



**MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE**

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

**Q 5017001 H
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**

OFICINA DE PLANIFICACION HIDROLOGICA

TRABAJOS DE CONSULTORIA Y ASISTENCIA

**PRESUPUESTO DEL
ORGANISMO**

CLAVE:
2007-PH-04-J

REF. CRONOLOGICA:
DICIEMBRE 2007

TIPO:

ESTUDIO

TITULO:

**EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LA SEQUÍA EN LA
CUENCA DEL EBRO**

PRESUPUESTO DE CONTRATA:

11.836,93 €

PRESUPUESTO DE ADJUDICACION:

11.836,93 €

SERVICIO:

JEFATURA. OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

DIRECTOR:

ROGELIO GALVÁN PLAZA

CONSULTOR:

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
AGROALIMENTARIA (CITA).**

TOMO:

TOMO 1 DE 1

EJEMPLAR

EJEMPLAR X DE 3

CONTENIDO:

MEMORIA Y 1 ANEXO

NUMERO ARCHIVO O P H:

OFICINA DE PLANIFICACION HIDROLOGICA
TRABAJOS DE CONSULTORIA Y ASISTENCIA

CLAVE: 2007-PH-04-J

TITULO: EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LA SEQUÍA EN LA CUENCA DEL EBRO

Zaragoza, 14 de enero de 2007

El Director de los trabajos

El Consultor:

Fdo.: Rogelio Galván Plaza

Fdo.: Luis Pérez y Pérez.

Examinado:
El Jefe de la O P H

Fdo.: Manuel Omedas Margelí

**EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS SOCIOECONÓMICOS DE
LA SEQUÍA EN LA CUENCA DEL EBRO**

Luis Pérez y Pérez
Zaragoza, Diciembre de 2007

ÍNDICE

I.- Introducción	3
II.- La sequía en la cuenca del Ebro	9
2.1 Evolución del VAB	10
2.2 Evolución de la producción del sector primario	12
2.3 Evolución de la producción de energía	17
III.- Los modelos de demanda y oferta en el Marco <i>Input-Output</i> .	21
IV.- El impacto de la sequía sobre la producción y el empleo	37
4.1 Hipótesis en la aplicación del modelo	38
4.2 Estimación de la producción y empleo	40
V.- Resumen y conclusiones	49
Referencias	55
Anexo	57

Capítulo I.- Introducción

I.- Introducción

La sequía es un fenómeno hidrológico que se caracteriza por una disminución coyuntural significativa de los recursos hídricos durante un período suficientemente prolongado, en un territorio extenso y con consecuencias socioeconómicas y ambientales adversas. La Organización Meteorológica Mundial define la sequía como la secuencia atmosférica caracterizada por el desarrollo de precipitaciones inferiores a las normales en un 60 por ciento durante más de dos años consecutivos.

La sequía es un fenómeno normal y recurrente del clima, aunque a veces es considerada como un fenómeno extraño. Ocurre en todas las regiones climáticas, aunque sus características varían de unas regiones a otras y, por último, tiene un carácter lento y progresivo, de forma que, cuando se manifiesta de manera evidente, ya se está inmerso en ella.

Las sequías en España no son un fenómeno reciente y diversas crónicas medievales hablan de periodos de baja pluviometría. Hasta el siglo XIX, su conocimiento se podía inferir a partir de las crónicas locales, *rogativas pro pluvia* o analizando las rentas pagadas por los campesinos. No será hasta entrado el siglo XIX cuando se disponga de observatorios pluviométricos y, con ellos, de una información más precisa. Con la información proporcionada por estos observatorios se pudo cuantificar el brusco descenso de las precipitaciones entre 1868 y 1869, uno de los primeros periodos de sequía generalizado en toda España de los que se tiene constancia, como volvió a ocurrir posteriormente en 1874.

La España del siglo XX también sufrió con insistencia los rigores de este fenómeno natural. En 1930 se produjo una terrible sequía que contribuyó a acrecentar la tensión social y política que desembocó en la proclamación de la II República en 1931. Más recientemente, se produjeron sequías generalizadas en la mayor parte de la península ibérica durante los años 1980-83 y 1990-94. La última sequía en España se inició a finales de 2004, se desarrolló de forma aguda y generalizada en todo el territorio nacional en 2005 y continúa aún hoy en día en algunas partes del país. Según el Instituto Nacional de Meteorología,

el año 2005 se caracterizó por un acusado déficit de precipitaciones, siendo enero uno de los meses más secos de los últimos 50 años.

En cuanto a los efectos que provoca la sequía, tradicionalmente ha sido considerada como un problema de carácter fundamentalmente agrario, de manera que sus implicaciones se han buscado de forma preferente en el ámbito rural. La naturaleza compleja de los efectos derivados del fenómeno y su desarrollo a lo largo del tiempo favorece, efectivamente, que su influencia sobre las prácticas agrícolas y ganaderas sea intensa y variada.

Sin embargo, en el momento actual, sería reducir extraordinariamente la magnitud de los problemas económicos que incluye la sequía el aludir exclusivamente a su incidencia sobre cosechas y ganados, por muy evidentes y graves que éstos puedan llegar a ser. La amplitud e importancia del uso de los recursos hídricos en la sociedad actual lleva a situaciones de déficit y a crear un abanico de problemas muy graves. Desde el punto de vista económico, una de las principales actividades afectadas es la generación de energía hidroeléctrica que, en algunos años, ha llegado a reducir a la mitad su contribución en la producción de energía eléctrica en España. En muchas ocasiones también el aprovisionamiento en agua potable de las poblaciones se ha visto gravemente afectado, obligando a establecer restricciones de uso, a veces de gran entidad, o a proporcionar sistemas adicionales y alternativos de suministro de agua a los hogares.

Por otra parte, el consumo de energía eléctrica no ha cesado de crecer en España año tras año, independientemente de la existencia o no de situaciones de sequía, con lo que el descenso de la producción de electricidad de origen hidráulico ha sido necesariamente compensado con un incremento de producción con otras tecnologías -fundamentalmente en centrales térmicas y de otras fuentes renovables- con costes unitarios medios de producción del kilowatio-hora (Kwh) mucho más elevados; precios percibidos por los productores también más altos y, por último, utilizando en algunas ocasiones procesos productivos más contaminantes, en términos de emisiones de CO₂ y de su contribución al efecto invernadero y al calentamiento global del planeta.

Por tanto, junto a los efectos económicos y sociales que acabamos de mencionar, la sequía provoca también efectos ambientales, contribuyendo a la aparición de insectos y plagas; al aumento de la erosión; al crecimiento del número de incendios forestales; a la contaminación de unos recursos sobre los que se realiza una presión excesiva; a afecciones a la flora y fauna acuática y ribereña o al calentamiento global y al efecto invernadero.

En síntesis, la sequía conlleva *consecuencias ambientales* por sus impactos sobre el medio natural; *consecuencias sociales*, por sus posibles problemas de abastecimiento de agua a la población o la disminución de actividades lúdico-recreativas asociadas al medio acuático, y *consecuencias económicas*, derivadas de sus efectos sobre algunos procesos productivos en determinadas ramas de actividad económica, como en el sector primario o en la producción de energía

En este trabajo nos hemos centrado en el análisis de las *consecuencias económicas* de la sequía. En este contexto, los objetivos específicos del estudio son:

- en primer lugar, y a partir de la información estadística secundaria disponible, estimar el impacto económico directos de la sequía en el año 2005 sobre la producción agraria y energética en la cuenca del Ebro
- en segundo lugar y mediante la utilización del modelo de oferta del *Marco Input-Output* (MIO), estimar los efectos indirectos de la sequía sobre la producción y el empleo en el conjunto de la economía de la cuenca del Ebro en 2005, efectos que se derivan de los cambios en la estructura productiva a los que hemos aludido en el epígrafe anterior.

Desde el punto de vista económico, los cambios productivos en los sectores primario y energético derivados de la sequía conllevan cambios en términos de costes de producción y en términos de utilización de *inputs* productivos, además de los cambios en la regulación de los precios pagados a los productores, con los consecuentes efectos económicos en el conjunto del sistema económico por las interrelaciones entre el conjunto de ramas de actividad productiva. La estimación de los impactos económicos de estos

cambios en el sistema productivo puede aproximarse a través de los modelos de oferta o de demanda del MIO, modelos que permiten, mediante el álgebra matricial simple, la obtención de los vectores de producción total y de empleo a nivel regional partir de algún cambio en el valor añadido o en la demanda final de alguna de las ramas de actividad en la región. En nuestro caso, lo que se estima son la producción y el empleo perdidos en el conjunto de la economía de la cuenca del Ebro que se derivan de la disminución en el valor añadido bruto energético y agrario como consecuencia de la sequía de 2005.

La esencia del análisis consiste en interpretar que una disminución en la demanda final o en el valor añadido bruto de unas ramas productivas determinadas tiene como consecuencia una disminución de la producción en dichas ramas y en la de las otras con las que éstas estén relacionadas. Es decir, las ramas de actividad directamente afectadas por la sequía necesitan *inputs* o consumos intermedios procedentes de otras ramas de actividad para poder llevar a cabo su propia actividad productiva, difundiendo así el impacto cuantitativo de su actividad por el conjunto del sistema económico y también en el exterior, en la medida que ciertos *inputs* o consumos intermedios pueden ser importados de otras regiones o del extranjero. Es decir, como consecuencia de la sequía, un reducido número de ramas de actividad productiva registrarán el *shock* (negativo en este caso) de demanda o de valor añadido, que a su vez repercutirán hacia las ramas suministradoras de sus respectivos *inputs*, generándose así un proceso encadenado de efectos económicos (negativos) sobre la producción y el empleo.

El trabajo se ha organizado como sigue. Tras esta introducción, en el capítulo segundo se analizan los principales efectos directos de la sequía en la cuenca del Ebro a través de la evolución de las producciones agraria y energética y su contribución al valor añadido bruto. En el capítulo tercero se presenta la teoría del MIO y se ilustra, mediante el álgebra matricial, la obtención de los vectores de producción y de empleo a partir de un cambio en la demanda final o en el valor añadido. En el cuarto y último capítulo se presentan los resultados empíricos del impacto que la sequía originó en la producción y el empleo de la economía de la cuenca del Ebro en 2005. Estos resultados confirman la hipótesis de los efectos negativos de la sequía que afectan

directamente a las actividades agraria y, en menor medida, energética e indirectamente, al conjunto de las 26 ramas de actividad productivas en las que se ha desglosado la economía de la cuenca del Ebro. El trabajo concluye con un capítulo de resumen y principales conclusiones que se derivan del análisis efectuado.

Capítulo II: La sequía en la cuenca del Ebro

En este capítulo inicial sobre la evaluación de los efectos socioeconómicos de la sequía en la cuenca del Ebro se analiza, en primer lugar, la evolución de la economía global en el Ebro en el periodo 2000-05. Dado que la hipótesis de partida es que la sequía en España ha afectado en particular y de manera directa a las producciones agraria y energética se estudia, en particular, la evolución de la contribución de dichas ramas al Valor Añadido Bruto (VAB) del Ebro. En segundo lugar se analiza la evolución de los principales cultivos en regadío en el Ebro, los cereales, los cultivos forrajeros y los frutales. En último término se analiza la evolución de la producción energética en la cuenca del Ebro.

2.1 Evolución del VAB

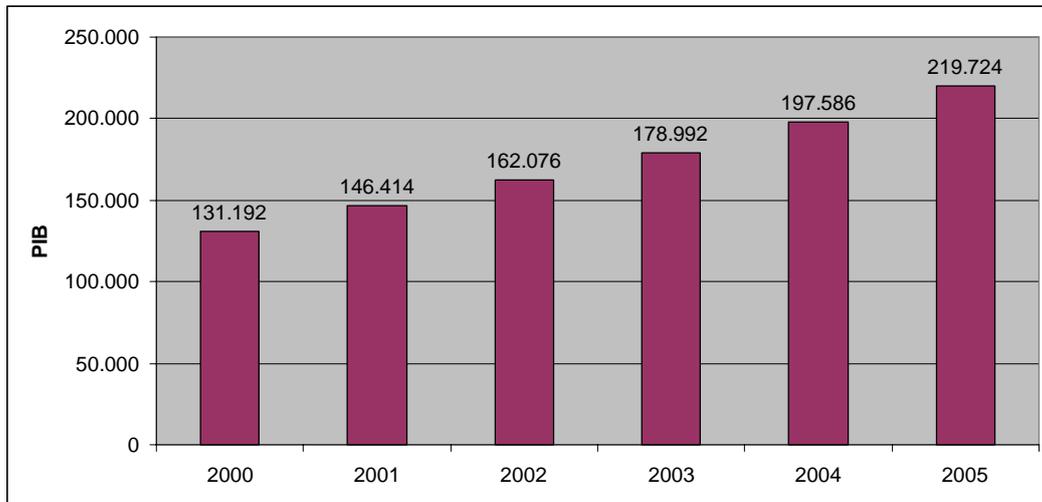
En una primera aproximación nos planteamos cuál ha sido la evolución del VAB en el Ebro y la de la contribución de los distintos sectores productivos¹. Según los datos disponibles de la Contabilidad Regional de España, Serie 2000-2005, que elabora el Instituto Nacional de Estadística y que se recogen en el gráfico 2.1, la economía en el Ebro no ha cesado de crecer en el periodo 2000-05, casi un 60 por ciento en esos seis años, muy por encima de lo ocurrido en el conjunto nacional.

