

Universidad de Córdoba

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes

Departamento de Economía, Sociología y Política Agrarias

TESIS DOCTORAL

**UN ANÁLISIS MULTICRITERIO DEL IMPACTO DEL NUEVO
MARCO NORMATIVO DEL AGUA EN LOS REGADÍOS DE
LA ZONA REGABLE DEL BAJO TER Y DEL MUGA
(GIRONA)**

DIRECTORES DE LA TESIS:

**Dr. JULIO BERBEL VECINO
Dr. FRANCISCO RAMÍREZ DE CARTAGENA BISBE**

DOCTORANDO:

JOAN PUJOL PLANELLA

CÓRDOBA, OCTUBRE DE 2002

Universidad de Córdoba

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes

Departamento de Economía, Sociología y Política Agrarias

TESIS DOCTORAL

**UN ANÁLISIS MULTICRITERIO DEL IMPACTO DEL NUEVO
MARCO NORMATIVO DEL AGUA EN LOS REGADÍOS DE
LA ZONA REGABLE DEL BAJO TER Y DEL MUGA
(GIRONA)**

Tesis que presenta para optar al grado de Doctor Ingeniero Agrónomo D. Joan Pujol Planella, bajo la dirección del Dr. Julio Berbel Vecino, Profesor Titular de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de la Universidad de Córdoba y del Dr. Francisco Ramírez de Cartagena Bisbe, Profesor Titular de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Girona.

Firma del Doctorando:

Firmas de los Directores de la Tesis:

Julio Berbel Vecino

Francisco Ramírez de Cartagena Bisbe

A la meva família i a la Montse

Esta Tesis de Doctorado forma parte del proyecto de investigación de la Dirección General de Investigación de la Unión Europea EVK-1-CT-2000-00057, que tiene por título “the sustainability of European irrigated agriculture under Water Directive and Agenda 2000” (proyecto WADI).

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los Directores de esta Tesis, el Dr. Julio Berbel Vecino y el Dr. Francisco Ramírez de Cartagena Bisbe, toda la ayuda proporcionada a lo largo de la realización de esta tesis. Sus orientaciones y su trabajo de dirección han sido imprescindibles para llevar a cabo el presente estudio. Del Dr. Julio Berbel agradezco especialmente sus consejos y orientaciones en la realización de la modelización del comportamiento de los regantes, de cuya experiencia en este campo he obtenido importantes beneficios. Del Dr. Francisco Ramírez de Cartagena agradezco su aportación a nivel de sus conocimientos y experiencia sobre la agricultura y el regadío de la zona estudiada, así como su apoyo en el día a día de la realización de este trabajo.

Mis agradecimientos también para el Dr. José Antonio Gómez-Limón, cuyos comentarios han resultado muy útiles en la resolución de algunos problemas puntuales.

Por parte de la Administración, agradezco la colaboración de D. Pere Bordas, Delegado de los Servicios Territoriales de Agricultura en Girona, y de D. Enrique Moya, Jefe del Servicio de las Cuencas del Norte de la Junta de Aguas.

La ayuda de D. Aristides Brandi, D. Jordi Pedragós y Dña. Eva Torrentà en el proceso de realización de las entrevistas a los regantes ha facilitado mucho esta laboriosa tarea.

A Dña. Montse Ferrés, agradezco su ayuda en la realización de los mapas incluidos en la Tesis. Su apoyo moral incondicional y permanente aún ha sido más importante.

Mi gratitud especial a todas las personas encuestadas, desde los responsables de las Comunidades de Regantes, pasando por los expertos, hasta cada uno de los regantes. Todas estas personas han contribuido a la realización de esta Tesis y me han permitido un contacto directo con la realidad del regadío de la zona de estudio.

Por último, citar al profesor Dr. José Millán, quien me ayudó en los inicios de mi formación investigadora.

RESUMEN

La legislación en materia de aguas ha sufrido sustanciales cambios en los últimos años, algunos de los cuales ya se han aplicado totalmente y otros que están en proceso de aplicación. Con la Directiva marco de aguas como máximo exponente de estas novedades legislativas a nivel europeo, la nueva Ley de aguas y el Plan Hidrológico Nacional a nivel español, y la Ley de ordenación, gestión y tributación del agua en el marco de la Comunidad Autónoma de Cataluña, se plantea un nuevo escenario en el cual el regadío puede sufrir importantes cambios.

El presente trabajo analiza el impacto de este nuevo marco normativo sobre el regadío de la zona del Bajo Ter y del Muga, situada en las Cuencas Internas de Cataluña, en la provincia de Girona. Numerosos autores destacan las diferencias en el efecto de la aplicación de una determinada política de aguas sobre distintas zonas de riego según las características específicas de cada una de ellas. La inexistencia de estudios previos de esta naturaleza centrados en la zona objeto de estudio es uno de los motivos que otorgan interés a este análisis.

La fuente básica de obtención de información ha sido la encuesta personal, realizada a 3 niveles: responsables de las Comunidades de Regantes, expertos en temas agrarios y regantes. De estos últimos, se han obtenido 170 entrevistas válidas.

Aunque el estudio se ha llevado a cabo en 6 Comunidades de Regantes, todo el análisis de datos se ha realizado considerando 3 grupos de Comunidades, definidos según su proximidad geográfica y la similitud entre sus características: Comunidades del Muga, del Medio Ter y del Bajo Ter.

El trabajo presenta dos partes diferenciadas: una dedicada a caracterizar las Comunidades, los regantes que las forman y sus explotaciones, y otra dedicada a simular su comportamiento decisional ante distintos escenarios originados por las novedades legislativas analizadas.

En referencia a la caracterización, los datos procedentes de la encuesta se han resumido mediante técnicas de estadística descriptiva. A continuación se ha utilizado el análisis de clasificación y el análisis de correspondencias para profundizar en las relaciones existentes entre distintos grupos de variables. Se ha hallado que existe una relación entre las características socioeconómicas de los regantes y las actitudes que éstos declaran ante aspectos relativos a variaciones en la gestión del agua, y ante posibles incrementos tarifarios. Asimismo las variables de estructura de la explotación manifiestan una relación con las actitudes de los regantes ante incrementos en la tarifa del agua de riego.

Del análisis de clasificación se han obtenido las tipologías productivas que se emplean en la posterior modelización. A nivel de orientaciones productivas se definen (en este caso por separado para cada grupo de Comunidades) una orientación extensiva basada en el maíz, una extensiva basada en otros cultivos, una agropecuaria, una frutícola (exclusiva del Bajo Ter) y una leñosa ornamental (centrada en el Medio Ter).

La modelización del comportamiento de los regantes se ha basado en la aplicación de técnicas multicriterio, concretamente la programación por metas ponderadas. Los objetivos considerados han sido la maximización del excedente del regante, la minimización de las necesidades de mano de obra y la minimización del riesgo, estimado mediante el MOTAD,

sujetos a una serie de restricciones agronómicas, normativas, comerciales y de tradición. El primero de estos objetivos es el que ha mostrado una mayor importancia en todas las tipologías consideradas.

