

XIII REUNIÓN ASEPELT-ESPAÑA

**Departamento de Economía
Universidad de Burgos
17 y 18 de junio de 1999**

MODELO INPUT-OUTPUT PARA EL ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENTRE LA ECONOMÍA Y EL AGUA; APLICACIÓN AL CASO DE ANDALUCÍA

Area temática: Economía de los recursos naturales

Por

Gonzalo Sáenz de Miera
Universidad Autónoma de Madridⁱ
Servicios Omicron s.a. (Sevilla)

Resumen

En el presente estudio se definen dos modelos input-output que permiten analizar las relaciones entre la economía y el agua en un determinado territorio; se aplican al caso de Andalucía, región donde el agua es un recurso escaso y un elemento fundamental para su desarrollo económico y social; y se definen unos precios relativos de los bienes en función del agua necesaria para producirlos.

1. Introducción

Los cambios producidos en el escenario sobre el que se desarrolla la política del agua en las economías avanzadas ponen en evidencia, de forma creciente, las carencias y debilidades de las respuestas tradicionales al problema del agua centradas en la gestión del recurso desde el lado de la oferta.

Hasta tal punto es así que se habla ya de un cambio de paradigma en la definición y estrategia de las políticas hidráulicas; las soluciones tradicionales están dando paso progresivamente a soluciones mixtas en las que la gestión del agua desde el lado de la demanda - cuyo objetivo es la gestión de los recursos ya existentes - adquiere un mayor protagonismo.

La aplicación de este nuevo planteamiento en nuestro país se ve dificultada por la falta de conocimiento que existe acerca de las relaciones entre el agua, la economía y la sociedad. En concreto, desde el punto de vista económico, no se han desarrollado totalmente las herramientas necesarias para estimar y valorar el impacto que las políticas hidráulicas - por ejemplo, las políticas tarifarias del agua - tienen sobre los sectores productivos, ni el que las políticas económicas sectoriales - por ejemplo, las políticas de incentivación o abandono de regadíos - pueden producir sobre los recursos hídricos.

Sobre este telón de fondo se sitúa el presente estudio, cuyo objetivo es contribuir a aumentar el número de instrumentos disponibles para el análisis de las relaciones entre la economía y el agua a partir de dos modelos input-output que, al establecer las relaciones entre los distintos sectores productivos y el sector agua, permiten evaluar las repercusiones directas e indirectas de las variaciones de determinadas magnitudes sobre el restoⁱⁱ.

El estudio está estructurado en cuatro apartados:

En el primero se presentan los modelos input-output definidos, modelos particionados híbridos en los que una parte de la economía (el sector agua) se aborda en unidades físicas (m^3) y el resto de la economía en unidades monetarias.

En el segundo apartado se muestran los datos utilizados para la aplicación del modelo a Andalucía: la TIO de Andalucía 1990 y una estimación sobre consumo sectorial de agua realizado para la elaboración de TIO Medioambiental de Andalucía 1990.

En el tercer apartado se aplican estos modelos al caso de Andalucía y se analizan los resultados.

En el cuarto apartado se definen los precios/agua de los distintos bienes y servicios de la economía andaluza en función del agua necesaria para producirlos.

2. Los modelos Input-Output (I-O)

Los modelos I-O constituyen una herramienta de simulación y predicción económica. El denominado modelo abierto de Leontief permite, al establecer las relaciones entre las diferentes magnitudes del sistema económico, estimar los efectos que la variación de determinadas variables tiene sobre el restoⁱⁱⁱ.

El modelo inicial de Leontief (1951) es un modelo en cantidades físicas y precios nominales. No existen, sin embargo, aplicaciones empíricas de este modelo; los trabajos aplicados se efectúan en su totalidad con datos medidos en unidades monetarias.

En relación con la abundante literatura sobre el análisis I-O y sus aplicaciones, el enfoque que hemos adoptado presenta una originalidad en la medida en que se trata de un sistema particionado híbrido en el que una parte de la economía es abordada en cantidades físicas y otra parte en valores monetarios^{iv}.

2.1 El modelo de demanda

Si denominando x al vector columna de producción por sectores, D a la demanda final por sectores, y A a la matriz de coeficientes técnicos, el modelo de demanda puede representarse como:

$$[x] = [A][x] + [D] \quad (1) \quad \text{o bien:} \quad [x] = [I - A]^{-1} [D] \quad (2)$$

donde x , el vector de producción por sectores, es una función de la demanda final (D) y de $(I - A)^{-1}$, la denominada matriz inversa de Leontief.