En particular, las ramas de actividad agraria y energética en el Ebro contribuyeron conjuntamente en torno a un 5 por ciento del VAB regional entre 2000 y 2004. A lo largo de dicho periodo, su contribución al VAB anual presentó una tendencia ligeramente decreciente, para descender al 4,3 por ciento del VAB del Ebro en 2005. Por una parte, el sector primario contribuyó al VAB en un 2,9 por ciento de media en 2000-04, para caer al 2,3 por ciento del VAB regional en 2005. Por otra parte, el sector energético presentó una contribución al VAB más constante en el tiempo, al pasar de representar el 2,1 por ciento de media del VAB en el periodo 2000-04 al 2,0 por ciento en 2005 (Gráfico 2.2)².

¹ Dada la escasez de estadísticas económicas y sociales a escala de cuenca hidrográfica, en este trabajo consideramos la “región Ebro” la formada por las comunidades autónomas de Navarra, La Rioja, Aragón y Cataluña.

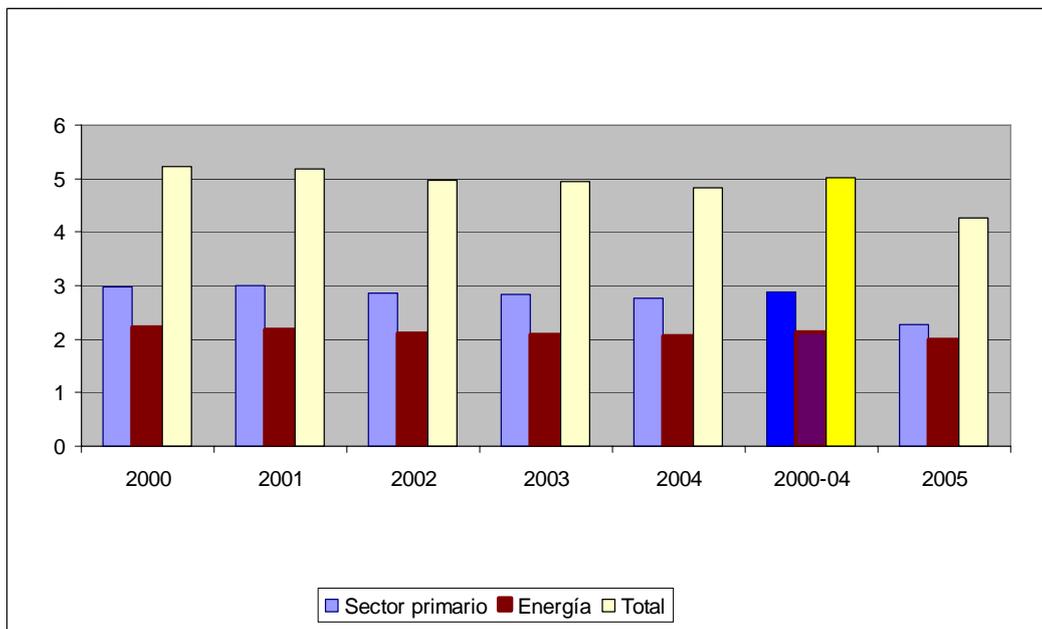
² y Cuadros A.1 a A.5 del Anexo.

Gráfico 2.1 Evolución del PIB en el Ebro en 2000-05 (Mill € ctes de 2005)



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2.2 Contribución de los sectores primario y energético al VAB del Ebro (%) (2000-2005).

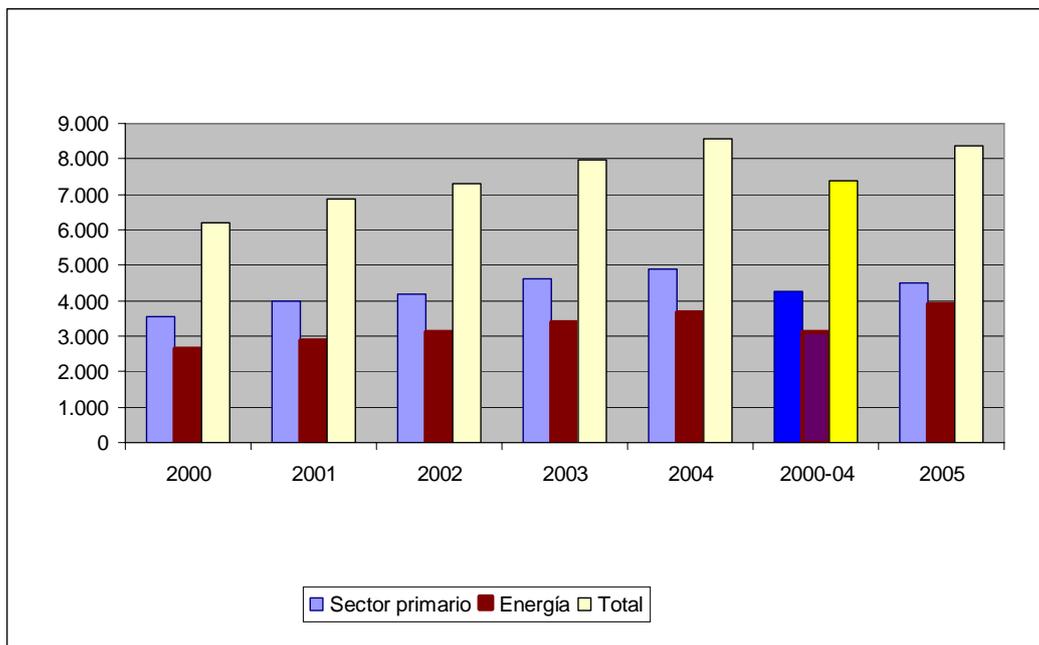


Fuente: Elaboración propia.

Si analizamos la evolución en el tiempo de estas mismas magnitudes, en euros constantes de 2005, se observa que su contribución conjunta al VAB fue creciente en el tiempo, aunque a tasas menores que otras ramas de actividad, como la construcción o los servicios. Entre 2000 y 2004, el sector primario y la energía pasaron de aportar 6.196 millones de € al VAB del Ebro en 2000, a

8.567 millones de € en 2004, para caer a los 8.388 millones de € en 2005. Es decir, en 2005 se produjo un descenso global de 180 millones de €, respecto al año anterior. No obstante, los datos parecen indicar que el impacto de la sequía en 2005 fue sobre todo importante en el sector primario, ya que su contribución al VAB en el Ebro cayó en 418 millones de € en 2005 respecto a 2004, mientras que la del sector energético se incrementó en 238 millones de € en el mismo periodo (Gráfico 2.3)³.

Gráfico 2.3 Evolución VAB agrario y energético en el Ebro (mill € ctes 2005)



Fuente: Elaboración propia

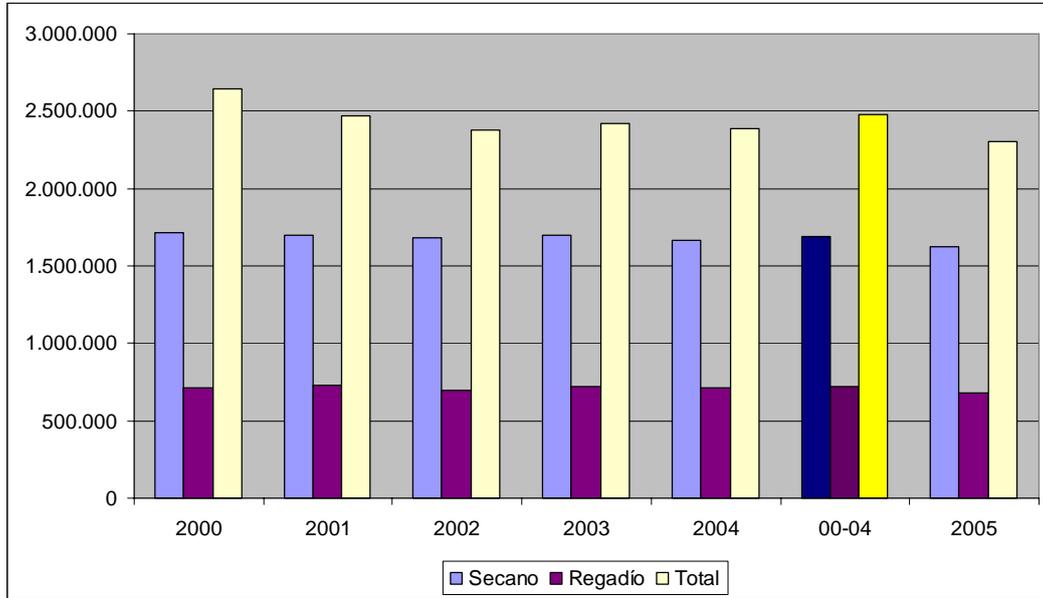
2.2 Evolución de la producción del sector primario.

Descendiendo a un mayor nivel de detalle en los datos disponibles, se observa que en la producción agraria del Ebro, prácticamente la mitad procede del sector agrícola y, de las aproximadamente 2,4 millones de ha cultivadas, casi una tercera parte lo son en regadío, probablemente las más afectadas por la sequía. El gráfico 2.4 recoge la evolución temporal de la superficie de cultivo en el Ebro el periodo 2000-2005. De su análisis se desprende que entre 2000 y 2005 ha producido en el Ebro una disminución de la superficie total de cultivo de

³ Mayor nivel de detalle en la evolución económica global en el Ebro puede verse en el cuadro A6 del Anexo.

335.000 ha, de las que prácticamente 90.000 corresponden a superficie en regadío. En 2005, se cultivaron unas 80.000 has menos en el Ebro que en 2004, de las que 36.600 fueron de regadío.

Gráfico 2.4 Evolución de la superficie de cultivo en el Ebro (2000-2005, ha)

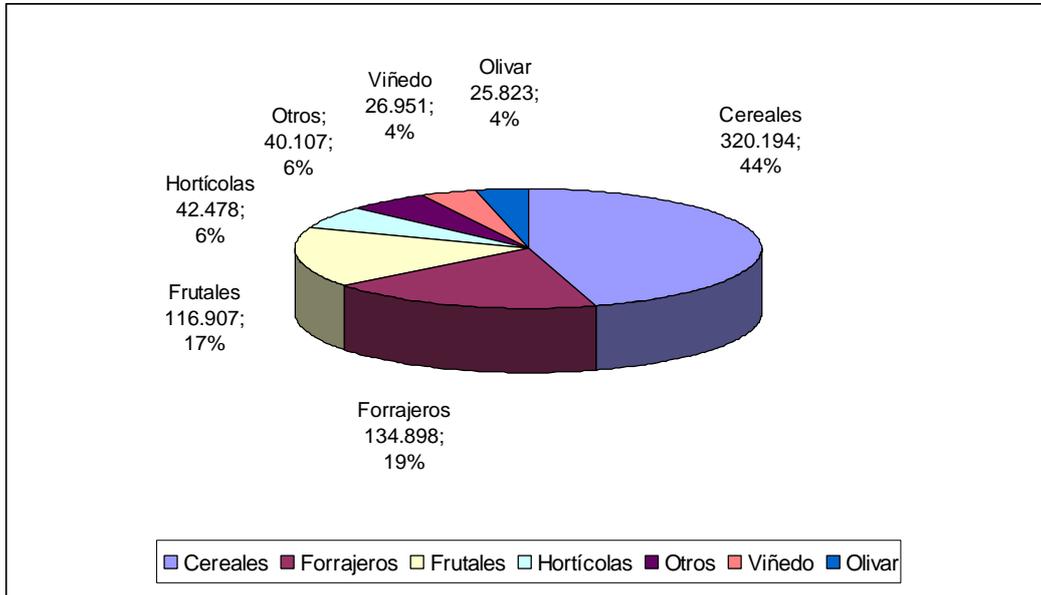


Fuente: Elaboración propia

Por su parte, el gráfico 2.5 recoge la distribución media de los cultivos en regadío en el Ebro el periodo 2000-05⁴. Como se aprecia, tan sólo tres grupos de cultivos, los cereales, los cultivos forrajeros y los frutales recogen el 80 por ciento de la superficie en regadío. A lo largo del periodo 2000-2005, los cereales en regadío ocuparon unas 320.000 ha, presentando una cierta tendencia creciente que se quebró en 2005, al disminuir la superficie ocupada en 20.000 ha respecto al año anterior. Por su parte, los cultivos forrajeros, principalmente la alfalfa, ocuparon una media de 135.000 ha en dicho periodo, presentando una tendencia ligeramente creciente y reduciendo su superficie ocupada en 2005 en casi 9.000 ha respecto al año anterior. Por último, los frutales en regadío ocuparon una media de 120.000 ha en el mismo periodo, presentando una tendencia temporal ligeramente descendiente y reduciendo su presencia en 2005 en una 3.500 ha respecto al año previo (Gráfico 2.6).

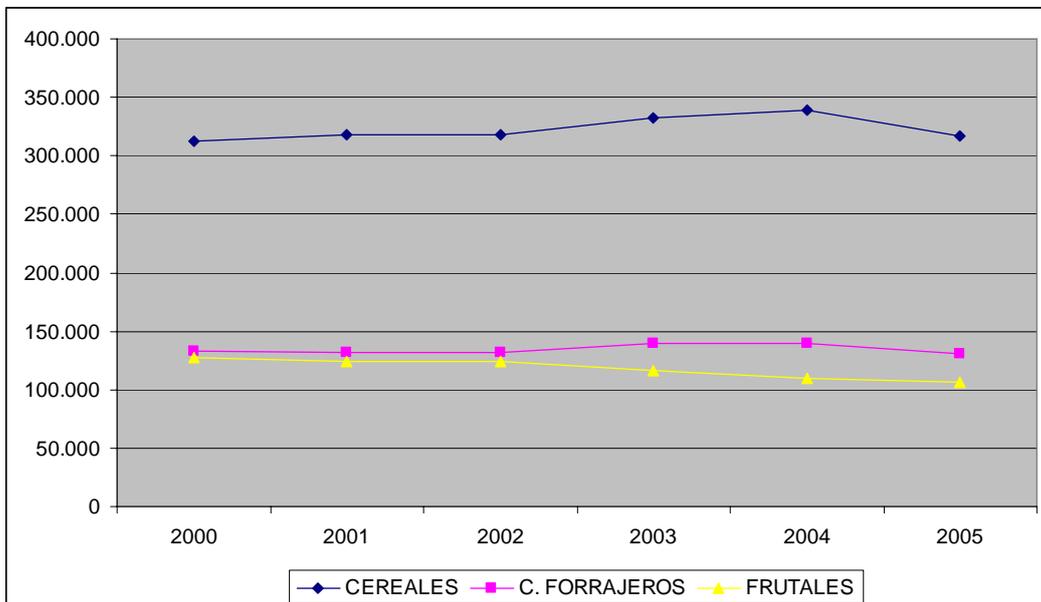
⁴ Mayor nivel de detalle en la evolución de las superficies cultivadas, rendimientos y producciones agrícolas en el Ebro puede verse en los cuadros A7 - A12 del anexo.