Los efectos de las distintas novedades normativas consideradas se han simulado a partir de un modelo que maximiza las funciones de utilidad de cada tipología, sujetas a determinadas restricciones. Este modelo determina la distribución de cultivos óptima, mediante la cual se obtienen las curvas de demanda, excedente del regante, recaudación de la Administración, mano de obra generada y aportación de fertilizante nitrogenado, para cada escenario considerado.

En el caso de la implantación de una tarificación volumétrica del agua de riego, es decir, la imposición de un gravamen del canon de agua para el regadío (suponiendo que los actuales pagos por superficie se mantienen constantes), se han observado efectos muy diferentes entre las distintas tipologías, para una misma tarifa. Además, una tarificación tal que permita un ahorro significativo de agua implica un nivel de disminución del excedente de los regantes inaceptable.

En situaciones de restricción del suministro, la medida adoptada por la Administración de permitir el aumento de la superficie de retirada desde el 20% de los cultivos COP hasta un 75%, globalmente, no ha supuesto una mejora sustancial en el excedente del regante, con lo cual no se consigue compensar la pérdida de renta ocasionada por la falta de agua. Sólo en situaciones de elevadas restricciones en el suministro y para algunas tipologías concretas se han observado incrementos de este excedente.

La hipotética implementación de mercados de aguas ha supuesto una mejora en la eficiencia en la asignación del recurso, de forma que todos los agentes participantes consiguen mejorar su situación (aumentan el valor de su función de utilidad). Sin embargo, el mercado sólo actúa cuando el recurso es escaso, y consigue su máximo efecto en situaciones de elevados niveles de restricción en el suministro de agua. En este caso, el mercado ha mejorado la situación del regante respecto a una situación de inexistencia del mismo, pero no ha conseguido compensarle de las pérdidas inherentes a las restricciones hídricas existentes. Estos mercados afectan de forma distinta a cada orientación productiva.

Finalmente, se ha observado que las decisiones a nivel de política agraria tienen un importante efecto sobre el consumo de agua de riego. De aquí se deduce la necesidad de la coordinación de las políticas agrarias y ambientales implementadas por la Administración, de tal forma que se unifiquen objetivos y efectos.

ABSTRACT

The legislation in the matter of waters it has undergone substantial changes in the last years, some of which have been applied totally and others are still in the process of being implemented. With the Water Framework Directive at European level, the new Law of Waters and the National Hydrological Plan at Spanish level, and the Law of Arrangement, Management and Taxation of the Water in Catalonia, a new scene is created, in which the irrigated land can undergo important changes.

The present work analyses the impact of this new legal framework on the irrigated land of the Bajo Ter and of the Muga, located in the Internal River Basins of Catalonia, in the province of Girona. Numerous authors emphasize the differences in the effect of the application of a water policy on different irrigated zones according to the specific characteristics of each one from them. The nonexistence of previous studies of this type in the examined zone is one of the reasons that grant interest to this analysis.

The basic source of information has been the personal survey, made at 3 levels: people in charge of the Communities of Irrigators, experts and irrigators. From these last ones, 170 valid interviews have been obtained.

Although the study has been carried out in 6 Communities of Irrigators, all the analysis of data has been made considering 3 groups of Communities (Muga, Medio Ter and Bajo Ter) defined according to its geographical proximity and their similarity.

This work presents two differentiated parts: one dedicated to characterize the Communities and the irrigators, and the other one dedicated to simulate its decisional behaviour in the different scenes originated by the analysed legislative new features.

In reference to the characterization, the data coming from the survey have been transformed by means of descriptive statistic. Next it has been used the cluster analysis and the correspondences analysis to study the existing relations between different groups from variables. Results show a relationship between the farmer's social and economical status and its attitude respect to changes in the management of the water, and respect possible tariffs increases. Likewise the variables of structure show a relation with the attitudes of the irrigators respect increases in the tariff of the irrigation water.

Results from the classification analysis have lead to obtain the production typologies used in the model. The types of farming considered are: extensive based on corn, extensive based in other crops, farming and livestock, fruit crops (exclusive of the Bajo Ter) and ornamental ligneous plants (centred in the Medio Ter).

The model that estimates the farmers' response is based on the application of multi-criteria techniques, concretely the weighted goals programming. The considered objectives have been the maximisation of the benefit, the minimisation of total labour input and the minimisation of risk (measured as the MOTAD), subjects to land, CAP, agronomic, market and traditional constraints. In all considered typologies, maximisation of the farmer's benefit is the most important objective.

The effects of the considered new legal framework have been simulated from a model that maximises the utility function of each typology, subject to constraints. This model determines

the optimal distribution of crops by means of demand curves, through which irrigators' benefits, tax collection, labour demand and nitrogen fertilizer consumption are obtained.

The implantation of volumetric tariff of water causes effects that differ for each typology (assuming that the current payments by surface stay constants). Furthermore, a tariff which causes a significant water saving implies an unacceptable reduction of the irrigators' benefits.

When there are restrictions in the water supply, the measure adopted by the Administration allowing an increase of the set-aside surface from 20% of COP crops to 75%, globally, do not suppose a substantial improvement in the irrigators' benefits, which it is not able to compensate the loss of rent caused by the lack of water. Only in situations of high restrictions in the supply and for some typologies, increases of this benefit have been observed.

The hypothetical implementation of water markets supposes an improvement in the efficiency in the allocation of the resource, so that all the agents are able to improve their situation (they increase the value of his utility function). Nevertheless, the market acts when the resource is scarce, and its maximum effect occurs with high levels of restriction in the water provision. In this case, the market has improved the irrigator's situation, but it has not been able to compensate them for water restriction losses. The effect of these markets at the various typologies is different.

Finally, it has been observed that the decisions at level of agricultural policy have an important effect on the irrigation water consumption. Therefore, is necessary to coordinate agrarian and environmental policies implemented by the Administration, in order to unify objectives and effects.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS	11
GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	15
1. MOTIVACIONES Y ESTRUCTURA DE LA TESIS	17
2. OBJETIVOS.....	21
3. SITUACIÓN ACTUAL DEL REGADÍO: ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	25
3.1. Introducción.....	25
3.2. El regadío en el mundo.....	25
3.3. El agua y el riego en España.....	28
3.3.1. El medio natural en España.....	28
3.3.2. El riego en España	30
3.4. El agua y el riego en Cataluña	33
3.4.1. El medio natural en Cataluña	33
3.4.2. El riego en Cataluña	35
3.5. El agua y los regadíos del Bajo Ter y del Muga	36
3.5.1. Delimitación del área de estudio.....	36
3.5.2. El medio natural en el área de estudio	37
3.5.3. El riego en el área de estudio	38
4. POLÍTICA Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.....	43
4.1. Introducción.....	43
4.2. Políticas de gestión del agua que actúan sobre la oferta del recurso.....	47
4.2.1. Inversión en infraestructuras hidráulicas	47
4.2.1.1. Grandes infraestructuras de captación de recursos hídricos.....	50
4.2.1.2. Trasvases de agua entre regiones.....	51
4.2.1.3. Aprovechamiento de aguas subterráneas	52
4.2.1.4. Fuentes alternativas de agua.....	52
4.2.2. Políticas de mejora y modernización de infraestructuras hidráulicas	53
4.2.3. Incentivos a la inversión privada en modernización de infraestructuras hidráulicas	56
4.2.4. Incentivos a la inversión privada en mejora de la tecnología de aplicación del agua	56
.....	56
4.3. Políticas de gestión del agua que actúan sobre la demanda del recurso	58

