973) con la ayuda de la figura nº 6.

La función de costes totales del sector, tanto para una empresa individual como en el supuesto de la existencia de numerosas empresas, es la curva CT. Es una función creciente debido a la rentabilidad decreciente de los esfuerzos marginales en el uso del recurso.

Figura nº 6: Sobreexplotación de un recurso



Fuente: Haveman, 1973

Representamos la disposición total a pagar total como DTP. Es una función creciente, aunque cóncava. Resulta claro que el óptimo social es X^* , pues es en ese punto donde se maximizan los beneficios totales. Si se tratase de un mercado competitivo, la función de ingresos totales vendría dada por IT, en la que la pendiente se encuentra determinada por el precio de equilibrio en el mercado del recurso. En X^* , el beneficio social sería el segmento a-b, que podríamos dividir entre excedente del

consumidor y excedente del productor, señalados por los segmentos a-c y c-b respectivamente.

Si existiera libertad de acceso al recurso, la existencia de excedente del productor funcionaría como un incentivo para la entrada adicional de empresas en el mercado, actuando las empresas conforme a la “regla de captura”. Esa entrada de empresas en el mercado se producirá hasta que la diferencia entre el precio y los costes medios del sector desaparezca. El nivel de equilibrio en ese caso es X^{**} , en el que el precio del recurso iguala tanto a la disposición marginal a pagar como a los costes medios.

En ese punto, el excedente del consumidor desaparece por la combinación del descenso de los precios (la función de ingresos totales cambia de pendiente desde IT hasta IT' por este motivo) y por el aumento de los costes medios.

Los resultados, desde el punto de vista de la eficiencia, muestran claramente que el nivel de producción X^{**} es superior al óptimo. El exceso de recursos destinados a la producción del bien X estarían valorados como el segmento $b' - c'$.

Cornes et al. (1986) muestran la misma concepción del asunto, afirmando que el “problema de los comunes” es un ejemplo de un fallo del mercado en el que la búsqueda de beneficios de los explotadores no conduce a alcanzar un óptimo de Pareto. Una solución que propone como factible Weitzman (1974) para que se alcance un óptimo social, sería que una sola empresa explote el recurso común y realice la venta de su producción en un mercado perfectamente competitivo. En el mismo sentido, Goldman (1997) afirma que la “tragedia de los comunes” puede ser utilizada como argumento para proponer la gestión privada-privatizada de los recursos, como en las “enclosures” británicas. No obstante, dada la naturaleza de muchos de estos recursos, la generalización de esa solución no parece demasiado plausible.

Las conclusiones que Pearce y Turner (1995) por su parte extraen para los recursos renovables en situación de libre acceso son las siguientes:

- 1.- Las existencias son menores que las asociadas a la maximización de beneficios, y la tasa de extracción también es menor.
- 2.- El equilibrio en situación de libre acceso no coincide con el rendimiento máximo sostenible salvo por casualidad -tampoco coincide con éste en situación de un único propietario maximizador de beneficios- .

3.- El libre acceso no conduce necesariamente a la extinción de las especies. Esto ocurrirá si el esfuerzo no tiene ningún coste, o bien si las extracciones tienen lugar en niveles que son sistemáticamente superiores a la tasa natural de regeneración y se lleva por tanto a cabo una extracción no sustentable del recurso.

4.- Considerando el modelo de Verhulst, o ecuación logística, como una forma adecuada de describir el crecimiento de la población, concluyen que cuanto menor sea la proporción que representen los costes sobre el precio (C/P), menor será el tamaño de la población en condiciones de libre acceso, pudiendo producirse la extinción si el precio excede los costes cuanto los niveles de población son bajos.

3. La emergencia de la cooperación

Como Fehr y Schmidt (1999) señalan, casi todos los modelos económicos presuponen que todos los individuos persiguen exclusivamente su interés particular, sin preocuparse especialmente de alcanzar metas “sociales”, lo que lleva a la aparición de dilemas sociales como la “tragedia de los comunes”.

Esta búsqueda exclusiva de su interés particular puede ser cierto para algunas – tal vez muchas- personas, pero ciertamente no lo es para todo el mundo.

Así, Andreoni y Miller (2002) ponen su énfasis en el papel que podría tener en este sentido el altruismo, afirmando que con la constatación de comportamientos altruistas no estamos necesariamente en presencia de individuos que incumplan la teoría de la utilidad –dada una ordenación de las preferencias y cumpliéndose los axiomas de completitud, reflexividad y transitividad- de forma que no sean agentes maximizadores de su utilidad, sino que no son “maximizadores monetarios”; la cuestión radicaría entonces en definir correctamente el conjunto de elecciones posibles, incorporando otros factores que influyen en el comportamiento además del mero pago monetario. De esta forma, concluyen que actos que no van directa y únicamente en su propio provecho se pueden describir y predecir con los modelos de elección neoclásicos tradicionales.

Schelling (1978b) analiza el papel que el altruismo² puede desempeñar en la definición de las estrategias que pueden seguir los individuos. Así, define de esta

² Para ver distintas concepciones del término altruismo desde diferentes disciplinas, véase Piliavin, J.A. y Charng, H.W. (1990). En este trabajo, citan a Margolis (1982) para indicar que desde la Economía se podría interpretar que lo que define al comportamiento altruista es que quien lo lleva a cabo podría obtener mejor resultado para sí mismo en su elección si ignorara los efectos que ésta tendría sobre otros. Desde el punto de vista de los dilemas sociales, remitiéndose a Liebrand, (1986) define a los altruistas como aquellos individuos que dan una mayor ponderación al resultado de otros que al suyo propio a la hora de decidir en situaciones estratégicas.

manera a actitudes como la de desarmarse uno mismo en una disputa para probar al contrario que no piensa agredirle –aunque con esa actitud se corra el riesgo de ser agredido más fácilmente por el otro-. Destaca el hecho de que estas actitudes tienen mayor importancia si podemos anticiparlas; este es el caso de las abejas, que tras picar mueren. Muchas abejas han salvado la vida porque anticipamos que si las vamos a molestar te van a picar, aunque a continuación vayan a morir, porque eso ha ocurrido anteriormente y podemos anticipar su comportamiento.

Desde el punto de vista de qué tipo de función de utilidad tendría una persona altruista, Taylor (1987) afirma que se podría representar como una suma ponderada del bienestar de varias personas, entre las cuales se encontraría el suyo propio. Lógicamente, los factores de ponderación variarían en función de la valoración que la persona altruista otorgue al bienestar de cada persona, lo que podría incluir desde la indiferencia –factor de ponderación cero- hasta la animadversión –factor de ponderación negativo-.

Por su parte, Campbell (1983) distingue entre un altruismo “débil”, que mostrarían los comportamientos que benefician más a otros individuos que a la propia persona que presenta dicho comportamiento, mientras que el altruismo “fuerte” sería un comportamiento que beneficia a otros, aun a costa del propio bienestar.

Se pueden distinguir tres tipos de personas altruistas, según Paramio (2000): los altruistas por cálculo racional, las personas que encuentran satisfacción en la acción misma sin esperar posteriores recompensas, y los individuos que buscan beneficios morales en lugar de materiales.

Sea cual sea su motivación, el papel que los altruistas pueden desempeñar en situaciones de acción colectiva puede ser fundamental, especialmente en las situaciones en las que la cooperación es más costosa o no existen otros alicientes para participar.

Aguado (2001a, 2001b) muestra en qué circunstancias se puede producir que el pago esperado medio en un “Dilema del Prisionero” –la forma típica de representar la “tragedia de los comunes”- extrapolado a n individuos exceda al pago que obtiene un único individuo no cooperativo, centrandó su estudio en la necesidad de que se consigan masas críticas suficientes para alcanzarlo. Los comportamientos altruistas podrían tener, lógicamente, en este contexto un papel decisivo. Marwell y Oliver (1993) también exponen la necesidad de que se logre una masa crítica para el éxito de la acción

colectiva; cuando se alcance un determinado número de personas ya movilizadas se producirá un efecto de bola de nieve y los free-riders desaparecerán. La cuestión radica en saber qué motivaciones y con qué condiciones se llegará a alcanzar esa masa crítica que desencadenará el proceso.

En efecto, si la acción colectiva necesaria para superar los dilemas sociales llega a producirse es gracias a que una proporción significativa de la población es altruista, y decide participar para autorrealizarse o para mantener su reputación entre amigos y familiares, tendiendo a sobreestimar el valor de su participación (Marí-Klose, 2000).

Así, Elster (1989) señala que el hecho de que fructifique una acción colectiva depende de que se consiga incentivar a distintos tipos de personas a participar, aunque sus motivaciones sean diferentes. De esa manera, se puede provocar una reacción en cadena propiciada por su decisión de incorporarse a la acción colectiva en sucesivas oleadas en función de cuáles sean sus motivaciones particulares.

Rabin (1993) aporta un matiz diferente respecto al comportamiento de los individuos altruistas, afirmando que las mismas personas que muestran un comportamiento altruista frente a otras personas altruistas, están motivadas también para lastimar a quienes les hagan daño³. Asegura que si alguien se comporta bien con nosotros, si actuamos conforme a una cierta noción de justicia o equidad, nosotros también seremos buenos con él. Por el contrario, si alguien se comporta de forma mezquina con nosotros, al actuar de forma justa o equitativa –e incluso vengativa-, también nos comportaremos mal con él. Así, pone como ejemplo que un consumidor puede decidir no comprar un producto vendido por un monopolista si considera que el precio es “injusto”, aun si su valoración de dicho producto fuese superior al precio fijado. Al no comprarlo, su bienestar particular disminuirá, pero considerará aceptable esa pérdida objetiva de bienestar si con ella consigue penalizar al monopolista. En su trabajo, modeliza formalmente estas emociones con el fin de comprender de forma más rigurosa, y más general, las implicaciones económicas y sobre el bienestar de ese tipo de actitudes.

Ostrom (2000) distingue junto a los individuos “racionalmente egoístas” que definiría la obra de Olson, a los “cooperadores condicionales” y los “dispuestos a

³ Axelrod (1984) inscribe estos comportamientos dentro de lo que denomina “enseñar la reciprocidad”. Una estrategia que muestra esta actitud es la ya mencionada TIT for TAT, que requiere para su aplicación el poder identificar al otro para poder responderle con la misma moneda.

castigar”. Los primeros serían individuos que están dispuestos a iniciar una acción cooperativa cuando estiman que otros van a corresponderles y que repetirán esas acciones mientras que una proporción suficiente de los demás implicados actúen con reciprocidad.

No obstante, los “cooperadores condicionales” tienden a diferir en su tolerancia a los “free riders”. Algunos se desaniman fácilmente si los demás no contribuyen, por lo que tienen tendencia a reducir su propia cooperación. De esta forma, tienden a desanimar a otros “cooperadores condicionales”, para el futuro, provocándose un efecto en cascada.

Los “dispuestos a castigar” las actitudes no cooperativas pueden convertirse en “dispuestos a premiar” a aquellos que muestran una actitud muy cooperativa. Estos dos tipos de individuos no son excluyentes, pues algunos “cooperadores condicionales” pueden ser también individuos “dispuestos a castigar”.

Otro de esos factores que influirían en el comportamiento de los individuos es la persecución de una cierta noción de “justicia” o “equidad”. Fehr y Schmidt (1999) consideran esa “justicia” o “equidad” como una aversión a la inequidad respecto del propio individuo. Así, la gente no se preocuparía por la inequidad que pudiera existir entre otros, sino en la equidad entre los pagos que ellos mismos reciben y los que perciben los demás.

Estos autores afirman que, junto a los sujetos puramente egoístas, hay otros a quienes desagrada la inequidad –tanto si se manifiesta ésta en su favor o en su contra, aunque especialmente y con mayor intensidad en este último caso-.

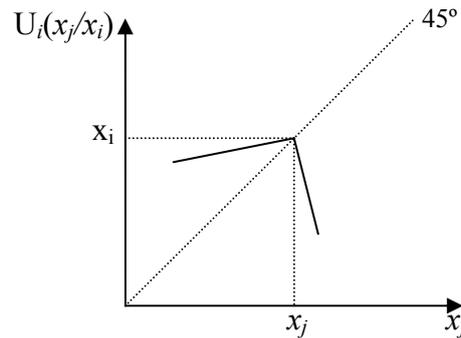
La función de utilidad de un individuo vendría dada, por tanto, en el caso de sólo dos jugadores, de la siguiente forma:

$$U_i(x) = x_i - \alpha_i \max [x_j - x_i, 0] - \beta_i \max [x_i - x_j, 0], i \neq j.$$

donde el segundo término muestra la pérdida de utilidad procedente de una desigualdad en su contra, mientras que el tercer término mide la pérdida de utilidad de una desigualdad favorable.

La función de utilidad de un individuo que muestre aversión hacia la inequidad se puede apreciar gráficamente en la figura nº 7.

Figura n° 7: Preferencias con aversión a la desigualdad.



Fuente: Fehr y Schmidt (1999)

La explicación de la figura n° 7 es sencilla; dado un pago monetario x_i , la función de utilidad del jugador i alcanza un máximo cuando se cumple la igualdad $x_i = x_j$. La pérdida de utilidad procedente de una desigualdad en su contra ($x_j > x_i$) es mayor que la pérdida de utilidad que experimenta si el jugador i está mejor que el jugador j ($x_j < x_i$). Esto vendría dado por el cumplimiento, en la función de utilidad mencionada, de la desigualdad: $\alpha_i \geq \beta_i$.

Igualmente, se suele considerar que el valor del parámetro β está comprendido entre cero y uno. Es lógico que sea mayor o igual que cero si consideramos que los individuos desearán estar igual o mejor que los demás. Parece lógico asimismo que β sea menor que uno, del mismo modo que no sería muy razonable poner un límite máximo al parámetro α .

Aunque la teoría de juegos nos indica que los individuos racionales, maximizadores de utilidad, en un entorno de un “dilema del prisionero” –que como dijimos es la forma en la que habitualmente se representa la tragedia de los comunes- repetido un número finito de veces, deberían resolver por inducción hacia atrás el juego y adoptar una estrategia no cooperativa en todas las etapas de las que contase el mismo, vemos en el mundo real que esto no siempre es así y que surgen posturas cooperativas – sin necesidad de considerar que las repeticiones del juego son infinitas-.

Así, en la práctica, los individuos no siempre parecen seguir su propio interés individual en su toma de decisiones, y esta impresión se sustenta en estudios experimentales de comportamiento en dilemas sociales, especialmente en los que se permite un periodo de discusión grupal. Esto lo corroboran, por ejemplo, los estudios de Caldwell (1976), y de Dawes, R.M., McTavish, J. y Shaklee, H. (1977).

Efectivamente, un factor que colaboraría notablemente a alcanzar una mayor cooperación en los dilemas sociales es la comunicación; si los individuos pueden comunicarse y alcanzar acuerdos o “contratos sociales”, aun cuando nadie pueda asegurar que finalmente vayan a cumplirlos, el porcentaje de cooperación ascendería sensiblemente. Uno de los motivos para que aumente la cooperación en presencia de comunicación es que ésta ayuda a eliminar el miedo a obtener el pago del “pardillo”. Ese beneficio para la cooperación de la comunicación es obvio y discernible aun cuando la comunicación sea sólo parcial (Braver y Wilson II, 1986).

No obstante, para impulsar la aparición de la cooperación sería positivo que existiese alguna penalización para quien incumpliese los acuerdos. Schelling (1968) se plantea precisamente la credibilidad que merecen las afirmaciones que se realizan cuando no hay penalización para quien miente, proponiendo ejemplos como la respuesta que el marido ha de dar a su mujer que pregunta cómo le queda el vestido nuevo... y mentir en esas circunstancias es un asunto de la misma índole al de romper las promesas efectuadas.

Lógicamente, la mayor o menor aparición de cooperación en situaciones de dilemas sociales representables como Dilemas del Prisionero, dependerá también en buena medida no ya de la estructura de los pagos, sino también de las diferencias entre estos (Rapoport, 1967). Efectivamente, si las diferencias entre los pagos son notables, se acentúan los incentivos para la defección.

Algunos de los motivos que pueden llevar a que los individuos no actúen de la manera prevista por la teoría las resumen Erev y Rapoport (1990): los individuos pueden no ser tan egoístas, o racionales, como supone la teoría; la provisión de bienes públicos debería modelizarse en juegos multiperiodo en lugar de en juegos de una sola partida; y en muchas situaciones, las interacciones de los bienes públicos se modelizan más apropiadamente por otros juegos distintos del “Dilema del Prisionero”.

Sen (1977) ahonda en el hecho de que no actuamos únicamente de forma egoísta y sostiene que, aunque Edgeworth afirmaba que el primer principio de la Economía es que cada agente económico actúa solamente según su propio interés, el propio Edgeworth estaba casi seguro de que dicho principio no era especialmente realista.

Hurwicz (1945) considera que otro factor que influye en la actitud de los individuos es la ausencia de información y el desconocimiento de la actitud que van a

tomar los demás implicados en una situación de interdependencia estratégica. Así, propone que habría que rechazar la interpretación al pie de la letra del principio del máximo como sinónimo de comportamiento racional –especialmente en situaciones de incertidumbre-; no es que el máximo no sea deseable si es posible alcanzarlo, pero no es posible llegar a un verdadero máximo cuando el sujeto del que se trate sólo controla uno de los factores que rigen el resultado, dado que la misma racionalidad de su actuación depende de la conducta probable de otros individuos.

Además, algunos autores parecen inclinarse a pensar que en algunas ocasiones los individuos lo que buscan maximizar no es su utilidad individual, sino su situación relativa frente al resto. En concreto, afirman que en el contexto de los juegos, tienden a maximizar la diferencia en las ganancias monetarias más que las ganancias en sí mismas (Scodel et al., 1959; Bixenstine et al., 1966; Shubik, 1970). De hecho, esa es la única explicación posible para el sorprendente resultado que muestran Scodel et al. (1959) en un experimento en el que las jugadoras tenían una estrategia dominante que les llevaba a un pago óptimo en el sentido de Pareto, y en el que el 47 % prefirió la otra opción –con la que obtenían menor pago, pero la otra recibía otro aún peor-.

En la misma línea, Frank (1987) afirma que los modelos de elección racional consideran dadas las preferencias y asumen que los individuos persiguen su propio interés. Considera que aunque estos modelos funcionan muchas veces, podemos encontrar que abundan las contradicciones. En efecto, dejar propina a un camarero en una cafetería de la autopista donde sabemos que no vamos a volver a parar es un comportamiento que no respondería a la maximización de utilidad estándar; lo consideraríamos por tanto un comportamiento económicamente irracional, aunque en el mundo real no consideremos en absoluto extraño dicho comportamiento.

Dos años más tarde, incide en ese razonamiento, poniendo otro ejemplo llamativo: ¿alguien devolvería un sobre que se encontrara, con la dirección del propietario escrita en él, dentro del cual hubiera un billete de 20 dólares? (Frank, 1989).

Cita este autor también un ejemplo enunciado por Schelling (1960), en el que se analiza la situación de una persona secuestrada por un delincuente que acaba de cometer un delito. Una actuación “racional” sería la de confesar al secuestrador algo que pudiera llevarle a la cárcel –o incluso comete un delito delante de él-; de esa manera, el secuestrador sabrá que si le deja libre no le delatará, pues él, a su vez, podría delatarle.

Lógicamente, hay muchos factores por los cuales sabemos que ese no es el comportamiento que habitualmente tendría una persona normal.

No sería suficiente, continúa, con que una persona manifieste que tiene “conciencia”, es decir, que experimenta un sentimiento de culpabilidad si rompe sus promesas –por ejemplo, si traiciona al otro en un “Dilema del Prisionero”-. Sin embargo, determinados síntomas físicos incontrolables darían credibilidad a sus afirmaciones –postura, sudoración, tics, etc.-.

Orbell et al. (1990) también mencionan las promesas que pueden realizar los individuos, diferenciando si éstas les son beneficiosas o no. Así, el hecho de que las personas cumplan sus promesas cuando éstas les benefician personalmente parece bastante obvio y previsible, pues esperamos que las personas actúen a favor de su propio interés y por tanto que cumplan dichas promesas. No obstante, tampoco está tan claro que los individuos pensemos que los demás van a actuar de manera racional, como muestran en sus estudios Goeree y Holt (2001).

Mayor interés ético despiertan las promesas que realizan las personas cuando éstas les suponen algún coste. Para su estudio Orbell et al. (1990) recurren a experimentos de laboratorio del tipo del “Dilema del Prisionero”, tanto bipersonal como multipersonal.

Son muy variadas las motivaciones que pueden llevar a seguir unas u otras estrategias por parte de los individuos. Como indica Rapoport (1963) existen más pagos que los meramente monetarios: aspectos psicológicos (como por ejemplo la autoestima), el refuerzo de las “agresiones” para el futuro, etc. Otra posibilidad consiste por optar por reaccionar penalizando al otro, aunque esto nos pueda costar dinero, o mantener una actitud “testaruda”, permaneciendo en la cooperación, como mandando un mensaje de que se desea la cooperación, ni plegándose a la actitud del otro ni buscando venganza, sino recurriendo a su conciencia.

Elster (1985) Afirma que sería racional cooperar si sabemos que nos vamos a enfrentar a problemas de acción colectiva similares en el futuro, algo que no es aplicable lógicamente a problemas intergeneracionales.

Este mismo autor considera también, en un sentido kantiano, el concepto del deber. Plantea la pregunta siguiente: ¿qué ocurriría si todo el mundo hiciera lo mismo? Es decir, ¿qué pasaría si todo el mundo dejara sus botellas de cerveza en la playa, se

quedara en casa en día de elecciones o defraudara en sus impuestos? En este contexto, es el sentido del deber quien nos llevaría a hacer lo que consideramos que estaría bien si todo el mundo lo hiciera. Quienes se comportaran de esta manera serían individuos que actúan en función de sus valores morales, sin esperar una utilidad de su comportamiento. Pero actuar de este modo individualmente, sin que los demás también lo hagan, llevaría a cualquier persona a estar en la peor situación descrita en el “Dilema del Prisionero” –lo que llamamos el pago del “pardillo”-. En ese sentido, por tanto, si no existen más consideraciones como las descritas anteriormente, podríamos considerar esa forma de actuar como “irracional” desde un punto de vista meramente económico.

El surgimiento de la cooperación puede darse incluso en situaciones tan comprometidas como la descrita por Axelrod (1984) para unos soldados en trincheras enfrentadas durante la Primera Guerra Mundial, en la que sin necesidad de comunicarse, llegaron al acuerdo tácito de disparar siempre de manera desafortunada tanto unos como otros, desobedeciendo obviamente las órdenes recibidas por parte de sus superiores.

En ocasiones podemos observar la aparición de la cooperación como consecuencia de la búsqueda egoísta de los individuos de sus propios intereses, sin necesidad de que la cooperación surja de la honestidad, generosidad o bondad de los individuos. Este enfoque consistiría en investigar cómo actuarán los individuos en la búsqueda de sus propios intereses, y ver entonces qué efectos tendrían para el sistema en su conjunto, es decir, se trata de realizar un análisis que explora la relación entre las características de comportamiento de los individuos que componen un determinado agregado social, y las características del agregado. Dicho de otra forma, se trata de hacer supuestos acerca de micro-motivos y deducir a través de ellos consecuencias para macro-comportamientos (Schelling, 1978 a).

En este sentido, está claro que la cooperación surgiría espontáneamente en juegos como el planteado por Sandler (1992), en lo que él denomina un grupo totalmente privilegiado, utilizando la terminología de Olson (1965).

No obstante, aunque estemos interesados en comprender cómo puede surgir la cooperación en los dilemas sociales, hay que matizar que la cooperación no siempre es deseable. Pensemos en el caso de los mercados oligopolísticos; lo socialmente deseable y económicamente más eficiente es que no se produzcan comportamientos cooperativos, colusivos. En ocasiones, por tanto, las políticas públicas están orientadas a la prevención de la cooperación.

Se han desarrollado numerosas formas de resolver el “Dilema del Prisionero”, buscando, de diversas maneras, alterar la interacción estratégica a fin de modificar la naturaleza del problema. No obstante, existen varias situaciones para las que no hay remedios posibles, en especial, cuando no hay mecanismos que garanticen el cumplimiento de pactos, cuando no hay forma de estar seguro de lo que harán los demás en un momento dado, y cuando no hay forma de cambiar la utilidad de los demás.

Por otro lado, como veremos de forma práctica en el epígrafe siguiente, el dilema del prisionero bipersonal repetido no recoge el agotamiento del recurso, ni la interacción de varios individuos inmersos en un problema de estas características.

4. Experimentos: tragedia de los comunes

Probablemente, el experimento que plantea una situación de la “tragedia de los comunes” más conocido es el de Anatol Rapoport (1988b), aunque otros relacionados con el tema son por ejemplo el de Messick y Brewer (1983), Cass y Edney (1978) y Edney y Harper (1978).