Gráfico 2.5 Distribución de la superficie de cultivo en regadío en el Ebro (media 2000-2005)



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2.6 Evolución de la superficie de cultivo en regadío en el Ebro de los cultivos más importantes (2000-05, ha.)

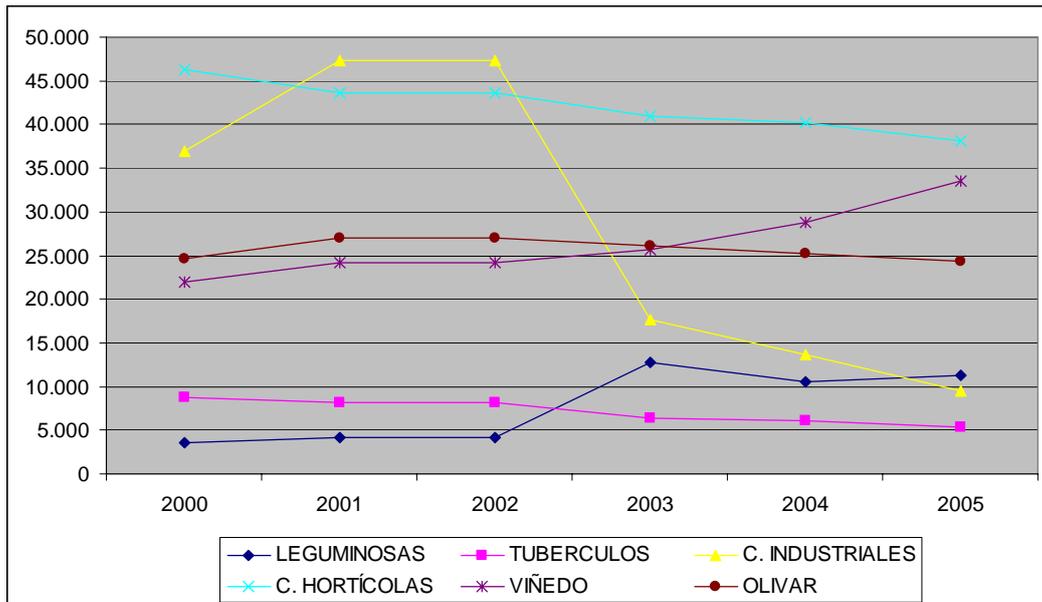


Fuente: Elaboración propia

En cuanto al resto de cultivos, con una importancia relativa menor, su evolución en el tiempo se recoge en el gráfico 2.7. Los cultivos hortícolas se

sitúan en torno a las 40.000 ha en el Ebro y su tendencia es ligeramente decreciente en los años 2000-05. El segundo lugar en importancia, con una media de 28.000 ha, lo ocupan los cultivos industriales que crecieron en la primera parte del periodo para descender con fuerza en la segunda. Casi al mismo nivel, con una media de 26.000 ha de regadío en el periodo, se encuentran el viñedo y el olivar, pero mientras el primero presenta una tendencia creciente en el periodo de análisis, en el olivar ocurre lo contrario. Por último, lo mismo ocurre con las leguminosas y tubérculos: con una superficie de cultivo en torno a las 7.000 ha de regadío, las leguminosas presentan una tendencia creciente a partir de 2003, mientras los tubérculos no dejan de disminuir a partir de es mismo año (Gráfico 2.7)

Gráfico 2.7 Evolución de la superficie de cultivo en regadío en el Ebro de los otros cultivos (2000-05, ha.)



Por último, para cuantificar el impacto económico directo de la sequía sobre el sector primario, el cuadro 2.1 recoge el valor de la producción agrícola media en el periodo 2000-04 y el valor de la producción agrícola en 2005, ambas expresadas en euros constantes de 2005. Como puede verse, el valor de la producción total en el Ebro pasó de 3.834 millones de euros de media en 2000-04 a 3.294 millones de euros en 2005, por lo que, *ceteris paribus*, podemos cuantificar la pérdida de producción total agraria debida sequía en dicho año en

540 millones de euros. Por otra parte, y según se desprende del análisis de las macromagnitudes agrarias que se recogen en la cuenta de producción de la agricultura, disponible en los Anuarios de Estadística Agroalimentaria del MAPA, los consumos intermedios representan en torno al 25 por ciento de la producción total agrícola, por lo que el Valor Añadido Bruto a precios básicos o cuasi-renta agraria perdida por la sequía de 2005 se situaría en torno a los 405 millones de euros.

Cuadro 2.1 Producciones y precios en la región Ebro en 2000-04 y 2005

GRUPO	CULTIVOS	Producción (Tm 2000-04)	Producción (Tm 2005)	Precio 2005 (Euro 100 kg)	Producción Euros 00-04	Producción Euros 05
CEREALES	TRIGO	1.255.889	989.868	13,96	175.322.076	138.185.573
	CEBADA	2.100.084	1.170.944	13,28	278.891.182	155.501.363
	ARROZ	440.472	186.224	19,14	84.306.357	35.643.330
	AVENA	107.048	85.608	14,15	15.147.320	12.113.532
	CENTENO	11.917	5.943	13,13	1.564.676	780.316
	TRITICALE	9.123	5.532		0	0
	MAÍZ	1.323.342	1.036.289	13,50	178.651.197	139.899.015
	SORGO	18.020	9.518	13,42	2.418.311	1.277.316
LEGUMINOSAS GRANO	GUISANTE SECO	24.414	31.688		0	0
	VEZA	9.924	5.509	19,23	1.908.308	1.059.381
	HABAS SECAS	4.190	5.472	22,02	922.594	1.204.934
	JUDIAS SECAS	1.183	1.081	146,19	1.729.428	1.580.314
	YEROS	7.546	3.165	14,90	1.124.354	471.585
TUBERCULOS	PATATAS	270.694	192.766	17,18	46.505.195	33.117.199
INDUSTRIALES	GIRASOL	59.969	26.808	25,25	15.142.122	6.769.020
	REMOLACHA	117.639	150.707	5,50	6.470.156	8.288.885
	COLZA	5.927	3.263		0	0
FORRAJEROS	MAIZ	474.531	362.298	13,50	64.061.631	48.910.230
	ALFALFA	8.266.427	6.717.982	12,52	1.034.956.610	841.091.346
	VEZA	197.746	94.471	11,81	23.353.803	11.157.025
HORTICOLAS	COL	43.074	51.180	52,95	22.807.683	27.099.810
	ESPARRAGO	7.977	5.056	166,84	13.309.494	8.435.430
	LECHUGA	97.294	77.743	51,12	49.736.693	39.742.222
	ESPINACA	20.689	19.098	61,89	12.804.670	11.819.752
	MELON	18.605	15.092	25,84	4.807.480	3.899.773
	TOMATE	369.652	357.462	52,19	192.921.170	186.559.418
	PIMIENTO	35.726	38.546	67,86	24.243.392	26.157.316
	ALCACHOFA	52.356	25.589	62,48	32.711.904	15.988.007
	COLIFLOR	141.312	133.756	44,56	62.968.627	59.601.674
	CEBOLLA	107.776	96.547	15,85	17.082.559	15.302.700
	JUDIA VERDE	49.099	42.467	148,42	72.872.736	63.029.521
	GUISANTE VERDE	39.620	26.324	59,92	23.740.064	15.773.341
	HABA VERDE	12.014	5.228	102,80	12.349.981	5.374.384
FRUTALES	MANZANO	545.786	541.928	25,35	138.356.700	137.378.748
	PERAL	525.864	519.107	39,13	205.770.505	203.126.569
	ALBARICOQUERO	11.056	15.290	99,10	10.956.694	15.152.390
	CEREZO Y GUINDO	50.046	40.476	174,07	87.115.072	70.456.573
	MELOCOTÓN	580.494	686.079	46,29	268.710.673	317.585.969
	CIRUELO	27.581	25.325	36,65	10.108.510	9.281.613
	ALMENDRO	57.480	65.388	145,00	83.346.290	94.812.600
	AVELLANO	20.485	22.327	242,62	49.701.677	54.169.767
VIÑEDO	UVA VINIFICACION	1.063.148	1.005.743	37,00	393.364.810	372.124.910
OLIVAR	ACEITUNA ALMAZ.	190.405	177.374	58,93	112.205.549	104.526.498
TOTAL		18.773.623	15.078.261		3.834.468.254	3.294.449.348

Fuente: Elaboración propia a partir de Anuario de Estadística Agroalimentaria (varios años) del MAPA

2.3 Evolución de la producción de energía

En cuanto a la energía, cabe pensar que la sequía afecta fundamentalmente a la producción energética de origen hidráulico. Los cuadros 2.2 y 2.3 resumen la producción de energía eléctrica en España y en la cuenca del Ebro. En primer término se observa que el ritmo de crecimiento de la producción total de electricidad ha sido similar en España y en la cuenca del Ebro a lo largo de todo el periodo de estudio. En concreto, en el periodo 2000-04 se constata que la importancia relativa de la hidráulica se situó de media en dichos ámbitos entre el 14 y el 15 por ciento de la producción total. En 2005, la producción de origen hidráulico disminuyó notablemente y su peso relativo se redujo al 8 y 9,5 por ciento del total, en España y la cuenca del Ebro, respectivamente. Por el contrario, a lo largo del periodo se observa un fuerte aumento de la producción eléctrica, tanto de origen térmico como eólico. Es de destacar el crecimiento de la producción de esta última, cuya importancia relativa es similar al de la producción hidráulica en España y aún superior en la cuenca del Ebro.

Cuadro 2.2 Producción de energía eléctrica en España 2000-05 (GWh)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Hidráulica	27.844	39.376	22.560	38.774	29.777	19.170
Nuclear	62.206	63.705	63.016	61.875	63.606	57.539
Carbón	79.846	71.753	82.310	75.796	80.097	80.911
Fuel/gas	17.627	20.345	30.286	17.703	17.912	19.072
Ciclo combinado	-	-	-	14.990	28.974	50.916
Total Reg. Ordinario	187.523	195.179	198.172	209.138	220.366	227.608
Consumos en generación (-)	8.569	8.394	9.155	8.886	9.550	9.939
Hidráulica				4.935	4.547	3.650
Eólica				12.140	15.916	20.706
Otras renovables				3.353	3.466	4.153
No renovables				20.063	22.130	22.578
Total Reg. Especial	27.210	31.116	34.858	40.491	46.059	51.087
Producción bruta total	214.733	226.295	233.030	249.629	266.425	278.695

Fuente: Red Eléctrica de España, Boletín estadístico de energía eléctrica (varios años) y El sistema eléctrico español en ... (varios años).

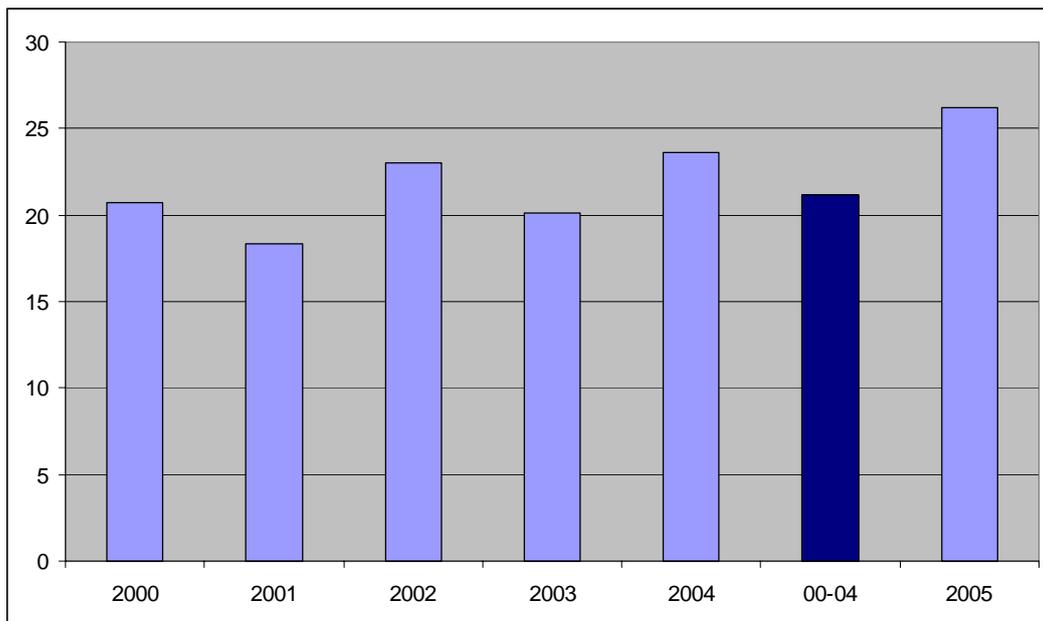
Cuadro 2.3 Producción de energía eléctrica en la cuenca del Ebro 2000-05 (GWh)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Hidráulica total (1)	5.766	7.208	5.189	7.795	7.031	5.027
Hidr. Reg. Gral.	4.188	4.575	2.954	5.041	4.418	2.802
Hidr. Bombeo	0	881	798,894	786	802,845	850
Hidr. Reg. Especial	1.578	1.752	1.437	1.968	1.810	1.374
Nuclear (2)	20.837	19.854	20.926	20.537	19.373	19.448
Térmica (3)	8.290	6.221	9.196	10.140	12.490	16.367
Eólica	1.794	2.576	3.569	4.270	5.676	7.070
Otras renovables (4)	118	90	225	370	347	389
No renovables (5)	4.036	4.034	4.160	4.162	4.575	4.747
Producción bruta total	40.841	39.983	43.265	47.273	49.492	53.048

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Eléctrica de España (varios años).