4.3.1. Políticas públicas de asignación de agua	58
4.3.2. Políticas de asignación de aguas que incorporan mercados	59
4.3.3. Establecimientos de tarifas o precios públicos sobre el agua	65
5. MARCO JURÍDICO ACTUAL EN MATERIA DE AGUAS	73
5.1. El agua en la Constitución Española de 1978	73
5.2. El agua en la legislación europea	74
5.2.1. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas	76
5.3. El agua en la legislación española	79
5.3.1. Ley de aguas	80
5.3.2. Planificación hidrológica	83
5.4. El agua en la legislación de Cataluña	88
5.4.1. Ley de ordenación, gestión y tributación del agua	90
5.4.2. Legislación autonómica sobre protección de acuíferos	93
5.4.3. Legislación autonómica sobre medidas excepcionales en relación a los usos de los recursos hidráulicos por reducción de las reservas	94
5.5. Otros aspectos legislativos	95
6. LA MODELIZACIÓN MULTICRITERIO. MARCO TEÓRICO	97
6.1. El paradigma tradicional	97
6.2. El paradigma multicriterio	98
6.3. La modelización de la toma de decisiones de los agricultores en la bibliografía	104
6.4. Elección del método a aplicar en el modelo: la programación por metas ponderadas	106
6.5. Base matemática del modelo	108
7. DESARROLLO METODOLÓGICO	113
7.1. Selección de Comunidades de Regantes	113
7.2. Determinación de la información necesaria para desarrollar la investigación	115
7.2.1. Datos descriptivos	115
7.2.2. Datos necesarios para la determinación de tipologías de explotaciones	116
7.2.3. Datos necesarios para la obtención de las matrices de pagos	117
7.3. Obtención de la información	118
7.3.1. Datos procedentes de fuentes de información secundarias	119
7.3.2. Datos procedentes de la encuesta a los responsables de las Comunidades de Regantes	119
7.3.3. Datos procedentes de la encuesta a los expertos en la situación agraria de la zona	120

7.3.4. Datos procedentes de la encuesta a los regantes.....	122
7.3.4.1. El muestreo en la encuesta a los regantes	122
7.3.4.2. Elaboración del cuestionario de la encuesta a los regantes	124
7.3.4.3. Variables consideradas en la encuesta a los regantes	125
7.3.4.4. Validación de la muestra de regantes seleccionada.....	130
7.4. Análisis de los datos de la encuesta a los regantes.....	131
7.4.1. Análisis de clasificación	132
7.4.1.1. Generalidades.....	132
7.4.1.2. Metodología del análisis de grupo	132
7.4.1.3. Variables empleadas en el análisis de clasificación	136
7.4.2. Estudio de las relaciones de independencia entre los distintos grupos de variables	138
7.4.3. Estudio de las relaciones entre modalidades	142
7.4.4. Selección de las tipologías de explotaciones aplicables al modelo.....	144
7.5. Formulación del modelo básico	144
7.5.1. Planteamiento del modelo	144
7.5.1.1. Variables de decisión.....	144
7.5.1.2. Objetivos	144
7.5.1.3. Restricciones.....	147
7.5.2. Obtención de las funciones de utilidad	148
7.5.3. Normalización	148
7.5.4. Validación general del modelo.....	148
7.6. Estimación de las funciones de demanda por grupos homogéneos de regantes. Simulación frente a una hipotética tarificación del agua de riego	148
7.7. Simulación ante restricciones en la cantidad de recurso disponible	149
7.8. Simulación de mercados intracomunitarios e intercomunitarios de agua de riego	150
7.9. Simulación de escenarios futuros de evolución de la política agraria comunitaria	150
8. CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE REGANTES	153
9. CARACTERIZACIÓN DE LOS REGANTES	161
9.1. Resultados descriptivos de los regantes de las Comunidades del río Muga	161
9.1.1. Variables de caracterización socioeconómica del agricultor	161
9.1.2. Variables de estructura de las explotaciones	162
9.1.3. Variables de decisión de producción bajo distintos supuestos.....	162
9.1.4. Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en la gestión del agua encaminadas a disminuir su consumo o a mejorar su eficiencia de uso.....	164
9.1.5. Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en el precio del agua.....	165
9.2. Resultados descriptivos de los regantes de las Comunidades del Bajo Ter.....	166
9.2.1. Variables de caracterización socioeconómica del agricultor	166
9.2.2. Variables de estructura de las explotaciones	167
9.2.3. Variables de decisión de producción bajo distintos supuestos.....	168

9.2.4. Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en la gestión del agua encaminadas a disminuir su consumo o a mejorar su eficiencia de uso	170
9.2.5. Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en el precio del agua.....	170
9.3. Resultados descriptivos de los regantes de las Comunidades del Medio Ter	172
9.3.1. Variables de caracterización socioeconómica del agricultor	172
9.3.2. Variables de estructura de las explotaciones	173
9.3.3. Variables de decisión de producción bajo distintos supuestos.....	174
9.3.4. Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en la gestión del agua encaminadas a disminuir su consumo o a mejorar su eficiencia de uso.....	176
9.3.5. Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en el precio del agua.....	176
9.4. Resultados del análisis de clasificación.....	178
9.4.1. Aplicación del análisis de grupo a las variables de caracterización socioeconómica	178
9.4.2. Aplicación del análisis de grupo a las variables de estructura de las explotaciones	180
9.4.3. Aplicación del análisis de grupo a las variables de decisión de producción en la serie temporal estudiada.	182
9.4.4. Aplicación del análisis de grupo a las variables que reflejan actitudes ante variaciones en la gestión del agua para disminuir su consumo o mejorar su eficiencia. .	183
9.4.5. Aplicación del análisis de grupo a las variables de actitud ante variaciones en el precio del agua	187
9.4.6. Resumen de los resultados del análisis de clasificación	188
9.5. Resultados del contraste de independencia entre las variables nominales generadas	190
9.6. Resultado del análisis de correspondencias	191
9.6.1. Relación entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de actitud ante mejoras en la gestión del agua:	192
9.6.2. Relación entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de actitud ante incrementos de la tarifa del agua:	194
9.6.3. Relación entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes:	196
9.6.4. Relación entre las variables de estructura de la explotación y las variables de actitud ante incrementos de la tarifa del agua:.....	197
9.6.5. Relación entre las variables de estructura de la explotación y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes:	200
9.6.6. Relación entre las variables de orientación productiva y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes:	201
9.6.7. Relación entre las variables de actitud ante mejoras en la gestión del agua y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes:.....	203
9.7. Comentarios generales a las relaciones halladas entre grupos de variables.....	206
10. OBTENCIÓN DE LAS FUNCIONES DE UTILIDAD.....	209
10.1.1. Datos de partida del modelo.....	209
10.1.2. Objetivos y restricciones del modelo	210
10.1.3. Funciones de utilidad correspondientes a cada tipología	213
10.1.4. Validación del modelo.....	216