En nuestra aplicación, partiendo de (1), y siguiendo a Stone (1961) definimos el sistema particionado (3) que da lugar a las ecuaciones (4) y (5) :

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & \vdots & A_{12} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{21} & \vdots & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} D_1 \\ \vdots \\ D_2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$X_1 = A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + D_1 \quad (4)$$

$$X_2 = A_{21}X_1 + A_{22}X_2 + D_2 \quad (5)$$

El primer componente (4) hace referencia al sector agua y está expresado en unidades físicas (m^3). Muestra cómo la producción total de agua en m^3 se distribuye entre el agua consumida por el propio sector, la consumida por el resto de los sectores y la dirigida a la demanda final^v. La ecuación (5) hace referencia a la producción del resto de los sectores productivos y está expresado en unidades monetarias. Indica que la producción del total de sectores productivos (menos el sector agua) se distribuye entre el sector agua, el resto de los sectores y la demanda final de cada sector^{vi}.

Desarrollando (4) y (5) se obtienen, respectivamente, (6) y (7):

$$[X_1] = [I - A_{11}]^{-1} [A_{12}X_2 + D_1] \quad (6) \quad [X_2] = [I - A_{22}]^{-1} [A_{21}X_1 + D_2] \quad (7)$$

El modelo (6) permite evaluar las consecuencias que una variación en la producción del resto de los sectores o una variación en la demanda final de agua tiene sobre la producción del sector agua en m³. El modelo (7) permite evaluar el impacto que una variación en la producción de agua en m³ o una variación de la demanda final de todos los sectores menos el agua tiene sobre el valor de la producción del resto de los sectores.

Siguiendo a Stone (1961), podemos calcular X_1 y X_2 en función de D_1 y D_2 . Sustituyendo (7) en (6) y operando obtenemos (8) y sustituyendo (6) en (7) y desarrollando obtenemos (9);

$$[X_1] = [I - (I - A_{11})^{-1} A_{12}(I - A_{22})^{-1} A_{21}]^{-1} [(I - A_{11})^{-1} [A_{12}(I - A_{22})^{-1} D_2 + D_1]] \quad (8)$$

$$[X_2] = [I - [I - A_{22}]^{-1} A_{21} (I - A_{11})^{-1} A_{12}]^{-1} [[I - A_{22}]^{-1} [A_{21} (I - A_{11})^{-1} D_1 + D_2]] \quad (9)$$

La ecuación (8) define X_1 , la producción del sector agua en m³, en función de D_1 , la demanda directa de agua y de $A_{12}(I - A_{22})^{-1} D_2$, la demanda de agua derivada del proceso productivo interno de la economía, y permite evaluar el impacto que la variación de D_1 y/o D_2 genera sobre la producción de agua en unidades físicas. El modelo (9) define X_2 , la producción de la economía andaluza, en función de D_2 , la demanda directa del sector 2, y de $A_{21} (I - A_{11})^{-1} D_1$, la demanda de bienes y servicios de la economía derivada del proceso productivo interno del sector agua.

2.2 El modelo de precios

Si P representa el vector de índices de precios unitarios de los sectores, y V el valor añadido por unidad de producción de los sectores, el modelo de precios puede expresarse como:

$$[P] = [A'] [P] + [V] \quad (10) \quad \text{o bien:} \quad [P] = [I - A']^{-1} [V] \quad (11)$$

El modelo (11) representa el denominado sistema dual de precios de Leontief, que permite evaluar el impacto de una variación porcentual del precio de alguno de los sectores sobre el precio del resto de los sectores.

En nuestro caso, basándonos en (10) definimos el sistema particionado (12) del que se obtienen las relaciones matriciales (13) y (14):

$$\begin{bmatrix} P_1 \\ \vdots \\ P_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A'_{11} & \vdots & A'_{21} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A'_{12} & \vdots & A'_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_1 \\ \vdots \\ P_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_2 \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$P_1 = A'_{11}P_1 + A'_{21}P_2 + v_1 \quad (13)$$

$$P_2 = A'_{12}P_1 + A'_{22}P_2 + v_2 \quad (14)$$

La ecuación (13) hace referencia al precio nominal del m³ de agua, que es función del precio del agua consumida por el propio sector, de los índices de precios unitarios del resto de los sectores y del valor añadido por m³ del sector agua. La ecuación (14) representa los índices de precios unitarios del resto de los sectores en función del precio del m³ del agua, de los índices de precios unitarios del resto de los sectores y de los coeficientes de valor añadido.