Por otro lado, el gráfico 2.8 recoge la participación de las centrales hidroeléctricas de la cuenca del Ebro en el total de la producción eléctrica nacional. Como se observa, en el periodo 2000-04, la contribución media a la producción nacional se situó en el 21 por ciento, mientras que en 2005, el año de la sequía, la participación de la cuenca del Ebro en la producción total se incrementó hasta el 26,2 por ciento. Estos datos ponen de manifiesto que el impacto de la sequía sobre la producción hidroeléctrica ha sido más fuerte en el conjunto de España que en la cuenca del Ebro.

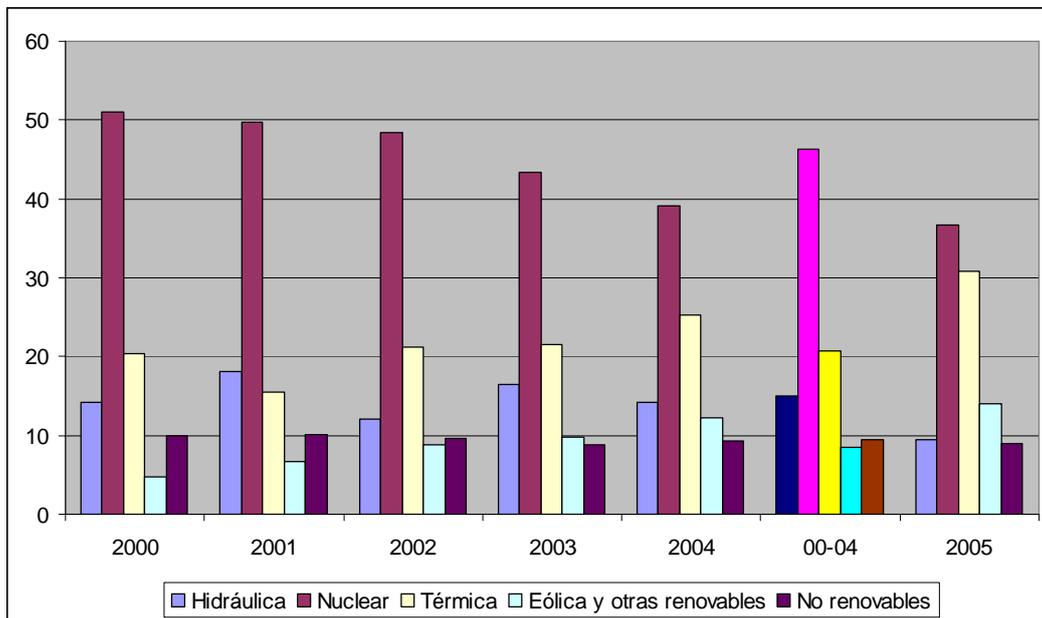
Gráfico 2.8 Participación del Ebro en la producción de energía hidroeléctrica nacional (%).



Fuente: Elaboración propia.

En definitiva, y como se desprende del análisis del gráfico 2.9, a lo largo del periodo 2000-05 ha cambiado la estructura productiva del sector eléctrico en la cuenca del Ebro. La producción de electricidad de origen nuclear, que en 2000 representaba la mitad de la producción eléctrica generada en la cuenca, ha tenido una tendencia decreciente en el tiempo, representando en la actualidad algo más de la tercera parte de la producción total. Por contra, la energía de origen térmico ha tenido un crecimiento continuado a lo largo del periodo, situándose en torno al treinta por ciento de la producción total en la actualidad. Por su parte y como ya hemos avanzado, la electricidad de origen hidráulico ha perdido peso al pasar del 15 al 10 por ciento de la producción total, mientras la de origen eólico y otras renovables ha ganado importancia relativa al pasar de representar el 10 por ciento de media en el periodo 2000-04 hasta alcanzar el 15 por ciento del total en 2005.

Gráfico 2.9 Evolución de la producción de energía por fuentes en el la cuenca del Ebro, 2000-05 (%).



Fuente: Elaboración propia

Por último y del mismo modo que hicimos con el sector primario, podemos cuantificar el impacto económico directo de la sequía sobre el sector energético. Con los datos del cuadro 2.3 calculamos el valor medio de la producción hidroeléctrica en la cuenca del Ebro en el periodo 2000-04, que

situamos en 6.598 GWh, que podemos comparar con los 5.027 GWh producidos en 2005. Considerando que el precio medio en el mercado de producción en dicho año⁵ fue de 6,242 céntimos de €/KWh, el valor de la producción hidroeléctrica total en el Ebro pasó de 411,8 millones de euros de media en 2000-04 a 313,8 millones de euros en 2005, por lo que de nuevo, *ceteris paribus*, podemos cuantificar la pérdida de producción total de energía hidroeléctrica debida a la sequía en dicho año en 98 millones de euros. De nuevo, el análisis de las magnitudes económicas de la producción hidroeléctrica⁶, nos permiten constatar que los consumos intermedios en esta actividad productiva se sitúan alrededor del 21,5 por ciento de la producción total hidroeléctrica, por lo que el Valor Añadido Bruto a precios básicos perdido por la sequía de 2005 se situaría en 77 millones de euros.

⁵ Para más información, véase Boletín Estadístico de Energía Eléctrica, núm 91, Diciembre de 2005, que elabora Red Eléctrica de España.

⁶ Ante la ausencia de macromagnitudes oficiales a este nivel de desagregación subsectorial, basamos nuestro análisis en las estimaciones disponibles para Andalucía en: Martín, A., Alcalá, F., Ortega, M.I., Lanza, J.R., Duro, J.J., Herrador, I. 2006. *Las cuentas del agua en Andalucía: sectores de actividad que emplean el agua como factor esencial en sus procesos productivos*. IX Encuentro de Economía Aplicada. Jaén. Junio.

Capítulo III: Los modelos de demanda y oferta en el Marco *Input-Output*

En este capítulo se presenta el funcionamiento del MIO y se ilustra, mediante el álgebra matricial, la obtención de los vectores de producción y de empleo a partir de un cambio en la demanda final o en el valor añadido. Su propósito es didáctico, de manera que puedan ser replicados los cálculos que, en este caso, han de servir para la estimación del impacto que la sequía originó en la producción y el empleo de la economía de la cuenca del Ebro en 2005⁷.

El punto de partida consiste en considerar que la sequía de 2005 provocó un efecto directo con la disminución de las producciones agraria y energética y, por tanto, una reducción del PIB en la economía de la cuenca del Ebro respecto al PIB potencial que se hubiese podido alcanzar de no haberse producido dicha situación. La sequía también tuvo un efecto macroeconómico indirecto porque, de no haberse producido, probablemente también hubieran sido mayores la producción y el empleo de algunas otras ramas de actividad, además de la agraria y energética. Esto es así porque todas las ramas de actividad productiva se abastecen de consumos intermedios procedentes de otras ramas para poder llevar a cabo su propia actividad productiva, difundiendo así el impacto cuantitativo del gasto por el conjunto de la economía de la región Ebro y también en fuera de la misma, en la medida que ciertos *inputs* o consumos intermedios pueden ser importados de otras comunidades autónomas o del extranjero.

Así, irrigar más parcelas o intensificar la producción hidroeléctrica en alguna central afectará directamente a la producción de ambas ramas e, indirectamente, a las ramas productivas que les abastezcan de los consumos intermedios que necesiten, como combustibles o servicios de mantenimiento y reparación de maquinaria. Es decir, que un reducido número de ramas de actividad productiva registrarán el *shock* de demanda o de valor añadido, que a su vez repercutirán hacia las ramas suministradoras de sus respectivos *inputs*, generándose así un proceso encadenado de efectos económicos sobre la

⁷ Seguimos aquí a Muñoz, C. (2000), *Las cuentas de la nación. Introducción a la economía aplicada*. Cívitas. Madrid. Otras explicaciones detalladas del MIO pueden verse, entre otros, en Muñoz A., Parra, F. y Santos, J. (2001), *Métodos de construcción de contabilidades nacionales y tablas input-output en España. Técnicas de análisis input-output*. UNED. Madrid o Pulido A. y Fontela, E. (1993), *Análisis input-output. Modelos, datos, aplicaciones*. Pirámide. Madrid.

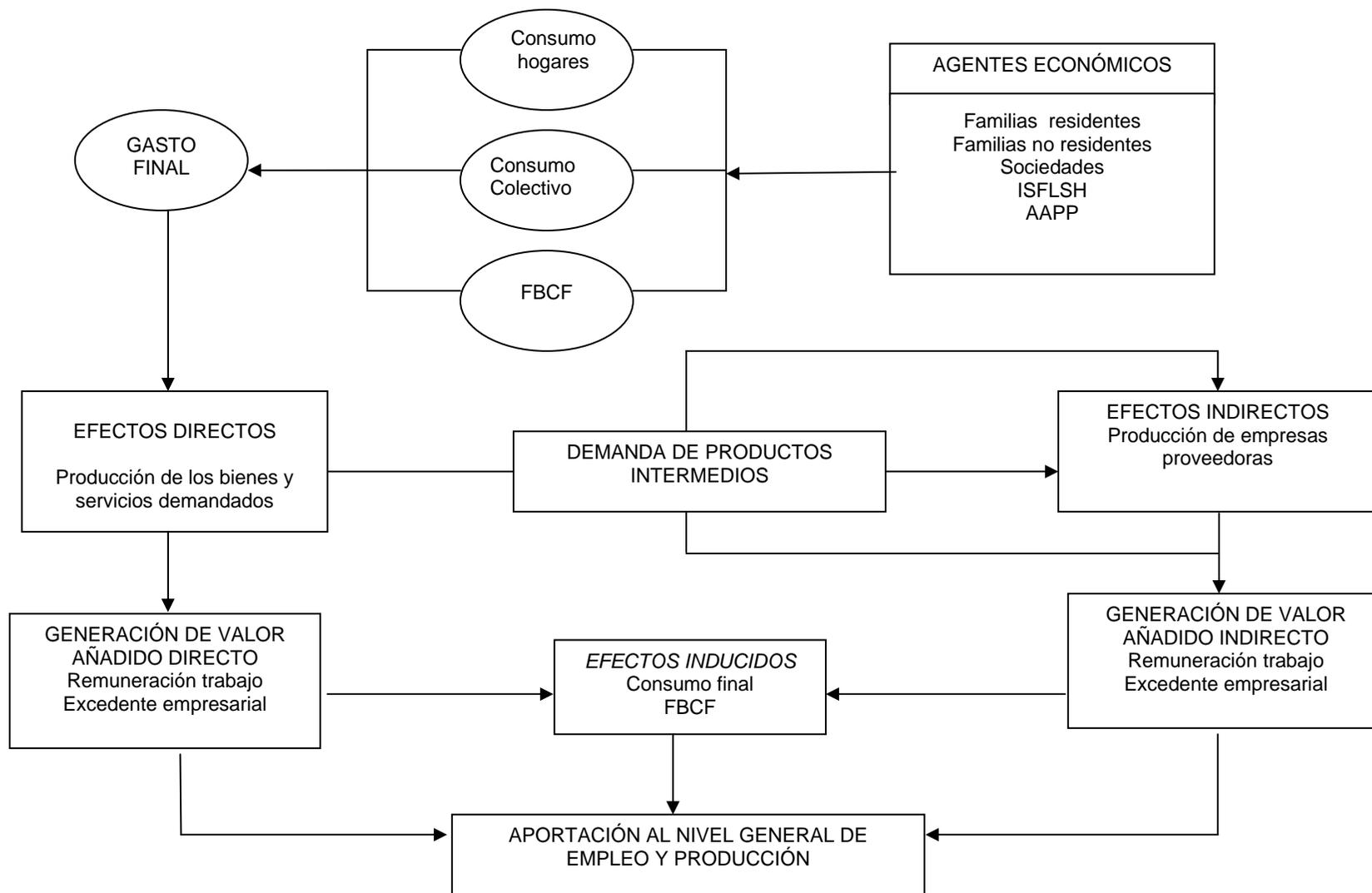
producción y el empleo dentro y fuera de la economía concreta objeto de estudio.

En el gráfico 3.1 se puede observar de manera sintética la cadena teórica de efectos que pueden cuantificarse mediante la aplicación del modelo de demanda en el contexto del MIO. El modelo viene a demostrar cómo una variación en algún componente de la demanda final es causa de transacciones económicas entre distintas ramas de actividad, a partir de las cuales se despliega una sucesión de impactos económicos encadenados, de tal manera que al final del proceso el impulso inicial produce un efecto multiplicador sobre la producción y el empleo del conjunto de la economía objeto de estudio.