11. APLICACIÓN DEL MODELO DE TOMA DE DECISIONES PRODUCTIVAS DE LOS REGANTES	217
11.1. Simulación del comportamiento de los agricultores ante incrementos de la tarifa del agua de riego	217
11.1.1. Análisis de las decisiones productivas y del consumo hídrico ante incrementos de la tarifa del agua de riego	217
11.1.1.1. Curvas de demanda de las orientaciones productivas de la zona del Muga	218
11.1.1.2. Curvas de demanda de las orientaciones productivas de la zona del Bajo Ter	221
11.1.1.3. Curvas de demanda de las orientaciones productivas de la zona del Medio Ter	225
11.1.1.4. Comparación de los resultados de las decisiones productivas ante incrementos tarifarios simulados y procedentes de la encuesta	229
11.1.1.5. Curvas de demanda de agua medias de cada grupo de Comunidades	230
11.1.2. Análisis del impacto económico ante incrementos de la tarifa del agua de riego	233
11.1.3. Análisis del efecto de incrementos en la tarifa del agua de riego sobre el empleo directo generado	235
11.1.4. Análisis del efecto de incrementos en la tarifa del agua de riego sobre la aplicación de abono nitrogenado	238
11.1.5. Comparación de los resultados de la simulación del comportamiento de los regantes ante incrementos tarifarios con los obtenidos por otros autores	240
11.2. Simulación del comportamiento de los agricultores ante restricciones en el suministro hídrico	241
11.2.1. Simulación del comportamiento de los regantes ante restricciones en la zona del Muga	241
11.2.2. Simulación del comportamiento de los regantes ante restricciones en la zona del Bajo Ter	242
11.2.3. Simulación del comportamiento de los regantes ante restricciones en la zona del Medio Ter	244
11.2.4. Simulación del comportamiento de los regantes ante restricciones en el conjunto de la zona de estudio	245
11.3. Simulación del comportamiento de los agricultores ante la instauración de mercados locales de agua de riego	246
11.3.1. Simulación de mercados intracomunitarios	247
11.3.2. Simulación de un mercado de aguas intercomunitario en la zona del Ter	252
11.3.3. Comparación de los resultados de la simulación de mercados de aguas con los obtenidos por otros autores	253
11.3.4. Comparación de los resultados sobre mercados de aguas procedentes de la simulación y de la encuesta	254
11.3.5. Comentarios generales referidos a la instauración de mercados de aguas en el Muga y en el Medio y Bajo Ter	255
11.4. Simulación del efecto de distintos escenarios de políticas agrarias sobre los regantes de la zona de estudio	256
11.4.1. Curvas de demanda obtenidas en cada escenario	256
11.4.2. Análisis comparativo de los escenarios considerados	258
11.4.3. Comparación de los resultados sobre los efectos de distintas políticas agrarias procedentes de la simulación con los obtenidos por otros autores	262
11.4.4. Comentarios generales referidos los escenarios considerados	262

12. CONCLUSIONES	265
13. RECOMENDACIONES FINALES.....	271
13.1. Sugerencias básicas a los agentes implicados en la gestión y el uso del agua	271
13.2. Sugerencias para futuras investigaciones	272
14. BIBLIOGRAFÍA	275

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Usos agrícolas del suelo e importancia del regadío en el mundo en 1998.....	26
Tabla 2.- Previsión de dotaciones y demandas del regadío según el Plan Hidrológico para los sistemas Muga-Fluvià y Ter.	39
Tabla 3.- Coste marginal del agua.	50
Tabla 4.- Nivel de subvención implícito al sector agrícola mediante la política de tarifas sobre el agua.	69
Tabla 5.- Comunidades de Regantes seleccionadas.....	114
Tabla 6.- Algunas de las características de los tres tipos de encuestas realizadas.	119
Tabla 7.- Importancia relativa de la superficie de regadío del conjunto de explotaciones pertenecientes a cada intervalo de superficies respecto la superficie total.	123
Tabla 8.- Identificadores de variables de opinión sobre aspectos de gestión de agua.....	128
Tabla 9.- Comparación entre datos totales de la muestra y de la población.	130
Tabla 10.- Comparación entre el porcentaje de superficie dedicada a cada cultivo en la población y en la muestra.	131
Tabla 11.- Ejemplo de tabla de contingencia.	139
Tabla 12.- Características de los escenarios considerados.....	151
Tabla 13.- Características generales de las Comunidades de Regantes del río Muga.	155
Tabla 14.- Características generales de las Comunidades de Regantes del Bajo Ter.....	156
Tabla 15.- Características generales de las Comunidades de Regantes del Medio Ter.	157
Tabla 16.- Opiniones subjetivas expresadas por los responsables de las Comunidades de Regantes del río Muga.....	158
Tabla 17.- Opiniones subjetivas expresadas por los responsables de las Comunidades de Regantes del Bajo Ter.	159
Tabla 18.- Opiniones subjetivas expresadas por los responsables de las Comunidades de Regantes del Medio Ter.....	160
Tabla 19.- Resultados de las variables de caracterización socioeconómica de los agricultores de las CCRR del Muga.....	161
Tabla 20.- Resultados de las variables de estructura de las explotaciones en las CCRR del río Muga.....	162
Tabla 21.- Resultados sobre precios y mercados de agua en las CCRR del río Muga.	166
Tabla 22.- Resultados de las variables de caracterización socioeconómica de los agricultores de las CCRR del Bajo Ter.	167
Tabla 23.- Resultados de las variables de estructura de las explotaciones de las CCRR del Bajo Ter.....	168
Tabla 24.- Resultados sobre precios y mercados de agua en las CCRR del Bajo Ter.....	172
Tabla 25.- Resultados de las variables de caracterización socioeconómica de los agricultores en las CCRR del Medio Ter.....	173
Tabla 26.- Resultados de las variables de estructura de las explotaciones en las CCRR del Medio Ter.....	174
Tabla 27.- Resultados sobre precios y mercados de agua en las CCRR del Medio Ter.	178
Tabla 28.- Resultados del análisis de grupo aplicado a las variables de caracterización socioeconómica.	179
Tabla 29.- Resultados del análisis de grupo aplicado a las variables de estructura de las explotaciones.	180
Tabla 30.- Resultados del análisis de grupo aplicado a variables de decisión de producción.	183
Tabla 31.- Resultados del análisis de grupo aplicado a variables de opinión respecto cambios en la gestión del agua para disminuir su consumo o mejorar su eficiencia....	184