Desarrollando (13) y (14) y se obtienen respectivamente (15) y (16):

$$[P_1] = [I - A'_{11}]^{-1} [A'_{21}P_2 + v_1] \quad (15) \quad [P_2] = [I - A'_{22}]^{-1} [A'_{12}P_1 + v_2] \quad (16)$$

El modelo (15) permite calcular el precio nominal del m³ de agua y evaluar el impacto que sobre este precio tiene una variación porcentual del índice de precios unitario del resto de los sectores. El modelo (16) permite evaluar la variación de los precios del resto de los sectores económicos ante variaciones del precio nominal del m³ de agua.

3. Los datos

Los datos utilizados para la aplicación de los modelos a Andalucía son la Tabla I-O de Andalucía 1990 desagregada en 4 sectores (Cuadro 1) y los resultados de una estimación sobre consumo sectorial de agua en Andalucía utilizada en la elaboración de la Tabla Input-Output Medioambiental de Andalucía 1990 (Cuadro 2)

Cuadro 1. Tabla Input-Output de Andalucía 1990
(en millones de pts.)

TABLA I/O ANDALUCÍA 1990	Agua	Agricultura y pesca	Industria y construcción	Servicios	Consumos inter.	Consumo interior	F.B.C.	Export.	Demanda final	TOTAL EMPLEOS
Agua	0	4.912	5.476	7.742	18.130	15.915	14	0	15.929	34.059
Agricultura y pesca	0	65.873	379.324	59.249	504.446	253.670	23.179	257.374	534.223	1.038.669
Industria y construcción	8.088	167.290	1.641.907	660.545	2.477.830	1.917.546	1.407.056	1.689.625	5.014.227	7.492.057
Servicios	2.994	99.923	712.320	1.282.492	2.097.729	3.782.601	106.490	142.999	4.032.090	6.129.819
CONS. INTERM.	11.082	337.998	2.739.027	2.010.028	5.098.135	5.969.732	1.536.739	2.089.998	9.596.469	14.694.604
V.A.B precios mdo	14.107	499.921	1.997.578	3.330.033						
PROD. EFECTIVA	25.189	837.919	4.736.605	5.340.061						
Total transferencias	7.810	819	-11.175	2.546						
Prod. distribuida	32.999	838.738	4.725.430	5.342.607						
Importaciones	0	184.867	2.520.121	637.239						
IVA	1.060	15.064	246.506	149.973						
TOTAL RECURSOS	34.059	1.038.669	7.492.057	6.129.819						

Cuadro 2
Consumo y precio medio del agua en los sectores andaluces en 1990

Sector	Consumo de agua en m ³	% sobre el total	Precio medio del m ³
Agrario	3.042.437.624	80,43	1,6
Industria	155.179.469	4,11	30,3
Servicios	155.643.736	4,12	45,0
Construcción	17.103.310	0,45	45,0
Consumo doméstico	410.587.424	10,88	38,8
TOTAL	3.774.552.403		6,67

4. Aplicación de los modelos y análisis de los resultados

4.1 El modelo de demanda

Con los datos de la TIOA90 y el consumo sectorial de agua, el sistema particionado de demanda (3) toma los siguientes valores^{vii}:

3.774.552.403	=	0,0000000	3.623,308	36,373	29,146	3.774.552.403	+	410.587.424
837.919		0,0000000	0,0786150	0,0800835	0,0110952	837.919		333.473
4.736.605		0,0000021	0,1996494	0,3466422	0,1236962	4.736.605		2.258.775
5.340.061		0,0000008	0,1192514	0,1503862	0,2401643	5.340.061		3.242.332

El primer componente hace referencia a la distribución de la producción del sector agua en m³ y el segundo a la distribución de la producción del resto de la economía en unidades monetarias.

4.1.1 La producción de agua en m³ en función de la producción del resto de los sectores.

El modelo 6 permite evaluar las consecuencias que sobre la producción del sector agua en m³ tiene una variación de la producción del resto de los sectores. De los resultados del cuadro 3 (segunda columna) se deduce que la producción de agua en la región (que en el estudio es equivalente al consumo de agua) es sensible a las variaciones de la producción del sector agrario (elasticidad de 0,8) y poco sensible a las variaciones de la producción efectiva del resto de los sectores (elasticidades inferiores al 0,1).