En teoría se pueden señalar tres clases de efectos derivados de un aumento de algún componente de la demanda final de una economía:

- **Efectos directos:** Es la producción del bien o servicio demandado. Por ejemplo, si se piensa en la construcción de un nuevo puente o un aparcamiento subterráneo, el agente institucional correspondiente (las administraciones públicas, en estos casos) adjudicará la realización de la obra a una empresa contratista por un importe determinado, y ese será precisamente el efecto directo sobre la economía.
- **Efectos indirectos:** Siguiendo con el mismo ejemplo, la construcción del puente o del aparcamiento requerirá que el contratista demande determinados bienes y servicios a sus proveedores (productos energéticos, productos minerales no metálicos, maquinaria y equipos, subcontrataciones, transporte, servicios técnicos de arquitectura e ingeniería, etc.) y que, por su parte, cada uno de los proveedores directos del contratista demanda a otras empresas los bienes y servicios que precisa incorporar en su proceso productivo, y así sucesivamente, siendo la suma de toda esa cadena de pedidos el valor de los efectos indirectos del proyecto.

Gráfico 3.1 Modelo explicativo del impacto económico del modelo de demanda del MIO.



- Efectos inducidos: en los proyectos con un largo horizonte temporal, la variedad de efectos directos e indirectos en las distintas ramas afectadas que acabamos de describir traerá consigo un incremento estructural de las rentas de algunos hogares y empresas, lo que previsiblemente elevará la demanda de bienes de consumo e inversión en general, desencadenando así una secuencia económica de realimentación del sistema económico. El tratamiento de los efectos inducidos vía consumo e inversión de las empresas y hogares presenta una cierta complejidad que precisa de la utilización de un modelo macroeconómico –inexistente para una región como la del Ebro - que ponga de manifiesto los efectos en algunas variables macro de los cambios que se produzcan en algunas otras, al estar todas ellas relacionadas entre sí. Por otra parte, las inversiones en infraestructuras tienen más bien un efecto inmediato en la actividad económica, por lo que parece pertinente el no contemplar los efectos inducidos en esta ocasión.

La estimación cuantitativa del incremento en el producto y en el empleo de una determinada economía derivados de un impulso de la demanda final en alguno de sus sectores puede hacerse a través del denominado modelo de demanda en el contexto del MIO. Este instrumento pone el énfasis en los flujos económicos desde el punto de vista de las ramas de actividad. Se trata de un modelo que permite analizar las transacciones que se realizan entre las distintas ramas de una economía y que pueden describirse como un circuito económico o sistema de flujos independientes, tanto de bienes y servicios, como de factores productivos.

El MIO puede considerarse como un instrumento contable y como un modelo de proyección y simulación económicas. Desde el punto de vista contable, el MIO es una estructura o método sistemático de captación de datos estadísticos de una economía, desagregada en ramas de actividad y que registra las transacciones entre unas ramas y otras, así como el uso que hacen de los factores primarios y la parte de su producción que destinan a la demanda final.

En definitiva, este marco de análisis ofrece una visión cuantitativa de algunas de las interdependencias que tienen lugar en un sistema económico siendo, probablemente, su parte más sustantiva el de las relaciones entre unas ramas y otras. A modo de ejemplo, en este estudio utilizaremos el MIO referido a 2003 que considera la economía de la región Ebro en 26 ramas de actividad productiva por agrupación de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (Cuadro 3.1)⁸.

En la tabla simétrica, a cada rama le corresponde una columna y una fila del MIO, leyéndose en columnas los insumos (*inputs* o entradas) para el proceso productivo de la rama a la que corresponde cada columna y, en filas, los *outputs* (salidas o destinos) de las producciones de cada rama (bloque de consumos intermedios). Por definición, el total de consumos intermedios utilizados por todas las ramas (suma de los totales de las columnas) coincide con el total de salidas (suma por filas) de productos para uso intermedio del resto de ramas. Sin embargo, esta igualdad no tiene por qué producirse rama a rama.

⁸ Queremos hacer constar nuestro agradecimiento Julián Pérez, director del Centro de Predicción Económica (CEPREDE) de la Universidad Autónoma de Madrid, por facilitarnos la tabla simétrica de la región Ebro en 2003, elaborada de forma *ad hoc* para su utilización en este estudio a partir de las tablas estimadas por CEPREDE para dicho año de La Rioja, Navarra, Aragón y Cataluña.

Cuadro 3.1 Relación entre ramas MIO Ebro y CNAE93.

	Número	Ramas Ebro 2003	CNAE-93	
S. Primario	1	Agricultura, silvicultura y pesca	01, 02 y 05	
Energía	16	Producción y distribución de energía eléctrica, gas y agua	40 y 41	
	2	Extracción productos energéticos y refino de petróleo	10, 11, 12, 13, 14 y 23	
Sector Industrial	3	Industria Agroalimentaria	15 y 16	
	4	Industria textil y de la confección	17 y 18	
	5	Industria del cuero y calzado	19	
	6	Industria de la madera y el corcho	20	
	7	Industria del papel, edición y artes gráficas	21 y 22	
	8	Industria Química	24	
	9	Industria del caucho y materias plásticas	25	
	10	Industria de productos minerales no metálicos	26	
	11	Metalurgia y fabricación de productos metálicos	27 y 28	
	12	Fabricación de maquinaria y equipo mecánico	29	
	13	Material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	30, 31, 32 y 33	
	14	Fabricación de material de transporte	34 y 35	
	15	Industrias diversas	36 y 37	
	Construcción	17	Construcción	45
	Servicios de Mercado	18	Comercio y Reparación de vehículos a motor	50, 51 y 52
19		Hostelería	55	
20		Transporte, almacenamiento y comunicaciones	60, 61, 62, 63 y 64	
21		Intermediación financiera	65, 66 y 67	
22		Actividades inmobiliarias y de alquiler, servicios a empresas	70, 71, 72, 73 (p), 74 y 911	
24		Educación	80(p)	
25		Sanidad	85(p)	
26		Otros servicios sociales y personales	90(p), 92(p) y 93	
S. no-mercado	23	AA.PP.	912, 913, 75, 80(p), 85(p), 90(p), 92(p) y 95	

Fuente: Elaboración propia

Los factores de producción primarios, trabajo y capital, se remuneran, respectivamente, con el salario y el excedente bruto de explotación. Las rentas generadas integran el Valor Añadido de cada rama (bloque de *inputs* primarios). Por otra parte, la suma de los consumos intermedios y valor añadido da la producción de cada rama y la suma de las ramas, la producción de toda la economía.

Las importaciones realizadas para los procesos productivos (como consumos intermedios) o por los consumidores finales se recogen en el MIO añadiendo en la parte inferior de la columna correspondiente a cada rama una fila de importaciones similares a los productos de dicha rama (Cuadro 3.2).

Por filas, además de la parte de la producción de cada rama que es utilizada por ella y por el resto de ramas como consumo intermedio en sus respectivos procesos productivos, otra parte de la producción de cada rama se destina a usos finales, es decir, a consumo individual, consumo colectivo, formación bruta de capital y exportaciones (bloque de demandas finales)

Cuadro 3.2 Estructura de la tabla simétrica del Marco *Input-Output*

	Ramas demandantes (<i>j</i>)	Demanda Intermedia	Demanda Final	E.T.
Ramas suministradoras (<i>i</i>)	Matriz de consumos intermedios (C.I.) por ramas a precios básicos	Totales de consumos intermedios	Matriz de demanda final (D)	Totales de empleos por ramas (<i>p.b.</i>)
Total C.I.	Total C. I. por ramas a precios básicos	Total C.I. <i>p.b.</i>	Empleos finales por tipo demanda a <i>p.b.</i>	Total Empleos <i>p.b.</i>
T/Po	Impuestos s/ productos		T/Po por tipo de empleo final	T/Po
S/Po	Subvenciones s/productos		Subvenciones S/Po por empleo final	S/Po
Total C.I.	Total C.I. a precios de adquisición		Empleos finales por tipo demanda a <i>p.a.</i>	Total Empleos <i>p.a.</i>
<i>Inputs</i> Primarios	Matriz de <i>inputs</i> primarios (W+EBE)	Total de <i>inputs</i> primarios		
Otros/T s/producción	Otros impuestos sobre la producción			
VA <i>p.b.</i>	Valor añadido a <i>p.b.</i>			
X	Producción <i>p.b.</i>			
M	Importaciones CIF por ramas			
REC <i>p.b.</i>	Totales recursos por ramas <i>p.b.</i>			

Para exponer el funcionamiento del modelo puede usarse la siguiente notación:

x_{ij} = Cantidad registrada en la casilla de cruce de la fila *i* y la columna *j* del bloque de consumos intermedios del MIO (utilización que la rama *j* hace de los productos de la rama *i*).

X_j = Producción de la rama *j* (suma de los consumos intermedios de la rama más el valor añadido).

VA_j = Valor añadido por la rama j = remuneración de asalariados (W) + excedente bruto de explotación (EBE).

D = Demandas finales = Consumo individual ($CInd$) + consumo colectivo ($CCol$) + formación bruta de capital (FBK) + exportaciones (E).

M = Importaciones.

REC = Oferta total de recursos = Producción + importaciones.

ET = total de empleos, *output* o destinos ($CI + D$).

IT = *input* total o recursos totales.

Los estudios basados en el MIO calculan sistemáticamente algunas relaciones cuya utilidad es manifiesta si las mismas se consideran relaciones estructurales de una economía. De un modo sumario, puede representarse una estructura de relaciones estructurales entre las ramas de una economía calculando, para cada rama, la proporción de cada *input* en su producción. Tales proporciones se denominan coeficientes de *input* y pueden representarse en una tabla o matriz en la que cada elemento es el correspondiente al que ocupa el mismo lugar en la tabla original. Los coeficientes técnicos son un tipo especial de coeficientes de *input* que expresan la utilización que cualquier rama hace de productos de otra por unidad de producción $a_{ij} = x_{ij} / X_j$.

El cálculo de los coeficientes técnicos puede hacerse dividiendo cada x_{ij} por la X_j correspondiente (cada elemento del bloque de consumos intermedios entre la producción de la rama correspondiente). Por ejemplo, el coeficiente a_{12} ($= x_{12} / X_2$) representa la utilización que la rama 2 hace de productos de la rama 1, por unidad de producción. En forma matricial sería $A = ZX^{-1}$, siendo A la matriz de coeficientes técnicos resultante de efectuar la multiplicación de las matrices de las x_{ij} (Z) por la matriz diagonal de las recíprocas de las producciones de cada rama (X^{-1}).

La suma por columnas de los elementos de la matriz de coeficientes técnicos (A), $\sum a_{ij}$, dará el total de consumos intermedios que la rama j efectúa para producir una unidad.

La propia denominación de los coeficientes alude a la expresión de ciertas características tecnológicas de los procesos productivos. Sin embargo, en la práctica los coeficientes que se calculan son monetarios, esto es, se calcula el valor de los productos de una rama utilizados para obtener una unidad de producto de una rama que es utilizadora de los mismos. La relación estará influida por los precios y habrá que tener en cuenta la alteración de éstos a lo largo del tiempo para extraer conclusiones apropiadas respecto a la utilización de *inputs* así como a su sustitución o ahorro.

En la práctica, el Sistema Europeo de Cuentas Nacionales y Regionales actualmente vigente en España (más conocido como *SEC-95*) hace referencia a tres tipos de tablas: la de origen, la de destino y la simétrica.

- La *tabla de origen* es una matriz en la que por columnas se presentan ramas de actividad (m) y, por filas, los productos (n). A partir de ella pueden obtenerse los recursos de una economía por productos encuadrados en cada rama de actividad. Muestra la oferta de bienes y servicios por productos y ramas de actividad, distinguiendo entre producciones e importaciones. Puede presentarse a precios básicos y a precios de adquisición, efectuando las transformaciones adecuadas en las magnitudes⁹.

La producción total por ramas más las importaciones dan la oferta total de bienes y servicios a precios básicos. Si se añaden a cada producto los márgenes de comercio y de transporte así como los impuestos de productos netos de subvenciones se obtiene la oferta de cada producto a precios de adquisición.

⁹ La valoración a precios básicos recoge los consumos intermedios a precios de adquisición más el valor añadido a coste de factores más otros impuestos sobre la producción.

- La *tabla de destino* es también una matriz en la que por columnas se presentan las ramas (m) y por filas los productos (n). Esta tabla muestra los empleos de los bienes y servicios por productos y tipo de empleo (consumo intermedio y cada uno de los empleos finales). Recoge además los distintos componentes del valor añadido (remuneración de asalariados, otros impuestos sobre la producción, excedente bruto de explotación y rentas mixtas) que junto con los consumos intermedios, permiten obtener la producción a precios básicos por ramas de actividad.

Por ramas de actividad, la producción es igual a los consumos intermedios más el valor añadido. Por productos, la oferta total por producto es igual a los empleos totales por producto.

En la tabla de destino, los productos se registran a precios de adquisición. El VAB se registra a precios básicos y puede obtenerse como resultado de la producción a precios básicos menos los consumos intermedios a precios de adquisición. Para pasar de la oferta a precios básicos a la oferta a precios de adquisición hay que reasignar los márgenes comerciales y del transporte; añadir los impuestos sobre los productos (con exclusión del IVA deducible) y deducir las eventuales subvenciones a los productos.

En las valoraciones a precios básicos los márgenes (de comercio y de transporte) aparecen como un producto más objeto de transacciones, mientras que al valorar a precios de adquisición los márgenes se aplican a los productos correspondientes.

- La *tabla simétrica* es una matriz producto por producto ($n * n$) o rama por rama ($m * m$) en la que se detallan los procesos de producción y empleo de los bienes y servicios, con gran detalle y con el mismo número de filas y de columnas. La información que contiene debe obtenerse a partir de una reelaboración de la información primaria, con información adicional o con conocimientos de tecnología o de expertos.