Tabla 32.- Resultados del análisis de grupo aplicado a las variables de actitud ante variaciones en el precio del agua.....	188
Tabla 33.- Resumen de los clusters identificados en los distintos grupos de variables.....	189
Tabla 34.- Valor del estadístico χ^2 para cada par de variables nominales.....	190
Tabla 35.- Grados de libertad correspondientes a la prueba χ^2 para cada par de variables nominales.....	190
Tabla 36.- Probabilidad de cometer error de tipo I en el test de independencia χ^2 para cada par de variables nominales.....	190
Tabla 37.- Resultados del análisis de correspondencias entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de actitud ante mejoras en la gestión del agua.....	192
Tabla 38.- Resultados del análisis de correspondencias entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de actitud ante incrementos de la tarifa del agua.....	194
Tabla 39.- Resultados del análisis de correspondencias entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes.....	196
Tabla 40.- Resultados del análisis de correspondencias entre las variables de estructura de la explotación y las variables de actitud ante incrementos de la tarifa del agua.....	198
Tabla 41.- Resultados del análisis de correspondencias entre las variables de estructura de la explotación y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes.....	200
Tabla 42.- Resultados del análisis de correspondencias entre las variables de orientación productiva y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes.....	202
Tabla 43.- Resultados del análisis de correspondencias entre las variables de actitud ante mejoras en la gestión del agua y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes.....	204
Tabla 44.- Datos de partida de los cultivos del modelo.....	210
Tabla 45.- Valores de variables deducidos de la serie temporal y empleados en las restricciones.....	212
Tabla 46.- Valores de las ponderaciones de los objetivos considerados.....	213
Tabla 47.- Valores de las ponderaciones normalizadas de los objetivos considerados.....	213
Tabla 48.- Desviaciones entre valores reales y simulados de la proporción de superficie dedicada a cada cultivo, para cada una de las tipologías analizadas.....	216
Tabla 49.- Peso de las orientaciones productivas en las zonas estudiadas.....	231
Tabla 50.- Variación del excedente para distintos niveles de dotación de agua.....	245
Tabla 51.- Variación de la mano de obra generada para distintos niveles de dotación de agua.....	245
Tabla 52.- Variación del aporte de fertilizante nitrogenado para distintos niveles de dotación de agua.....	246
Tabla 53.- Demanda y transacciones de agua por grupos de regantes, en los tres mercados intracomunitarios considerados.....	250
Tabla 54.- Evolución de las funciones de utilidad entre un escenario sin mercado y uno con mercado en la zona del Muga, para una dotación de 18.400 m ³ /100 ha.....	251
Tabla 55.- Demanda y transacciones de agua correspondientes a cada Comunidad, en el caso de un mercado intercomunitario en el río Ter.....	253
Tabla 56.- Elasticidades arco de la demanda respecto al precio.....	258
Tabla 57.- Variación porcentual de la demanda en los distintos escenarios considerados.....	258
Tabla 58.- Variación porcentual del excedente de los regantes en los distintos escenarios considerados.....	259
Tabla 59.- Recaudación de la Administración en los distintos escenarios considerados (€/ha).....	260

Tabla 60.- Variación porcentual del empleo generado en los distintos escenarios considerados.....	261
Tabla 61.- Variación porcentual del aporte de abono nitrogenado en los distintos escenarios considerados.....	261

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Hipótesis de partida y organización general del trabajo	23
Figura 2.- Evolución de la superficie regada en el mundo (1960-2030).....	27
Figura 3.- Evolución de la superficie regada en España (1900-2000).	31
Figura 4.- Cuencas Intercomunitarias y Cuencas Internas de Cataluña: límites geográficos y principales ríos que incluyen.....	34
Figura 5.- Regadíos de Cataluña	35
Figura 6.- Distribución de la superficie de cultivos en la provincia de Girona.	38
Figura 7.- Localización de las Comunidades de Regantes estudiadas.....	115
Figura 8.- Ejemplo de árbol de semejanzas o dendograma. Las letras A_i indican los distintos grupos formados en el proceso de agregación, mientras que las minúsculas indican distancias entre grupos.....	135
Figura 9.- Distribución de cultivos en un año sin previsión de restricciones de agua en las CCRR del río Muga.....	163
Figura 10.- Distribución de cultivos estimada en un año con una previsión antes de siembra de restricciones del 50% del agua disponible en las CCRR del río Muga.	163
Figura 11.- Resultados de opiniones y disposición a contribuir de los regantes sobre medidas encaminadas a disminuir el consumo de agua y mejorar la eficiencia de su uso, en las CCRR del río Muga.	164
Figura 12.- Reacciones de los regantes de las CCRR del río Muga ante distintos incrementos de su cuota de riego.....	165
Figura 13.- Distribución de cultivos en un año sin previsión de restricciones de agua en las CCRR del Bajo Ter.	169
Figura 14.- Distribución de cultivos estimada en un año con una previsión antes de siembra de restricciones del 50% del agua disponible en las CCRR del Bajo Ter.....	169
Figura 15.- Resultados de opiniones y disposición a contribuir de los regantes sobre medidas encaminadas a disminuir el consumo de agua y mejorar la eficiencia de su uso, en las CCRR Presa del Bajo Ter.....	170
Figura 16.- Reacciones de los regantes de las CCRR del Bajo Ter ante distintos incrementos de su cuota de riego.....	171
Figura 17.- Distribución de cultivos en un año sin previsión de restricciones de agua en las CCRR del Medio Ter.....	175
Figura 18.- Distribución de cultivos estimada en un año con una previsión antes de siembra de restricciones del 50% del agua disponible en las CCRR del Medio Ter.....	175
Figura 19.- Resultados de opiniones y disposición a contribuir de los regantes sobre medidas encaminadas a disminuir el consumo de agua y mejorar la eficiencia de su uso, en las CCRR del Medio Ter.	176
Figura 20.- Reacciones de los regantes de las CCRR del Medio Ter ante distintos incrementos de su cuota de riego.....	177
Figura 21.- Representación gráfica del análisis de correspondencias entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de actitud ante mejoras en la gestión del agua.	193
Figura 22.- Representación gráfica del análisis de correspondencias entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de actitud ante incrementos de la tarifa del del agua.....	195
Figura 23.- Representación gráfica del análisis de correspondencias entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes.....	197