En su experimento, Rapoport (1988b) analiza el comportamiento de 19 grupos de personas, la mayor parte de ellos compuestos por 4 individuos. Existe un bote de 60 centavos para cada grupo. Cada individuo puede pedir la cantidad que quiera en cada ronda, que recibirá salvo que el total solicitado por todos ellos exceda al bote existente, momento en el que ninguno recibiría nada y el juego acabaría. La cantidad que los individuos no pidan –el remanente que quede en el bote- se duplica para la siguiente ronda. El número máximo de rondas permitidas es de siete.

Lo *socialmente deseable* sería que ninguno de los participantes en el juego solicitara ni un centavo durante las seis primeras rondas, permitiendo que el bote fuese duplicando su contenido en cada etapa, y repartirse a partes iguales el montante final en la séptima ronda. *Individualmente*, sin embargo, no es tan evidente que la racionalidad vaya a funcionar de esa manera. Así, si todos estuvieran actuando de la manera descrita, un individuo particular podría obtener un mayor beneficio –el doble- pidiendo en la sexta etapa la totalidad de lo acumulado hasta ese momento, que esperando a llevarse la cuarta parte del bote final tras las siete etapas. Se podría apreciar, por tanto, el efecto “end”, con un incremento de la ausencia de cooperación según se va acercando el final del juego. Además, todos podrían estar incentivados a actuar de esa manera “insolidaria”. Por otra parte, ese comportamiento puede resultar predecible, por lo que

la defección por parte de algún jugador se podría adelantar una etapa, y previsto esto, otra más... y así llegar hasta la primera etapa del juego, en la que se agotaría el recurso: es previsible que se produzca la “tragedia de los comunes”.

Una característica que está presente en las situaciones de “tragedia de los comunes” –así como en la aportación al suministro de bienes públicos con *minimal contributing set*, que no son objeto de este trabajo-, y que las diferencia de lo que ocurre en los Dilemas del Prisionero bipersonales repetidos, es la dificultad de aplicar estrategias condicionadas, principalmente por dos motivos. En primer lugar, porque al tratarse de más de un jugador, no se puede aplicar una estrategia vengativa tipo tit-for-tat que afecte sólo a quien no coopere; dado que no es factible diferenciar la actitud –cooperativa o no- de todos los demás, ni de actuar de manera selectiva ante ellos, los afectados por esa venganza serían también quienes hayan cooperado. Por otro lado, esa estrategia vengativa, a diferencia de lo que ocurre en el Dilema del Prisionero, afecta también a nuestros pagos futuros –disminuyéndolos o incluso eliminándonos-, por lo que las consecuencias de la venganza hacia otros por su ausencia de cooperación también recaerían contra quien la emplease –aunque el resultado final pueda compensarle-.

Si el juego de la tragedia de los comunes se repite durante un número finito y conocido de veces, es previsible que aparezca un efecto “end” ligeramente diferente del efecto “end” del dilema del prisionero repetido. Así, en el Dilema del Prisionero repetido, en la última jugada, y tal vez en las anteriores como influencia de ésta, se aprecia que los individuos incrementan sus actitudes no cooperativas. En el juego de la tragedia de los comunes finito, sin embargo, en la última etapa es previsible una actitud cooperativa de los jugadores. En efecto, en esta última etapa, parece lógico pensar que todos ellos pedirán un porcentaje del bote tal que si todos piden lo mismo, se repartirán el bote por igual –pidiendo un porcentaje superior se arriesgan a no percibir nada, y pedir un porcentaje inferior simplemente dejaría recursos inutilizados-. En etapas anteriores, sin embargo, sí que puede producirse un efecto “end” similar al del Dilema del Prisionero basado en el mismo razonamiento.

En el trabajo de Rapoport, a diferencia del de Aguado (2005) -que fue realizado con alumnos de distintas titulaciones de dos Universidades públicas madrileñas-, no se tiene en cuenta la posibilidad de que el número de jugadas sea infinito, o al menos desconocido para los jugadores. Al incorporar este supuesto añadimos realismo a

nuestro estudio, acercándolo al mundo real. Con él eliminamos ese denominado efecto “end”, y pudimos apreciar que la actitud de los jugadores mostró un alto grado de cooperación en todos los casos a partir de la segunda ronda. La explicación que encontramos a este hecho radica en que, por desconfianza hacia lo que iban a hacer los demás –miedo al pago del “pardillo” pensando que los demás iban a vaciar el bote-, querían asegurarse recibir por lo menos algún pago en la primera ronda –una especie de efecto “start” inverso-. Esto hizo caer notablemente el contenido del bote, limitando su capacidad de crecimiento futuro y arrojando para todos los participantes resultados muy inferiores a los que potencialmente podían haber obtenido.

Otra novedad de nuestro trabajo fue la de incorporar el tramo cóncavo de la función logística de crecimiento de la biomasa. En efecto, en los experimentos de Rapoport la función de crecimiento respondería más a una función en forma de J o exponencial –debido a que el contenido del bote se duplicaba siempre tras cada ronda, independientemente del contenido del mismo-, supuesto posible pero menos realista que la consideración de una función en forma de S, consecuencia de la existencia de una capacidad máxima de carga. Sin embargo, esta consideración no arrojó resultados relevantes desde el punto de vista de la investigación debido a ese efecto “start” inverso apreciado y que hemos señalado en el párrafo anterior.

Se apreciaron comportamientos y explicaciones de los mismos interesantes en alumnos que curiosamente posteriormente obtuvieron las más altas calificaciones en los exámenes. En concreto, uno de ellos, en una tragedia de los comunes finita en la que replicamos exactamente el trabajo de Rapoport, adoptó la estrategia cooperativa de no pedir nada del bote durante las seis primeras rondas, y en la última pidió la cuarta parte del bote acumulado –se trataba de cuatro jugadores-. Lamentablemente para él, el bote acumulado era muy pequeño, pues sus compañeros habían solicitado en las diferentes rondas cantidades que lo habían hecho disminuir muy notablemente, rozando la extinción. Al explicar su comportamiento, reflejó la comprensión del juego y la coherencia “kantiana” de su actitud, intentando mandar a sus compañeros un mensaje de cuál era la estrategia colectivamente más deseable, aunque ello le llevó a ser el que menos puntos obtuvo en el juego.

5. Conclusiones

Como conclusión resaltaremos que en las situaciones conocidas como “tragedia de los comunes” se plantea un dilema social, en el que la cooperación, en contra de lo

que supondría la teoría, puede surgir por muy diversos motivos, incluido el altruismo. El “Dilema del Prisionero” ayuda a la comprensión de este tipo de dilemas sociales y en numerosas ocasiones se utiliza para ello, aunque presenta limitaciones en su extrapolación a n individuos, y también porque los pagos en cada jugada son constantes, mientras que los pagos que perciben los participantes en una “tragedia de los comunes” varían en cada etapa. Existen trabajos en los que se considera una función de crecimiento de la biomasa en forma de J en lugar de en forma de S, lo que podría incluir inexactitudes, pero nuestro trabajo corrobora que dada la aparición de un efecto “start” inverso, esos modelos son válidos. La consideración de un número de etapas desconocido por los participantes en el juego muestra la tendencia casi general a sobreexplotar los recursos, especialmente como consecuencia del miedo a recibir el pago del “pardillo” en las primeras etapas, y posteriormente por intentar obtener el pago del “free-rider”. Finalmente, señalaremos que es necesario seguir investigando no sólo en los aspectos biológicos que afectan a la supervivencia de las especies, sino también en los comportamientos que siguiendo una racionalidad individual llevan a una catástrofe colectiva.

Bibliografía

1. Aguado J.C. (2001a): “El papel del Estado en la gestión de los recursos naturales de libre acceso”. Comunicación presentada en el VIII Encuentro de Economía Pública, febrero de 2001, Cáceres.
2. Aguado, J.C. (2001b): “La propiedad de los recursos naturales y su conservación. Especial referencia a los recursos de libre acceso”. Comunicación presentada en el IV Congreso Nacional de Economía Agraria, septiembre de 2001, Pamplona.
3. Aguado, J.C. (2005): “Problemas de acción colectiva y tragedia de los comunes en los recursos renovables”. Comunicación presentada en el IV Congreso Nacional de Economía, septiembre, La Coruña
4. Andreoni, J., Miller, J.H. (2002): “Giving According to GARP: An Experimental Test of the Consistency of Preferences for Altruism”. *Econometrica* Vol. 70 nº 2, Marzo: 737-53.
5. Axelrod, R. (1984): *The Evolution of Cooperation*. Basic Books, Inc., Publishers, Nueva York. En castellano: *La evolución de la cooperación*. Alianza Editorial, S.A., Madrid, 1986.
6. Bixenstine, V.E.; Levitt, C.A. y Wilson, K.V. (1966): “Collaboration among Six Persons in a Prisoner’s Dilemma Game”. *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 10, nº 4 (diciembre): 488-496.
7. Braver, S.L. y Wilson II, L.A. (1986): “Choices in Social Dilemmas: Effects of Communication within Subgroups”. *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 30, nº 1 (marzo): 51-62.
8. Caldwell, M.D. (1976): “Communication and Sex Effects in a Five-Person Prisoner’s Dilemma Game”. *Journal of Personality and Social Psychology*, nº 33: 273-280.
9. Campbell D.T. (1983): "The Two Distinct Routes beyond Kin Selection to Ultrasociality: implications for the humanities and social sciences", en: *The Nature of Prosocial Development*, D. Bridgeman (ed.), (Academic Press, New York), p. 11-41.
10. Cass, R.C. y Edney, J.J. (1978): “The Commons Dilemma. A simulation testing resource visibility and territorial division” *Human Ecology* nº 6: 371-386.

11. Ciriacy-Wantrup S.V. y Bishop, R.C. (1992): "La propiedad común como concepto en la política de recursos naturales" En *Economía del Agua*. Aguilera, F. (comp.), MAPA, Madrid. Publicado originalmente como documento de investigación de la Giannini Foundation en *Natural Resources Journal*, nº 15: 713-727. Octubre de 1975.
12. Clark, C. W. (1990). *Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources*. Wiley, John & Sons.
13. Cornes, R.; Mason, C.F. y Sandler, T. (1986): "The Commons and the Optimal Number of Firms". *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 101, nº 3 (agosto): 641-646.
14. Dawes, R.M., McTavish, J. y Shaklee, H. (1977): "Behaviour, Communication and Assumptions about Other Peoples' Behavior in a Commons Dilemma Situation". *Journal of Personality and Social Psychology* nº 35: 1-11.
15. Edney, J. y Harper C.S. (1978): "The Commons Dilemma: A Review of contributions from psychology". *Environmental Management*, nº2: 419-507.
16. Elster, J. (1985): "Rationality, Morality and Collective Action". *Ethics*, Vol. 96, nº 1: 136-155.
17. Elster, J. (1989): *Foundations of social choice theory*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
18. Erev, I. y Rapoport, A. (1990): "Provision of Step-Level Public Goods: The Sequential Contribution Mechanism". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 34, nº 3 (septiembre): 401-425.
19. Fehr, E., Schmidh, K.M. (1999): "A Theory of Fairness, Competition and Cooperation" *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 114, nº 3
20. Faucheux S., Noël J.-F. (1995), *Economie des ressources naturelles et de l'environnement*, Collection U, Armand Colin Editeur
21. Frank, R.H. (1987): "If Homo Economicus Could Choose His Own Utility Function, Would He Want One with a Conscience?" *The American Economic Review*, Vol. 77, nº 4 (septiembre): 593-604.
22. Frank, R.H. (1989): "If Homo Economicus Could Choose His Own Utility Function, Would He Want One with a Conscience? Reply." *The American Economic Review*, Vol. 79, nº 3 (junio): 594-596.
23. Georgescu-Roegen N. (1996), *La ley de la entropía y el proceso económico*. Harvard University Press. Edición española en Visor-Argentaria, Madrid.
24. Goldman, M. (1997): "Customs in Common": The Epistemic World of the Commons Scholars". *Theory and Society*, Vol. 26, nº 1 (febrero): 1-37.
25. Hardin G. (1968): "The Tragedy of The Commons", *Science*, 162: 1243-1248.
26. Haveman, R. H. "Common Property, Congestion and Environmental Pollution." *Quarterly Journal of Economics*, Mayo de 1973, 87 (2): 278-287
27. Hurwicz, L. (1945): "The Theory of Economic Behavior". *The American Economic Review*, Vol. 35, nº 5: 909-925.
28. Liebrand, W.B. et al. (1986): "Value Orientation and Conformity: A Study Using Three Types of Social Dilemma Games". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 30, nº 1 (marzo): 77-97.
29. Margolis, H. (1982): *Selfishness, Altruism, and Rationality*. Cambridge: Cambridge University
30. Mari-Klose, P. (2000): *Elección racional*. Colección "Cuadernos Metodológicos" nº 29. Centro de Investigaciones Sociológicas: Madrid.
31. Marwell, G. y Oliver, P.E. (1993): *The Critical Mass in a Collective Action: A Micro-Social Theory*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
32. Messick, D.M. y Brewer, M.B. (1983): "Solving social dilemmas. A review", en L. Wheeler y P. Shaver (eds.) *Review of Personality and Social Psychology*, Vol.4. Beverly Hills: Sage.
33. Olson, M. (1965): *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

34. Orbell, J.M.; Dawes, R. y Van de Kragt, A. (1990): "The Limits of Multilateral Promising". *Ethics*, Vol. 100, nº 3 (abril): 616-627.
35. Ostrom, E. (1995): *Governing the commons. The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press.
36. Ostrom, E. (2000): "Collective action and The Evolution of Social Norms". *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 14, nº 3 (verano): 137-158.
37. Paramio, L. (2000): "Decisión racional y acción colectiva". *Leviatán*, nº 79: 65-83.
38. Pearce D, Turner R (1995) *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*. Celeste Ediciones, Madrid.
39. Piliavin, J.A. y Charng, H.W. (1990): "Altruism: A Review of Recent Theory and Research". *Annual Review of Sociology*, Vol. 16: 27-65.
40. Rabin, M. (1993): "Incorporating Fairness into Game Theory and Economics". *The American Economic Review*, Vol. 83, nº 5 (diciembre): 1281-1302.
41. Rapoport, A. (1963): "Formal Games as Probing Tools for Investigating Behavior Motivated by Trust and Suspicion". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 7, nº 3 (septiembre): 570-579.
42. Rapoport, A. (1967): "A Note on the "Index of Cooperation" for Prisoner's Dilemma". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 11, nº 1, Law and Conflict Resolution (marzo): 100-103.
43. Rapoport, A. (1988a): "Experiments with N-Person Social Traps: Prisoner's Dilemma, Weak Prisoner's Dilemma, Volunteer's Dilemma, and Largest Number". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 32, nº 3: 457-472.
44. Rapoport, A. (1988b): "Experiments with N-Person Social Traps II: Tragedy of the Commons". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 32, nº 3 (septiembre): 473-488.
45. Rapoport, A. y Dale, P. S. (1966): "The "End" and "Start" Effects in Iterated Prisoner's Dilemma". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 10, nº 3 (septiembre): 363-366.
46. Roberts, R.S. y Emel, J. (1992): "Uneven Development and the Tragedy of the Commons: Competing Images for Nature-Society Analysis". *Economic Geography*, Vol. 68, nº3 (julio): 249-271.
47. Sandler, T. (1992): *Collective Action: Theory and Applications*. Londres: Harvester Wheatsheaf.
48. Scodel, A. et al. (1959): "Some Descriptive Aspects of Two-Person Non-Zero-Sum Games", *Journal of Conflict Resolution*, Vol. 3, nº 2 (junio): 114-119.
49. Schelling, T.C. (1960): *The Strategy of Conflict*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
50. Schelling, T.C. (1968): "Game Theory and the Study of Ethical Systems". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol. 12, nº 1 (marzo): 34-44.
51. Schelling, T.C. (1978a): "Micromotives and Macrobehavior". En Thomas Schelling (ed.), *Micromotives and Macrobehavior*. New York: Norton: 9-43.
52. Schelling, T.C. (1978b): "Altruism, Meanness, and Other Potentially Strategic Behaviors". *The American Economic Review*, Vol. 68, nº 2, Papers and Proceedings of the Ninetieth Annual Meeting of the American Economic Association (mayo): 229-230.
53. Sen, A. K. (1977): "Rational Fools: A Critique of the Behavioural Foundations of Economic Theory". *Philosophy and Public Affairs*, Vol. 6, nº 4 (verano): 317-344.
54. Shubik, M. (1970): "Game Theory, Behavior, and the Paradox of the Prisoner's Dilemma: Three Solutions". *The Journal of Conflict Resolution*, Vol.14, nº 2 (junio): 181-193.
55. Taylor, M. (1976): *Anarchy and Cooperation*. New York: Wiley.
56. US Bureau of Mines and the Geological Survey (1976): "Principle of the Mineral Resource Classification System of the US Bureau of Mines and the Geological Survey", *Geological Survey Bulletin*, 1450-A

La integración del mercado español a finales del siglo XIX: los precios del trigo entre 1891 y 1905

Basilio Sanz Carnero

e-mail: bsanz@cee.uned.es

Pedro Pérez Pascual

e-mail: pperez@cee.uned.es

Pablo Rayego Serrián

e-mail: prayego@cee.uned.es

Departamento de Economía Aplicada Cuantitativa I

UNED

Área temática: Economía Agraria y Recursos Naturales.

Resumen

La integración del mercado se considera un indicador del desarrollo económico y la historiografía económica española se ha ocupado ampliamente de este tema. Las crisis de subsistencia muy activas hasta el último tercio del siglo XIX, las fluctuaciones internas de la producción y de los precios a comienzos del siglo XX, frecuentemente ha sido interpretadas como uno de los indicadores más expresivos del inmovilismo de la agricultura española y de la lentitud en la formación del mercado interior.

El presente trabajo se presenta con el objetivo de analizar empíricamente la cuestión de la integración del mercado interior entre 1891 y 1905 a partir de los precios del trigo de las diferentes Comunidades Autónomas.

Los estudios sobre transmisión de señales de precios se basan en conceptos relacionados con el comportamiento de fijación de precios competitivos en términos espaciales y en el paradigma básico es la ley del precio único. Los análisis cuantitativos utilizan técnicas de series temporales, convirtiéndose en predominantes en la actualidad los modelos de cointegración y de corrección de error. No obstante, los criticismos a las pruebas lineales las califican de rudimentarias e inapropiadas como consecuencia de la no linealidad en las relaciones de mercado en el arbitraje, los ciclos de precios no sincronizados, el comercio discontinuo y los costes de transferencia no estacionarios, haciendo que las representaciones y los modelos lineales no resulten útiles ni precisos.

El presente trabajo trata de superar estos criticismos proponiendo como alternativa la metodología de descomposición espectral.

Palabras clave: Integración de mercados, ciclo económico, espectro.

1. Introducción

Para Adam Smith (1776) la competencia, la especialización y la ampliación del mercado están en el origen de la riqueza de las naciones. En este sentido, la ampliación del mercado hasta la formación de un mercado nacional integrado es una cuestión relevante y un indicador del desarrollo económico.

El grado de desarrollo de la agricultura española a finales del siglo XIX es una de las cuestiones más controvertidas de la historiografía económica española. Mientras unos autores defienden el estancamiento, como Vicen Vives (1972, pp. 585-586), Sánchez Albornoz (1968, pp. 19 y 82, y 1982, p. 40), Nadal (1984, p.109), Simpson (1992, pp. 110-114, 1994, pp. 44-54, y 1997, pp. 57-58) y Tortella (1981, p. 42, 1985, pp. 73-82, y 1994, pp. 6-10 y 51-59). Otros como Garrabou (1992, pp. 108-109, y 1994, p. 107), Sanz Fernández (Garrabou y Sanz, 1985, pp. 96-107), Prados de la Escosura (1988, pp. 114-129 y 168-175) y el GEHR (1983, pp. 228-250, 1984, pp. 304-306, y 1989, p. 101) han propuesto la tesis del crecimiento, sosteniendo que se produjo un aumento apreciable de las productividades de la tierra y del trabajo en la agricultura española del siglo XIX y principios del XX.

La tesis del estancamiento mantiene que el atraso agrícola estuvo causado por una mezcla de factores físicos e institucionales difíciles de separar, pero donde las condiciones climatológicas y edafológicas fueron muy importantes,

“Mientras tenía lugar la revolución agrícola en la Europa del norte, la agricultura meridional, con muy escasas excepciones, continuó practicando el cultivo de año y vez en los cereales y arañando el suelo con el arado ligero de modo muy parecido a lo practicado en el Imperio Romano ...Ocupar el segundo puesto en Europa en altitud y por sequedad del clima hace de España un país con muy malas condiciones para el cultivo de cereales.”

[Tortella, 1994, pp.6-9]

Manuel de Torres ya habían defendido que el hecho más sobresaliente de nuestra

historia económica contemporánea era “*justamente el progreso de la agricultura*”, progreso cuya manifestación más elemental era el crecimiento de la producción por hectárea, y mantuvo que el atraso de nuestra agricultura no era tan grande como habían sostenido algunos autores —Torres (1944), p. 9—. Flores de Lemus defiende que,

“en los últimos lustros, España ha reducido sus barbechos en un 10 % ... es falso, radicalmente falso, que la extensión del barbecho sea una expresión de ... retraso ...el barbecho bienal o trienal es, en el estado actual de la técnica, el cultivo más racional.”

Flores de Lemus (1914 [1976], p. 427-428).

La agricultura española se caracterizaba a finales del siglo XIX por su dualidad, conviviendo dos tipos de explotaciones agrícolas claramente diferenciadas, una de tipo tradicional y otra que se puede calificar de capitalista, la cuestión es si predominaba una u otra. La agricultura tradicional, heredada del Antiguo Régimen, se caracterizaba por una explotación de subsistencia orientada al autoconsumo familiar y poco desarrollada, con mercados locales poco integrados. Por el contrario, la agricultura capitalista, orientada a la comercialización del producto, se identifica por mercados integrados que permiten una mayor especialización y eficiencia.

Un mercado integrado, en consecuencia, estaría indicando el predominio de las explotaciones más orientadas a la comercialización del producto y, por tanto, más desarrolladas. Por el contrario, un mercado interior poco integrado, indicaría el predominio de las explotaciones más tradicionales y menos desarrolladas. Un mercado está integrado si en su territorio se cumple la ley del precio único.

Sánchez Albornoz (1972 y 1975) ha analizado la formación del mercado interior a partir del análisis de las cotizaciones del trigo en España durante la segunda mitad del siglo XIX, 1856-1890, el GEHR (1980) lo hizo para el periodo 1891-1907.

La ley del precio único indica que entre dos mercados cualesquiera, la diferencia de

precios no puede exceder el coste de transporte y comercialización, es decir, $P_i - P_j \leq C$ siendo « P_i » y « P_j » los precios de dos comunidades diferentes y « C » el coste de trasladar y comercializar el grano de la comunidad « i » a la « j » o viceversa. Cuando la diferencia de precios sea superior a « C », el agricultor de la comunidad « i » puede vender en la comunidad « j » su grano a precio más alto, aumentando su beneficio, y consecuentemente lo hará si no hay impedimentos a la libre circulación de granos y si las explotaciones agrarias están orientadas hacia la comercialización del producto.

La ausencia de integración de mercados tiene consecuencias para el bienestar económico. Una transmisión de precios incompleta debida a tipos de explotación agrícolas tradicionales, a políticas comerciales y de otra índole, o a los costes de transacción por las infraestructuras deficientes en materia de transporte y comunicaciones, se traduce en una reducción de las informaciones sobre precios disponible y puede, por consiguiente, inducir a tomar decisiones ineficaces.

Los estudios sobre transmisión de señales de precios se basan en conceptos relacionados con el comportamiento de fijación de precios competitivos en términos espaciales, el paradigma básico es la ley del precio único como ya hemos indicado, así como los análisis cuantitativos espaciales de determinación de precios (Enke, 1951; Samuelson, 1952; Takayama y Judge, 1971), postulan que la transmisión de precios es completa cuando los precios de equilibrio de un producto vendido en un mercado competitivo difieren solamente por los costes de transferencia.

Los estudios cuantitativos sobre los comportamientos espaciales de precios utilizan técnicas de series temporales, y se ha convertido en predominantes los modelos de cointegración y corrección de error, sustituyendo a los instrumentos anteriores, como el coeficiente de correlación de dos variables y de regresión. No obstante, también éstos han sido criticados. Blanch (1997) presenta un análisis del debate metodológico en el análisis de transmisión de precios desde un punto de vista cuantitativo.

Los criticismos a las pruebas lineales las califican de rudimentarias e inapropiadas (Blanch, 1997; McNew, 1996; McNew y Fackler, 1997; Fackler y Goodwin, 2002 y

Barrett y Li, 2002), como consecuencia de la no linealidad en las relaciones de mercado en el arbitraje, los ciclos de precios no sincronizados, el comercio discontinuo y los costes de transferencia no estacionarios, y hacen que las representaciones y los modelos lineales no resulten útiles ni precisos.