La tabla simétrica recoge los consumos intermedios a precios básicos rama por rama o producto por producto, así como los distintos

componentes del valor añadido por productos. Del mismo modo se registran los diferentes tipos de empleos finales. Todo ello puede hacerse a precios básicos y a precios de adquisición. Esta tabla es la que se utilizará en las modelizaciones posteriores. (Cuadro 3.2)

Además de como un instrumento contable, el MIO puede considerarse como una teoría simplificada de la producción que puede ser utilizada como modelo de simulación para:

- Estimar niveles de producción de cada rama necesarios para satisfacer un objetivo de demanda final determinados de forma exógena (*modelo de demanda*) o de consecución de un determinado nivel de valor añadido (*modelo de oferta*, que utilizaremos posteriormente).
- Analizar cómo la alteración de los precios de algún componente de alguna rama se traslada al sistema global en forma de una nueva estructura global de precios (*modelo de precios*)¹⁰.

Respecto al *modelo de demanda*, dado que las filas de la tabla representan los destinos de la producción de cada rama al resto de ramas y a la demanda final (rama a rama coinciden con el valor de su producción X_j), dos filas de una tabla con dos ramas pueden expresarse como:

$$x_{11} + x_{12} + D_1 = X_1 \quad (1)$$

$$x_{21} + x_{22} + D_2 = X_2$$

llamando x_{ij} a los destinos que desde la rama i van a la rama j (usos que la rama j hace de los productos de la rama i); D_i a lo que la rama i destina a la demanda final y X_i a la producción a precios básicos de la rama i . La rama i destina $\sum_j x_{ij}$ a usos intermedios y D_i a destinos finales.

¹⁰ Modelo que queda fuera de los objetivos de este estudio y, por tanto, no nos planteamos estimar y analizar.

Como $x_{ij} = a_{ij} / X_j$, se puede sustituir en (1)

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + D_1 = X_1 \quad (2)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + D_2 = X_2$$

sistema lineal que puede representarse en forma matricial como:

$$AX + D = X \quad (3)$$

siendo A la matriz de los coeficientes técnicos; X el vector columna de las producciones a precios básicos y D el vector columna de las demandas finales. Sabiendo que a_{ij} es un dato conocido y suponiendo que la demanda final se determina de forma exógena, quedan dos incógnitas y dos ecuaciones.

El *modelo de demanda* relaciona las demandas finales autónomas y los niveles de producción necesarios para satisfacerlas. Si se realizan enunciados alternativos de demanda final a conseguir, pueden conocerse las producciones necesarias de cada rama para satisfacer dicha demanda final. Lógicamente, cada rama ha de producir tal objetivo de demanda final más los productos intermedios que de ella requieran el resto de ramas para producir también una unidad. Cuando el número de incógnitas es de cierto tamaño, el problema puede resolverse mediante un algoritmo conocido como el método de la inversa de la matriz de Leontief:

$$X = (1 - A)^{-1} D \quad (4)$$

siendo X el vector columna de las producciones a precios básicos de cada rama (incógnitas del problema), $(1 - A)^{-1}$ la inversa de la matriz de Leontief $(1 - A)$ y D el vector columna de las demandas finales.

Hasta aquí hemos desarrollado el denominado *modelo de demanda* de Leontief, específicamente concebido para analizar los efectos que una alteración en la demanda final de una o varias ramas tiene sobre su producción. Se trata, pues, de un modelo dirigido por el lado de la demanda, que se considera

determinada en forma exógena y basado en la coherencia interna entre ramas que proporciona la matriz de coeficientes técnicos.

Las propias características del MIO, con igualdad de sumas en filas y en columnas en la tabla simétrica, hacen evidente la posibilidad de plantear un modelo alternativo “rotado” con respecto al de demanda. En este modelo alternativo, los coeficientes se determinan por filas en lugar de por columnas, proporcionando los coeficientes de mercado o de distribución, y la variable estratégica determinada exógenamente al modelo es ahora el valor añadido en lugar de la demanda final. Por ello el modelo es conocido como *modelo de oferta* de Leontief o modelo de Ghost, quien propuso este nuevo enfoque¹¹.

La tabla simétrica en sus relaciones por columnas puede expresarse para cualquier rama j como:

$$X_j = x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{nj}VA_j \quad (5)$$

Y, en términos matriciales:

$$X' = x_{ij} + VA' \quad (6)$$

Teniendo en cuenta que los coeficientes de distribución b_{ij} pueden definirse como:

$b_{ij} = x_{ij} / X_i$, y representan la proporción de *output* de la rama i que es utilizado en la rama j , sustituyendo en (6) y expresándolo en términos matriciales se obtiene:

$$X' = BX' + VA' \quad (7)$$

Y, operando,

$$X' - BX' = VA' \quad (8)$$

¹¹ GHOSH, A., (1958): «Input-output approach to an allocation system». *Economica*, 25, 58-64; DIETZEMBACHER, E., (1997). “In vindication of the Ghosh model: a reinterpretation as a price model”. *Journal of Regional Science*, Vo. 37(4), 629-651 pp.

$$X'(1 - B) = VA' \quad (9)$$

post-multiplicando ambos términos de la ecuación por $(1 - B)^{-1}$ se obtiene finalmente la expresión del modelo de oferta:

$$X' = VA'(1 - B)^{-1} \quad (10)$$

Si notamos por δ_{ij} los elementos de la matriz inversa $(1 - B)^{-1}$, a veces denominada matriz inversa de Ghosh o matriz inversa de los *outputs*, siendo $(1 - A)^{-1}$ la inversa de los *inputs* o inversa de Leontief, la producción del sector X_j es ahora una combinación de los valores añadidos de los distintos sectores:

$$X_j = \delta_{i1} VA_1 + \delta_{i2} VA_2 + \dots + \delta_{in} VA_n \quad (11)$$

La interpretación económica de los elementos de la matriz inversa de coeficientes de distribución es similar a la de los coeficientes técnicos, pero cambiando demanda final por valores añadidos y coeficientes en filas por coeficientes en columnas. Así, cada elemento b_{ij} de la matriz $(1 - B)^{-1}$ puede interpretarse como el incremento en la producción de la rama j ante incrementos unitarios en el valor añadido de la rama i . Por lo tanto, la suma de la fila i de esta matriz indica el incremento en la producción de todas las ramas cuando el valor añadido de la rama i aumenta en una unidad.

Por último, una vez obtenidas las inversas de Leontief o de Ghosh se pueden analizar diversas situaciones, como por ejemplo, calcular los requerimientos de empleo por ramas ante incrementos de la producción total. El incremento de la producción en una o varias ramas provoca la creación de empleo en la propia rama (L_j) y para su cuantificación se parte del vector fila de *coeficientes directos de empleo* (l_j), definidos como la cantidad de empleo por unidad de producción, y utilizados, por ejemplo, en la siguiente expresión:

$$L_j = \hat{l}(1 - A)^{-1} D \quad (12)$$

en la que \hat{l} es la matriz diagonalizada de los coeficientes directos de empleo (l_j) y D el vector columna de demandas finales¹². El resultado de este cálculo es, por tanto, el número de empleos que se generan en cada rama ante un incremento en la demanda final, y su suma, el empleo global que se genera en la economía en su conjunto como consecuencia del incremento de la producción total.

Capítulo IV: El impacto de la sequía sobre la producción y el empleo

¹² Los coeficientes directos de empleo suelen expresarse en términos de empleo (cantidad de empleo por unidad de producto), pero también puede hacerse en términos monetarios (cantidad de remuneración de asalariados por unidad de producto).

4.1 Hipótesis en la aplicación del modelo

En el MIO Ebro, que contiene la información económica referida a 2003, se asumen las normas y pautas de actuación del SEC-95, con un nivel de desagregación en 26 ramas de actividad. El modelo de oferta puede estimarse partiendo de la matriz de los coeficientes de distribución (B) del MIO Ebro con la que se ha elaborado la matriz de Ghosh ($1 - B$) y su correspondiente matriz inversa $(1 - B)^{-1}$. Estos coeficientes son los multiplicadores que, aplicados a las variaciones en los Valores Añadidos (VA), en nuestro caso los de las ramas agraria y energética perdidos en 2005 como consecuencia de la sequía, permiten estimar tanto la producción total (X) y el empleo (L) regionales perdidos, como su distribución entre cada una de las 26 ramas de actividad productivas consideradas.

La aplicación del modelo de oferta [$X = VA(1 - B)^{-1}$] con los datos económicos de la sequía de 2005 requiere, no obstante, de algunos ajustes y asumir algunas hipótesis de partida, que sintetizamos a continuación:

- En primer lugar y en lo que se refiere a los criterios de valoración, se ha de cumplir con las normas de la contabilidad nacional (SEC-95) actualmente en vigor, normas que establecen que la producción se ha de valorar a *precios básicos*. Ya hemos avanzado este concepto que, en términos simplistas y desde el punto de vista de la oferta, vendría a ser el ingreso obtenido por cada unidad de producto. En este sentido, los datos económicos de la sequía manejados hasta ahora, 482 millones de euros de demanda final insatisfecha en 2005, responden al concepto del *precios básicos* y no incorporan por tanto ni los márgenes ni los impuestos sobre los productos netos de subvenciones¹³. Por tanto, pueden ser utilizados directamente en la aplicación del modelo de demanda del MIO.
- En segundo lugar, para pasar de *precios básicos* a *precios de adquisición* o de mercado, hay que añadir a estas magnitudes los márgenes e impuestos netos sobre los productos que, según los datos de

¹³ 405 millones de euros en el sector primario y 77 millones en energía hidroeléctrica.

la contabilidad regional para la región Ebro, representan en torno al 10 por ciento del PIB regional.

- En tercer lugar, hay que tener en cuenta que una parte de la oferta total de bienes y servicios de cada rama puede proceder de importaciones de fuera de la región. Por tanto, si lo que se pretende estimar exclusivamente son los efectos de la sequía en la región Ebro se debe utilizar la matriz de coeficientes interiores de distribución (B_{int}) en lugar de utilizar la matriz de coeficientes totales de distribución (B_{tot}), que cuantificarían los efectos totales sobre la producción dentro y fuera de la región.¹⁴

- En cuarto y último lugar, agregando las producciones directas e indirectas obtenidas del modelo para cada rama de actividad productiva, se llega a obtener la estimación del impacto negativo de la sequía en la producción total, el empleo y en la participación del PIB en la región Ebro en 2005.

¹⁴ Los cuadros A13 y A14 del Anexo recogen la matriz inversa de Ghosh de la región Ebro en 2003 elaborada de forma *ad hoc* a partir de los coeficientes interiores y totales de distribución

4.2 Estimación de la producción y empleo

La asunción de hipótesis que acabamos de señalar permite la aplicación del modelo de oferta de Ghosh y estimar el incremento de la producción que conllevaría dentro y fuera de la región Ebro un impulso del valor añadido debido a *shocks* específicos en los sectores primario y energético que se hubieran producido en ausencia de sequía. En particular, el modelo permite analizar los efectos directos e indirectos sobre la producción total regional y extra-regional y sobre el empleo en las 26 ramas de actividad productivas al considerar un incremento del valor añadido en la región Ebro de 482 millones de €, de los que 405 millones € corresponderían al sector primario y 77 millones de € a la energía. Los resultados de esta primera estimación se recogen en el cuadro 4.1.

Cuadro 4.1 Efectos sobre la producción total en 2005, dentro y fuera de la región Ebro, de un incremento del valor añadido en los sectores primario y energético (Mill euros)

Ramas de actividad productiva	Ef. Directos	Ef. Indirectos	E. Total
1 Agricultura, silvicultura y pesca	405	36,3	441,3
2 Industrias extractivas	0	0,7	0,7
3 Industria Agroalimentaria	0	237,0	237,0
4 Industria textil y de la confección	0	8,0	8,0
5 Industria del cuero y calzado	0	1,8	1,8
6 Industria de la madera y el corcho	0	5,3	5,3
7 Industria del papel, edición y artes gráficas	0	12,3	12,3
8 Industria Química	0	17,3	17,3
9 Industria del caucho y materias plásticas	0	3,6	3,6
10 Industria de productos minerales no metálicos	0	3,4	3,4
11 Metalurgia y fabricación de productos metálicos	0	5,5	5,5
12 Fabricación de maquinaria y equipo mecánico	0	2,8	2,8
13 Material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	0	3,8	3,8
14 Fabricación de material de transporte	0	6,4	6,4
15 Industrias diversas	0	3,0	3,0
16 Industria energética, distribución de energía, gas y agua	77	22,3	99,3
17 Construcción	0	10,5	10,5
18 Comercio y Reparación de vehículos a motor	0	19,9	19,9
19 Hostelería	0	41,0	41,0
20 Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0	12,9	12,9
21 Intermediación financiera	0	1,3	1,3
22 Actividades inmobiliarias y de alquiler, servicios a empresas	0	5,6	5,6
23 AA.PP.	0	3,9	3,9
24 Educación	0	1,9	1,9
25 Sanidad	0	3,4	3,4
26 Otros servicios sociales y personales	0	8,5	8,5
Total	482	478,2	960,2

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar se constata que la producción total, dentro y fuera de la región Ebro, alcanzaría los 960,2 millones de € para satisfacer el impulso del valor añadido en los sectores primario y energético de 482 millones de €. Es decir, los efectos indirectos o capacidad de arrastre de la producción sobre otras ramas no directamente relacionadas con el impulso inicial representa más de 478,2 millones de €, casi el 100 por ciento de los efectos directos. Es decir, dadas las interrelaciones de estas dos ramas de actividad con el resto de la economía global, los efectos indirectos equivalen en términos absolutos a la cuantía de los efectos directos. Sin embargo, como lo que nos interesa conocer son los efectos macroeconómicos en el interior de la región Ebro, el análisis que hemos efectuado, basado en la utilización de los coeficientes totales de distribución, no nos permite delimitar qué parte de esos efectos afectan en exclusividad a la región Ebro. Por ello, merece la pena circunscribir nuestro análisis a los efectos del impulso del valor añadido sobre la economía de la región Ebro, para lo que utilizaremos la matriz inversa de los coeficientes interiores de distribución, cuyos resultados se recogen en los cuadros 4.2 a 4.4.