Figura 24.- Representación gráfica de los resultados del análisis de correspondencias entre variables de estructura de la explotación y las variables de actitud ante incrementos de la tarifa del agua.....	199
Figura 25.- Representación gráfica de los resultados del análisis de correspondencias entre variables de estructura de la explotación y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes.....	201
Figura 26.- Representación gráfica de los resultados del análisis de correspondencias entre las variables de orientación productiva y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes.....	203
Figura 27.- Representación gráfica de los resultados del análisis de correspondencias entre las variables de actitud ante mejoras en la gestión del agua y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes.....	205
Figura 28.- Relaciones halladas entre los grupos de variables analizados.	207
Figura 29.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “extensiva-maíz” de la zona del Muga.....	219
Figura 30.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “agropecuaria” de la zona del Muga.	220
Figura 31.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “extensiva-mixta” de la zona del Muga.....	221
Figura 32.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “extensiva-mixta” de la zona del Bajo Ter.	222
Figura 33.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “frutícola” de la zona del Bajo Ter.	223
Figura 34.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “agropecuaria” de la zona del Bajo Ter.	224
Figura 35.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “extensiva-maíz” de la zona del Bajo Ter.	225
Figura 36.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “extensiva-maíz” de la zona del Medio Ter.	226
Figura 37.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “extensiva-mixta” de la zona del Medio Ter.....	227
Figura 38.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “agropecuaria” de la zona del Medio Ter.....	228
Figura 39.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “leñosa ornamental” de la zona del Medio Ter.	229
Figura 40.- Curvas de demanda individuales y agregada de las orientaciones productivas de la zona del Muga.....	231
Figura 41.- Curvas de demanda individuales y agregada de las orientaciones productivas de la zona del Bajo Ter.	232
Figura 42.- Curvas de demanda individuales y agregada de las orientaciones productivas de la zona del Medio Ter.....	232
Figura 43.- Impacto económico de incrementos en la tarifa del agua de riego en la zona del Muga.	233
Figura 44.- Impacto económico de incrementos en la tarifa del agua de riego en la zona del Bajo Ter.....	234
Figura 45.- Impacto económico de incrementos en la tarifa del agua de riego en la zona del Medio Ter.....	234
Figura 46.- Impacto de incrementos en la tarifa del agua de riego sobre el empleo directo generado por la agricultura en la zona del Muga.....	236
Figura 47.- Impacto de incrementos en la tarifa del agua de riego sobre el empleo directo generado por la agricultura en la zona del Bajo Ter.	236

Figura 48.- Impacto de incrementos en la tarifa del agua de riego sobre el empleo directo generado por la agricultura en la zona del Medio Ter.....	237
Figura 49.- Impacto de incrementos en la tarifa del agua de riego sobre el aporte de fertilizante nitrogenado en la zona del Muga.	238
Figura 50.- Impacto de incrementos en la tarifa del agua de riego sobre el aporte de fertilizante nitrogenado en la zona del Bajo Ter.....	239
Figura 51.- Impacto de incrementos en la tarifa del agua de riego sobre el aporte de fertilizante nitrogenado en la zona del Medio Ter.	239
Figura 52.- Excedente de los regantes de las orientaciones productivas del Muga ante distintos niveles de disponibilidad del recurso.	242
Figura 53.- Excedente de los regantes de las orientaciones productivas del Bajo Ter ante distintos niveles de disponibilidad del recurso.	243
Figura 54.- Excedente de los regantes de las orientaciones productivas del Medio Ter ante distintos niveles de disponibilidad del recurso.	244
Figura 55.- Esquema del funcionamiento del mercado de aguas empleado en la simulación.	248
Figura 56.- Curvas de demanda correspondientes a la situación actual.	256
Figura 57.- Curvas de demanda correspondientes al escenario 1 (reducción de los pagos directos de los cultivos COP en un 50%).	257
Figura 58.- Curvas de demanda correspondientes al escenario 2 (descenso de los precios de mercado de los cultivos COP en un 15%).	257

GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

ACA: *Agència Catalana de l'Aigua*, Agencia Catalana del Agua
ACM: Análisis de Correspondencias Múltiples
ACP: Análisis de Componentes Principales
AF: Análisis Factorial
AFC: Análisis Factorial de Correspondencias
ARP (Orden ARP): Orden emitida por el DARP
BOE: Boletín Oficial del Estado
CE: Comunidad Europea
CEE: Comunidad Económica Europea
COP (Cultivos COP): Cereales, oleaginosas y proteaginosas, incluidos en la OCM de cultivos herbáceos
CR: Comunidad de Regantes
CCRR: Comunidades de Regantes
DARP: *Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca*, Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalidad de Catalunya
DGT: *Direcció General de Turisme*, Dirección General de Turismo de la Generalidad de Catalunya
DOCE: Diario Oficial de las Comunidades Europeas
DOGC: *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, Diario Oficial de la Generalidad de Cataluña
ELA: *Entitats Locals de l'Aigua*, Entidades Locales del Agua
ELV: *Emission Limit Value*, Valor Límite de Emisión
FAO: *Food and Agriculture Organization*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
IAAE: *International Association of Agricultural Economists*, Asociación Internacional de Economistas Agrarios
IDESCAT: *Institut d'Estadística de Catalunya*, Instituto de Estadística de Cataluña
INIA: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias
ITGE: Instituto Tecnológico Geominero de España
MAPA: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
MIMAM: Ministerio de Medio Ambiente
MOPTMA: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente
MOP: Ministerio de Obras Públicas
MOTAD: *Minimization of Total Absolute Deviation*, Minimización de la Desviación Absoluta
OECD: *Organisation for Economic Co-operation and Development*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ONU: Organización de las Naciones Unidas
OCM: Organización Común de Mercados
OMC: Organización Mundial del Comercio
PAC: Política Agraria Comunitaria
PIB: Producto Interior Bruto
PHN: Plan Hidrológico Nacional
PNR: Plan Nacional de Regadíos
SAU: Superficie Agrícola Útil
SAU-R: Superficie Agrícola Útil en Riego
SAU-T: Superficie Agrícola Útil Total
UG: Unidades Ganaderas
UE: Unión Europea
UPC: *Universitat Politècnica de Catalunya*, Universidad Politécnica de Cataluña

VAN: Valor Actual Neto

WQO: *Water Quality Objective*, Objetivo de Calidad del Agua

WWF: *World Wildlife Fund*, Fondo Mundial para la Naturaleza

1. MOTIVACIONES Y ESTRUCTURA DE LA TESIS

Las motivaciones que han originado la realización de esta tesis se hallan íntimamente ligadas a los cambios legislativos en materia de aguas, agricultura y medio ambiente que se han sucedido en la Unión Europea, en España y en la Comunidad Autónoma de Cataluña en los últimos años.

En referencia al tema del agua, estos cambios legislativos se concretan en la **Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas**, en el ámbito europeo; la **Ley 46/1999, de 13 de diciembre, de modificación de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de aguas**, refundida en el **Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de aguas**, junto con la **Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional**, en el ámbito de España; y la **Ley 6/1999, de 12 de julio, de ordenación, gestión y tributación del agua**, en el ámbito de Cataluña.

Esta nueva legislación conlleva una serie de cambios importantes en materia de gestión de aguas: contempla la posibilidad de aplicar políticas de asignación del recurso que incorporen mercados, otorga mucha más importancia a las cuestiones de respeto y conservación medioambiental, plantea el establecimiento de precios del recurso orientadas a la recuperación del coste del suministro, y penalizaciones en este precio para fomentar el ahorro, entre otras medidas.