Cuadro 3
Impacto de la variación de producción efectiva y la demanda final sobre el sector agua

	Variación prod. efectiva	Variación prod. de agua en m ³	Variación demanda final	Variación prod. de agua m ³
Agricultura	1%	0,804%	1%	0,362
Industria y construcción	1%	0,046%	1%	0,361
Servicios	1%	0,041%	1%	0,169
Todos los sectores	1%	0,891%	1%	0,891

4.1.2 La producción del sector agua en función de la demanda del resto de los sectores

El modelo (10) permite evaluar el impacto que sobre la producción del sector agua en m³ tienen las variaciones de la demanda final del sector agua así como las variaciones de la demanda final del resto de los sectores.

De la cuarta columna del cuadro 3 se desprende que la producción del sector agua en m³ es sensible a las variaciones de la demanda final de la agricultura y de la industria y la construcción (elasticidades de 0,362 y 0,361 respectivamente) y relativamente insensible a la variación de la demanda final del sector servicios (elasticidad de 0,168).

La demanda final del sector agua (D₁) es función de la población de la región y la demanda final del resto de la economía (D₂) es función del PIB. El modelo (10) permite evaluar el impacto porcentual en la producción del sector agua ante una variación del 1% en la población y del 1% en el PIB, esto es, permite obtener una aproximación de la elasticidad población y de la elasticidad renta del consumo de agua en la región.

La elasticidad-población del consumo de agua; para su estimación se establece una hipotética relación fija entre la demanda final de agua y la población de 1990. Si aceptamos que esta relación se mantiene constante en el tiempo, un aumento de un 1% de la población supone un aumento de 0,109% de la producción y del consumo de agua en la región. La elasticidad población del consumo de agua es por tanto de 0,109.

La elasticidad renta del consumo de agua; para su cálculo se establece una hipotética relación fija entre D_2 y el PIB andaluz de 1990. Asumiendo que esta relación se mantiene constante, un aumento del 1% del PIB supone un aumento de 0,891% de la producción del sector agua. Esto es, la elasticidad renta del consumo de agua es de 0,891.

4.1.3 Las necesidades directas e indirectas de agua para la generación de la demanda final de la economía andaluza

El vector $A_{12} (I - A_{22})^{-1} D_2$ de la ecuación (10) hace referencia a la demanda de agua derivada del proceso productivo interno de la economía. El vector $A_{12} (I - A_{22})^{-1}$ representa, por tanto, las necesidades directas e indirectas de agua por unidad de demanda final de cada uno de los sectores. Los principales resultados para Andalucía se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4
Requerimiento de agua para la generación de la demanda final de la economía andaluza

	$A_{12} (I - A_{22})^{-1}$ (m ³ /mill. pts)	(D_2) (mill.pts)	$A_{12} (I - A_{22})^{-1} D_2$ (m ³)
Agricultura	4,08825	333.473	1.363.322
Industria y construcción	0,60190	2.258.775	1.359.557
Servicios	0,19604	3.242.332	635.631
Total sectores productivos	4,88619	5.834.580	3.358.510

El sector agrario tiene unas necesidades hídricas por unidad de demanda final muy superiores a las del resto de los sectores. Sin embargo, en términos absolutos, el sector de la industria y la construcción tiene unas necesidades de agua muy parecidas a las del sector agrario. En su conjunto, los procesos productivos ligados a la agricultura son los responsables de cerca del 85% de las necesidades directas e indirectas de agua que la economía andaluza requiere para generar su demanda final.

A la luz de los elevados requerimientos de agua del sector agrario y agroalimentario andaluz puede argumentarse que el desarrollo del sector sólo es sostenible desde el punto de vista de la gestión del agua si va acompañado de una reducción substancial de los coeficientes de consumo de agua por unidad de demanda final, lo que pasa necesariamente por una reforma estructural y una modernización del regadío de la región.

4.2 El modelo de precios

4.2.1 El precio del m³ de agua en función del precio del resto de los sectores

El modelo (15) permite calcular el precio medio del m³ de agua en función del índice unitario de precios de la economía y del coeficiente de valor añadido del sector agua. Resolviendo el modelo se obtiene un precio de 6,67 pts/m³.