El objeto de este trabajo es realizar un análisis cuantitativo de la integración del mercado nacional a partir de los precios del trigo en las distintas Comunidades Autónomas en el periodo 1891-1905. La metodología utilizada es la descomposición de las series libres de tendencia en ciclos de periodicidades fijas (espectro). El análisis armónico permite matizar las interconexiones que se producen entre las distintas comunidades, si los mercados de las distintas Comunidades Autónomas están integrados formando un mercado nacional, los ciclos relevantes de las distintas comunidades deben coincidir, al menos los más relevantes. Además el análisis armónico es no lineal y permite medir los desfases entre los ciclos de precios por lo que no se incurre en los criticismos de los modelos de cointegración y corrección de error ya mencionados.

2. Los precios del trigo entre 1891 y 1905.

Los precios del trigo utilizados son los publicados en los estadillos del *Boletín Semanal de Estadística y Mercados* (BSEM) entre marzo de 1891 y 1902, y continuados por el *Boletín Quincenal de Estadística, Mercados e Información Agrícolas*, que en enero de 1904 pasa a llamarse *Boletín de Comercio e Información Agrícola y Estadística de Mercado* (BCIAEM), hasta diciembre de 1905.

BSEM y BCIAEM son dos revistas similares que se diferencian sólo por la periodicidad, la primera semanal, la segunda quincenal. Recogen el precio mínimo y máximo de los precios al por mayor del trigo, y de otros productos, de los pueblos denominados cabeza de partido de cada provincia.

El Grupo de Estudios de Historia Rural (GEHR) ha analizado y depurado las fuentes mencionadas, GEHR (1980), publicando los precios medios provinciales con periodicidad mensual de las 48 provincias peninsulares y las Islas Baleares, sin incluir

las Canarias, y serán éstos los datos de precios a partir de los cuales se elaboran los precios medios por Comunidad Autónoma. Las series utilizadas están transformadas en logaritmos e interpoladas linealmente. Los datos primarios utilizados se reproducen en el anexo de este trabajo.

El gráfico 1 reproduce los precios del trigo de las Comunidades Autónomas.

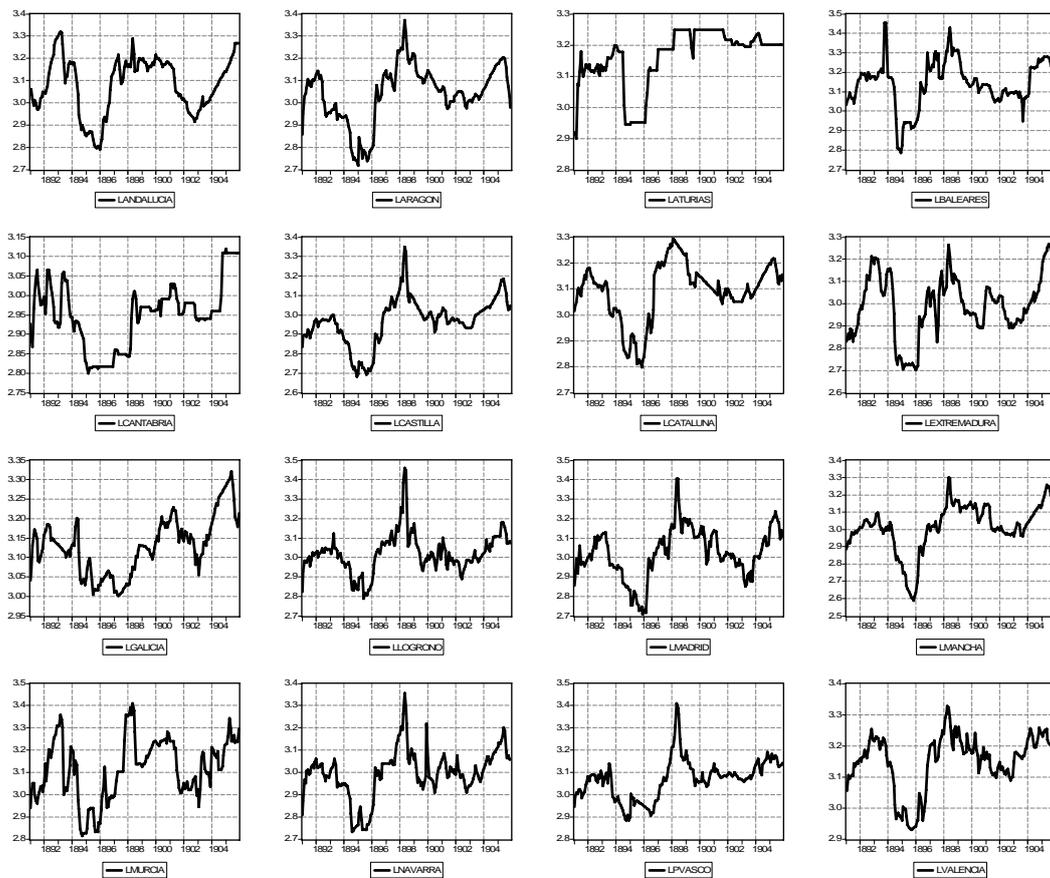


Grafico 1.
Precios del trigo en logaritmos por Comunidad Autónoma.
1891-1905

Todas las comunidades acusan dos mínimos relativos (alrededor de los años 1895 y 1902) y tres máximos relativos (años 1893, 1898 y 1905), de manera que la evolución de los precios parecen estar relacionadas y ser acordes con la ley del precio único.

El mapa 1 reproduce los precios medios en logaritmos, lo que permite visualizar la distribución espacial de los precios. El mapa ordena los precios por gama de grises, color más intenso representa un precio mayor, y color más claro precios medios menores.



Mapa 1

Precio medio del trigo en logaritmos, 1891-1905.

Gama de grises, el más claro representa al precio menor, el más oscuro al mayor

En general los precios son altos en la periferia, provincias importadoras de trigo, y bajos en el interior productor. El nivel de precios responde a la lógica de precios más bajos en las comunidades productoras y aumenta a medida que lo hace la distancia respecto del centro productor, de acuerdo con la ley del precio único.

3. Análisis de la integración del mercado nacional a partir de los coeficientes de correlación.

Emilio Sereni (1960) sostiene que la matriz de correlaciones de precios en los distintos

mercados entre sí equivale a la matriz del mercado nacional y equipara el grado de conexión mercantil con una medida de la integración del mercado y del desarrollo económico. Cuanto mayores sean los coeficientes de correlación, mayor grado de integración del mercado. La matriz de correlaciones entre las 16 Comunidades Autónomas tomadas de dos en dos presenta 120 coeficientes, $C_2^{16} = \binom{16}{2}$. La capacidad de interpretación de tantos coeficientes conjuntamente resulta excesiva. Una posibilidad es calcular la media de esos 120 coeficientes e interpretar esa media como una medida de la integración del mercado nacional.

El cuadro 1 reproduce la matriz de correlaciones.

<i>Cuadro 1</i> <i>Coefficientes de correlación entre Comunidades Autónomas.</i> <i>Precios del trigo en logaritmos. 1891-1905</i>															
	Andalucía	Aragón	Asturias	Baleares	Cantabria	Castilla y León	Cataluña	Extremadura	Galicia	La Rioja	Madrid	Castilla - La Mancha	Murcia	Navarra	País Vasco
Aragón	0,614														
Asturias	0,606	0,716													
Baleares	0,768	0,745	0,641												
Cantabria	0,486	0,419	0,514	0,431											
Castilla y León	0,715	0,912	0,747	0,795	0,485										
Cataluña	0,736	0,924	0,704	0,781	0,417	0,917									
Extremadura	0,841	0,613	0,603	0,780	0,566	0,760	0,687								
Galicia	0,353	0,323	0,472	0,298	0,793	0,382	0,295	0,468							
La Rioja	0,657	0,820	0,559	0,778	0,318	0,894	0,807	0,718	0,197						
Madrid	0,826	0,825	0,691	0,764	0,525	0,879	0,831	0,784	0,374	0,808					
Castilla - La Mancha	0,838	0,830	0,809	0,768	0,670	0,887	0,849	0,807	0,547	0,754	0,909				
Murcia	0,831	0,660	0,653	0,669	0,472	0,772	0,729	0,752	0,436	0,695	0,768	0,811			
Navarra	0,657	0,898	0,674	0,755	0,448	0,924	0,872	0,751	0,357	0,895	0,811	0,822	0,727		
País Vasco	0,562	0,755	0,644	0,651	0,533	0,876	0,761	0,643	0,392	0,779	0,772	0,755	0,703	0,784	
Valencia	0,832	0,792	0,739	0,808	0,553	0,886	0,874	0,795	0,413	0,769	0,821	0,890	0,806	0,801	0,794

Que presenta un promedio del 0.69, es decir un coeficiente de determinación medio del 0.48, según esta interpretación el mercado nacional del trigo se encuentra constituido sólo a medias. El cuadro, no obstante permite matizar esta conclusión. Determinadas comunidades están muy integradas, mientras que otras lo están poco. El valor máximo, 0.924, es el que relaciona a las Comunidades de Castilla y León y Navarra. El mínimo, 0.197, entre La Rioja y Galicia.

El manejo de coeficientes de correlación, utilizados por Emilio Sereni (1960) primero y Sánchez Albornoz (1975) después, han sido criticados por utilizar series no estacionarias. Peña Sánchez de Rivera junto con Sánchez Albornoz (1983) parecen encontrar necesario, para el análisis de las series de cotizaciones, realizar una primera diferencia de la serie en logaritmos de los precios del trigo en Valladolid y Zaragoza (p. 81, 91 y 99). En definitiva, la econometría ha evolucionado en lo referente al análisis empírico de integración de mercados, de los modelos basados en los coeficientes de correlación a los modelos bivariantes de series temporales, y de éstos a los modelos de cointegración y corrección de error.

Pero aún cuando los modelos de cointegración y de corrección de error son los más utilizados, también éstos han sido criticados, como ya hemos mencionado anteriormente, limitaciones como la no linealidad en las relaciones de mercado en el arbitraje, los ciclos de precios no sincronizados, el comercio discontinuo y los costes de transferencia no estacionarios hacen que las representaciones y los modelos lineales no resulten útiles ni precisos.

El análisis armónico permite superar algunas de estas limitaciones, es no lineal y permite determinar los desfases entre los ciclos de precios.

4. Análisis de la integración del mercado a partir del método de descomposición.

En nuestro planteamiento la dinámica económica se manifiesta mediante ciclos, que se pueden aproximar mediante la descomposición de las series en tendencia y ciclos de

periodicidades fijas. En una primera etapa se descompone la serie histórica en dos partes: la no-recurrente –tendencia– y la recurrente –ciclo empírico–. La segunda etapa consiste en la descomposición del ciclo empírico en ciclos teóricos de periodicidades fijas mediante el periodograma (espectro).

Lo esencial para nosotros, en definitiva, son las regularidades repetitivas en el tiempo que son, a nuestro entender, las que dan carácter científico a la cuantificación en economía.

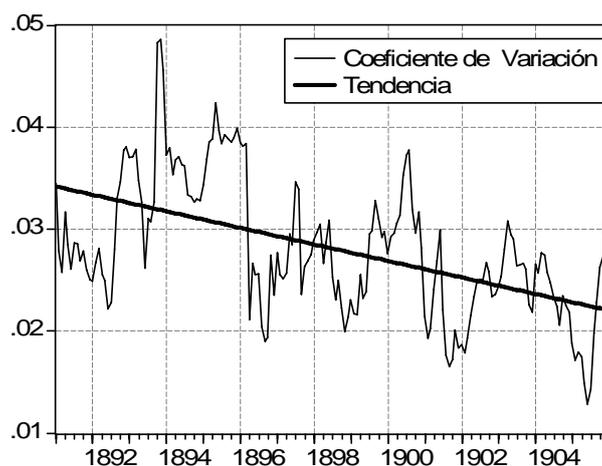
La tendencia se elimina mediante el procedimiento de la recta que pasa por los extremos de la serie. Puesto que el análisis espectral se realiza a partir de las series libres de tendencia conviene analizar primero si las tendencias de las distintas comunidades convergen. Este análisis se puede realizar a partir de las tendencias eliminadas o, alternativamente, verificando si los precios de las distintas comunidades convergen a la media, utilizaremos esta segunda vía.

a. Análisis de la convergencia de los precios de las distintas comunidades.

La mejor forma de analizar si los precios comunitarios convergen es recurrir a la estadística clásica o descriptiva.

Si los precios convergen con el paso del tiempo su variabilidad debe ir disminuyendo. Cada mes tiene 16 cotizaciones, correspondientes a cada una de las comunidades, es decir una distribución de frecuencias con 16 elementos. En total entonces tenemos 180 distribuciones de frecuencia diferentes con 16 elementos cada una, el coeficiente de variación es el indicador que permite comparar la variabilidad entre distribuciones de frecuencia diferentes.

El gráfico 2 reproduce los coeficientes de variación entre enero de 1891 y diciembre de 1905 y su tendencia mínimo cuadrática.



*Gráfico 2.
Coeficiente de variación y tendencia.*

Precios del trigo de las distintas Comunidades Autónomas en logaritmos, 1891-1905.

La tendencia decreciente muestra que la variabilidad entre los precios disminuye con el paso del tiempo, es decir los precios convergen con el paso del tiempo.

Comprobada la convergencia de precios en el periodo, procedemos a analizar la integración del mercado nacional mediante la utilización de la descomposición armónica de las series libres de tendencia.

b. Descomposición armónica (espectro).

La descomposición Fourier descompone el fenómeno objeto de estudio en $n/2$ elementos periódicos, también denominados armónicos o ciclos teóricos —y que presenta la forma ondulatoria característica de las funciones seno/coseno—, de manera que éstos son ortogonales o independientes. La suma de los $n/2$ armónicos explica el 100% de la varianza de la serie libre de tendencia.

Si los mercados están integrados, los ciclos relevantes de las distintas comunidades deben coincidir, al menos los más significativos.

El cuadro 2 reproduce la descomposición armónica de los precios del trigo de las Comunidades Autónomas. La primera columna indica la Comunidad Autónoma. La

primera fila señala las periodicidades de Fourier que descomponen la serie. Con el objetivo de facilitar la explicación sólo se muestran sólo las primeras 15 periodicidades de las 90 que consta la descomposición completa. En la intersección entre fila y columna se consigna con el porcentaje de contribución a la varianza de cada armónico.

No se trata de conseguir un buen ajuste, para ello bastaría con seleccionar los ciclos que más contribuyen a la varianza, sino de buscar las regularidades más relevantes. Por ello analizaremos sólo los picos de la descomposición de Fourier, es decir, aquellos ciclos teóricos cuya contribución a la varianza es mayor que su precedente y consecuente –en el cuadro 2 resaltados mediante negrita–.

<i>Cuadro 2. Descomposición armónica. Precios del trigo, 1891-1905.</i>															
	180,00	90,00	60,00	45,00	36,00	30,00	25,71	22,50	20,00	18,00	16,36	15,00	13,85	12,86	12,00
<i>Andalucía</i>	7,64	61,30	6,96	15,12	1,06	0,26	1,24	0,45	0,14	0,79	0,79	0,37	0,65	0,23	1,11
<i>Aragón</i>	8,54	61,35	9,45	2,53	0,00	1,34	5,72	0,01	2,92	0,56	0,64	0,22	0,08	0,11	1,98
<i>Asturias</i>	3,29	45,92	21,36	4,78	2,84	7,94	3,49	0,18	0,31	0,25	1,12	1,46	0,48	0,22	0,75
<i>Baleares</i>	10,67	41,59	15,61	8,71	1,92	1,58	4,29	1,21	1,86	3,02	0,27	0,10	0,56	0,08	1,09
<i>Cantabria</i>	29,54	50,82	0,04	2,02	0,68	0,40	2,32	1,11	0,68	0,15	0,55	1,92	1,34	0,36	1,95
<i>Castilla y León</i>	1,05	56,45	20,73	9,45	0,93	0,18	0,76	0,10	1,66	0,29	1,67	0,00	0,13	0,06	1,80
<i>Cataluña</i>	1,81	63,12	19,72	5,40	0,83	0,95	0,51	0,21	1,77	0,13	0,28	0,17	0,36	0,08	1,30
<i>Extremadura</i>	24,32	36,17	15,25	9,90	2,82	1,24	0,98	0,74	0,11	0,62	1,38	0,55	0,67	0,01	1,26
<i>Galicia</i>	37,95	29,55	4,35	3,78	3,25	3,02	3,86	0,08	0,10	0,15	1,09	1,90	0,41	0,34	3,56
<i>La Rioja</i>	15,34	38,93	16,89	4,95	1,58	1,76	2,88	0,40	2,54	0,26	0,48	0,17	0,46	0,01	2,58
<i>Madrid</i>	3,41	65,66	7,73	5,47	1,18	0,22	1,32	1,90	0,63	0,47	2,31	0,17	0,17	0,12	1,43
<i>Castilla-La Mancha</i>	0,13	70,13	9,56	7,51	0,91	0,80	2,94	0,50	0,92	0,76	0,46	0,01	0,72	0,03	1,27
<i>Murcia</i>	6,49	51,76	8,35	7,63	0,93	4,86	0,54	1,52	1,29	0,24	3,31	0,82	0,72	0,68	4,01
<i>Navarra</i>	3,10	45,51	20,20	6,93	0,90	1,31	3,31	0,33	3,11	0,59	1,26	0,02	0,84	0,21	3,09
<i>País Vasco</i>	0,16	43,56	20,75	3,16	13,30	3,73	1,83	0,22	0,72	0,79	1,24	0,60	0,66	0,17	1,77
<i>Valencia</i>	0,94	50,11	28,43	9,98	0,05	0,03	0,07	0,13	0,69	0,27	0,74	0,08	0,33	0,35	2,65

Por su contribución a la varianza destaca el ciclo de 90 meses, 7.5 años, con una contribución media del 51% a la varianza de los ciclos empíricos. Todas las comunidades excepto Galicia presentan esta periodicidad como relevante (pico o máximo relativo). Desde esta perspectiva todas las Comunidades Autónomas están en principio integradas excepto Galicia.

El ciclo de 12 meses es la otra periodicidad relevante. Es pico en todas las Comunidades

Autónomas, con una contribución media a la varianza del ciclo empírico del 2%. Pero ésta es una periodicidad estacional y por lo tanto sin significado económico.

El gráfico 3 reproduce los precios del trigo en logaritmos de Castilla y León, la tendencia, el ciclo empírico (o libre de tendencia) y el ciclo teórico de 90 meses.

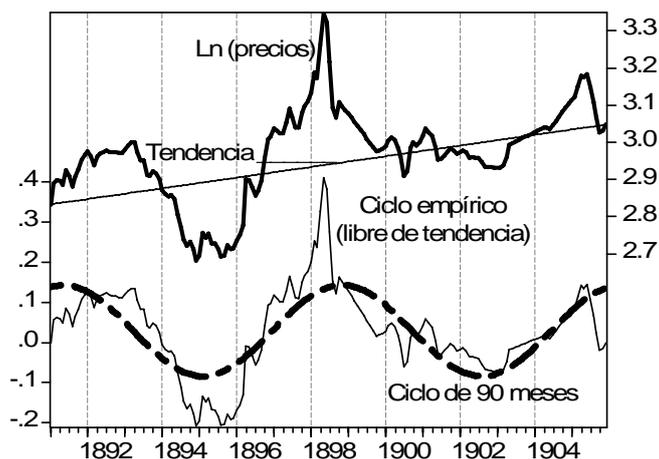


Gráfico 3.

Precios del trigo en logaritmos de Castilla y León, tendencia, ciclo empírico y ciclo de 90 meses, 1891-1905

El gráfico superior muestra la serie original y la tendencia, la inferior el ciclo empírico y la periodicidad de 90 meses.

Pero es que además la descomposición armónica posibilita matizar las interconexiones que se producen entre los ciclos de las distintas comunidades.

La comunidad de Castilla y León era la comunidad productora de trigo por excelencia, de manera que parece lógico considerarla como la comunidad que lidera el arbitraje de precios. El trigo viaja de las comunidades donde hay abundancia hacia las comunidades con escasez, de donde hay exceso de oferta a donde hay exceso de demanda hasta que oferta y demanda se equilibran y el precio queda fijado en los mercados integrados. Lógicamente el arbitraje de precios puede tardar tiempo. La ley del precio único garantiza la igualdad de precios cuando el arbitraje ha finalizado, descontando los costes de transporte y comercialización del producto.

Las regresiones entre la Comunidad de Castilla y León y el resto (excepto Galicia) en la periodicidad de 90 meses se reproducen en el cuadro 3, el desfase se ha calculado a partir del máximo valor del coeficiente de correlación en el tiempo (correlación cruzada).

<i>Cuadro 3.</i> <i>Regresiones de las distintas comunidades con Castilla y León.</i> <i>Periodicidad de 90 meses.</i> <i>1891-1905</i>	
<i>Ecuación</i>	<i>R²</i>
<i>ANDALUCIA_t = -0.1 + 1.34·CASTILLA_{t-8}</i>	1
<i>ARAGÓN_t = 0.086 + 1.17·CASTILLA_t</i>	1
<i>ASTURIAS_t = 0.08 + 0.69·CASTILLA_{t-12}</i>	1
<i>BALEARES_t = -0.04 + 1.04·CASTILLA_{t-3}</i>	1
<i>CANTABRIA_t = -0.09 + 0.7·CASTILLA_{t-12}</i>	1
<i>CATALUÑA_t = -0.02 + 1.056·CASTILLA_{t-1}</i>	1
<i>EXTREMADURA_t = -0.08 + 1.20·CASTILLA_{t-8}</i>	1
<i>RIOJA_t = 0.05 + 0.86·CASTILLA_{t-1}</i>	1
<i>MADRID_t = 0.005 + 1.29·CASTILLA_{t-5}</i>	1
<i>MANCHA_t = -0.06 + 1.34·CASTILLA_{t-6}</i>	1
<i>MURCIA_t = -0.04 + 1.3·CASTILLA_{t-9}</i>	1
<i>NAVARRA_t = 0.037 + 0.9·CASTILLA_{t-1}</i>	1
<i>PVASCO_t = 0.006 + 0.67·CASTILLA_{t-4}</i>	1
<i>VALENCIA_t = -0.01 + 0.756·CASTILLA_{t-4}</i>	1

Los resultados de las catorce regresiones muestran evidencias empíricas favorables al cumplimiento de la ley del precio único, el trigo viaja de las comunidades donde hay abundancia a donde hay escasez, puesto que los precios de Castilla y León preceden al resto de comunidades (sólo son sincrónicos con Aragón, que es la segunda comunidad productora de trigo). Todos los coeficientes son positivos de acuerdo también con la ley del precio único. Además y puesto que todas las regresiones presentan coeficientes de determinación cercanos a la unidad, pueden considerarse relaciones exactas en la práctica, y a partir de las 14 regresiones se puede analizar la relación entre dos comunidades cualesquiera.

5. Conclusiones.

Excepto en Galicia, las evidencias empíricas muestran un mercado nacional integrado.

Los precios comunitarios convergen con el paso del tiempo. La descomposición periódica entre 1891 y 1905 muestra el ciclo de 90 meses —7.5 años— como ciclo principal en 15 de las 16 comunidades.

La regresión entre los precios de dos comunidades cualesquiera en la periodicidad de 90 meses muestra el mecanismo, en lo que cabe, por el que los granos se desplazan de las provincias donde hay abundancia hacia las provincias donde hay escasez hasta que los precios se igualan, descontado los costes de transporte y comercialización, como si fueran vasos comunicantes.

Galicia no presenta la periodicidad de 90 meses como relevante, indicando que la evolución de los precios de esta comunidad difiere del resto. La explicación de este hecho, contrario a lo que predice la teoría, es una cuestión que este trabajo deja abierta para una investigación posterior.