El presente estudio desarrolla una investigación en este sentido, centrándose en el impacto de estas medidas en una zona específica. Dado que diferentes autores han puesto énfasis en la importancia de la diversidad y especificidad de los distintos regadíos existentes en la geografía española, se considera interesante profundizar en el caso de una zona concreta, de la que se desconocen investigaciones previas sobre este tema.

La localización elegida para este estudio es la zona regable del Bajo Ter y del Muga, en la provincia de Girona (Cataluña). El regadío de esta área no ha sido objeto de un estudio en profundidad hasta el momento.

El texto se ha estructurado en un primer capítulo destinado a plantear las motivaciones que han originado el estudio, así como a describir el contenido de los capítulos posteriores.

El segundo capítulo define los objetivos del estudio.

El capítulo 3 se dedica a describir la situación actual del regadío, empezando por una visión general en el ámbito mundial, y centrando el tema mediante cambios de escala a la situación en el ámbito de España, de Cataluña, y por último en la zona concreta de estudio.

El capítulo 4 expone las distintas opciones existentes en el ámbito de política de aguas, destacando por su importancia las dos grandes ópticas desde las que se puede enfocar el problema: las “políticas de oferta”, centradas en conseguir un aumento de la oferta del producto para satisfacer la demanda existente, y las “políticas de demanda”, mediante las que se intenta ajustar la demanda a la oferta existente. Se describen cada una de las posibilidades de acción existentes y se citan algunos de los puntos de vista de los expertos en el tema, así como las conclusiones que se extraen de sus investigaciones.

El capítulo 5 desarrolla la situación legislativa en que se encuentra en la actualidad el tema de la gestión de aguas. No se trata de una descripción exhaustiva de toda la legislación al respecto, sino de un resumen de las principales novedades en este tema, así como de algunos elementos no tan nuevos pero también importantes, destacando siempre los aspectos que más pueden afectar en el futuro a los regantes, verdaderos protagonistas de este estudio. El capítulo se divide en cuatro grandes grupos que pretenden combinar la estructura jerárquica de las leyes con los ámbitos espaciales de su aplicación territorial: la Constitución Española, legislación europea sobre aguas, legislación estatal y legislación autonómica. Además de la descripción objetiva de los aspectos legislativos antes citados, también se incluyen los resultados y opiniones de distintos investigadores sobre algunos aspectos legislativos concretos, algunos de los cuales han originado una notable polémica social.

El capítulo 6 realiza un recorrido por la evolución de los enfoques de modelización, desde el paradigma tradicional hasta el multicriterio, destacando en este último las principales metodologías existentes, así como su aplicación en investigación agraria. También se justifica la elección de la metodología empleada en este estudio.

Este grupo de capítulos forma la parte introductoria de la tesis, y en su conjunto pretenden describir el estado actual de la cuestión, en los distintos aspectos comentados.

El capítulo 7 desarrolla en detalle la metodología aplicada en el proceso de determinación de las funciones de utilidad de los agricultores, así como las simulaciones de toma de decisiones de estos regantes frente a posibles escenarios futuros, consecuencia de las novedades legislativas analizadas.

A partir del capítulo 8 empieza la exposición de resultados y su discusión. En este capítulo se describen las principales características de cada una de las Comunidades de Regantes estudiadas, así como su situación actual y los principales problemas detectados por sus responsables.

En el capítulo 9 se caracteriza, a nivel descriptivo, a los regantes miembros de estas Comunidades, así como a sus explotaciones, ofreciendo una visión de conjunto de la situación actual de la agricultura de regadío en la zona. Mediante el análisis de clasificación y el análisis de correspondencias se profundiza en la relación entre los distintos grupos de variables estudiados.

El capítulo 10 muestra los resultados de las funciones de utilidad obtenidas para cada tipología, que son la base para la modelización de las decisiones de los regantes que se realiza en el capítulo 11. En este último se exponen las curvas de demanda de cada

tipología, así como la demanda de agua agregada para cada grupo de Comunidades. A partir de estos datos se analiza el comportamiento del regante ante posibles incrementos tarifarios del recurso, ante restricciones en el suministro y ante la instauración de mercados de compraventa de derechos de uso del agua ("mercados de aguas"). También se analiza el comportamiento decisional de los regantes (y sus consecuencias) bajo dos escenarios que representan direcciones hipotéticas de evolución de las políticas agrarias de la Unión Europea.

Por último, las conclusiones se exponen en el capítulo 12, mientras que el 13 se dedica a realizar una serie de recomendaciones finales. El capítulo 14 corresponde a la bibliografía empleada.

2. OBJETIVOS

El objetivo general de la tesis es **conocer la realidad agraria del regadío del Bajo Ter y del Muga, mediante la realización de encuestas, el uso de técnicas estadísticas y de investigación operativa, para construir un modelo que permita analizar el efecto de distintos escenarios provocados por el nuevo marco legislativo en materia de aguas.** Esto se consigue a través de unos objetivos secundarios o instrumentales que se exponen a continuación.

En este estudio se parte de la consideración que el proceso decisional de los regantes está condicionado por una serie de elementos inherentes a la propia explotación (marco interno) y una serie de elementos ajenos a dicha explotación (marco externo), como se muestra en la Figura 1.

Los sistemas agrarios no están formados por explotaciones homogéneas, sino que existe una gran variabilidad entre las características de estas explotaciones y de los agricultores que las trabajan. El estudio en profundidad de la agricultura de una determinada zona debe basarse en el conocimiento de los tipos de explotaciones existentes. Para realizar un análisis detallado de los regantes, en esta tesis se estudian diferentes elementos del marco interno de la explotación, clasificados en distintos niveles según su naturaleza. El primero de estos elementos es la Comunidad de Regantes de pertenencia (1), que aporta información sobre las particularidades de dicha Comunidad (funcionamiento y generalidades climáticas, edafológicas y de disponibilidad de recurso); dada la importancia de este elemento en el desarrollo del trabajo y la casi nula existencia de información previa al respecto, se considera como primer objetivo **caracterizar las Comunidades de Regantes del Bajo Ter y del Muga.** Como elementos descriptivos en sentido estricto del sistema regante-explotación se consideran las variables socioeconómicas, que caracterizan al agricultor desde el punto de vista de la persona física (2), mientras que las variables de estructura (3) son las responsables de describir la explotación. Se considera la hipótesis que estos elementos influyen en el proceso decisional de los regantes, así que se analizan estas decisiones. Por una parte se toman en consideración las decisiones adoptadas en la realidad por estos regantes, representadas por el plan de cultivos medio de una determinada serie temporal (4); por otra parte se estudian las decisiones declaradas por los regantes, al plantearles distintos escenarios hipotéticos a dos niveles: en el primero se consideran cambios en la gestión del agua para incrementar su eficiencia de uso o para disminuir su consumo (5), y en el segundo se suponen distintos incrementos en la tarifa del agua (6).