El modelo permite evaluar cómo se ve afectado este precio ante variaciones porcentuales de los precios del resto de los sectores. Así, un aumento del 1% de los precios andaluces provoca un aumento del 0,44% en el precio del m³ de agua.

4.2.2 Los precios de la economía andaluza en función del precio del agua.

El modelo (16) define el índice unitario de precios de la economía en función del precio del m³ de agua. Resolviendo el sistema con el precio medio del m³ de agua calculado con la ecuación (15) se deberían obtener unos índices de precios unitarios. Sin embargo, se obtienen unos P_2 no unitarios, dado que los precios medios del agua en cada uno de los sectores no coinciden con el precio medio del agua en el conjunto de la economía. Con objeto de conseguir índices unitarios de precios, y mantener la hipótesis de homogeneidad del precio del modelo, se introduce un ajuste sobre los coeficientes sectoriales de valor añadido (v_2).

La interpretación que conviene dar a este vector de ajuste es la siguiente: puesto que el agua es un bien homogéneo, en el sentido de la hipótesis del modelo de Leontief y del equilibrio walrasiano, su precio debería ser el mismo en todos los mercados en los que interviene. No nos encontramos ante un productor monopolista que intenta aprovechar la discriminación de precios para maximizar sus beneficios, sino ante un productor público que, por razones socio-políticas, introduce segmentos estancos en el mercado; el resultado de esta segmentación debe interpretarse como un sistema implícito de imposiciones-subsidios cruzados. Las diferencias entre el vector v_2 observado y el vector v_2' ajustado pueden interpretarse por tanto como un indicador de las diferencias tarifarias del agua (cuadro 5).

Cuadro 5
Diferencias entre coeficientes originales y ajustados de valor añadido

	v_2 iniciales	v_2 ajustados	Diferencia (v_2-v_2')
Agricultura	0,59662211	0,57830456	+0,01831755
Industria y construcción	0,42173202	0,4226454	-0,00091337
Servicios	0,62359456	0,62484985	-0,00125529

Las diferencias positivas (sector agrario) indican que el precio medio del agua en el sector es inferior al precio medio del agua en el conjunto de la economía, mientras que las diferencias negativas (resto de los sectores) indican que el precio medio del agua en estos sectores es superior al precio medio del agua en la región. De acuerdo con esta interpretación, existe una subvención implícita del agua en la agricultura que representa aproximadamente un 3% (Diferencia/ v_2 ajustado) del valor añadido de esta actividad.

Las diferencias sectoriales en el precio del agua no son fruto, únicamente, de este sistema implícito de imposiciones-subsidios cruzados. Son también el resultado de las diferencias de costes que supone el agua en los distintos usos. El agua en sí no tiene precio. Lo que se paga por el agua, el precio del agua, hace referencia al coste que supone su gestión y distribución. Y el coste de estos procesos no es el mismo en los distintos usos del agua. El agua servida a hogares, actividades terciarias e industrias requiere un complejo proceso de regulación, transporte, potabilizada y distribución, cuyo coste económico es muy superior al coste del agua en la agricultura que habitualmente no requiere tratamiento previo y que en general se consume cerca de los puntos de

captación y regulación. Las diferencias en los costes se reflejan por tanto en los precios y explican, al menos en parte, las diferencias sectoriales en el precio del agua.

El modelo (16) con los coeficientes de valor añadido ajustados permite analizar el impacto que las variaciones del precio medio del m³ de agua tienen sobre los precios unitarios de los distintos sectores. Así, un aumento del 1% en el precio medio del agua provoca un aumento del 0,02% del precio medio del sector agrario, un aumento del 0,004% de los precios medios de la industria y la construcción y un aumento del 0,001% de los precios de los servicios.

5. El contenido en agua como guía para el precio de los bienes

En el presente apartado se definen los precios/agua de la economía andaluza, precios de los productos y su evolución en términos relativos, cuando el agua se transforma en el factor de producción que determina el valor de la producción humana.

Básicamente, se trata de establecer una analogía con la teoría del precio-valor de Marx, quien consideraba que el trabajo era el factor escaso y verdaderamente limitativo de los procesos productivos y sostenía que, en consecuencia, el valor de los bienes y en lógica su precio debía ser directamente proporcional a la cantidad de trabajo necesaria para producirlos (Marx, 1974).