Anexo. Datos primarios. Precios del trigo en logaritmos por Comunidades Autónomas

obs	LANDALUCIA	LARAGON	LATURIAS	LBALARES	LCANTABRIA	LCASTILLA	LCATALUNA	LXRETMADURA	LGALICIA	LLOGRONO	LMADRID	LMANCHA	LMURCIA	LNAVARRA	LPVASCO	LVALENCIA
1891-01	3.035854	2.858193	2.917771	3.032546	2.26918	2.833063	3.013204	2.836563	3.041343	2.823163	2.853953	2.863683	2.937043	2.806990	2.943386	3.078387
1891-02	3.059821	2.949688	2.917771	3.050694	2.844806	2.890248	3.033148	2.835270	3.061208	2.926918	2.888147	2.901422	2.989211	2.872434	2.985682	3.056514
1891-03	3.014799	3.030617	2.899772	3.068053	2.866762	2.898977	3.049680	2.867046	3.130117	2.983153	2.994231	3.031940	3.052585	2.965788	3.009635	3.104587
1891-04	2.988771	3.041980	3.075929	3.096300	2.966818	2.896157	3.095238	2.842290	3.158559	2.977059	2.918311	2.920146	3.052585	2.951780	3.003452	3.094521
1891-05	3.013204	3.067743	3.068053	3.079154	2.999724	2.886103	3.104138	2.886196	3.171644	2.972464	2.977568	2.940537	3.000720	3.005187	3.019205	3.091911
1891-06	3.000160	3.107721	3.113515	3.064325	3.043093	2.924057	3.082483	2.881163	3.160964	2.993730	3.060583	2.983255	2.972975	3.011113	3.025048	3.105632
1891-07	2.971952	3.078080	3.179303	3.065725	3.065725	2.910356	3.070724	2.830268	3.147881	3.005683	2.961658	2.976142	2.959587	2.990720	3.011360	3.104138
1891-08	2.970286	3.094068	3.126322	3.037833	3.032546	2.880758	3.108838	2.862487	3.092556	2.955431	2.971952	2.973078	2.987196	2.994231	2.984671	3.142858
1891-09	2.977441	3.074081	3.074081	3.075467	3.005187	2.907751	3.120601	2.856470	3.088311	2.985682	2.977059	2.988506	3.011606	3.025291	3.003204	3.134769
1891-10	3.019693	3.102492	3.118834	3.123246	2.975019	2.926323	3.152095	2.888147	3.101892	3.026746	2.954910	2.980822	3.036874	3.034472	3.012098	3.146162
1891-11	3.026261	3.101143	3.138966	3.152736	2.977059	2.952593	3.138100	2.908812	3.116031	3.012098	2.971440	2.993329	3.039271	3.019449	3.044522	3.142858
1891-12	3.048503	3.102642	3.132446	3.160399	2.986439	2.966017	3.167267	2.952825	3.123246	3.017004	2.983660	2.997131	3.010621	3.044046	3.053529	3.151025
1892-01	3.0545326	3.127053	3.125883	3.166740	2.995732	2.975700	3.178991	2.971440	3.158418	3.025776	2.999724	3.013769	3.043063	3.059176	3.080533	3.157993
1892-02	3.042139	3.140265	3.138966	3.194583	2.953347	2.963094	3.180759	2.992477	3.166459	3.032546	3.007661	3.009241	3.138100	3.020913	3.059646	3.148882
1892-03	3.055180	3.141707	3.121042	3.174281	2.980111	2.937691	3.171050	2.975530	3.172483	3.002211	3.019449	3.010719	3.060583	3.020425	3.080763	3.161670
1892-04	3.074312	3.110102	3.113515	3.188417	3.064792	2.963266	3.151132	3.007167	3.184974	3.021887	2.988204	3.026455	3.122365	3.024320	3.088084	3.164208
1892-05	3.131519	3.124858	3.119276	3.192121	3.065258	2.968418	3.141022	3.055180	3.187332	3.026746	3.034953	3.054473	3.201933	3.034953	3.091042	3.186766
1892-06	3.159391	3.095427	3.111736	3.165475	3.041661	2.973771	3.121704	3.063391	3.177359	3.044522	3.056827	3.050508	3.197856	3.038313	3.088311	3.168985
1892-07	3.178089	3.015371	3.117950	3.156575	3.020425	2.979095	3.124455	3.126980	3.144583	3.030134	3.105035	3.055698	3.166319	3.296732	3.086258	3.160283
1892-08	3.196443	3.001880	3.126322	3.199489	3.002211	2.973089	3.118355	3.124785	3.148882	3.026746	3.047376	3.040228	3.197856	2.984166	3.064092	3.185250
1892-09	3.214466	2.944614	3.138533	3.187179	2.969388	2.973316	3.112218	3.106155	3.145692	3.050694	3.111291	3.033702	3.249211	2.959587	3.053529	3.217007
1892-10	3.258048	2.939867	3.135155	3.168424	2.935451	2.973543	3.108043	3.143937	3.142492	3.046425	3.087886	3.017885	3.258481	2.983660	3.089959	3.224990
1892-11	3.282226	2.952303	3.100092	3.175968	2.928524	2.970750	3.115849	3.214064	3.139282	3.038313	3.092859	3.018472	3.289189	2.981633	3.073156	3.253736
1892-12	3.292010	2.957511	3.135494	3.177220	2.932260	2.971553	3.109619	3.198265	3.138661	3.041661	3.106603	3.027037	3.309082	2.974509	3.105483	3.218476
1893-01	3.301699	2.953694	3.130263	3.177637	2.917771	2.981323	3.093189	3.180135	3.132829	3.038792	3.120160	3.035530	3.309082	3.002708	3.081222	3.214198
1893-02	3.311285	2.961831	3.117065	3.163363	2.917771	2.990999	3.100205	3.206803	3.128587	3.017484	3.121042	3.043951	3.309082	3.015535	3.039271	3.221539
1893-03	3.320800	2.968361	3.128075	3.164631	2.930660	2.999226	3.115402	3.204168	3.126335	3.047850	3.127199	3.090042	3.359333	3.020425	3.069912	3.228958
1893-04	3.315594	2.969559	3.119276	3.177220	2.935451	2.999503	3.128294	3.202340	3.123072	3.121042	3.128513	3.095940	3.337547	3.039749	3.091270	3.221915
1893-05	3.263849	2.989043	3.131137	3.200304	3.054473	2.972862	3.122805	3.185733	3.119799	3.051167	3.082369	3.084933	3.305054	3.061988	3.095804	3.232366
1893-06	3.179667	2.998063	3.160399	3.201119	3.060583	2.951664	3.094219	3.138533	3.116514	3.044522	3.060583	3.023153	2.999226	3.032546	3.052113	3.187867
1893-07	3.088710	2.923878	3.157000	3.217675	3.037354	2.951548	3.019449	3.058942	3.113219	3.034472	2.990720	2.997131	3.020913	2.933325	3.140049	3.212589
1893-08	3.115347	2.943034	3.157000	3.219489	3.039749	2.911988	3.063001	3.035529	3.100242	2.997231	2.959587	3.006474	3.030134	2.952825	3.132664	3.200304
1893-09	3.119553	2.947242	3.157000	3.198673	3.037354	2.908357	2.999849	3.035914	3.109359	3.014554	2.966303	2.973589	3.017004	2.943386	3.083514	3.224460
1893-10	3.172256	2.937750	3.167583	3.451890	2.987196	2.921787	2.993354	3.047006	3.118245	3.020425	2.964242	2.994832	3.075467	2.940220	2.990971	3.217942
1893-11	3.184440	2.934541	3.185112	3.451890	2.952303	2.915727	3.024806	3.083285	3.102492	2.975530	2.948641	3.012393	3.130700	2.946542	2.984924	3.199353
1893-12	3.177429	2.933680	3.198673	3.236874	2.944439	2.899560	3.025048	3.132010	3.123246	2.972464	2.948116	2.996232	3.216473	2.942331	2.965788	3.168985
1894-01	3.183249	2.935274	3.198673	3.176803	2.944439	2.871931	3.025291	3.154657	3.131719	2.976040	2.943913	3.019156	3.202340	2.946542	2.972719	3.134189
1894-02	3.172413	2.937573	3.191710	3.171365	2.919391	2.861057	3.010621	3.147165	3.134769	2.948641	2.939162	2.996532	3.192532	2.947067	2.979603	3.141563
1894-03	3.178470	2.943210	3.182212	3.171365	2.907993	2.854169	3.014063	3.158913	3.130263	2.964242	2.959587	3.042139	3.089678	2.938633	2.989966	3.146878
1894-04	3.144368	2.920649	3.178054	3.171365	2.932792	2.857555	3.013327	3.163798	3.172633	2.964757	2.948116	3.023445	3.152736	2.938103	2.964242	3.132155
1894-05	3.092519	2.922222	3.178054	3.160399	2.932792	2.848005	2.987952	3.067355	3.201526	2.976549	2.945491	2.967333	3.133318	2.906991	2.950212	3.110994
1894-06	3.035854	2.866572	3.178054	3.124215	2.930127	2.804908	2.955661	3.065129	3.197584	2.942331	2.939162	2.956232	2.974509	2.879670	2.939162	3.071303
1894-07	2.944373	2.798906	3.178054	3.084688	2.925846	2.770990	2.895359	2.829878	3.112774	2.896359	2.869035	2.884242	2.934920	2.814810	2.928791	3.009142
1894-08	2.908607	2.775917	3.005683	2.960105	2.912894	2.739118	2.864056	2.751110	3.043728	2.834389	2.864484	2.821260	2.843746	2.733068	2.908539	2.964242
1894-09	2.878285	2.742988	2.944439	2.808197	2.904713	2.720784	2.855392	2.725256	3.032867	2.832036	2.854169	2.841415	2.825869	2.739549	2.887312	2.980788
1894-10	2.898739	2.751748	2.944439	2.808197	2.897016	2.733212	2.846652	2.752705	3.039749	2.877512	2.848392	2.826248	2.813611	2.746309	2.883962	2.983997
1894-11	2.881793	2.739979	2.944439	2.800933	2.898147	2.711968	2.833066	2.765375	3.044681	2.863343	2.851284	2.811088	2.826722	2.753024	2.909357	2.975870
1894-12	2.857030	2.736746	2.944439	2.785628	2.833213	2.680489	2.837762	2.755570	3.029167	2.836150	2.834976	2.810607	2.827314	2.759377	2.883409	2.963861
1895-01	2.849694	2.717340	2.944439	2.824494	2.826129	2.680002	2.867046	2.728056	3.047534	2.832625	2.835664	2.790551	2.862722	2.763800	2.989221	2.960105
1895-02	2.861772	2.844522	2.950212	2.915604	2.813611	2.757616	2.916689	2.704377	3.069292	2.897588	2.753024	2.746501	2.846071	2.816606	3.001963	3.003535
1895-03	2.861200	2.807795	2.950212	2.942859	2.799109	2.744632	2.925846	2.718660	3.090588	2.894806	2.755570	2.753406	2.932260	2.845491	2.983153	3.039563
1895-04	2.872222	2.793208	2.950212	2.938103	2.814210	2.755499	2.916689	2.730790	3.099191	2.905808	2.805177	2.733848	2.931727	2.784394	2.985429	2.998398
1895-05	2.865766	2.751535	2.950212	2.941804	2.814210	2.728651	2.890927	2.726545	3.083132	2.919931	2.828496	2.674011	2.931962	2.742130	2.949950	2.976616
1895-06	2.867686	2.786245	2.950212	2.941804	2.814210	2.727780	2.892592	2.723595	3.042457	2.789937	2.809403	2.653383	2.938633	2.743		

1899:09	3.159656	3.086791	3.248046	3.147165	2.960105	2.986846	3.107162	2.970927	3.106975	2.932260	3.101443	3.129651	3.203559	2.922624	3.038313	3.238025
1899:10	3.178106	3.092102	3.248046	3.141563	2.960105	2.975019	3.162305	2.964242	3.095276	2.971440	3.104138	3.139659	3.222868	2.951780	3.068750	3.200576
1899:11	3.170998	3.114404	3.248046	3.124565	2.960105	2.978756	3.157780	2.958030	3.110474	2.990720	3.104587	3.143204	3.236233	2.980619	3.060818	3.186766
1899:12	3.185681	3.120895	3.248046	3.124565	2.960105	2.983210	3.153234	2.949688	3.125444	2.978586	3.109601	3.157511	3.238678	3.219276	3.053765	3.187454
1900:01	3.217275	3.146018	3.248046	3.132010	2.962692	2.989491	3.148668	2.951780	3.140193	3.012589	3.122365	3.139486	3.238678	3.064792	3.058472	3.175411
1900:02	3.198877	3.136009	3.248046	3.141130	2.962692	3.004857	3.144080	2.956472	3.154728	2.991222	3.160823	3.120601	3.227637	2.978586	3.058003	3.176386
1900:03	3.199693	3.125899	3.248046	3.167161	2.970414	3.014172	3.139472	2.955431	3.141563	3.001217	3.119718	3.128163	3.232666	2.971952	3.099416	3.214666
1900:04	3.195710	3.115686	3.248046	3.169265	2.985682	3.005903	3.134842	2.955171	3.171644	3.028683	3.158701	3.151025	3.218876	2.969388	3.062924	3.239985
1900:05	3.187695	3.105367	3.248046	3.169265	2.947592	2.984278	3.130190	2.934389	3.184146	3.021400	3.104587	3.120248	3.238678	2.962692	3.058003	3.185664
1900:06	3.171941	3.094941	3.248046	3.130700	2.990217	2.962290	3.125517	2.896188	3.205453	2.996232	3.033028	3.055321	3.241224	2.934389	3.047850	3.167583
1900:07	3.162517	3.084404	3.248046	3.093766	2.990217	2.910235	3.120822	2.898946	3.188004	2.978077	2.965273	3.039175	3.243764	2.909630	3.035193	3.112774
1900:08	3.171837	3.073756	3.248046	3.113515	2.990217	2.923699	3.116105	2.890094	3.191299	2.933857	2.985682	3.052018	3.246296	2.937043	3.040945	3.130263
1900:09	3.173722	3.062993	3.248046	3.124125	2.990217	2.983680	3.111365	2.896740	3.177220	2.991222	3.081451	3.077220	3.248523	2.991222	3.072693	3.168845
1900:10	3.181745	3.052113	3.248046	3.135929	2.990217	3.000112	3.108603	2.890372	3.188554	3.061988	3.058237	3.089860	3.230804	3.022374	3.098740	3.158589
1900:11	3.186456	3.053844	3.248046	3.135929	2.990217	2.990217	3.101818	2.902666	3.177776	3.071303	3.113515	3.124653	3.282038	3.017494	3.104362	3.194993
1900:12	3.197919	3.052900	3.248046	3.135929	2.990217	3.000665	3.097009	2.984924	3.190339	2.991724	3.125883	3.147766	3.272985	3.042139	3.107721	3.154444
1901:01	3.171575	3.061208	3.248046	3.135929	2.998229	3.018879	3.092178	3.059176	3.193763	3.041681	3.139833	3.139226	3.238678	3.056827	3.139400	3.169546
1901:02	3.172465	3.072076	3.248046	3.137666	3.028683	3.036768	3.087323	3.075236	3.204912	3.101892	3.132446	3.144325	3.238678	3.065725	3.103914	3.179442
1901:03	3.158967	3.068501	3.248046	3.132882	3.028683	3.027688	3.082445	3.073388	3.220071	3.059646	3.134189	3.146649	3.238678	3.086487	3.113738	3.157426
1901:04	3.151988	3.032867	3.248046	3.128951	3.018960	3.018526	3.077543	3.070680	3.229882	3.034953	3.052798	3.133144	3.241029	3.046901	3.110399	3.171644
1901:05	3.112070	2.989547	3.248046	3.114404	3.028683	2.986692	3.130591	3.047613	3.221140	2.964242	3.020425	3.067215	3.206803	3.017004	3.093766	3.129097
1901:06	3.050161	2.971269	3.248046	3.097386	3.017004	2.954679	3.103465	3.034953	3.221273	2.938103	3.014063	3.004890	3.208825	2.976549	3.085344	3.113515
1901:07	3.043927	2.982985	3.248046	3.070840	2.990217	2.955084	3.059997	3.014309	3.192121	3.023834	2.979095	2.994431	3.218961	2.980111	3.075467	3.105184
1901:08	3.041363	3.007002	3.248046	3.065357	2.980111	2.965388	3.044046	3.017249	3.165967	2.996732	2.989714	2.999027	3.061988	3.023347	3.079384	3.105931
1901:09	3.029953	3.006342	3.248046	3.047376	2.950212	2.975586	3.062807	3.071767	3.139111	2.983153	2.983660	2.987599	3.028683	3.022374	3.081910	3.111439
1901:10	3.030573	3.006342	3.227637	3.057298	2.950212	2.985682	3.081222	3.002460	3.165616	2.996232	3.008155	3.003998	3.008155	3.002211	3.085344	3.096633
1901:11	3.021826	3.006342	3.217275	3.063537	2.950212	2.978982	3.099304	3.008895	3.173041	2.962175	3.009635	3.010325	3.008155	3.012098	3.083743	3.126176
1901:12	3.013818	3.029167	3.217275	3.062558	2.950212	2.969160	3.077082	3.023591	3.151453	2.977059	3.027715	3.001317	3.023347	2.994732	3.081222	3.133463
1902:01	3.017922	3.033991	3.217275	3.048325	2.958030	2.973827	3.100880	3.038895	3.142283	2.983153	3.020913	2.994932	3.052585	2.989211	3.090366	3.146162
1902:02	3.005604	3.045950	3.217275	3.055886	2.980111	2.979308	3.088995	3.034232	3.167021	2.983660	3.014554	3.018570	3.026746	3.074543	3.098289	3.122805
1902:03	3.001776	3.051009	3.217275	3.089678	2.980111	2.972521	3.076967	3.031099	3.164631	2.978077	3.017494	2.992326	3.038313	3.010128	3.092405	3.131137
1902:04	2.975785	3.052113	3.217275	3.105035	2.980111	2.958895	3.064792	2.984671	3.156149	2.957511	2.998828	2.989792	3.056357	3.007167	3.087628	3.124419
1902:05	2.956602	3.052113	3.201526	3.109953	2.980111	2.960796	3.065725	2.968104	3.139544	2.906539	3.019937	2.977670	3.020425	2.975019	3.080533	3.109656
1902:06	2.950375	3.049905	3.201526	3.114848	2.980111	2.958953	3.050930	2.934389	3.137810	2.890372	3.006672	2.973282	3.020425	2.983153	3.089678	3.106677
1902:07	2.944110	3.043411	3.201526	3.093766	2.980111	2.958319	3.050947	2.929058	3.158701	2.913980	2.992728	2.977670	3.020425	2.991222	3.100543	3.120454
1902:08	2.937805	3.021238	3.209229	3.081451	2.980111	2.946017	3.050984	2.929592	3.148596	2.938103	2.951780	2.969594	3.034472	2.965273	3.086715	3.126029
1902:09	2.931460	2.985345	3.209229	3.092405	2.980111	2.934507	3.050981	2.891482	3.146592	2.954910	2.967847	2.972464	3.067588	2.929058	3.081681	3.100993
1902:10	2.916080	2.975870	3.201526	3.094219	2.974509	2.933872	3.050988	2.893423	3.114108	2.985682	2.960105	2.967436	3.071303	2.908539	3.070144	3.088767
1902:11	2.927253	3.000388	3.201526	3.095578	2.945491	2.933236	3.051015	2.910719	3.080533	2.985682	2.988708	2.972054	3.082369	2.922824	3.068518	3.096934
1902:12	2.931260	3.009635	3.201526	3.095578	2.937573	2.932600	3.051032	2.891482	3.106528	2.986187	2.963725	2.977976	3.089730	2.938103	3.068285	3.099792
1903:01	2.953868	3.010621	3.201526	3.096878	2.939691	2.931964	3.051049	2.896188	3.081145	2.979095	2.965788	2.959172	3.043200	2.940220	3.066889	3.149025
1903:02	2.962175	3.010621	3.201526	3.094219	2.934920	2.932378	3.057533	2.907993	3.055101	2.973487	2.964242	2.984166	3.049465	2.943913	3.062222	3.177220
1903:03	2.970414	3.004196	3.197856	3.100092	2.939691	2.938691	3.071188	2.907993	3.099041	2.977059	2.885917	3.011310	3.024806	2.952825	3.057533	3.179026
1903:04	2.995107	3.020750	3.194993	3.094219	2.939691	2.960508	3.084658	2.931993	3.108168	2.999724	2.851284	3.038504	3.167161	3.073487	3.067820	3.174715
1903:05	3.025776	3.031260	3.194993	3.070376	2.939691	2.992839	3.092065	2.926114	3.109210	3.037354	2.862772	3.026455	3.190888	3.001217	3.071303	3.167583
1903:06	2.984608	3.040766	3.194993	3.097386	2.939691	2.997226	3.118945	2.926114	3.139400	2.999724	2.905260	3.028683	3.186353	3.030617	3.071303	3.168003
1903:07	2.991002	3.032225	3.194993	3.072693	2.937043	3.001594	3.093879	2.916418	3.140121	2.995232	2.917230	2.964757	3.113960	2.997730	3.078233	3.161670
1903:08	2.997356	3.026261	3.194993	3.047376	2.939691	3.005943	3.079269	2.927721	3.129389	2.977059	2.878074	2.969902	3.099191	2.983660	3.084887	3.158135
1903:09	3.002211	3.014554	3.209229	3.050212	2.939691	3.010273	3.064092	2.928256	3.157568	2.979603	2.928524	2.958342	3.094219	2.970927	3.068993	3.166037
1903:10	3.002087	3.026024	3.209229	3.065725	2.939691	3.014584	3.069331	2.980365	3.146448	2.996732	2.874129	3.002807	3.099191	2.956472	3.085116	3.167021
1903:11	3.012545	3.037365	3.215169	3.068518	2.939691	3.018877	3.078579	2.959846	3.160177	3.005559	2.982140	3.014056	3.067820	2.976465	3.100993	3.190476
1903:12	3.022896	3.048578	3.221073	3.074081	2.939691	3.023151	3.087742	2.960105	3.173719	3.014309	3.005683	3.025179	3.035434	2.996066	3.116622	3.189928
1904:01	3.033140	3.059666	3.226943	3.074543	2.960105	3.027407	3.096821	2.976549	3.187080	3.022983	3.005683	3.036180	3.213662	3.015290	3.132010	3.220874
1904:02	3.043280	3.070634	3.232779	3.092405	2.960105	3.031645	3.105819	2.994231	3.200266	3.031582	3.005683	3.047061	3.204777	3.034151	3.147165	3.229882
1904:03	3.053319	3.081482	3.237894	3.224858	2.960105	3.035866	3.114737	3.003452	3.213279	3.091951	3.005683	3.057825	3.186353	3.052864		

Bibliografía

- BARRETT, C.B. Y LI, J.R. (2002): *Distinguishing between equilibrium and integration in spatial price analysis*. American Journal of Agricultural Economics, 84, pp. 292-307.
- BLAUCH, B. (1997): *Testing for food market integration revisited*. Journal of Development Studies, 33, pp. 477-487.
- ENKE, S. (1951): *Equilibrium among spatially separated markets: solution by electrical analogue*. Econometrica, 19, pp. 40-47.
- FACKLER, P.L. Y GOODWIN, B.K. (2001): *Spatial Price Analysis*. Handbook of Agricultural Economics. Gardner, B.L. y Rausser, G.C (eds.). Amsterdam: Elsevier Science.
- FLORES DE LEMUS, A. ([1914]1976). «Algunos datos estadísticos sobre el estado actual de la economía española», *Hacienda Pública Española*, núms. 42-43, pp. 421-465.
- GARRABOU, R. y SANZ, J. (1985). «La agricultura española durante el siglo XIX, ¿inmovilismo o cambio?», en *Historia agraria de la España Contemporánea*, vol. 2, pp. 7-191. Editorial Crítica. Barcelona, pp. 7-191.
- GRUPO DE ESTUDIOS DE HISTORIA RURAL —GEHR—. (1980): *Los precios del trigo y la cebada en España, 1891-1907*. Banco de España. Estudios de Historia Económica, nº 1.
- (1983): «Notas sobre la producción agraria española, 1891-1931», *Revista de Historia Económica*, núm. 2, pp. 185-252.
- (1984): «Evolución de la Superficie sembrada de cereales y leguminosas en España, 1886-1935», *Agricultura y Sociedad*, núm. 29, pp. 285-325.
- MCNEW, K. (1996): *Spatial market integration: definition, theory and evidence*. *Agricultural and Resource Economic Review*, 25, pp. 1-11.
- MCNEW, K. Y FACKLER, P.L. (1997): *Testing market equilibrium: is cointegration informative?* Journal of Agricultural and Resource Economics, 22, pp. 191-207.
- NADAL, J. (1984). «El fracaso de la revolución industrial en España. Un balance historiográfico», *Papeles de Economía Española*, núm, 20, pp. 108-125.
- PEÑA SÁNCHEZ DE RIVERA, D., y SÁNCHEZ ALBORNOZ. N. (1983): *Dependencia dinámica entre precios agrícolas. El trigo en España, 1857-1890. Un estudio empírico*. Banco de España. Servicio de Estudios de Historia Económica, nº 8. Madrid.
- PRADOS DE LA ESCOSURA, L. (1988). *De Imperio a Nación. Crecimiento y atraso económico en España (1780-1930)*, Madrid.