Cuadro 4.2 Efectos sobre la producción total en 2005 en la región Ebro de un incremento del valor añadido en los sectores primario y energético (Mill euros)

Ramas de actividad productiva		Ef. Directos	Ef. Indirectos	E. Total
1	Agricultura, silvicultura y pesca	405	35,49	440,49
2	Industrias extractivas	0	0,47	0,47
3	Industria Agroalimentaria	0	202,80	202,80
4	Industria textil y de la confección	0	3,40	3,40
5	Industria del cuero y calzado (20)	0	0,52	0,52
6	Industria de la madera y el corcho	0	0,89	0,89
7	Industria del papel, edición y artes gráficas	0	8,46	8,46
8	Industria Química	0	7,95	7,95
9	Industria del caucho y materias plásticas	0	2,46	2,46
10	Industria de productos minerales no metálicos	0	2,41	2,41
11	Metalurgia y fabricación de productos metálicos	0	3,06	3,06
12	Fabricación de maquinaria y equipo mecánico	0	1,80	1,80
13	Material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	0	2,51	2,51
14	Fabricación de material de transporte	0	3,48	3,48
15	Industrias diversas	0	1,52	1,52
16	Industria energética, distribución de energía, gas y agua	77	16,58	93,58
17	Construcción	0	9,90	9,90
18	Comercio y Reparación de vehículos a motor	0	16,40	16,40
19	Hostelería	0	33,97	33,97
20	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0	4,16	4,16
21	Intermediación financiera	0	1,00	1,00
22	Actividades inmobiliarias y de alquiler, servicios a empresas	0	4,01	4,01
23	AA.PP.	0	3,32	3,32
24	Educación	0	1,60	1,60
25	Sanidad	0	2,39	2,39
26	Otros servicios sociales y personales	0	7,16	7,16
Total		482	377,70	859,70

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, se constata que la mayor parte del impacto sobre la producción de este impulso se concentra en la propia región Ebro, al generarse 859,7 de los 960,2 millones de €, el 90 por ciento de la producción total. Dicho de otra forma, el incremento de la producción extra-regional de un incremento del valor añadido de 482 millones de € en la región Ebro provocaría un incremento de producción extra-regional de tan sólo 100 millones de €, lo que representa aproximadamente un 10 por ciento del incremento de la producción total extra-regional y regional.

Por otro lado, los efectos indirectos o capacidad de arrastre de la producción sobre otras ramas de actividad no directamente relacionadas con el impulso inicial del valor añadido representa más de 377 millones de €, en torno a un 44 por ciento del total. Si nos centramos en el análisis de las ramas indirectamente más afectadas por el impulso del valor añadido, se constata al analizar el cuadro 4.2 que tan sólo cinco de ellas representan el 80 por ciento de los 377 millones de € de producción total generada indirectamente: industria agroalimentaria (202 millones de €); agricultura, selvicultura y pesca (35,5 millones de €); hostelería (33,9 millones de €); industria energética, distribución de energía, gas y agua (16,58 millones de €) y comercio y reparación de vehículos a motor (16,4 millones de €).

Estos resultados apuntan también al sector primario, y en general toda la cadena agroalimentaria de la región, como el más directa e indirectamente afectado por la sequía. Como se aprecia en el cuadro 4.3, la obtención de 405 millones de € adicionales de valor añadido en el sector primario conllevaría un incremento en la producción total regional de 716,5 millones de €, aproximadamente el 83 por ciento de los 859,7 millones de € de producción total. Además, las ramas indirectamente más afectadas por este impulso de valor añadido en el sector primario son la industria agroalimentaria (199,47 millones de €); la propia agricultura, selvicultura y pesca (33,21 millones de €) y la hostelería, con 31,5 millones de €.

Cuadro 4.3 Efectos sobre la producción total en 2005 en la región Ebro de un incremento del valor añadido en el sector primario (Mill euros).

Ramas de actividad productiva		Ef. Directos	Ef. Indirectos	E. Total
1	Agricultura, silvicultura y pesca	405	33,21	438,21
2	Industrias extractivas	0	0,04	0,04
3	Industria Agroalimentaria	0	199,47	199,47
4	Industria textil y de la confección	0	2,02	2,02
5	Industria del cuero y calzado	0	0,33	0,33
6	Industria de la madera y el corcho	0	0,48	0,48
7	Industria del papel, edición y artes gráficas	0	4,82	4,82
8	Industria Química	0	1,70	1,70
9	Industria del caucho y materias plásticas	0	1,00	1,00
10	Industria de productos minerales no metálicos	0	0,34	0,34
11	Metalurgia y fabricación de productos metálicos	0	1,11	1,11
12	Fabricación de maquinaria y equipo mecánico	0	0,64	0,64
13	Material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	0	0,77	0,77
14	Fabricación de material de transporte	0	0,94	0,94
15	Industrias diversas	0	0,85	0,85
16	Industria energética, distribución de energía, gas y agua	0	0,59	0,59
17	Construcción	0	7,78	7,78
18	Comercio y Reparación de vehículos a motor	0	11,66	11,66
19	Hostelería	0	31,51	31,51
20	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0	0,96	0,96
21	Intermediación financiera	0	0,37	0,37
22	Actividades inmobiliarias y de alquiler, servicios a empresas	0	1,90	1,90
23	AA.PP.	0	1,07	1,07
24	Educación	0	0,65	0,65
25	Sanidad	0	1,52	1,52
26	Otros servicios sociales y personales	0	5,79	5,79
Total		405	311,54	716,54

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al impacto en la producción de la región Ebro de un incremento del valor añadido en el sector energético de 77 millones de €, como se aprecia en el cuadro 4.4, conlleva unos efectos indirectos o una capacidad de arrastre de otros 66,16 millones de €, de los que prácticamente 16 recaen en la propia rama de energía y el resto se distribuye con bastante menos intensidad entre la mayoría del resto de ramas productivas.

Cuadro 4.4 Efectos sobre la producción total en 2005 en la región Ebro de un incremento del valor añadido en el sector energético (Mill euros).

Ramas de actividad productiva		Ef. Directos	Ef. Indirectos	E. Total
1	Agricultura, silvicultura y pesca	0	2,28	2,28
2	Industrias extractivas	0	0,43	0,43
3	Industria Agroalimentaria	0	3,33	3,33
4	Industria textil y de la confección	0	1,38	1,38
5	Industria del cuero y calzado	0	0,19	0,19
6	Industria de la madera y el corcho	0	0,41	0,41
7	Industria del papel, edición y artes gráficas	0	3,65	3,65
8	Industria Química	0	6,25	6,25
9	Industria del caucho y materias plásticas	0	1,47	1,47
10	Industria de productos minerales no metálicos	0	2,07	2,07
11	Metalurgia y fabricación de productos metálicos	0	1,95	1,95
12	Fabricación de maquinaria y equipo mecánico	0	1,16	1,16
13	Material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	0	1,74	1,74
14	Fabricación de material de transporte	0	2,53	2,53
15	Industrias diversas	0	0,67	0,67
16	Industria energética, distribución de energía, gas y agua	77	15,99	92,99
17	Construcción	0	2,12	2,12
18	Comercio y Reparación de vehículos a motor	0	4,73	4,73
19	Hostelería	0	2,46	2,46
20	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0	3,20	3,20
21	Intermediación financiera	0	0,63	0,63
22	Actividades inmobiliarias y de alquiler, servicios a empresas	0	2,11	2,11
23	AA.PP.	0	2,25	2,25
24	Educación	0	0,95	0,95
25	Sanidad	0	0,87	0,87
26	Otros servicios sociales y personales	0	1,37	1,37
Total		77	66,16	143,16

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al empleo, el modelo *input-output* de oferta permite estimar también el impacto de un impulso del valor añadido sobre el empleo en la región Ebro. Con el fin de cuantificar dicho impacto, se estimó para 2005 el empleo por ramas de actividad en la región Ebro; se calcularon también los coeficientes directos de empleo (l_j) para cada una de las 26 ramas de actividad del MIO Ebro y se construyó la matriz diagonalizada de los coeficientes de empleo (\hat{l}). A través de la expresión $L_j = \hat{l}(1 - A)^{-1}D$, se estimó el número de empleos generados en cada rama y en el total de la economía ante los incrementos en la demanda final y en la producción total, como se recoge en el cuadro 4.5.

Cuadro 4.5 Estimación del empleo perdido por la sequía en la región Ebro

	Prod. Tot (000 euros.pb)	Empleos Totales	Prod. Total/ empleo (euros/empleo)	Coef. Directos empleo	Incremento produccion total (Mill euros)	Empleos
1 Agricultura, silvicultura y pesca	9.911.860	182.121	54.425	0,0000184	440,49	8.094
2 Industrias extractivas	941.451	7.904	119.107	0,0000084	0,47	4
3 Industria Agroalimentaria	22.014.358	133.355	165.081	0,0000061	202,80	1.229
4 Industria textil y de la confección	9.887.027	95.376	103.664	0,0000096	3,40	33
5 Industria del cuero y calzado	2.357.140	23.844	98.857	0,0000101	0,52	5
6 Industria de la madera y el corcho	2.582.581	24.775	104.241	0,0000096	0,89	8
7 Industria del papel, edición y artes gráficas	13.383.737	89.224	150.002	0,0000067	8,46	56
8 Industria Química	20.083.935	89.817	223.610	0,0000045	7,95	36
9 Industria del caucho y materias plásticas	6.783.958	52.921	128.191	0,0000078	2,46	19
10 Industria de productos minerales no metálicos	5.940.043	43.399	136.871	0,0000073	2,41	18
11 Metalurgia y fabricación de productos metálicos	17.440.381	145.049	120.238	0,0000083	3,06	25
12 Fabricación de maquinaria y equipo mecánico	9.936.311	92.731	107.152	0,0000093	1,80	17
13 Material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	14.654.112	74.769	195.992	0,0000051	2,51	13
14 Fabricación de material de transporte	27.515.457	120.131	229.046	0,0000044	3,48	15
15 Industrias diversas	6.690.135	70.023	95.542	0,0000105	1,52	16
16 Industria energética, distribución de energía	11.198.882	17.603	636.207	0,0000016	93,58	147
17 Construcción	34.781.556	489.116	71.111	0,0000141	9,90	139
18 Comercio y Reparación de vehículos a motor	30.650.076	697.265	43.958	0,0000227	16,40	373
19 Hostelería	20.964.046	289.686	72.368	0,0000138	33,97	469
20 Transporte, almacenamiento y comunicaciones	24.894.197	262.709	94.759	0,0000106	4,16	44
21 Intermediación financiera	11.763.455	93.844	125.351	0,0000080	1,00	8
22 Actividades inmobiliarias y de alquiler, servicios	38.399.796	436.643	87.943	0,0000114	4,01	46
23 AA.PP.	11.283.546	204.467	55.185	0,0000181	3,32	60
24 Educación	7.947.525	221.793	35.833	0,0000279	1,60	45
25 Sanidad	11.816.832	289.996	40.748	0,0000245	2,39	59
26 Otros servicios sociales y personales	11.008.238	458.530	24.008	0,0000417	7,16	298
Total	384.830.636	4.707.090	81.756		859,70	11.275

Fuente: Elaboración propia

Los resultados globales recogidos en el cuadro 4.5 muestran que la relación entre empleo y la sequía de 2005 es importante, con una pérdida total de 11.275 empleos en dicho año. En cuanto a su distribución por ramas de actividad, se observa que tres eslabones de la cadena agroalimentaria absorben más del 86 por ciento de esa destrucción de empleo por la sequía: agricultura, silvicultura y pesca (8.094 empleos); industria agroalimentaria (1.229 empleos) y hostelería (469 empleos), mientras el empleo en la rama energética se ve muy poco afectada por la misma (apenas 147 empleos).

Si centramos el análisis en el empleo no generado por la pérdida de producción en el sector primario (Cuadro 4.6) se constata que la pérdida es de 10.532 de los 11.275 perdidos globalmente, concentrados fundamentalmente en el propio sector primario (8.052 empleos), la industria agroalimentaria (1.208 empleos) y la hostelería (435 empleos), que conjuntamente representan el 92 por ciento del total. Por su parte, la pérdida de empleo asociada a la menor producción energética es de tan sólo 743 empleos, aproximadamente un 6,6 por ciento de la pérdida global de empleo registrada por la sequía, de los que 146 se registran en la propia rama energética y el resto repartidos de forma más o menos equitativa entre el resto de ramas de actividad productiva (Cuadro 4.7).