Grosso modo, en el concepto del valor-trabajo de Marx, si el bien X requiere directa e indirectamente dos horas de trabajo para su elaboración y el bien Y una sola hora, entonces el precio/valor trabajo del bien X debería ser dos veces superior al precio del bien Y. Si adoptamos el concepto de valor-agua, el razonamiento sería el siguiente: si el bien X necesita directa e indirectamente 1 m³ de agua para su elaboración y el bien Y 3 m³ de agua, entonces el precio/valor agua del bien X debería ser un tercio del precio del bien Y.

En el mundo de equilibrio general estático walrasiano, los precios de equilibrio o precios/coste son el reflejo de todos los costes de producción obtenidos en situación de competencia de mercado. El objetivo de esta parte de nuestro estudio es calcular los precios/agua de los diferentes productos para poder compararlos con los precios/coste. Conviene recordar al respecto que al tratarse de un modelo en valor, los precios/coste son precios implícitos de valor unitario; los precios/agua se interpretan por ello como índices de precios relacionados con los precios/coste unitarios, o sea como desviaciones relativas de estos precios/coste.

Para calcular los precios/agua recurrimos al vector $[A_{12}(I - A_{22})^{-1}]$ de la ecuación (8) que muestra las necesidades directas e indirectas de agua por unidad de demanda final de la economía andaluza cuyos valores se muestran en la primera columna del cuadro 7. Dividiendo el valor de la demanda final de la economía entre los litros necesarios para generarla constatamos que, en media, se requiere 0,575 m³ de agua para producir un millón de pesetas de demanda final. Con estos requerimientos medios es posible definir los precios/agua de los sectores productivos andaluces que se muestran en la segunda columna del cuadro 6.

Cuadro 6

Precios/agua de los sectores productivos de Andalucía

	m ³ /mill. ptas demanda final	Precio/agua	% sobre precio/agua medio
Agrario	4,08	7,10	610%
Industria y construcción	0,60	1,05	5,5%
Servicios	0,19	0,34	-66,7%
Total economía	0,575	1	0%

Si el precio/agua medio de la economía andaluza fuera 1, el precio/agua del sector agrícola sería 7,1 (un 610% superior a la media), el de la industria y la construcción 1,04 (un 4% superior) y el de los servicios 0,34 (un 66 % inferior al precio/agua medio).

De manera similar, este resultado puede interpretarse como una desviación con relación al precio/coste actual (índice implícito de precios unitario) y toda evolución de los precios relativos de los bienes que impliquen un aumento de los precios agrícolas y una disminución de los precios de los servicios será favorable a la eficiencia hídrica.

Realizando los cálculos anteriores a un nivel más desagregado se obtienen los precios/agua de cada una de las ramas productivas andaluzas. En el cuadro 7 se presentan las ramas de actividad con precios/agua más elevados.

Cuadro 7
Ramas de actividad con mayores precios/agua

Nº	Rama de actividad	Precio hídrico	Diferencia en % sobre la media
3	Agrios.	32,848	3.184,8
1	Cereales y leguminosa.	20,451	1.945,1
36	Molinería.	12,738	1.173,8
2	Hortalizas y frutas.	7,650	665,0
6	Otras producciones agrícolas.	7,383	638,3
5	Olivar.	6,960	596,0
39	Otras industrias alimentarias.	6,043	504,3
4	Plantas industriales.	4,506	350,6
7	Ganadería.	4,185	318,5
31	Aceites y grasas.	4,086	308,6

Las ramas con precios/agua más elevados se concentran en el sector agrario y de la industria agroalimentaria y las ramas con precios/agua más reducidos en el sector servicios.

6. Resumen y conclusiones

Los modelos definidos

Desde el punto de vista metodológico los modelos input-output definidos presentan, en relación con la abundante literatura sobre el análisis I-O y sus aplicaciones, una originalidad: se trata de modelos particionados “híbridos” en los que una parte de la economía (en este caso el sector agua) se aborda en unidades físicas (m³) mientras que el resto de la economía se aborda en unidades monetarias.