- SAMUELSON, P.A. (1952): *Spatial price equilibrium and linear programming*. *American Economic Review*, nº 42, pp. 560-580.
- SÁNCHEZ ALBORNOZ, N. (1963): *Las crisis de subsistencia de España en el siglo XIX*. Instituto de Investigaciones Históricas, Rosario.
- (1968): *España hace un siglo: una economía dual*. Península, Barcelona.
- (1972): *La integración del mercado nacional: España e Italia*. *Actas del primer coloquio de Historia Económica de España*. Jordi Nadal y Gabriel Tortella (eds.) Agricultura, comercio colonial y crecimiento económico en la España contemporánea. Ariel Historia, Barcelona. (pp. 158-187).
- (1975): *Los precios agrícolas durante la segunda mitad del siglo XIX*. Volumen I, trigo y cebada. Tecnos, Madrid.
- «Castilla en el siglo XIX: una involución económica», *Revista de Occidente*, núm. 17.
- SERENI, E. (1960): *Mercato nazionale e accumulazione capitalistica nella Unità italiana*. *Studi storici*, 1, pp. 513-658.
- SIMPSON, J. (1992). «Los límites del crecimiento agrario en España, 1860-1936», en *El desarrollo económico en la Europa del Sur: España e Italia en perspectiva histórica*, pp. 103-138, Madrid.
- TAKAYAMA, T. Y JUDGE, G.G. (1971): *Spatial and temporal price allocation models*. Amsterdam.
- TORTELLA CASARES, G. (1981). «La economía española, 1830-1900», en *Historia de España*, vol. VIII, pp. 9-167, Madrid.
- (1994). *El desarrollo de la España contemporánea. Historia económica de los siglos XIX y XX*. Alianza Universidad. Madrid.
- VICENS VIVES, J. (1972). *Manual de historia económica de España*, Barcelona.

De los principios al reglamento: la incorporación de los aspectos económicos en los Planes de Gestión de Cuenca Fluvial

Francesc La Roca
e-mail: froca@uv.es

Graciela Ferrer
e-mail: grafemat@uv.es

Departament d'Economia Aplicada
UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Àrea temàtica: Economía Agraria y Recursos Naturales.

Resumen

En el desarrollo de la Directiva Marco de Aguas (2000/60/CE) se ha iniciado el proceso de elaboración de los Planes de Gestión de Cuenca Fluvial. A lo largo del último año se ha producido un conjunto de trabajos destinados a incorporar los criterios económicos establecidos por la directiva en el proceso de planificación y gestión.

En la comunicación se analizan las soluciones propuestas por el Ministerio de Medio Ambiente, partiendo de los principios generales de la política ambiental y de lo establecido en la propia directiva acerca de la aplicación del análisis y los instrumentos económicos en la planificación y la gestión del agua.

En concreto, se hace una revisión crítica de las soluciones propuestas para realizar el análisis de los usos del agua, la evaluación coste-eficacia de los programas de medidas, la recuperación de los costes de los servicios del agua y la fundamentación con criterios económicos de las situaciones de excepción.

Palabras clave: Economía del agua, Política hidrológica, Directiva Marco del Agua, Plan de gestión de cuenca fluvial

Abstract

As an element of the Water Framework Directive's development the drafting process of the River Basin Management Plans has started. During the last year a set of studies has been carried out in order to incorporate economic criteria in the planning and management process, as foreseen in the WFD.

Working on the general principles of the European environmental policy and on the statements of the WFD related to the application of economic analysis and instruments to water management and planning, the solutions proposed by the Spanish ministry for the environment are analysed.

More precisely, a critical review is carried out on the debate of topics like the analyses of economic water uses, cost-effectiveness assessment of the programs of measures, cost recovery of water services and the economic justification of exceptions.

Key words: Water Economics, Water policy, Water Framework Directive, River Basin Management Plan

1. Introducción

En diciembre de 2007 se cumplirán 7 años desde la aprobación, tras un largo proceso legislativo, de la Directiva 2000/60/CE, más conocida como Directiva Marco del Agua o DMA. Como es sabido, esta directiva venía a organizar la dispersa e ineficaz legislación europea sobre aguas, tras constatar el agravamiento continuo del estado de los ecosistemas hídricos, que son la base de la disponibilidad para usos humanos del vital elemento. La DMA establecía un (aparentemente) largo proceso de desarrollo, que debe dar sus primeros frutos –en términos del cumplimiento de objetivos de calidad de las masas de aguas- en 2015. Nos encontramos, pues, casi a la mitad de este recorrido, a punto de iniciar la fase ejecutiva, lo que nos sirve de pretexto para realizar una evaluación del camino recorrido desde la aprobación del texto legal hasta los trabajos actuales de preparación para la elaboración de los planes de gestión de cuenca fluvial, en los aspectos referentes a la incorporación del análisis y los instrumentos económicos en dicho proceso de planificación.

2. Permanencia y cambio: de la reacción a la recuperación del tiempo perdido

De la reacción...

Lejos quedan hoy los primeros años de entrada en vigor de la directiva. Entre diciembre de 2000, fecha de aprobación y entrada en vigor de la DMA y el último mes del año 2003, en el que, agotando el plazo establecido, se transpone al derecho español la norma comunitaria, la política de aguas española gira en torno al Plan Hidrológico Nacional. La directiva europea, al incorporar elementos que objetivamente entran en colisión con disposiciones del PHN es percibida por las autoridades ambientales del Estado español como una amenaza. En sus declaraciones públicas se percibe, a primera vista, indiferencia frente a la nueva norma, cuando no una ignorancia deliberada del alcance del cambio que su cumplimiento requiere. El repaso, aun asistemático, de las noticias de prensa de esos años muestra un sesgo tan acusado a favor de la aparición de referencias al PHN frente a las escasas menciones a la DMA, que hacen innecesario a efectos de nuestra argumentación un estudio más riguroso. Sin embargo, más allá del debate público sí se emprendían acciones con el fin de limitar el alcance del cambio promovido por la DMA. Algunas de estas decisiones favorables a la continuidad de la planificación estructuralista española frente a las innovaciones europeas aparecen ya en la traducción

al castellano del texto legal. Entre las más llamativas, por lo que tienen de afirmación del lenguaje tradicional frente al propio de la DMA, está la de traducir por Plan Hidrológico de Cuenca la expresión inglesa *River Basin Management Plan*, cuya traducción literal es la de Plan de Gestión de Cuenca Fluvial. La opción elegida no sólo mantiene la continuidad con la terminología tradicional, sino que excluye el término *gestión* de la denominación, que, sin embargo, es clave en la nueva política de aguas.

En diciembre de 2003, a punto de finalizar el plazo legal para la transposición de la directiva, el gobierno utiliza la Ley de Acompañamiento de los presupuestos generales del Estado¹ para incluir en su artículo 129 la modificación de la Ley de Aguas que resulta de la incorporación de la norma europea a la legislación española. Dicha incorporación se realizó *sin la antelación debida, sin la suficiente participación pública, diálogo social y deliberación parlamentaria que requiere un cambio normativo tan trascendental como el querido por la Directiva Marco de Aguas* (La Calle, 2004; p. 1).

... a la recuperación del tiempo perdido.

El cambio de gobierno en marzo de 2004 tuvo consecuencias importantes en el Estado español, tanto en la política hídrica como en la de medio ambiente en general. Como se ha dicho repetidamente por primera vez en la historia la cartera de medio ambiente la ocupaba una persona con conocimiento suficiente de la materia y capaz de transmitir convicción en su discurso. En lo relativo a la política de aguas, la temprana decisión de derogar el transvase del Ebro, pieza clave del PHN, transmitió el mensaje de que el cambio podía ir más allá de ser una operación cosmética y de afirmación simbólica del nuevo equipo ministerial.

En el calendario de implementación de la DMA se iban agotando los plazos previstos sin que se hubieran tomado las medidas necesarias para cumplirlos. El informe relativo a los artículos 5, 6 y 7 de la directiva se redactó, según el testimonio de quienes intervinieron en su elaboración, en situación de precariedad de medios y de tiempo. Otros aspectos, como la designación de autoridades competentes y la delimitación de las demarcaciones, cuya notificación a la Comisión debía realizarse *a más tardar seis*

¹ Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social (BOE núm. 313, de 31-12-2003, pp. 23910-23927)

meses después de la fecha de transposición, es decir para el 22 de junio de 2004, tan sólo se han resuelto (y de manera incompleta) recientemente².

El ritmo de las reformas ha sido, sin embargo, desigual. Importantes han sido y son todavía las resistencias al cambio, desde dentro de las administraciones públicas y desde la oposición política. Las primeras generalmente soterradas, pero de tanto en tanto producen episodios críticos que salen a luz pública, aunque no se esclarezcan a fondo sus profundas motivaciones³. Las segundas buscando el enfrentamiento abierto y, a falta de mejores argumentos, cargadas de ruido y demagogia. Las campañas de “*Agua para todos*” o el rancio argumentario de la ejemplaridad de la gestión del agua en aquellos territorios que han sobreexplotado sus propios recursos hasta agotarlos y hoy demandan el agua que otros ríos “*desperdician*” vertiendo al mar, poco tienen que ver con los objetivos y propuestas de la DMA.

Con este telón de fondo se ha iniciado la revisión de los instrumentos legales del Estado español necesaria para el desarrollo de la directiva. La estrategia seguida en la reforma ha sido confusa y corre el riesgo de naufragar en los escollos procedimentales del proceso legislativo: mientras el calendario de la implantación de la DMA corre imparable, se ha abordado, paralelamente a la preparación de estudios e informes, la reforma del Reglamento de planificación y de la Ley de Aguas, por ese orden. El resultado de momento es que existe un consenso básico respecto a un reglamento, que tendrá que ser de nuevo modificado cuando la reforma de la Ley que lo sustenta llegue término.

Mientras tanto, como ya se ha dicho, el reloj de la DMA no se detiene y los retrasos empiezan a aparecer, como es el caso de los planes de participación pública de las demarcaciones, cuyo borrador debía estar a disposición del público desde Junio de 2006 para que el plan de trabajo estuviera listo a finales de 2006. Estos retrasos tienen una importancia que excede la que se deriva del incumplimiento del compromiso

² Reales Decretos 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas, y 126/2007, de 2 de febrero, por el que se regula la composición, funcionamiento y atribuciones de los comités de autoridades competentes de las demarcaciones hidrográficas intercomunitarias.

³ Como, por ejemplo, el relevo de Helena Caballero en la presidencia de la Confederación Hidrográfica del Duero, tras una campaña de prensa en su contra de varios meses de duración y la petición de su cese en el Pleno de las Cortes de Castilla y León. (Real Decreto 543/2006, de 28 de abril, por el que se dispone el cese de doña Helena Caballero Gutiérrez como Presidenta de la Confederación Hidrográfica del Duero y Pleno de las Cortes. DS(P) n. 65/6 del 28 de febrero de 2006, págs. 3441 – 3480)

administrativo, ya que la carga de trabajo que se va acumulando no es sólo incómoda para una administración, para la que desgraciadamente no es nuevo el actuar bajo la presión de los plazos, sino que, al tratarse de un proceso participado por el público –un público, por otra parte, bisoño en temas de participación en la gestión pública- la presión se transfiere a los ciudadanos.

Las administraciones autonómicas con competencias exclusivas en sus respectivas cuencas han seguido un camino distinto en la incorporación de los elementos novedosos de la DMA así como en su desarrollo. Destaca especialmente la experiencia de la Agencia Catalana del Agua, institución que creó una Unidad Singular para la Implantación de la Directiva Marco del Agua, la cual ha desarrollado un importante trabajo metodológico y práctico, no sólo con la finalidad de dar cumplimiento a los hitos marcados por el calendario de implementación, sino también desde el inicio para ir incorporando la DMA a su estructura de funcionamiento ordinario⁴.

3. La magnitud del cambio

No es de extrañar la resistencia desplegada por parte de la administración española a la política de aguas europeas si se tiene en cuenta la solidez de la comunidad política que la sustenta y la envergadura del cambio propuesto por la directiva.

Respecto al primer aspecto, nos remitimos al análisis de Pérez Díaz y Mezo (1998), del que retenemos la configuración a lo largo del siglo XX de una política hídrica gestionada eficazmente por el cuerpo de ingenieros de caminos al servicio de los intereses de eléctricas, constructoras y regantes, capaz de mantener a lo largo del tiempo, tanto la conjunción de intereses que la sustenta, como su relativa independencia dentro del aparato del Estado.

Nos detendremos algo más en el análisis de los cambios que el desarrollo de la DMA exige del statu quo actual en la política de aguas en España. El cambio de mayor alcance es el que se produce en la concepción de la política de aguas y que se plasma en una nueva definición de objetivos y en la diferente inserción de la misma en el esquema político más general. Si se atiende al proceso de gestación de la DMA, referenciado en

⁴ Ver por ejemplo, Estevan y Prat (2006), Prat et al. (2006)

parte en los considerandos de la misma, se observa que la necesidad de una nueva política de aguas arranca de la ineficacia de las disposiciones sectoriales anteriores (baño, potables, superficiales, para cría de peces, para cría de moluscos, subterráneas, residuales urbanas, nitratos, sustancias peligrosas, etc.) y de la constatación del creciente deterioro de los ecosistemas hídricos. A mediados de los años 90, cuando la Comisión Europea toma, por fin, la iniciativa legislativa y elabora su Comunicación sobre *La política de aguas de la Comunidad Europea*⁵ la política ambiental comunitaria ya tiene un largo recorrido, que si bien es limitado en su eficacia ha servido, sin embargo, para depurar los conceptos y ensayar en diversos ámbitos un amplio conjunto de instrumentos. Por otra parte, la Agencia Europea de Medio Ambiente no ha dejado, desde su creación en 1990, de alertar acerca del deterioro continuado de los ecosistemas y de la ineficacia de las políticas concebidas para su contención. La nueva política de aguas será pues un instrumento de la política ambiental, enmarcado en la estrategia de sostenibilidad, a la que la Unión Europea se ha comprometido en el contexto de la Conferencia de Río de 1992.

El Reino de España no es ajeno a estos compromisos de sostenibilidad ni tampoco a su inclusión en la política hídrica. La Ley de aguas de 1985 ya incorporaba referencias tanto a la unidad de ciclo hidrológico como a la necesidad de preservar los ecosistemas hídricos. Sin embargo, más allá de estas declaraciones en el preámbulo y los artículos iniciales, el resto del articulado no deja lugar a dudas respecto la orientación principal de la Ley: el incremento de las disponibilidades de agua en todos los territorios independientemente de sus características naturales, o mejor dicho la corrección precisamente de éstas en aquellos espacios en los que lo característico de su clima es la aridez. La irrelevancia de los aspectos ambientales y la orientación productivista de la política hídrica española se mantiene a lo largo de todo el siglo XX y queda claramente de manifiesto en el contenido del PHN fallido de 1993 y en el finalmente aprobado en 2001.

La consecuencia inmediata de la concepción de la política de aguas como una pieza del conjunto de la política ambiental -y no como parte integrante de las de fomento o desarrollo- se manifiesta en la definición del objeto de la misma en el artículo primero:

⁵ COM(96) 59 final

El objeto de la presente Directiva es establecer un marco para la protección de las aguas [...] que:

a) prevenga todo deterioro adicional y proteja y mejore el estado de los ecosistemas [...]

b) promueva un uso sostenible del agua basado en la protección a largo plazo de los recursos hídricos disponibles;

c) tenga por objeto una mayor protección y mejora del medio acuático, [...]

d) garantice la reducción progresiva de la contaminación del agua subterránea y evite nuevas contaminaciones;⁶

e) contribuya a paliar los efectos de las inundaciones y sequías,

y que contribuya de esta forma a:

- garantizar el suministro suficiente de agua superficial o subterránea en buen estado, tal como requiere un uso del agua sostenible, equilibrado y equitativo,

- reducir de forma significativa la contaminación de las aguas subterráneas,

- proteger las aguas territoriales y marinas, y

- lograr los objetivos de los acuerdos internacionales pertinentes [...]

La claridad con la que se han formulado los objetivos (Art. 4), acompañándolos de definiciones precisas (Art. 2) y de concreciones adicionales en los anexos reducen las posibilidades de éxito de los intentos de reducir a mera retórica las referencias ecológicas o de interpretar el desarrollo de la DMA como una simple adaptación terminológica.

Insertar la gestión de las aguas europeas en la política ambiental significa que su aplicación debe guiarse por los principios que gobiernan dicha política, es decir, principalmente los de precaución, prevención y corrección en la fuente, contaminador pagador e integración. La consideración de estos principios en la práctica reclama un estilo diferente de hacer política o, si se prefiere una nueva gobernanza.

Si se admite el hecho de que la superación de la crisis ambiental no se puede abordar con los instrumentos habituales concebidos y aplicados para el fomento del crecimiento

⁶ Como referencias oficiales pueden consultarse:

- la Convención de Aarhus (firmada el 25 de junio de 1998, y ratificada por el Reino de España el 29 de diciembre de 2004 y por la Unión Europea el 25 de febrero de 2005), que es una iniciativa de la UNECE (Comisión Económica de Naciones Unidas para Europa) en la cual se reconoce la importancia del acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en materia ambiental como una pieza clave para la protección efectiva del medio ambiente (UNECE, 1998)
- el Libro Blanco de la Gobernanza Europea (Comisión Europea, 2001)

El artículo 14 de la DMA incorpora a la política de aguas *la participación activa de todas las partes interesadas*. Ver el documento guía “Public participation in relation with the Water Framework Directive” elaborado a iniciativa de la Comisión Europea (CIS-WFD, 2003)

económico, si se pretende limitar el daño que el trasiego humano de materiales y energía –la producción, la distribución y el consumo- causa a la parte hasta hace poco no considerada –el ambiente- entonces son necesarias otras formas de abordar la política.

En el caso que nos ocupa y en relación con los cambios que una interpretación informada de la DMA reclama respecto a algunas características de la política hídrica tradicional podemos destacar las siguientes:

De la tecnocracia a la democracia

La implementación de la DMA, como parte de la estrategia de sostenibilidad en su conjunto, exige la apertura del proceso de toma de decisiones a nuevos agentes y disciplinas, tradicionalmente excluidos de la política de aguas. La presencia creciente de nuevos intereses y las aportaciones de otros saberes hacen inviable la reducción de la gestión hídrica a la comunidad política integrada por intereses eléctricos, constructores y regantes y administrada por la ingeniería civil. El ensanchamiento de la perspectiva que conlleva la incorporación del ambiente –lo expresamente ajeno al tema de interés- a la gestión, implica un incremento de la complejidad, que ya no puede ser resuelto mediante las estrategias reduccionistas propias de la ciencia clásica organizada en la fragmentación disciplinaria. Por otra parte, la ilusión de la existencia de mecanismos de decisión óptima, aunque todavía cuenta con defensores (de manera notable entre ingenieros y economistas), se desvanece cuando se afrontan problemas con diferentes aspectos irreductibles; la expresión de los valores propios de los diversos agentes afectados por el proceso decisional –que en el caso del agua son todos los ciudadanos- se hace entonces insustituible, si realmente se persiguen decisiones de calidad.

Las limitaciones evidentes del proceso decisorio actual se pueden evaluar tomando como referencia los criterios propuestos en el Libro Blanco de la Gobernanza Europea (Comisión Europea, 2001). Como principios básicos para la buena gobernanza destacan los siguientes:

Apertura: incide en la necesidad de que las instituciones públicas trabajen de una manera más abierta y transparente a la sociedad, desarrollando estrategias de comunicación activa en un lenguaje accesible al público en general.

Participación: la participación de la sociedad civil ha de ser fomentada de manera integradora por las administraciones públicas desde las fases de concepción hasta la de aplicación de las políticas pues mejora la calidad, pertinencia y eficacia de las mismas

Responsabilidad: se refiere a la necesidad de clarificar las competencias de cada uno de los actores que participa en el proceso de toma de decisiones, especialmente la administración pública: las instituciones han de explicar su acción y asumir las responsabilidades que le incumban

Eficacia: las medidas han de ser eficaces y oportunas, los objetivos que tales medidas han de conseguir han de estar claramente identificados y los posibles impactos de las medidas han de ser previamente evaluados. Además, la aplicación de las medidas ha de ser proporcionada y las decisiones se han de tomar en el nivel competencial más apropiado a la consecución de los objetivos a alcanzar por las mismas (aplicación del principio de subsidiariedad).

Coherencia: dada la complejidad de las problemáticas a las que se ha de hacer frente (especialmente las ambientales), las políticas y medidas que se instrumenten han de guardar coherencia entre sí y ser fácilmente comprensibles: para ello es fundamental una visión integradora que permita la prevención de efectos secundarios no deseados en la concepción y aplicación de las políticas sectoriales.

La aplicación efectiva de estos cinco principios es fundamental para fomentar la confianza de los ciudadanos en la acción de gobierno, reforzando la credibilidad y legitimidad de las instituciones públicas encargadas del diseño y aplicación de las políticas públicas, las cuales se desarrollan en un contexto de gran complejidad al tener que conjugar una amplia variedad de intereses más o menos particulares y el interés colectivo de la sociedad. Por otra parte, la aplicación de estos principios, especialmente los tres primeros, fomenta el ejercicio de la ciudadanía activa por parte de la sociedad, en lo que se refiere tanto a la puesta en práctica de los derechos democráticamente reconocidos como a la asunción de las obligaciones para mantenerlos.

De la oferta a la demanda

Como ya se ha dicho, el objetivo de la política tradicional de aguas en España ha sido el de corrección de los llamados déficits hídricos, es decir el incrementar la disponibilidad

de agua en aquellos territorios en los que la naturaleza no aporta agua en cantidad “suficiente” o lo hace de manera irregular y no siempre cuando conviene. Esta visión fundamental del problema del agua en España –la del desequilibrio hídrico (espacial y temporal)- ha guiado una política centrada en la oferta. La demanda en general no ha sido un aspecto relevante y en numerosos casos se trataba de estimularla como elemento justificador de unas obras ya concebidas.

El cambio de perspectiva de la DMA al fijar objetivos de conservación de los ecosistemas hídricos pone el acento en los usos del agua, es decir en la parte de la demanda de agua para usos humanos, reconociendo que una política duradera sólo puede disponer de una fracción del agua dulce para dichos satisfacer la demanda. Por tanto, ya no se trata de ampliar la oferta indefinidamente mediante obras de almacenamiento y transporte, o más recientemente “fabricando” agua dulce en plantas de desalación, sino que las exigencias se centran en la conservación de la calidad que permita la reutilización y en un mejor reparto del volumen extraíble del medio hídrico de manera sostenible, incorporando criterios económicos. En coherencia con este planteamiento, el análisis de los usos del agua y la utilización de los precios como incentivos para la racionalización económica de dichos usos cobra un nuevo protagonismo.

De la programación de obras a la gestión

Una consecuencia inmediata de este nuevo enfoque es la del desplazamiento del protagonismo de los instrumentos desde las políticas de fomento de obras hidráulicas hacia las políticas de gestión de la demanda. La esencia de los planes hidrológicos ha de pasar del catálogo de obras actual al programa de medidas de gestión previsto en la directiva (incluyendo medidas de todo tipo, también si es necesario, la realización de obras).

Los planes de gestión de cuenca fluvial propuestos por la directiva, tienen un carácter muy diferente a los planes hidrológicos de cuenca vigentes. Por un lado, su objetivo es el de lograr y mantener el buen estado ecológico, químico y cuantitativo de todas las masas de agua y no el de corregir los desequilibrios hídricos de la naturaleza. En segundo lugar, en tanto que herramientas de gestión amplían el inventario de

instrumentos a un conjunto extenso de medidas que van desde la información y concienciación ciudadana acerca del carácter limitado del agua disponible a la implantación de tecnologías de prevención del deterioro de las aguas en los procesos productivos o a realización de obras de renaturalización de ríos. Además, la diversidad de agentes involucrados y la necesidad del concurso de variados saberes – de la sociología a la ecología o la economía, sin descuidar obviamente la valiosa aportación de las habilidades técnicas- reclama un estilo de gestión diferente, que se concreta en la participación de los ciudadanos por una parte y en la incorporación de profesionales de las diversas disciplinas en la gestión, por otra.

Del papel de la economía

Una de las ramas del conocimiento cuya aportación a la gestión de aguas cobra un nuevo protagonismo es la economía. No es que los economistas no estuvieran presentes ya en la política hídrica tradicional, sino más bien que la relevancia de su aportación es mayor en el contexto de la DMA, la cual les asigna funciones diferentes y de mayor alcance.

El papel de la economía en la política tradicional era necesariamente subsidiario y se limitaba básicamente a funciones de contabilidad de costes y de gestión administrativa. En el mejor de los casos, algunos proyectos se acompañaban de análisis coste-beneficio, no siempre realizados con la rigurosidad necesaria. En una administración en la que la existencia de sobrecostes en las obras públicas es una práctica general y donde los proyectos no siempre guardan proporción con la finalidad que los justifica, la escasa calidad de las memorias económicas tampoco era una cuestión preocupante. El rechazo social a determinadas obras y el incremento de la conflictividad generado por la política hídrica en los últimos años ha puesto de manifiesto la debilidad de las argumentaciones oficiales y la incapacidad de la administración para responder a las demandas ciudadanas con información y estudios solventes⁷.

La DMA, al redefinir el rol de la economía en la política de aguas no sólo refuerza la presencia del análisis económico y de los instrumentos económicos en la gestión

⁷ Para una visión general de la conflictividad hídrica reciente ver, por ejemplo, Arrojo (2001, 2003) Martínez y Brufao (2006)

hídrica, sino que también, al proyectar nuevos campos de intervención económica, plantea retos epistemológicos y metodológicos importantes a la disciplina.