Cuadro 4.6 Estimación del empleo perdido por la sequía en el sector primario en la región Ebro

	Prod. Tot (000 euros.pb)	Empleos Totales	Prod. Total/ empleo (euros empleo)	Coef. Directos empleo	Incremento produccion total (Mill euros)	Empleos
1 Agricultura, silvicultura y pesca	9.911.860	182.121	54.425	0,0000184	438,2	8.052
2 Industrias extractivas	941.451	7.904	119.107	0,0000084	0,0	0
3 Industria Agroalimentaria	22.014.358	133.355	165.081	0,0000061	199,5	1.208
4 Industria textil y de la confección	9.887.027	95.376	103.664	0,0000096	2,0	19
5 Industria del cuero y calzado	2.357.140	23.844	98.857	0,0000101	0,3	3
6 Industria de la madera y el corcho	2.582.581	24.775	104.241	0,0000096	0,5	5
7 Industria del papel, edición y artes gráficas	13.383.737	89.224	150.002	0,0000067	4,8	32
8 Industria Química	20.083.935	89.817	223.610	0,0000045	1,7	8
9 Industria del caucho y materias plásticas	6.783.958	52.921	128.191	0,0000078	1,0	8
10 Industria de productos minerales no metálicos	5.940.043	43.399	136.871	0,0000073	0,3	2
11 Metalurgia y fabricación de productos metálicos	17.440.381	145.049	120.238	0,0000083	1,1	9
12 Fabricación de maquinaria y equipo mecánico	9.936.311	92.731	107.152	0,0000093	0,6	6
13 Material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	14.654.112	74.769	195.992	0,0000051	0,8	4
14 Fabricación de material de transporte	27.515.457	120.131	229.046	0,0000044	0,9	4
15 Industrias diversas	6.690.135	70.023	95.542	0,0000105	0,9	9
16 Industria energética, distribución de energía	11.198.882	17.603	636.207	0,0000016	0,6	1
17 Construcción	34.781.556	489.116	71.111	0,0000141	7,8	109
18 Comercio y Reparación de vehículos a motor	30.650.076	697.265	43.958	0,0000227	11,7	265
19 Hostelería	20.964.046	289.686	72.368	0,0000138	31,5	435
20 Transporte, almacenamiento y comunicaciones	24.894.197	262.709	94.759	0,0000106	1,0	10
21 Intermediación financiera	11.763.455	93.844	125.351	0,0000080	0,4	3
22 Actividades inmobiliarias y de alquiler, servicios	38.399.796	436.643	87.943	0,0000114	1,9	22
23 AA.PP.	11.283.546	204.467	55.185	0,0000181	1,1	19
24 Educación	7.947.525	221.793	35.833	0,0000279	0,7	18
25 Sanidad	11.816.832	289.996	40.748	0,0000245	1,5	37
26 Otros servicios sociales y personales	11.008.238	458.530	24.008	0,0000417	5,8	241
Total	384.830.636	4.707.090	81.756		716,5	10.532

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.7 Estimación del empleo perdido por la sequía en el sector energético en la región Ebro

	Prod. Tot (000 euros.pb)	Empleos Totales	Prod. Total/ empleo (euros empleo)	Coef. Directos empleo	Incremento produccion total (Mill euros)	Empleos
1 Agricultura, silvicultura y pesca	9.911.860	182.121	54.425	0,0000184	2,3	42
2 Industrias extractivas	941.451	7.904	119.107	0,0000084	0,4	4
3 Industria Agroalimentaria	22.014.358	133.355	165.081	0,0000061	3,3	20
4 Industria textil y de la confección	9.887.027	95.376	103.664	0,0000096	1,4	13
5 Industria del cuero y calzado	2.357.140	23.844	98.857	0,0000101	0,2	2
6 Industria de la madera y el corcho	2.582.581	24.775	104.241	0,0000096	0,4	4
7 Industria del papel, edición y artes gráficas	13.383.737	89.224	150.002	0,0000067	3,6	24
8 Industria Química	20.083.935	89.817	223.610	0,0000045	6,2	28
9 Industria del caucho y materias plásticas	6.783.958	52.921	128.191	0,0000078	1,5	11
10 Industria de productos minerales no metálicos	5.940.043	43.399	136.871	0,0000073	2,1	15
11 Metalurgia y fabricación de productos metálicos	17.440.381	145.049	120.238	0,0000083	1,9	16
12 Fabricación de maquinaria y equipo mecánico	9.936.311	92.731	107.152	0,0000093	1,2	11
13 Material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	14.654.112	74.769	195.992	0,0000051	1,7	9
14 Fabricación de material de transporte	27.515.457	120.131	229.046	0,0000044	2,5	11
15 Industrias diversas	6.690.135	70.023	95.542	0,0000105	0,7	7
16 Industria energética, distribución de energía	11.198.882	17.603	636.207	0,0000016	93,0	146
17 Construcción	34.781.556	489.116	71.111	0,0000141	2,1	30
18 Comercio y Reparación de vehículos a motor	30.650.076	697.265	43.958	0,0000227	4,7	108
19 Hostelería	20.964.046	289.686	72.368	0,0000138	2,5	34
20 Transporte, almacenamiento y comunicaciones	24.894.197	262.709	94.759	0,0000106	3,2	34
21 Intermediación financiera	11.763.455	93.844	125.351	0,0000080	0,6	5
22 Actividades inmobiliarias y de alquiler, servicios	38.399.796	436.643	87.943	0,0000114	2,1	24
23 AA.PP.	11.283.546	204.467	55.185	0,0000181	2,2	41
24 Educación	7.947.525	221.793	35.833	0,0000279	0,9	26
25 Sanidad	11.816.832	289.996	40.748	0,0000245	0,9	21
26 Otros servicios sociales y personales	11.008.238	458.530	24.008	0,0000417	1,4	57
Total	384.830.636	4.707.090	81.756		143,2	743

Fuente: Elaboración propia

En síntesis, estos resultados sobre el empleo parecen bastante coherentes con lo esperado, dado que el sector primario no está particularmente engrazado con el resto de ramas de actividad económica, es bastante intensivo en la utilización del factor trabajo y su productividad relativamente baja. Lo contrario se observa en la rama energética, más relacionada con el resto de ramas; poco intensiva en utilización del factor trabajo y con una productividad del mismo mucho más elevada.

Capítulo V: Resumen y conclusiones

Del análisis que hemos llevado a cabo sobre los efectos socioeconómicos de la sequía en la cuenca del Ebro, podemos destacar los siguientes puntos clave:

- En los primeros años del siglo XXI, la economía de la región Ebro no ha cesado de crecer, muy por encima de lo que lo ha hecho el conjunto nacional. Por su parte, la contribución a este crecimiento de las ramas agraria y energética, las más afectadas por la sequía, se mantuvo de forma más o menos estable hasta 2004 para caer en 2005, año de la sequía en el que tuvieron una contribución al PIB muy inferior a la registrada en los años anteriores.
- Respecto a la evolución de la producción agraria de la región Ebro, de la que prácticamente la mitad procede del sector agrícola, casi una tercera parte de las aproximadamente 2,4 millones de ha cultivadas son de regadío. Entre 2000 y 2005 ha se produjo una disminución de la superficie total de cultivo en la región Ebro de unas 335.000 ha, de las que prácticamente 90.000 correspondieron a superficie en regadío. En concreto, en 2005 se cultivaron unas 80.000 has menos en el Ebro que en 2004, de las que 36.600 fueron de regadío.
- En cuanto a los principales cultivos en regadío en la región Ebro, tan sólo tres grupos, los cereales, los cultivos forrajeros y los frutales representan el 80 por ciento de la superficie total en regadío. A lo largo del periodo 2000-2005, los cereales en regadío ocuparon unas 320.000 ha; los cultivos forrajeros, principalmente la alfalfa, ocuparon una media de 135.000 ha y los frutales en regadío ocuparon una media de 120.000 ha. En 2005 todos estos grupos de cultivos redujeron sus producciones respecto a los años anteriores.
- El valor de la producción total agraria en el Ebro pasó de 3.834 millones de euros de media en 2000-04 a 3.294 millones de euros en 2005, en euros constantes de dicho año, por lo que debido sequía podemos cuantificar la pérdida de producción total agraria en 540 millones de € y en 405 millones de € de Valor Añadido Bruto en el sector primario.

- En cuanto a la energía, en el periodo 2000-04 se constata que la importancia relativa de la energía de origen hidráulico en la cuenca del Ebro se situó de media entre el 14 y el 15 por ciento de la producción energética total. En 2005, la producción de origen hidráulico disminuyó notablemente y su peso relativo se redujo al 9,5 por ciento del total en la cuenca del Ebro. No obstante, comparando estos datos con lo ocurrido en el conjunto de España se constata que el impacto de la sequía sobre la producción hidroeléctrica ha sido más fuerte en el conjunto de España que en la cuenca del Ebro
- Por otro lado, a lo largo del periodo de estudio se observa un fuerte aumento de la producción eléctrica tanto de origen térmico como de eólico. Es de destacar el crecimiento de la producción de origen eólico, cuya importancia relativa es similar al de la producción hidráulica en España y aún superior en la cuenca del Ebro.
- A lo largo del periodo 2000-05 ha cambiado la estructura productiva del sector eléctrico en la cuenca del Ebro y la producción de electricidad de origen hidráulico ha perdido peso, al pasar del 15 al 10 por ciento de la producción eléctrica total.
- El valor medio de la producción hidroeléctrica en la cuenca del Ebro en el periodo 2000-04 fue de 6.598 GWh y, en 2005, de 5.027 GWh. Considerando que el precio medio en el mercado de producción en 2005 fue de 6,242 céntimos de €/KWh, el valor de la producción hidroeléctrica total en el Ebro pasó de 411,8 millones de euros de media en 2000-04 a 313,8 millones de euros en 2005, por lo debido a la sequía estimamos la pérdida de producción total de energía hidroeléctrica en 98 millones de euros y en 72 millones de € valor añadido bruto en el sector energético.
- La sequía conlleva una reducción en las producciones agraria y energética y hemos estimado en 482 millones de € el Valor Añadido Bruto que se dejó de generar en 2005 en la región Ebro. Es precisamente sobre esta cifra sobre la que la aplicación del modelo de oferta del Marco

Input–Output permite estimar la producción y el empleo regionales perdidos.

- De los resultados obtenidos de la aplicación de este modelo de oferta se constata, en primer lugar, que la producción perdida en 2005 dentro y fuera de región Ebro como consecuencia de la sequía alcanzaría los 960,2 millones de €. De esta producción global, 859,7 millones de € corresponderían a la producción total perdida en la región Ebro. Por tanto, por las características propias de las ramas directamente afectadas por la sequía podemos afirmar que sus efectos económicos no se extienden de forma importante mucho más allá del territorio sobre el que incide.
- En cuanto a la capacidad de arrastre de la producción sobre otras ramas de actividad productiva de la región Ebro no directamente afectadas por la pérdida de Valor Añadido representan más de 377 millones de €, casi un 80 por ciento de los efectos directos. Las ramas más indirectamente afectadas por la sequía son la industria agroalimentaria, la propia agricultura y la hostelería que, conjuntamente suman 271 millones de € perdidos. Por tanto podemos afirmar que es el conjunto de la cadena agroalimentaria regional el sector más directa e indirectamente afectado por la sequía en la cuenca del Ebro.
- Con relación a los efectos indirectos sobre la producción en el sector energético son cuantitativamente menos importantes que en el sector primario, en torno a la quinta parte, y se distribuyen entre la práctica totalidad de ramas de actividad productiva consideradas.
- En lo relativo al impacto sobre el empleo y la sequía, los resultados muestran una relación importante, con una pérdida total imputable a la sequía de 11.275 empleos en 2005. Como en el caso de la producción, tres eslabones de la cadena agroalimentaria absorben más del 86 por ciento de dicha pérdida de empleo: agricultura, selvicultura y pesca; industria agroalimentaria y hostelería, mientras el empleo en la rama energética se ve escasamente afectada por la misma. En definitiva, estos resultados sobre la destrucción de empleo que implica la sequía parecen

bastante coherentes con lo esperado, dado que el sector primario no está particularmente interrelacionado con el resto de ramas de actividad productiva; es bastante intensivo en la utilización del factor trabajo y su productividad es relativamente baja. Lo contrario ocurre en la rama energética, mucho más imbricada con el resto de ramas de actividad productiva; es relativamente poco intensiva en la utilización del factor trabajo y su productividad es mucho más elevada.

Referencias

Centro de Predicción Económica (CEPREDE). (2007). Estimación de las tablas simétrica del Marco Input-Output 2003 de Aragón, Cataluña, La Rioja y Navarra. Universidad Autónoma de Madrid.

Dietzembacher, E. (1997). "In vindication of the Ghosh model: a reinterpretation as a price model". *Journal of Regional Science*, Vol. 37(4), 629-651 pp.

Ghosh, A. (1958) "Input-output approach to an allocation system". *Economica*, 25, 58-64.

Instituto Nacional de Estadística (INE). (2007). Contabilidad Regional de España, Serie 2000-2005. Madrid. Accesible en <http://www.ine.es>

Martín, A., Alcalá, F., Ortega, M.I., Lanza, J.R., Duro, J.J., Herrador, I. (2006). *Las cuentas del agua en Andalucía: sectores de actividad que emplean el agua como factor esencial en sus procesos productivos*. IX Encuentro de Economía Aplicada. Jaén. Junio.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Varios años), Anuario de Estadística Agroalimentaria (varios años). Madrid. Accesible en: <http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/introduccion.htm>

Muñoz A., Parra, F. y Santos, J. (2001). *Métodos de construcción de contabilidades nacionales y tablas input-output en España. Técnicas de análisis input-output*. UNED. Madrid

Muñoz, C. (2000). *Las cuentas de la nación. Introducción a la economía aplicada*. Cívitas. Madrid.

Pulido A. y Fontela, E. (1993). *Análisis input-output. Modelos, datos, aplicaciones*. Pirámide. Madrid.

Red Eléctrica de España, Boletín estadístico de energía eléctrica. (Varios años). Accesible en:

http://www.ree.es/apps/index_dinamico.asp?menu=/cap07/menu_sis.htm&principal=/cap07/boletin_mensual_ree.htm

Red Eléctrica de España, El sistema eléctrico español en .. (Varios años). Accesible en:

http://www.ree.es/apps/index_dinamico.asp?menu=/cap07/menu_sis.htm&principal=/cap07/informeSEE.htm