Aplicación de los modelos

La aplicación de los modelos definidos al caso de Andalucía y el análisis de los resultados obtenidos nos lleva a definir las siguientes conclusiones:

- El sector agrario es el gran consumidor de agua de la región tanto en términos absolutos (80% de los usos consuntivos) como en términos relativos (consume 3.623 m³ de agua por millón de pesetas producidas mientras que los sectores de la industria y los servicios consumen 36 y 19 m³ respectivamente por millón de pesetas producidas).
- El consumo de agua en la región es sensible a las variaciones de producción del sector agrícola y a las variaciones de la demanda final del sector agrícola y del sector de la industria y la construcción.
- La elasticidad-población del consumo de agua en la región es baja mientras que la elasticidad-renta es relativamente alta.
- En su conjunto los procesos productivos ligados a la agricultura son los responsables de cerca del 85% de las necesidades directas e indirectas de agua que la economía andaluza requiere para generar su demanda final.
- La sostenibilidad del crecimiento del sector agrario desde el punto de vista de la gestión del agua, requiere una reducción substancial de las necesidades hídricas de sus procesos productivos, lo que pasa necesariamente por una reforma estructural y una modernización del regadío de la región.
- El precio medio del agua en la región es de 6,67 pts por m³. Existen diferencias considerables del precio del agua en los distintos sectores productivos que deben atribuirse a diferencias en los costes de prestación de los servicios y a un sistema implícito de imposiciones-subsidios cruzados.

Los precios/agua

Los precios/agua calculados se refieren a los precios de los bienes y servicios de la economía andaluza y su desviación en términos relativos respecto a los precios actuales, cuando el agua se convierte en el factor productivo que determina el valor de la producción humana. Una política de gestión del agua que intentara relacionar los precios de los bienes con la escasez absoluta de este recurso debería incluir una política de precios que moviera los precios relativos de los bienes en esta dirección.

De acuerdo con los cálculos realizados, los precios/agua del sector agrícola son un 610% superiores a los precios actuales, los de la industria y construcción un 4% superiores a los precios vigentes y los de los servicios un 66% inferiores a los actuales.

Es evidente que la actual situación del agua no ha llegado a los niveles de escasez que confirmaría un escenario de precios/agua; pero también es evidente que a muy largo plazo y en un contexto de evolución progresiva hacia una optimización del uso de este recurso, convendría que los precios relativos de los bienes y servicios producidos empezaran a reflejar con mayor claridad la escasez futura y se movieran en la dirección de los precios hídricos. En otras palabras, parece deseable, desde el punto de vista de la economía del agua, que los precios relativos de los productos más intensivos en agua mantengan durante las próximas décadas una tendencia al alza en relación con la media de los productos.

ⁱ La presente comunicación se fundamenta en la Tesis Doctoral que he realizado bajo la dirección del Profesor Emilio Fontela y que defenderé en mayo de 1999 en el Departamento de Economía Aplicada de la Universidad Autónoma de Madrid.

ⁱⁱ Modelos similares pueden verse en Bouhía (1998).

ⁱⁱⁱ Ver Pulido y Fontela (1993)

^{iv} Otros modelos I-O híbridos pueden verse en Miller y Blair, 1985.

^v La matriz A_{11} tiene dimensión m^3/m^3 y su coeficiente expresa la proporción del total de agua en m^3 que es consumida por el propio sector agua. La matriz A_{12} tiene dimensión m^3/pts y sus coeficientes expresan, para cada sector, el cociente entre su consumo de agua en m^3 y el valor de su producción efectiva.

^{vi} La matriz A_{21} tiene dimensión pts/m^3 y sus coeficientes representan, para cada sector, la relación entre el valor de su consumo de agua y la producción efectiva del sector agua en m^3 . La matriz A_{22} tiene dimensión pts/pts y sus coeficientes son los coeficientes técnicos del total de los sectores productivos menos el sector agua.

^{vii} Para definir la demanda final del sector 2 se resta, de los valores de la demanda final de la TIOA90, el valor de las transferencias, de las importaciones y del IVA asociado a las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

- Bouhia, H. “Incorporating water into the I-O table” Universidad de Harvard, presentado en el Congreso Mundial de Técnicas I-O, Nueva York, 1998.
- Leontief, V., *The Structure of American Economy, (1919-1939)*, 1951.
- Marx, Carl, *El Capital; crítica de la economía política*, Vol I, Fondo de Cultura Económica, sexta reimpresión, México, 1974.
- Miller, R. y Blair, P., *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1985.
- Pulido, A. y Fontela, E., *Análisis Input-Output; modelos, datos y aplicaciones*, Ediciones Pirámide, 1993.
- Stone, Richard, *Input-Output and National Accounts*, OECD, 1961.
- Stone, Richard, *Process, Capacity and Control in an Input-Output System*, Cambridge, 1970.