De manera muy resumida, recordaremos aquí los diversos momentos del proceso de desarrollo y aplicación de la directiva en los que la economía tiene un papel relevante y que son básicamente tres:

1. La caracterización de los usos económicos del agua recogida en el informe previsto en el artículo 5⁸. Este análisis, según se establece en el anexo III, que detalla su contenido mínimo, debe servir de base para los otros elementos económicos de la DMA: la recuperación de costes y el análisis coste eficacia de las medidas (incluyendo la justificación de las excepciones). Para ello, se debe realizar un reconocimiento de la situación presente y una proyección de la evolución de las variables más relevantes al horizonte de planificación.
2. La determinación íntegra de los costes de los servicios del agua (incluidos los costes ambientales y del recurso) que se deben repercutir a los usuarios con la doble finalidad de transmitir señales económicas que ayuden a una mejor gestión por parte de los agentes, por un lado, y de asignar equitativamente las cargas financieras de la gestión de las cuencas fluviales, por otro.
3. El análisis del coste de las medidas que deben integrar el plan de gestión de las cuencas fluviales para conseguir los objetivos establecidos (o, en su caso, justificar las excepciones a tal cumplimiento). Este análisis debe permitir la evaluación de distintas combinaciones de medidas, atendiendo tanto al coste de las mismas como a su eficacia en el cumplimiento de objetivos.

⁸ Artículo 5

Características de la demarcación hidrográfica, estudio del impacto ambiental de la actividad humana y análisis económico del uso del agua

1. Cada Estado miembro velar por que se efectúe en cada demarcación hidrográfica o en la parte de una demarcación hidrográfica internacional situada en su territorio:

- un análisis de las características de la demarcación,
- un estudio de las repercusiones de la actividad humana en el estado de las aguas superficiales y de las aguas subterráneas, y
- un análisis económico del uso del agua,

de conformidad con las especificaciones técnicas fijadas en los anexos II y III. Velará asimismo por que estos análisis y estudios estén terminados dentro del plazo de cuatro años contados a partir de la entrada en vigor de la presente Directiva.

4. Los planes de gestión de cuenca.

El análisis de los usos del agua y del estado de la recuperación de los costes

Entre los trabajos preparatorios para abordar la elaboración de los planes de gestión, el Ministerio ha presentado (el pasado 28 de febrero de 2007, en Madrid) una revisión de los informes económicos redactados en 2005 para dar cumplimiento a lo establecido en el Art. 5 de la DMA, referidos principalmente al análisis económico de los usos del agua, por una parte y al estado de la recuperación de los costes de los servicios (incluidos los ambientales y del recurso), por otra. La revisión de estos documentos venía obligada por las condiciones de premura con que, según quienes en ello participaron, se redactó el informe original.

La calidad de los trabajos sin duda ha mejorado y hay que reconocer el esfuerzo colectivo –de las administraciones territoriales del agua y de los diversos grupos de estudio, que han llevado a cabo los trabajos de consultoría- que permite disponer de una visión general del estado de la cuestión en España. Respecto a la versión inicial, se han corregido errores, se han incorporado nuevas informaciones e incluso se han recogido las aportaciones del grupo de expertos y usuarios creado *ad hoc* por el Ministerio.

Sin embargo, queda todavía un amplio espacio para la mejora de los trabajos económicos, que son fundamentales para el desarrollo de la directiva. Ciñéndonos a lo presentado ahora, que no agota lo previsto en el Anexo III, destacamos algunos de los aspectos que podrían mejorar.

a) *Depuración de las inconsistencias.* La incorporación a los textos de las aportaciones que se han ido generando en los debates de los últimos dos años, se ha realizado sin la necesaria revisión del conjunto, por lo que aparecen incoherencias que desconcertarán a los lectores, especialmente a aquellos que, sin haber seguido los debates que han acompañado su elaboración, pretendan utilizar los documentos como referencia práctica.

A modo de ejemplo se pueden comparar las referencias al coste ambiental y del recurso en el capítulo 1. Introducción y en el 9. Costes ambientales y del recurso (MMA, 2007b). En el primero se afirma por un lado que [l]os costes ambientales y del recurso *en el contexto de la DMA se pueden considerar como los costes de evitación, prevención o reparación de daños a los ecosistemas derivados del uso del*

agua y se deben evaluar por el coste de las medidas adoptadas a tales fines. Este enfoque, que es el que nosotros defendemos, es concreto y coherente con el enfoque de la directiva, en el sentido de que al tiempo que mantiene la separación de los sistemas de referencia ecológico (estado del medio) y mercantil (costes monetarios) establece el vínculo que relaciona ambas dimensiones. Los costes de las medidas se expresan en dinero y se calculan con referencia a los mercados, el daño y, por tanto, la eficacia de las medidas para prevenirlo, evitarlo o repararlo, se determina por criterios físicos.

En el capítulo 9, sin embargo, se defiende una postura diferente: *El coste del recurso en el agua surge de una asignación ineficiente del recurso (en cantidad y/o calidad) en el tiempo y entre diferentes usuarios, produciéndose cuando hay competencia por el agua y hay usos del agua alternativos que generan un valor económico o ambiental mayor que el uso presente o previsto para el futuro. Y más abajo: La valoración del coste de escasez debe considerarse que este es sea (sic) un concepto dinámico y que, ante la ausencia de mercados, será necesario integrar el análisis a través de modelos hidro-económicos, comparando la asignación actual (Beneficios y precios) y la situación donde se igualan los beneficios marginales. De esta forma se determina el valor económico de las “oportunidades” perdidas por los usos económicos y la mejora en la eficiencia económica en la asignación del recurso es un instrumento con el que reducir las presiones sobre el medio hídrico y mantener el crecimiento económico.*

Independientemente del carácter metafísico del enfoque general, la cuestión clave aquí es cómo se sustancia en la práctica ese valor económico de las oportunidades perdidas ¡en el tiempo y en el espacio! ¿Con estimaciones teóricas de rentabilidad de cultivos hipotéticos en cualquier punto del sistema, como propone Pulido (2006) y como figuraba en el informe del artículo 5 de la Confederación Hidrográfica del Júcar?

Pero además, como se ha dicho más arriba, hay que entender que la *situación donde se igualan los beneficios marginales* que determinan los modelos hidro-económicos incluye también los beneficios marginales ambientales (presentes y futuros). Portentoso.

Poco tiene esto que ver con la definición de los costes ambientales y del recurso como coste de las medidas, y sobre todo, poco tiene que ver con el principio de transparencia, fundamental para todo proceso de participación y para la propia aceptabilidad social de las medidas, especialmente teniendo en cuenta la finalidad del análisis -que es, recordémoslo, la de la configuración participada de la combinación de medidas más coste-eficaz y la de recuperación de los costes (o, en su caso la justificación de una situación de excepcionalidad).

Este caso, además de por la incoherencia de mantener simultáneamente dos visiones contrapuestas, resulta más llamativo por la insistencia en mantener un enfoque –el del coste de oportunidad- que es especialmente inapropiado para su aplicación a un bien como el agua (¿y los ecosistemas hídricos?) con características tan peculiares como la presencia irregular, el dominio público del mismo o la importancia de usos distintos de los productivos. La depuración teórica de los conceptos utilizados sigue siendo una tarea pendiente.

- b) *Sistematización metodológica y conclusión de tareas pendientes.* A pesar del esfuerzo realizado por los redactores para combinar trabajos de diferente autoría, enfoque y contexto, se echa a faltar una presentación más sistemática. Si bien es cierto que la diversidad de los sectores analizados (incluyendo la disparidad de fuentes disponibles) dificulta la tarea, el aumento del grado de homogeneidad y sistematización, en torno a los conceptos clave para el desarrollo de la directiva, sigue siendo posible y deseable. Una de las mejoras destacables respecto a las primeras versiones de los documentos es la relativa al análisis de la información, especialmente en cuanto a las lagunas existentes y la necesidad de una gestión activa de la información.

Una mayor sistematización metodológica contribuirá además a la transparencia e inteligibilidad de los textos. En el estado actual, el documento sobre la recuperación de los costes puede inducir fácilmente a interpretaciones erróneas, sobre todo si se tiene en cuenta que no todos los lectores van a utilizarlos con la minuciosidad que sería deseable. Especialmente si se utiliza la información cuantitativa presentada en las tablas sin prestar la necesaria atención a las explicaciones del texto, la imagen

que obtendrá el lector será distorsionada. Puesto que como se reconoce en el documento ésta información es provisional, sería deseable que las tablas (por ejemplo en el capítulo 7) se acompañaran de alguna advertencia al respecto.

El análisis de la recuperación de costes es en esta fase necesariamente limitado, dado el carácter recursivo del desarrollo de la directiva. Más allá de la mala calidad de la información debido a la heterogeneidad de conceptos contables y a las numerosas lagunas existentes en la contabilidad al uso, hay un capítulo de costes que hoy no figura, pero que deberá ser tenido en cuenta para la aplicación del principio de recuperación íntegra de costes al que alude la DMA. Nos estamos refiriendo a los costes ambientales y del recurso. Éstos no se recuperan en la actualidad sencillamente porque no están contemplados en ningún lado. Ciertamente se puede ver en la existencia de los cánones de saneamiento y control de vertidos una intencionalidad de protección ambiental, pero poco tienen que ver -ni en el concepto ni en la magnitud- estas figuras, con los costes de prevención, evitación o reparación del daño ambiental originado por los servicios y usos del agua, tal y como se conciben en la directiva.

A medida que se avance en la elaboración del programa de medidas se podrá ir cuantificando el coste ambiental y del recurso y estableciendo los criterios de definición de *costes desproporcionados*. Tarea ésta de la mayor importancia ya que es la base de justificación de excepciones al cumplimiento de los objetivos.

- c) Integración con el proceso de planificación. El talón de Aquiles de los trabajos realizados por el Ministerio en relación con el Artículo 5 es su desconexión con el proceso general de desarrollo de la DMA, hasta el punto de ignorar los objetivos de la misma. Así, en la Introducción del documento de análisis de los usos del agua (MMA, 2007a) el objeto de la directiva es presentado como un complemento del crecimiento: *Para asegurar el crecimiento económico y conseguir la mejora simultánea de la calidad de las aguas se pueden considerar actuaciones [...] Este estudio de caracterización económica de los usos del agua constituye un primer paso, necesario en el proceso de diseño y aplicación de las actuaciones y medidas que se incorporen en los planes de gestión de cuenca de manera que aporten*

información para que se encuentre un adecuado balance entre el desarrollo económico y la conservación de los ecosistemas hídricos [...] (p. 3)

Habrá que recordar una vez más que la directiva 2000/60/CE tiene por objeto el *establecer un marco para la protección de las aguas*⁹ y no el *asegurar el crecimiento económico y conseguir la mejora simultánea de la calidad de las aguas*. Es más, la política de aguas se enmarca dentro de la estrategia europea de sostenibilidad, la cual incorpora explícitamente la dimensión cualitativa del crecimiento económico, dimensión que no es reductible a la variación cuantitativa de una magnitud.

Habrá que recordar también que en el artículo 4 *Objetivos ambientales*, se concretan éstos de manera detallada, así como su posible inobservancia por razones de costes

⁹ El texto completo del artículo 1 es el siguiente: El objeto de la presente Directiva es establecer un marco para la protección de las aguas⁹ superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas que:

a) prevenga todo deterioro adicional y proteja y mejore el estado de los ecosistemas acuáticos y, con respecto a sus necesidades de agua, de los ecosistemas terrestres y humedales directamente dependientes de los ecosistemas acuáticos;

b) promueva un uso sostenible del agua basado en la protección a largo plazo de los recursos hídricos disponibles;

c) tenga por objeto una mayor protección y mejora del medio acuático, entre otras formas mediante medidas específicas de reducción progresiva de los vertidos, las emisiones y las pérdidas de sustancias prioritarias, y mediante la interrupción o la supresión gradual de los vertidos, las emisiones y las pérdidas de sustancias peligrosas prioritarias;

d) garantice la reducción progresiva de la contaminación del agua subterránea y evite nuevas contaminaciones; y

e) contribuya a paliar los efectos de las inundaciones y sequías,

y que contribuya de esta forma a:

- garantizar el suministro suficiente de agua superficial o subterránea en buen estado, tal como requiere un uso del agua sostenible, equilibrado y equitativo,

- reducir de forma significativa la contaminación de las aguas subterráneas,

- proteger las aguas territoriales y marinas, y

- lograr los objetivos de los acuerdos internacionales pertinentes, incluidos aquellos cuya finalidad es prevenir y erradicar la contaminación del medio ambiente marino, mediante medidas comunitarias previstas en el apartado 3 del artículo 16, a efectos de interrumpir o suprimir gradualmente los vertidos, las emisiones y las pérdidas de sustancias peligrosas prioritarias, con el objetivo último de conseguir concentraciones en el medio marino cercanas a los valores básicos por lo que se refiere a las sustancias de origen natural y próximas a cero por lo que respecta a las sustancias sintéticas artificiales

excesivos, que siempre tendrá un carácter excepcional y deberá ser convenientemente justificado y consignado en los planes de gestión de cuenca.

El análisis económico de la directiva está siempre al servicio de sus objetivos de no deterioro y consecución del buen estado de todas las masas de agua. También en los supuestos de relajación de dichos objetivos sigue siendo subsidiario de ellos. Por otra parte, dichos objetivos se fijan, obviamente, en un sistema de referencia no monetario, por lo que el análisis económico debe establecer algún mecanismo de vínculo con ese sistema para cobrar sentido.

Este aspecto de engarce entre la dimensiones física y monetaria de la política de aguas está tratada de manera deficiente en los trabajos del Ministerio que comentamos, probablemente porque el enfoque de partida orientado al crecimiento no permite pasar de una óptica productivista a una de sostenibilidad que subordine el crecimiento de las variables monetarias a la conservación en buen estado del medio ambiente.

Las tareas pendientes

El proceso de elaboración de los planes de gestión de cuenca, a pesar de los retrasos ya se ha iniciado. El Ministerio de Medio Ambiente está elaborando una instrucción de planificación, que debe servir de guía a los responsables de la elaboración de los planes en las distintas demarcaciones.

En esta fase, en base a la identificación de las presiones soportadas por las masas de agua debido a los usos económicos analizados en los informes del Art. 5, y ahora revisados, debe ponerse a disposición del público un primer catálogo de medidas acompañado de una valoración estimativa de su efectividad para cumplir con el objetivo de reducir los gaps que separan a las masas de agua de su buen estado ecológico (o, en su caso, buen estado químico y cuantitativo).

El proceso de elaboración del programa de medidas es de por sí complejo y contiene muchos elementos que son novedosos tanto para los decisores como para los profesionales que les auxilian. En el caso concreto de los economistas, se da la circunstancia de que la formación que han recibido en su mayoría¹⁰ es inadecuada para

¹⁰ Salvo los que hayan podido ampliar sus estudios en alguna universidad extranjera o hayan tenido acceso al reducido grupo de docentes que en nuestro país han sobrevivido a la uniformización ortodoxa.

abordar los problemas que plantea la DMA y comparten con los profesionales de otras disciplinas la tendencia a formular planteamientos reduccionistas, la dificultad para superar las barreras de la propia disciplina o la escasa, por no decir nula, práctica de aportar y generar conocimiento en procesos decisorios con participación de agentes sin formación académica.

Para una aportación de calidad desde la economía, a la elaboración de los planes de medidas, hay que abordar desde la propia disciplina (en cooperación con otras aportaciones) un conjunto de aspectos que generalmente los economistas no consideran de su incumbencia, tales como la gestión de la información –tanto cuantitativa como cualitativa- o la incorporación al análisis de objetivos expresados en términos físicos.

Información

La información de calidad, transparente y accesible es un elemento crucial de la política ambiental en general y en concreto de la DMA. Sin una base de información que garantice las características mencionadas el proceso de toma de decisiones previsto en la directiva quedaría desvirtuado. La participación sin información de calidad se reduce a una operación ceremonial, carente de las ventajas de aceptabilidad y corresponsabilidad social y, en general, de la mejora de la calidad de las decisiones que es el objeto de las nuevas formas de gobernanza abiertas a la participación ciudadana.

En este sentido una de las tareas urgentes a abordar es la de la revisión en profundidad de los sistemas de información y contabilidad de las autoridades competentes de las demarcaciones hidrográficas. Para ello es imprescindible organizar la información de base relativa a los registros de aguas subterráneas, las concesiones y el dominio público hidrológico y ponerla a disposición del público de manera accesible (vía Internet). Por parte de la administración se asegura repetidamente desde hace años que los programas Alberca y Linde ya están a punto de ser finalizados. Sería muy deseable poder comenzar los trabajos de elaboración de los planes de gestión contando con la información necesaria, y no con la promesa de su próxima disponibilidad.

La gestión de la información es una pieza clave del proceso de planificación y –como ya se ha dicho- es vital para la buena gestión de las cuencas. Las tecnologías de la información y la comunicación permiten hoy la organización de los datos administrativos con referencias geográficas y accesibles al público. La

corresponsabilidad de todos los agentes y su implicación en la gestión exige confianza en la limpieza del procedimiento y ésta a su vez sólo puede ser garantizada por una información transparente, de tal manera que cualquier ciudadano pueda comprobar sin intermediación que su vecino también cumple con los compromisos pactados ya que la mera sospecha de existencia de *free-riders* compromete extraordinariamente la eficacia de las instituciones de gestión de bienes comunales.

Escala

Si bien la expresión de los objetivos de la DMA se realiza al nivel de las masas de agua, este nivel no es el adecuado para todo su desarrollo. De hecho, la directiva se articula sobre un complejo entramado de escalas de intervención que además no están predeterminadas de manera unívoca, sino que, en parte, se irán concretando a medida que avance el proceso: las masas de agua -tramos de río, acuíferos, etc.- que bajo determinado aspecto compartan un grado suficiente de homogeneidad, pueden agregarse a efectos de definir las medidas -tramos mayores de río, subcuencas o unidades hidromorfológicas.

Al criterio físico de definición de los objetivos se superpone el de los usos y presiones, que generalmente se aborda desde una óptica diferente, en la que dominan las delimitaciones administrativas y los sistemas de recogida de información y elaboración estadística. Así, por ejemplo, para la realización del análisis económico previsto en el Art. 5, la directiva establece una desagregación sectorial de mínimos que se refiera a hogares, industria y agricultura, y se efectúe a nivel de demarcación. La incorporación del análisis económico a la política de aguas ha evidenciado las dificultades de acceso a la información debidas a la superposición de la administración hidrológica a la de otros niveles administrativos (CC.AA., provincias, comarcas, municipios), que se rigen por criterios muy diversos.

Desde el momento en que la eficacia de las medidas depende del establecimiento preciso de la vinculación entre presiones e impacto -es decir, entre usos y estado- y dado que dicho vínculo se puede seguir a través de los servicios del agua, éstos ocupan una posición central a la hora de definir la escala de actuación. Muy especialmente desde el punto de vista económico, ya que es precisamente mediante la recuperación de costes

(incluidos los ambientales y del recurso) como se pretende trasladar a los usuarios la conciencia (y las cargas) de su impacto sobre el estado del medio.

Desde este punto de vista, la gestión tiene que alcanzar un elevado nivel de desagregación, que permita vincular de manera precisa a los usuarios con las masas de las que se sirven. Los usuarios son en numerosos casos colectivos, o susceptibles de ser tratados como tales desde la administración hidrológica: empresas de abastecimiento y saneamiento urbanos, comunidades de regantes. En otros casos, en los que difícilmente se puede promover una gestión colectiva –por ejemplo, en la industria, donde se dan vertidos puntuales-, a efectos de fomentar medidas tecnológicas de prevención, sí es posible la realización de agrupaciones sectoriales.

Desde el punto de vista del análisis coste-eficacia de las medidas, y también en la perspectiva de la recuperación de costes, es crucial la identificación de los agentes causantes de las presiones y de los sujetos –individuales o colectivos- que han de soportar las cargas económicas.

Niveles mayores de agregación –por ejemplo, comunidades autónomas- pueden ser adecuados para cierto tipo de medidas de carácter muy general, como las de concienciación ciudadana y promoción de buenas prácticas. Sin embargo, la utilización de los precios como incentivo para una buena gestión del agua o sea, la recuperación de costes en aplicación del principio de quien contamina paga, sólo será eficaz –y legítima- si se efectúa una asignación de costes correcta.

Integración

El concepto de integración es central en el planteamiento de la política ambiental y también en el de la DMA, en varios aspectos. El primero de ellos, coincidente en ambos ámbitos, es el de la integración con el resto de políticas, tal y como queda recogido en el Art.6 del TCCE¹¹. En este sentido, queda recogido en la directiva a través de la enumeración de las medidas básicas (Art. 11; Anexo VI.A). El argumento subyacente es que, puesto que el estado de las aguas depende de las presiones, su mejora y mantenimiento sólo se puede conseguir actuando sobre éstas, y generalmente, las

¹¹ Artículo 6 del Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea: *Las exigencias de la protección del medio ambiente habrán de integrarse en la definición y en la realización de las políticas y acciones de la Comunidad a que se refiere el artículo 3, en particular al objeto de fomentar un desarrollo sostenible.*

políticas que pueden modificar los usos que deterioran el medio no son competencia de las autoridades hídricas (ni de las ambientales). Sí corresponde a éstas últimas la elaboración de los planes de gestión de cuenca, y dentro de éstos de los programas de medidas, los cuáles se confeccionarán con la participación del público, tras analizar la relación entre su eficacia y los correspondientes costes.

En este contexto se plantea la integración en dos ámbitos diferentes. Por un lado, la integración entre departamentos y niveles de la administración, lo cual, vista la práctica habitual, supone ya un reto histórico. Por otro, la realización del análisis coste eficacia de las medidas sólo es posible mediante el trabajo integrado de distintas disciplinas: la economía por una parte y las ciencias de la naturaleza (ecología, química, biología, etc.) por otra. Éstas, encargadas de determinar la eficacia que en relación a la consecución de los objetivos tienen las diferentes medidas -es decir, la eficacia en la reducción del gap entre estado actual y buen estado, según los criterios de referencia fijados en la propia directiva-, y aquella, centrada en la valoración de los costes asociados a las diferentes combinaciones de medidas.

Es notable la escasa presencia que los análisis coste-eficacia tienen en nuestro país, que sin embargo, cuenta con numerosos practicantes de los métodos de valoración monetaria ambiental, por lo que urge un esfuerzo formativo al respecto¹².

Retroalimentación

La gestión de la política de aguas tal y como se concibe en la DMA tiene un fuerte carácter procesual, abierto y recursivo. Se conoce, de una manera genérica, el punto de llegada -la consecución del buen estado-, que para cada masa de agua se concretará como parte del propio desarrollo de la directiva; pero la ruta que nos ha de conducir a la meta no está determinada -aunque sí existe una guía que marca el itinerario- y deberá ir definiéndose a lo largo del proceso. Este proceso, que se desarrolla a varias escalas, con la intervención de numerosos agentes y con interacciones múltiples entre los diversos subsistemas que se pueden concebir no es, obviamente, lineal. Por otra parte, al fijar el

¹² En un reciente estudio publicado con el apoyo, entre otros, del Ministerio de Medio Ambiente con vocación de guía metodológica, se confunde efectividad (eficacia; en inglés effectiveness) con eficiencia y bajo el epígrafe de Análisis coste-efectividad se habla tan sólo de eficiencia. (AQUAREC 2006; p. 85 y ss.)

punto de destino a una fecha determinada y establecido con un alto grado de definición, mensurable, el recorrido hasta él también hay que pensarlo *hacia atrás*.

La planificación de la elaboración del plan de gestión de cuenca y especialmente su núcleo central, constituido por el programa de medidas, tiene que prever no sólo los momentos clave de retroalimentación sino también el método que permita de manera eficiente el manejo de los flujos de información, la toma de decisiones y su incorporación efectiva a los planes de gestión.

En el caso concreto de la dimensión económica, se pueden avanzar evaluaciones de costes tipo –incluso en una primera ronda de carácter meramente cualitativo- para, junto con la información relativa a la eficacia de las distintas medidas, ir avanzando en las propuestas de combinación. Como ya se dijo más arriba el retraso en la presentación de los planes de trabajo y participación por parte de las autoridades competentes de las demarcaciones hidrográficas tiene más relevancia que la de un simple retraso formal, ya que impide a los agentes sociales la preparación de sus propias contribuciones. Es más, independientemente de la propuesta formal de organización del proceso ya debían estar en manos de los ciudadanos los avances de los catálogos de medidas, y la información que les atañe respecto a las masas de agua de las que se sirven, su estado y presiones.

5. Conclusiones

A pesar de las iniciales actitudes reactivas de las administraciones hidrológicas españolas frente a la política europea de aguas formulada mediante la directiva 2000/61/CE, el cambio de gobierno de 2004 y el desmarcaje de los responsables políticos del Ministerio de Medio Ambiente de la política tradicional sintetizada en el Plan Hidrológico Nacional, inicio el desbloqueo de los trabajos de desarrollo de la DMA. La tensión entre la concepción de la política de aguas representada por la DMA y la vieja política estructuralista persiste tanto en el seno de las administraciones públicas como entre los agentes que constituyen la comunidad política que ha dominado la gestión hídrica durante el siglo XX y en la actualidad.

En lo que se refiere al nuevo rol que los análisis e instrumentos económicos desempeñan en la política de aguas, se evidencian las deficiencias de un trabajo improvisado en sus inicios, que sigue lastrando las tareas actuales. A pesar del esfuerzo

realizado en la revisión de los primeros informes que se realizaron para cumplir con los plazos establecidos en la directiva, incorporando las aportaciones críticas que se han hecho a largo de los últimos dos años, el resultado es manifiestamente mejorable y fundamental para garantizar la calidad de los planes de gestión de cuenca.

Entre las mejoras que se podrían introducir en relación con los trabajos presentados en febrero de 2007, se pueden destacar 1) la depuración de inconsistencias y la afinación conceptual, 2) la sistematización metodológica y 3) la integración en el proceso de planificación.

Por otra parte, en la fase de desarrollo actual de la DMA de preparación de los trabajos de elaboración de los planes de gestión de cuenca es necesario prestar atención a una serie de elementos hasta ahora no abordados o no resueltos de manera plenamente satisfactoria, sobre todo desde el punto de vista de la plena inserción de la economía en el proceso decisorio que establece la directiva. Estos aspectos hacen referencia a la gestión de la información, el adecuado manejo de las escalas de planificación y gestión, la integración -tanto administrativa como de los conocimientos disciplinares- y la organización de la retroalimentación en el proceso de elaboración de los planes de gestión.

La implementación de la DMA no sólo implica un cambio profundo en la manera de hacer política sino que también plantea nuevas cuestiones a la economía como disciplina y muy especialmente a su relación con otras disciplinas y a la definición de su contribución en la toma de decisiones.

Bibliografía

AQUAREC (2006) *Guía para la realización de estudios de viabilidad en proyectos de reutilización de aguas depuradas*, Bilbao

Arrojo, P. (coord.) (2001) *El Plan Hidrológico Nacional a debate*, Bakeaz/Fundación Nueva Cultura del Agua, Bilbao

Arrojo, P. (2003) *El Plan Hidrológico Nacional. Una cita frustrada con la Historia*, RBA-Integral, Barcelona

CIS-WFD – Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2003): *Public Participation in relation with the Water Framework Directive*, Luxemburg

Comisión Europea (2001): *La Gobernanza Europea. Un libro blanco*, Documento COM (2001) 428 final, de 27 de julio de 2001, Bruselas

Estevan, A. y Prat, N. (Coords.) (2006): *Alternativas para la gestión del agua en Cataluña. Una visión desde la perspectiva de la nueva cultura del agua*, Bakeaz - FNCA, Bilbao

La Calle, A. (2004) *La Directiva Marco de Aguas en España: una tarea por hacer* Intervención en la mesa redonda sobre Reforma de la Ley de Aguas en el IV Congreso ibérico sobre gestión y planificación aguas, Tortosa 8-12 de diciembre de 2004

Martínez, J. y Brufao, P. (coords.) (2006) *Aguas limpias, manos limpias. Corrupción e irregularidades en la gestión del agua en España*, Bakeaz/FNCA, Bilbao

Ministerio de Medio Ambiente (2007a) *El agua en la economía española: situación y perspectivas. Informe integrado del análisis económico de los usos de agua. Artículo 5 y anejos II y III de la Directiva Marco de Agua*, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, Enero 2007

Ministerio de Medio Ambiente (2007b) *Precios y costes de los servicios de agua en España. Informe integrado de recuperación de costes de los servicios de agua en España. Artículo 5 y anejo III de la Directiva Marco de Agua*, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, Enero 2007

Pérez Díaz, V. y Mezo, J. (1998) *Política del agua en España: argumentos, conflictos y estilos de deliberación* I Congreso ibérico sobre gestión y planificación aguas “El agua a debate desde la Universidad. Por una Nueva Cultura del Agua”, Zaragoza, 14-18 de septiembre de 1998

Prat, N. et al. (2006) *Administración del agua en Catalunya y fundación nueva cultura del agua. ¿hasta donde hemos llegado?* Vº Congreso Ibérico de Gestión y Planificación del Agua, Faro, 4-8 Diciembre, CD-Rom

Pulido, M. et al. (2006): *Methodology and tools for integrated assessment of resource and environmental requirements costs. Application to the Jucar river basin*, en: Actas de las Jornadas Internacionales sobre Modelos HidroEconómicos y Herramientas para la Implementación de la Directiva Marco Europea del Agua, UPV – MMA, Valencia, 30 - 31 Enero, 2006

UNECE (1998): *Convención sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en asuntos ambientales*, disponible en Internet: <http://www.unece.org/env/pp/treatytext.htm>

ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS VINOS DE MALVASÍA EN CANARIAS

Cano Fernández, Víctor Javier*
e-mail: vcano@ull.es

González Mendoza, Luis Antonio**
Guirao Pérez, Ginés*
Rodríguez Donate, M^a Carolina*
Zero lo Hernández, Jorge***
Rodríguez Hernández, Pablo****
Sarmiento Pérez, Belén****
Savoie Gutiérrez, José Luis*****

Departamento de Economía de las Instituciones, Estadística Económica y Econometría*
Departamento de Ingeniería Química**
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
Bodegas Agro-volcán***
Fundación Casa-Alhóndiga ****
Cabildo Insular de Tenerife*****

Área temática: Economía Agraria y Recursos Naturales

Resumen

La nueva configuración de los parámetros de alta calidad en los que se enmarca el sector vitivinícola en Canarias, así como la importancia tanto ecológica como socioeconómica de este subsector agrario, exigen un alto nivel de conocimiento y su aplicación sobre el potencial vitícola, enológico y de comercialización de los vinos elaborados con la variedad de uva malvasía.

El objetivo de este trabajo, que forma parte de un proyecto de investigación más amplio para la “Protección, rehabilitación y valoración del recurso natural Malvasía” es sintetizar los resultados del análisis sensorial realizado en el marco de este proyecto. Específicamente, usando un panel de catadores, se comparan las puntuaciones obtenidas por los vinos elaborados en el proyecto y vinos comerciales, distinguiendo la variedad de malvasía, el tipo de elaboración, isla de producción y tipo de catador con la finalidad de analizar las posibles diferencias entre esos factores.

Palabras clave: análisis sensorial, malvasía, comparación de variedades, ANOVA.

Abstract

The new configuration of the high quality parameters found in the vine growing and wine sector in the Canary Islands, and the ecological and socioeconomic importance of this agricultural sub-sector, demand considerable knowledge and its application to the vine growing, oenological and marketing potential of wine made with the *malmsey* grape variety.

The aim of this paper, which is part of a broader Research Project for the “Protection, recovery and evaluation of the *malmsey* natural resource”, is to synthesise the results of the sensorial analysis performed within the framework of this project. Specifically, using a panel of tasters, we compare the scores obtained for wines made in the project and commercial wines, distinguishing variety of *malmsey*, type of production, island and type of taster, in order to observe possible differences between these factors.

Key words: sensorial analysis, *malmsey*, varieties comparison, ANOVA.

1. Introducción

La vid constituye actualmente un importante cultivo en términos de contribución al mantenimiento del medio rural en las medianías de Canarias. En este sentido conviene resaltar no sólo la trascendencia actual sino la que tuvieron los vinos canarios en el pasado en la economía de las islas y dentro de ellos los elaborados con la variedad malvasía.

Las exigencias actuales en términos de alta calidad en los que se encuentra involucrado el sector vitivinícola en Canarias, así como la importancia tanto ecológica como socioeconómica de este subsector agrario, exigen un alto nivel de conocimiento. En este sentido, el análisis sensorial constituye un aspecto importante a tener en cuenta, dado que vinos con idénticas características físico-químicas pueden presentar valoraciones muy distintas. Sin duda, el éxito comercial no depende exclusivamente de la elaboración sino también de la percepción, un aspecto fundamental en el análisis de estrategias comerciales.

El objetivo de este trabajo, que forma parte de un amplio Proyecto de Investigación para la “Protección, rehabilitación y valoración del recurso natural Malvasía”¹, es evaluar los resultados del análisis sensorial realizado en el marco del mencionado proyecto. Específicamente, a través de un panel de catadores, se comparan las puntuaciones obtenidas para vinos elaborados en el proyecto y comerciales distinguiendo variedad de malvasía (La Palma y Lanzarote), tipo de elaboración (seco, semidulce y dulce), isla (La Palma, Lanzarote y Tenerife) y tipo de catador (experto, técnico y consumidor), con la finalidad de observar la existencia de posibles diferencias entre estos factores.

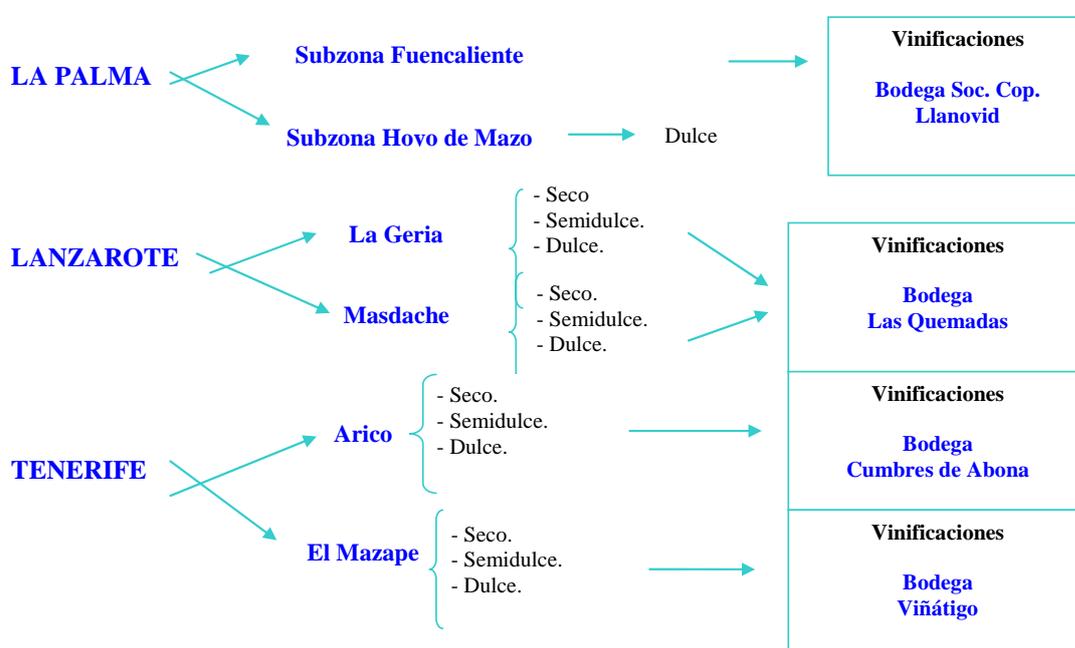
2. Análisis sensorial

2.1. Material y métodos

¹ Este proyecto ha sido financiado por Ader-Tenerife y la Fundación Alhóndiga de Tacoronte para el bienio 2005/06, cuyo objetivo es la valorización de las producciones insulares vitivinícolas de la variedad de Malvasía, mejorando su calidad y competitividad. Asimismo, queremos agradecer la colaboración prestada por las bodegas: Sociedad Cooperativa Cumbres de Abona, Viñático S.L., Llanovid Sociedad Cooperativa Limitada y Finca las Quemadas, y al Museo Casa del Vino La Baranda.

Uno de los objetivos propuestos en el Proyecto consistía en llevar a cabo, a través de un mismo protocolo de elaboración, tres tipos de vinificaciones: seco, semidulce y naturalmente dulce; en las tres islas de mayor vinculación con el cultivo de la Malvasía: La Palma, Lanzarote y Tenerife, que posteriormente serían sometidos a análisis físico-químicos y sensoriales². En este trabajo estos vinos los denominaremos *vinos del proyecto*.

Para la elaboración de los mismos se eligieron en las tres islas, las zonas donde el cultivo presentaba las mejores características y que se detallan a continuación:



En las elaboraciones de seco y semidulce se partió de uva con 14 grados de alcohol probable y en el naturalmente dulce a partir de 20 grados³.

Una vez completado el proceso de elaboración de las distintas vinificaciones recogidas en el proyecto y posterior embotellado, se pasó al estudio sensorial de los mismos junto con los monovarietales comerciales de Malvasía.

² Algunos análisis con distintos objetivos a los planteados en este trabajo puede consultarse en Gerbi y otros (1997), Armas (2000), Douglas y otros (2001), Chang (2004); Lee y otros (2006).

³ Durante el transcurso de las distintas elaboraciones se fue tomando muestras que eran analizadas por el Dpto de Ingeniería Química de la ULL y el Laboratorio Enológico de Güímar.

El análisis sensorial de estos vinos se llevó a cabo mediante un panel de catadores en el que se recogen los juicios emitidos por cada uno de los tipos de catadores considerados: expertos, técnicos y consumidores⁴, a través de la ficha de cata en la que figura no sólo la puntuación otorgada a los distintos vinos sino también un conjunto de parámetros descriptivos para cada una de las fases.

Se realizaron tres sesiones de cata a lo largo de un mes⁵, que fueron organizadas de la siguiente forma. En cada sesión se cataron 12 vinos, a excepción de la última sesión donde fueron 13 vinos. La dinámica que se siguió consistió, en catar 4 vinos secos, 4 semidulces y 4 naturalmente dulces, respectivamente, tanto del proyecto como comerciales, exponiéndose entre cada una de dichas catas la opinión de los distintos catadores (véase esquema). Las sesiones de cata se finalizaban con un debate entre los catadores acerca de la sesión en general y las opiniones particulares sobre el perfil descriptivo de los vinos analizados.



⁴ Del total de 28 catadores, 13 son expertos (Comité de Cata Regional, Catadores de los Cabildos y Sumiller), 9 técnicos (enólogos que elaboran malvasía, adscritos o no al proyecto, e ingenieros agrónomos) y 6 consumidores (con un cierto nivel de conocimiento en la materia y que la mayoría participaba en el proyecto como investigadores de campo).

Para el análisis cuantitativo se utilizó la información contenida en las fichas de cata. Específicamente, el modelo de ficha utilizado fue el mismo que el empleado en el Concurso Regional de Vinos Embotellados de Canarias (véase anexo), en el que se puntúan las diferentes fases (visual, olfativa y gustativa) junto con la sensación de conjunto (armonía). Si bien, en este trabajo sólo se ha considerado la puntuación total asignada a cada vino, que viene dada como suma de las anteriores, de forma que, se puede clasificar el vino desde excelente hasta defectuoso, mediante una escala numérica decreciente, siendo el 0 una calificación excelente y 90 defectuoso (véase ficha de cata en el anexo).

2.2. Análisis de resultados

El análisis sensorial se ha realizado, como se ha comentado anteriormente, considerando vinos elaborados en el marco del proyecto y vinos comerciales, de forma que, se presentan en primer lugar, los resultados para los vinos del proyecto, a continuación los obtenidos para los vinos comerciales y por último, un breve estudio comparativo entre ambos grupos.

Los resultados que se presentan en este apartado están basados en las hojas de cata de los 28 catadores participantes en las distintas sesiones que se realizaron. En el caso de los vinos del proyecto, el número de registros finalmente obtenido es de 360, mientras que para los vinos comerciales es de 254⁶.

2.2.1. Vinos del proyecto

En primer lugar se han considerado las puntuaciones obtenidas por los distintos vinos, quedando calificados como *correctos* de forma general (puntuación media 52,47)⁷. Este resultado se mantiene, con ciertos matices, si se tiene en cuenta los factores como la variedad, la isla donde se elaboró, la elaboración y el tipo de participante o catador,

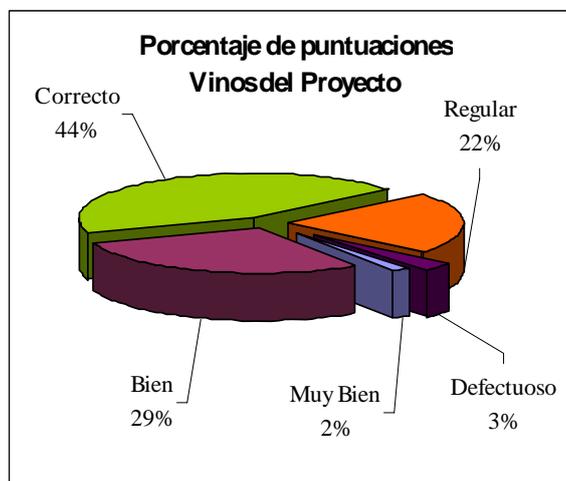
⁵ Las catas se hicieron en el transcurso de 25 días, siendo la primera sesión el 17 de marzo de 2006, la siguiente a los 15 días (31 de marzo 2006) y la última a la semana siguiente, el 7 abril de 2006.

⁶ En ambos casos, este número de registros se obtiene después de eliminar algunas observaciones anómalas, que constituyen escasamente el 9% de los valores. Además, hay que tener en cuenta que no todos los catadores participaron en todas las sesiones llevadas a cabo.

⁷ La calificación de *correcto* se asigna a los vinos con puntuaciones entre 45 y 62.

aunque sólo en algunos casos, que se indicarán, se presentan diferencias significativas determinadas por los factores citados.

Gráfico 1.



En las tablas 1 a 4 se recogen algunas estadísticas descriptivas de las puntuaciones obtenidas, atendiendo a los cuatro factores y en la tabla 5 se presentan los resultados del estadístico de contraste de comparación de medias (F y p-value), para cada factor.

Como puede observarse en la Tabla 1, sin realizar otra consideración, la variedad más apreciada es la malvasía de La Palma, mostrándose diferencias significativas en las puntuaciones medias obtenidas (Gráfico 2). Por otra parte, de la Tabla 2 se deduce que es la elaboración de vino dulce la que mejor puntuación media obtiene (51,47), aunque estas diferencias no son significativas respecto a los otros tipos de elaboración (seco y semidulce). Asimismo, existen diferencias en cuanto a la isla de elaboración, siendo La Palma la que mejor puntuación recibe (Gráfico 3). Finalmente (Tabla 4), los individuos considerados en la categoría de catador experto, valoran ligeramente mejor los vinos que los técnicos y consumidores, aunque estas diferencias no son significativas.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos para la variedad de malvasía.

Variedad	N	Puntuación Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
LP	162	50,27	13,715	13	87
LZ	198	54,27	14,239	15	89
Total	360	52,47	14,128	13	89

Gráfico 2.

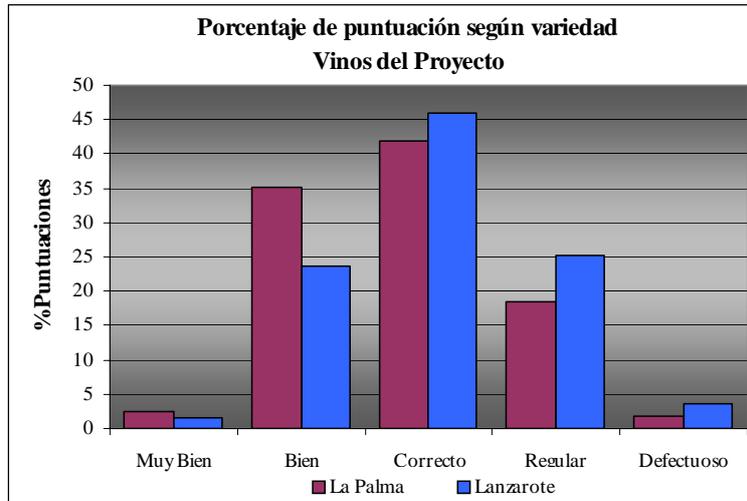


Tabla 2. Estadísticos descriptivos para el tipo de elaboración.

Elaboración	N	Puntuación Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Seco	105	53,45	14,632	13	85
Semidulce	136	52,58	13,202	21	89
Dulce	119	51,47	14,739	15	87

Gráfico 3.

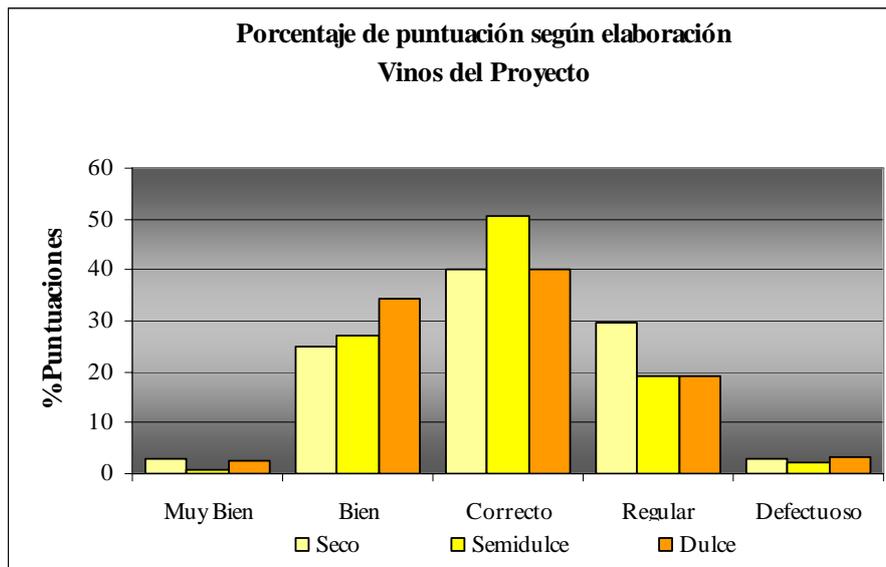


Tabla 3. Estadísticos descriptivos para la isla de elaboración.

Isla	N	Puntuación Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
La Palma	110	49,13	13,162	13	87
Lanzarote	144	52,37	13,657	15	89
Tenerife	106	56,06	14,961	18	87

Gráfico 4.

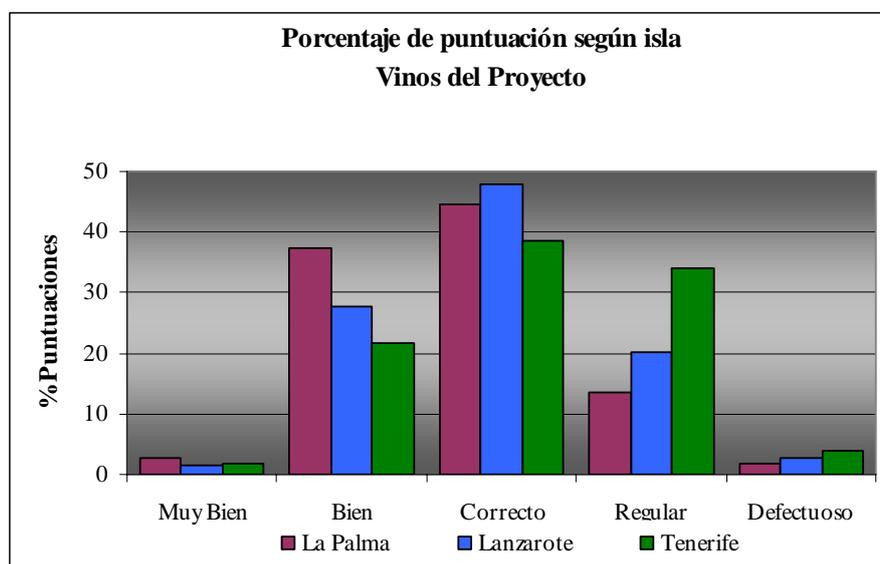


Tabla 4. Estadísticos descriptivos para el tipo de catador.

Catador	N	Puntuación Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Experto	191	51,98	13,533	13	85
Técnico	88	53,44	14,279	15	89
Consumidor	91	52,54	14,128	21	87

Gráfico 5.

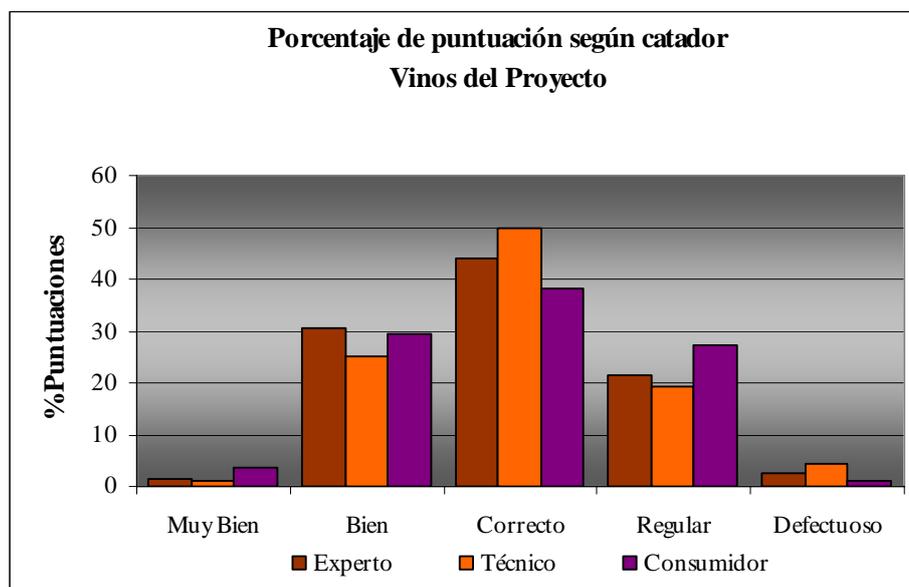


Tabla 5. Estadístico de contraste de comparación de medias.

	Estadístico F	p-value
Variedad	7,276	0,007
Isla	6,705	0,001
Elaboración	0,552	0,576
Catador	0,322	0,725

A continuación, se estudian las posibles interrelaciones entre factores, como se muestra en las tablas 6 a 11⁸. Como puede observarse en la Tabla 6, para las dos variedades consideradas, hay diferencias según el tipo de elaboración, siendo para seco y semidulce la variedad de La Palma, la mejor puntuada y dulce para la variedad de Lanzarote. En este sentido, conviene destacar que en las distintas vinificaciones realizadas de dulce, la variedad de Lanzarote quedaba clasificada entre bien y correcta, mientras que la de La Palma una de las vinificaciones presentaba una calificación regular y la otra bien. En relación a la isla de procedencia, nuevamente, como ya se indicó con anterioridad, es La Palma la que obtiene una puntuación media menor y, por tanto, la mejor valorada. Si atendemos al tipo de participante en la cata, se observa, en todos los casos, que la variedad mejor puntuada es la de La Palma, no mostrándose diferencias significativas entre los tipos de catadores.

⁸ En las tablas se muestran las puntuaciones medias así como las desviaciones típicas correspondientes (valores entre paréntesis), para los distintos cruces entre variables.

En la Tabla 9, atendiendo al tipo de elaboración, para las distintas islas, son el seco y semidulce elaborados en La Palma y el dulce elaborado en Tenerife y Lanzarote los que mejor valoración obtienen⁹. Asimismo, en relación al tipo de participante (Tabla 10), los expertos y consumidores valoran mejor los vinos elaborados en La Palma, mientras que los técnicos los elaborados en Tenerife, si bien estas diferencias no son en ningún caso significativas.

Por último, si consideramos los distintos tipos de elaboración, en relación al participante en la cata, se obtiene que, secos y semidulces, son los mejor valorados por los consumidores, en cambio, los dulces son los mejor valorados por expertos y técnicos, aunque en la interacción entre estos dos factores no se aprecian diferencias significativas. La causa de este comportamiento se apoya en el hecho que el conocimiento y la comercialización de este tipo de elaboración en épocas recientes es minoritaria si se compara con las vinificaciones tradicionales de vinos tintos y blancos secos, incluso en islas como Lanzarote y La Palma con más tradición en la elaboración de dulces y semidulces

Tabla 6. Media y desviación típica: elaboración-variedad.

Elaboración	LP	LZ
Seco	49,87 (14,881)	58,60 (12,743)
Semidulce	46,71 (8,226)	54,54 (13,978)
Dulce	52,47 (14,562)	50,23 (15,003)

Tabla 7. Media y desviación típica: isla-variedad.

Isla	LP	LZ
La Palma	49,13 (13,162)	-
Lanzarote	-	52,37 (13,657)
Tenerife	52,67 (14,658)	59,31 (14,652)

Tabla 8. Media y desviación típica: tipo de catador-variedad.

Catador	LP	LZ
Experto	49,52 (12,981)	53,88 (13,701)
Técnico	52,13 (13,571)	54,49 (14,873)
Consumidor	50,00 (15,431)	55,02 (15,162)

⁹ En algunas vinificaciones de Tenerife, los vinos secos recibieron peor valoración como consecuencia de olores “a celulosa”, que según la opinión de los catadores, podría deberse a un posible defecto de filtrado.

Tabla 9. Media y desviación típica: elaboración-isla.

Elaboración	La Palma	Lanzarote	Tenerife
Seco	44,97 (12,692)	56,19 (11,933)	57,76 (15,804)
Semidulce	46,71 (8,226)	51,51 (12,908)	62,96 (13,586)
Dulce	53,82 (15,144)	50,18 (16,412)	49,93 (12,772)

Tabla 10. Media y desviación típica: tipo de catador-isla.

Catador	La Palma	Lanzarote	Tenerife
Experto	47,46 (12,074)	52,22 (13,079)	56,11 (14,324)
Técnico	54,54 (13,674)	53,53 (14,966)	52,23 (14,359)
Consumidor	47,43 (13,871)	51,40 (13,657)	60,26 (16,614)

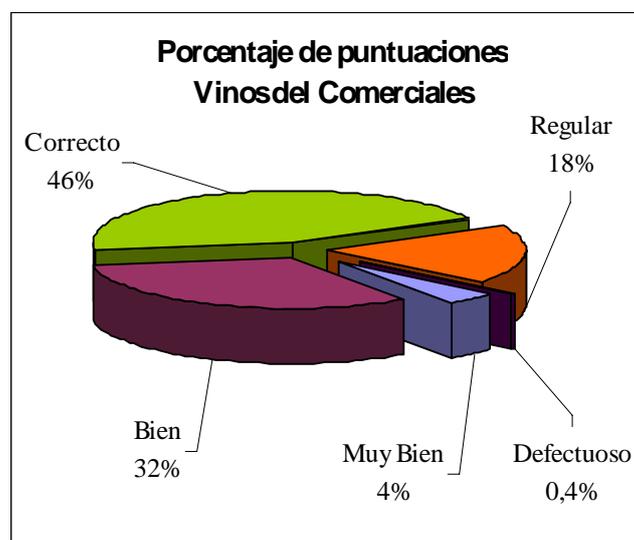
Tabla 11. Media y desviación típica: tipo de catador-elaboración.

Catador	Seco	Semidulce	Dulce
Experto	54,25 (14,945)	51,87 (11,895)	50,16 (13,910)
Técnico	53,24 (12,225)	54,76 (15,263)	52,07 (15,057)
Consumidor	51,88 (16,483)	51,80 (13,872)	54,04 (16,498)

2.2.2. Vinos comerciales

Los resultados obtenidos del análisis realizado para los vinos comerciales también confirman la calificación de *correctos* que se mantenía para los vinos del proyecto, si bien reciben en media una puntuación mejor (49,24) (Gráfico 6).

Gráfico 6.



El análisis de los resultados de los comerciales se muestra en las Tablas 12 a 16. Con respecto a la variedad (Tabla 12), se observa que hay diferencias significativas, otorgándose una mejor puntuación a la variedad de La Palma (45,27) (Gráfico 7). Si atendemos a la isla de procedencia (Tabla 14 y Gráfico 9), se observa que la mejor valorada es la de La Palma (43,88), seguida de Tenerife (45,75) y en último lugar, Lanzarote (53,48). Por último, mientras como se muestra en la Tabla 16, tanto en el caso del tipo de elaboración (seco, semidulce y dulce) y del tipo de catador no existen diferencias significativas, si bien, puede advertirse que el catador experto valora mejor estos vinos que los técnicos (Gráficos 8 y 10).

Tabla 12. Estadísticos descriptivos para la variedad de malvasía.

Variedad	N	Puntuación Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
LP	131	45,27	13,860	11	78
LZ	123	53,48	12,904	11	83
Total	254	49,24	13,997	11	83

Gráfico 7.

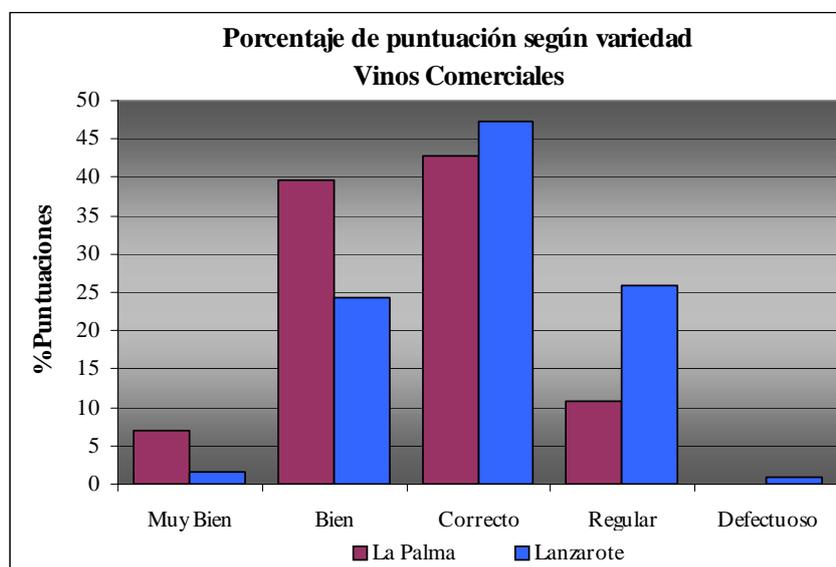


Tabla 13. Estadísticos descriptivos para el tipo de elaboración.

Elaboración	N	Puntuación Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Seco	85	48,12	12,847	11	83
Semidulce	65	50,75	12,470	27	78
Dulce	104	49,22	15,733	14	78

Gráfico 8.

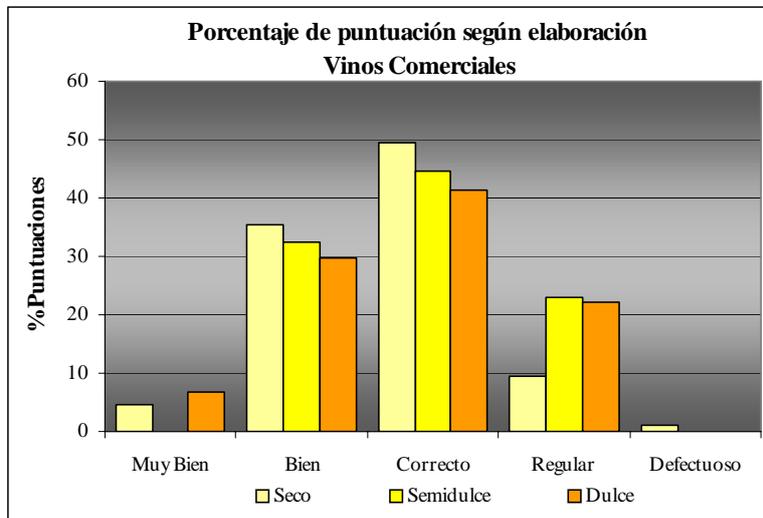


Tabla 14. Estadísticos descriptivos para la isla de elaboración.

Isla	N	Puntuación Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
La Palma	34	43,88	16,809	14	78
Lanzarote	123	53,48	12,904	11	83
Tenerife	97	45,75	12,732	11	78

Gráfico 9.

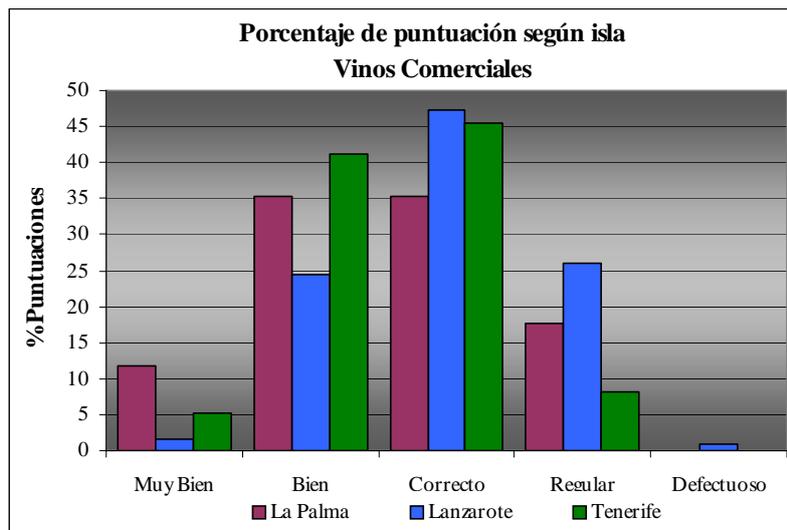


Tabla 15. Estadísticos descriptivos para el tipo de catador.

Catador	N	Puntuación Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Experto	131	48,35	12,861	11	78
Técnico	64	51,06	16,110	11	83
Consumidor	59	49,25	14,019	22	78

Gráfico 10.

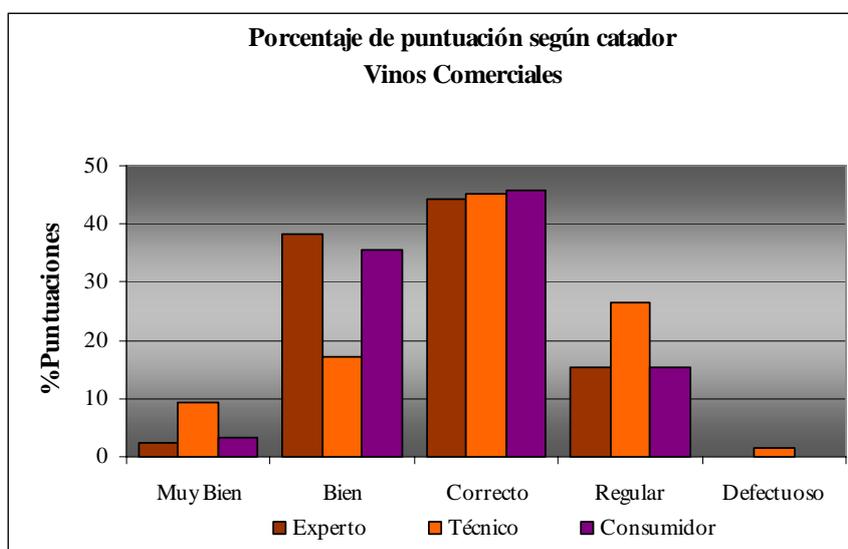


Tabla 16. Estadístico de contraste de comparación de medias.

	Estadístico F	p-value
Variedad	23,807	0,000
Isla	12,124	0,000
Elaboración	0,652	0,522
Catador	0,805	0,448

Del mismo modo que para los vinos del proyecto, se han analizado las interacciones entre cada uno de los factores considerados (véase tablas 17 a 22). Seleccionando la variedad se han comparado las puntuaciones medias según elaboración y tipo de catador. Con respecto a la variedad de La Palma, existen diferencias significativas en la elaboración, de forma que, son los vinos secos y los dulces los que reciben mejor puntuación (41,09 y 45,43), mientras que los vinos semidulces obtienen una menor

valoración (51,67). Sin embargo, con respecto al tipo de catador no se observan diferencias significativas.

Por otro lado, en relación a la variedad de Lanzarote, se mantienen también las diferencias entre los tipos de elaboración. En general son menos valoradas que la de La Palma, siendo en este caso, los semidulces los mejor puntuados, seguido de los secos. En este caso, hay que reseñar la existencia de diferencias significativas en el tipo de catador para esta variedad, diferencias que no se apreciaban en el caso general. Concretamente, se observa que para la variedad de Lanzarote son los consumidores los que atribuyen una mejor puntuación (49,38), seguidos del experto (52,44) y del técnico (59,42), respectivamente.

Si atendemos a la isla de procedencia (Tabla 20), la elaboración de vino seco se valora mejor en Tenerife, frente al semidulce que recibe mejor puntuación en Lanzarote, si bien, para la isla de La Palma, sólo se han considerado vinos dulces, mientras que respecto al tipo de catador (Tabla 21), se aprecian diferencias significativas sólo para Lanzarote, siendo mejor valorados por los consumidores. Sin embargo, conviene destacar que a pesar de no existir diferencias significativas entre los tipos de catadores en las otras dos islas, son los técnicos y expertos, respectivamente los que proporcionan una puntuación mejor en las islas de Tenerife y La Palma, respectivamente.

Por último, en las Tablas 19 a 22, respectivamente, se comparan las puntuaciones medias que dan los tres tipos de catador a las diferentes variedades y sus elaboraciones. En este caso, para los expertos y los técnicos se observaron diferencias significativas en la variedad, resultando mejor valorada la malvasía de La Palma, pero no en el tipo de elaboración; mientras que para los consumidores no se detectaron diferencias significativas en ninguna de las dos características consideradas.

Tabla 17. Media y desviación típica: elaboración-variedad.

Elaboración	LP	LZ
Seco	41,09 (11,049)	53,04 (11,754)
Semidulce	51,67 (12,535)	50,32 (12,560)
Dulce	45,43 (14,799)	59,03 (13,909)

Tabla 18. Media y desviación típica: isla-variedad.

Isla	LP	LZ
La Palma	43,88 (16,809)	-
Lanzarote	-	53,48 (12,904)
Tenerife	45,75 (12,732)	-

Tabla 19. Media y desviación típica: tipo de catador-variedad.

Catador	LP	LZ
Experto	44,56 (12,198)	52,44 (12,378)
Técnico	43,21 (16,128)	59,42 (11,295)
Consumidor	49,13 (14,455)	49,38 (13,808)

Tabla 20. Media y desviación típica: elaboración-isla.

Elaboración	La Palma	Lanzarote	Tenerife
Seco	-	53,04 (11,754)	41,09 (11,049)
Semidulce	-	50,32 (12,560)	51,67 (12,535)
Dulce	43,88 (16,809)	59,03 (13,909)	46,71 (12,975)

Tabla 21. Media y desviación típica: tipo de catador-isla.

Catador	La Palma	Lanzarote	Tenerife
Experto	41,06 (17,483)	52,44 (12,378)	45,63 (10,027)
Técnico	43,60 (16,655)	59,42 (11,295)	43,04 (16,272)
Consumidor	49,88 (16,155)	49,38 (13,808)	48,86 (14,187)

Tabla 22. Media y desviación típica: tipo de catador-elaboración.

Catador	Seco	Semidulce	Dulce
Experto	47,11 (10,599)	50,35 (12,299)	48,09 (14,853)
Técnico	51,25 (17,538)	54,13 (10,412)	49,34 (17,688)
Consumidor	47,24 (12,107)	48,44 (14,560)	51,77 (15,510)

2.2.3. Comparación de resultados para ambos tipos de vino

Una vez analizados los resultados del análisis sensorial por separado para los vinos del proyecto y los comerciales, resulta interesante comparar las diferencias y similitudes,

con respecto a las puntuaciones en cada uno de los factores considerados, para los dos tipos de vino conjuntamente.

Como punto de partida, teniendo en cuenta el total de registros, esto es, considerando los vinos del proyecto como una marca adicional en el conjunto de vinos comerciales, se observa que la puntuación media por variedad e isla difiere significativamente, mientras que para la elaboración y el tipo de catador no se dan estas diferencias. Sin embargo, a pesar de no existir diferencias significativas en estos dos últimos factores, son las categorías de elaboración dulce y catador experto en las que se observa una mejor puntuación. En cuanto a los otros factores, es la variedad de La Palma y los vinos elaborados en esta isla los que obtienen mejor valoración. Por último, debe destacarse que se obtienen diferencias significativas ($F=7.808$, $p=0.005$) entre los vinos del proyecto y los comerciales, siendo estos últimos los mejor puntuados. Debe advertirse, en cualquier caso, que las puntuaciones medias para ambos tipos de vino permiten clasificarlos como *correctos*.

En relación a las interacciones de los diferentes factores, en ambos tipos de vino, se observa que elaboración-variedad y elaboración-isla presentan diferencias significativas, en tanto que, no se dan entre catador-elaboración. Sin embargo, los resultados difieren cuando se consideran las interacciones catador-variedad y catador-isla, siendo éstas significativas para los vinos comerciales y no así para los del proyecto.

Asimismo, en las tablas 23 y 24 se presenta por orden de preferencia la elección de los catadores según tipo de malvasía y elaboración, tanto para los vinos del proyecto como los comerciales, respectivamente. El análisis ordinal para los vinos del proyecto muestra que ambas variedades para los tipos de elaboración dulce y semidulce son apreciados de forma similar, sin embargo, son los vinos secos de La Palma los preferidos de forma más destacada en este tipo de elaboración. En cuanto a los vinos comerciales, los resultados comentados difieren sensiblemente, dado que, tanto secos como dulces de La Palma son los mejor valorados, en cambio, los semidulces lo son para la variedad de Lanzarote.

Tabla 23. Orden de preferencia según puntuación para los vinos del proyecto

	Seco		Semidulce		Dulce	
	La Palma	Lanzarote	La Palma	Lanzarote	La Palma	Lanzarote
1	11	1	2	5	4	3
2	4	2	6	10	4	8
3	3	0	3	3	13	4
Total	18	3	11	18	21	15

Tabla 24. Orden de preferencia según puntuación para los vinos comerciales

	Seco		Semidulce		Dulce	
	La Palma	Lanzarote	La Palma	Lanzarote	La Palma	Lanzarote
1	6	2	0	4	16	1
2	6	4	4	3	8	3
3	8	4	1	6	8	2
Total	20	10	5	13	32	6

3. Conclusiones

En este trabajo se han analizado los resultados derivados del análisis sensorial realizados sobre distintas elaboraciones de malvasía, cuyo objetivo, entre otros, es valorar el potencial enológico de la misma en el marco del proyecto sobre “Protección, rehabilitación y valoración del recurso natural Malvasía, así como la diferenciación entre las dos variedades.

Los resultados indican que los vinos del proyecto son clasificados como *correctos*. La variedad de malvasía de La Palma y los vinos elaborados en esta isla son los más apreciados para el conjunto de catadores. En general, la elaboración de vino dulce es la mejor puntuada, en concordancia con la opinión general de los catadores. Aunque puntualmente, y para determinados factores, pueden encontrarse diferencias según el tipo de catador, en general, este factor se muestra poco relevante en los resultados del trabajo.

Por otra parte, los vinos comerciales son también clasificados como *correctos*, obteniendo también mejor puntuación la variedad de La Palma y sus elaboraciones. Aunque puntualmente para determinados factores, algún grupo de catadores pudiera

parecer diferenciador, en general el factor “tipo de catador” se muestra poco relevante en este trabajo.

Evidentemente, este trabajo constituye una primera aproximación dentro del análisis sensorial más detallado que se pretende llevar a cabo estableciendo una relación con los parámetros físico-químicos de las tres fases. En cualquier caso, la relevancia del análisis sensorial está probada, no sólo porque determina “éxitos o fracasos” enológicos sino por su relación con la percepción del consumidor.

4. Bibliografía

Armas, R. (2000) *Malvasías de Canarias*. Consejería de Agricultura Pesca y Alimentación del Gobierno de Canarias.

Chang, A.C. (2004) “The effects of different accelerating techniques on maize wine maturation”, *Food Chemistry*, 86, 61-68.

Douglas, D., Clisff, M.A., Reynolds, A.G. (2001) “Canadian terroir: characterization of Riesling wines from the Niagara Peninsula”, *Food Research International*, 34, 559,563.

Gerbi, V., Zeppa, G., Antonelli, A. y Carnacini, A. (1997) “Sensory characterisation of wine vinegars”. *Food Quality and Preference*, Vol. 8, Nº. I, 27-34.

Lee, S.J., Lee, J.E., Kim, H.W., Kim, S.S., Koh, K.H. (2006) “Development of Korean red wines using *Vitis labrusca* varieties: instrumental and sensory characterization”. *Food Chemistry*, 94, 385–393

Anexo

Ficha de Cata



Alhóndiga
Fundación Canaria Alhóndiga de Tacoronte

FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL

Nº DEL PANEL
Nº CATADOR
TIPO DE VINO
Nº DE MUESTRA
FECHA

		EXCELENTE	MUY BIEN	BIEN	CORRECTO	REGULAR	DEFECTUOSO	ELIMINADO	PUNTUACIÓN	OBSERVACIONES
FASE VISUAL		0	1	3	4	6	9	8		
FASE OLFATIVA	INTENSIDAD	0	2	6	8	12	18	8		
	CALIDAD	0	2	6	8	12	18	8		
FASE GÚSTATIVA	INTENSIDAD	0	2	6	8	12	18	8		
	CALIDAD	0	3	9	12	18	27	8		
ARMONÍA		0	3	9	12	18	27	8		

EXCELENTE	0-7	CORRECTO	45-62
MUY BIEN	8-23	REGULAR	63-78
BIEN	24-44	DEFECTUOSO	79-90

NOMBRE Y FIRMA DEL CATADOR

FIRMA DEL PRESIDENTE

Fundación Canaria Alhóndiga Tacoronte



COMITÉ DE CALIFICACIÓN DE VINOS DE MALVASÍA

CATADOR:	Nº
Nº MUESTRA:	TIPO DE VINO:

FICHA DE DESCRIPTIVA:

FASE VISUAL:

.....
.....
.....
.....

FASE OLFATIVA:

.....
.....
.....
.....

FASE GUSTATIVA:

.....
.....
.....
.....

IMPRESIÓN GENERAL:

.....