Todos estos elementos se analizan individualmente y también de forma conjunta, para determinar las relaciones existentes entre estas variables. Con este análisis se pretende

conseguir el objetivo de **caracterizar los regantes que constituyen las Comunidades de Regantes del Bajo Ter y del Muga, así como profundizar en sus procesos decisionales.**

A partir de los datos de esta primera fase se procede a construir un modelo que simule el proceso de toma de decisiones del regante. Como ya se ha expuesto, no todos los regantes toman las mismas decisiones, así que para tener en cuenta esta heterogeneidad se definen una serie de tipologías (7) que permitan considerar la posibilidad de comportamientos diferenciados. Para cada una de estas tipologías se define un modelo concreto.

Para completar la construcción del modelo deben tenerse en cuenta los elementos correspondientes al marco externo de la explotación, que condicionarán en gran medida el proceso decisional, modificando los datos de partida o las restricciones existentes.

Este marco externo está condicionado básicamente por dos tipos de políticas: las políticas en materia de temas agrícolas (9), cuyo máximo exponente es la PAC, y las relacionadas con la gestión del agua (8). De entre estas últimas es destacable el considerable número de novedades legislativas aparecidas en los últimos tiempos, tanto a nivel europeo como nacional e incluso regional. En este sentido se plantea el siguiente objetivo, **analizar las novedades legislativas recientes en materia de aguas que afectan al regadío en general, y particularmente a la provincia de Girona.**

Globalmente el conjunto de objetivos citados permiten una definición de los marcos internos y externos con una precisión inexistente hasta la realización del presente trabajo.

A partir del conocimiento del marco externo se plantean distintos escenarios hipotéticos (10), que podrían alterar la situación actual del regadío. La existencia de cada uno de estos escenarios se simula mediante la aplicación del modelo (11), obteniendo para cada caso analizado un resultado en forma de decisiones productivas del regante (12). A partir del plan de cultivos se analizan las repercusiones a nivel socioeconómico y ambiental de la instauración de cada escenario (13). Este planteamiento corresponde al objetivo de **analizar los efectos de las novedades legislativas en materia de aguas sobre los regantes del Bajo Ter y del Muga, y sus consecuencias socioeconómicas y ambientales.** Las variables a estudiar son el nivel de consumo del recurso, los resultados económicos del regante, la recaudación obtenida por la Administración, la generación de empleo y el aporte de nitratos al suelo. Los posibles escenarios futuros inducidos por las novedades a nivel de legislación incluyen la aplicación de políticas tarifarias que implican un aumento de precio del recurso, la disminución de la dotación de agua disponible, la instauración de mercados de aguas, y el efecto de hipotéticas evoluciones en la política agraria de la Unión Europea.

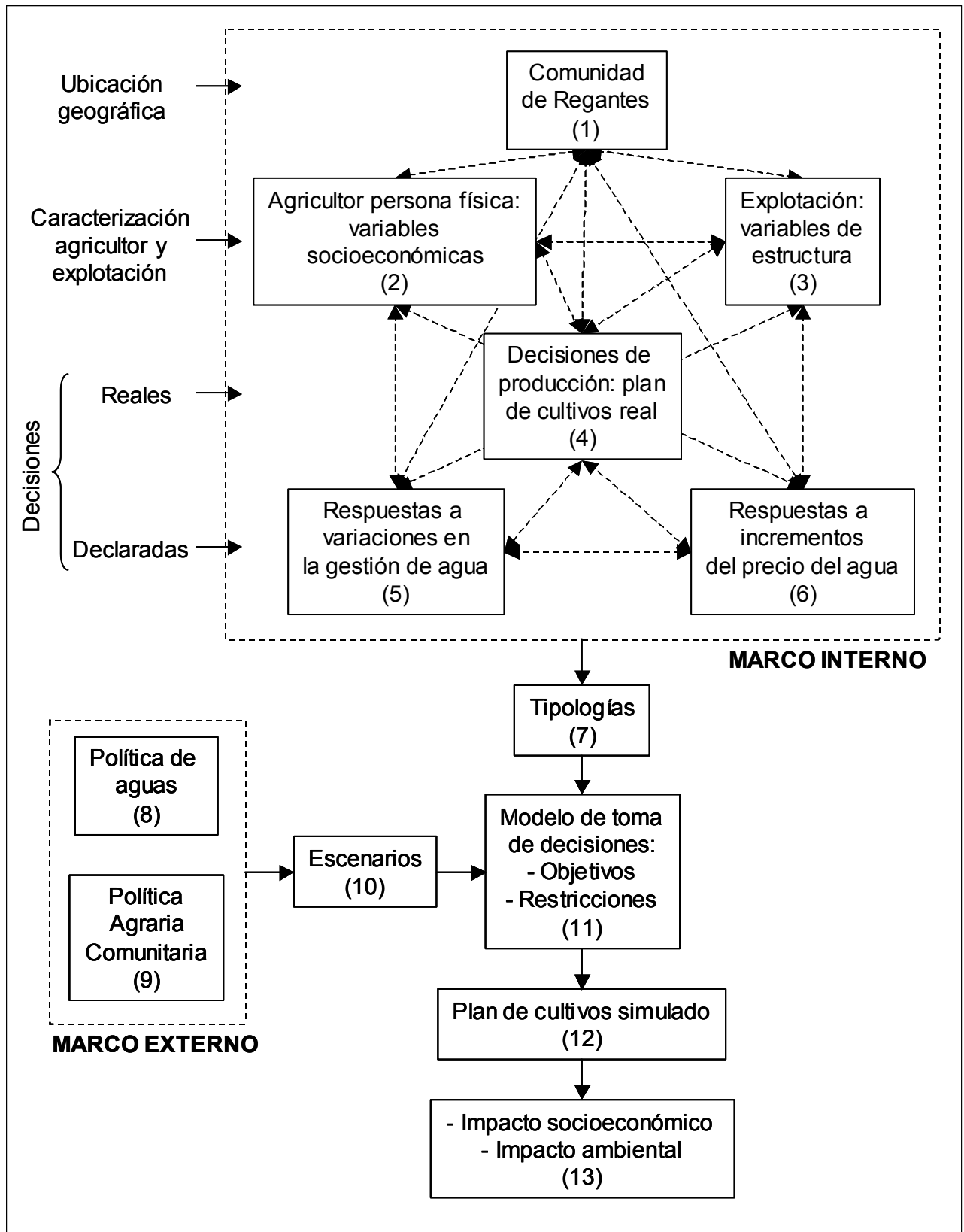


Figura 1.- Hipótesis de partida y organización general del trabajo

Fuente: elaboración propia

Objetivos

3. SITUACIÓN ACTUAL DEL REGADÍO: ANÁLISIS DESCRIPTIVO

3.1. Introducción

Los objetivos de este apartado son ofrecer una visión de conjunto de la situación actual de la agricultura de regadío a distintos niveles: mundial, España, Cataluña y por último la zona de estudio propiamente dicha.

3.2. El regadío en el mundo

La agricultura no sólo es el mayor usuario de agua del mundo en términos de volumen, sino que también es un uso relativamente de bajo valor, baja eficiencia y muy subvencionado (FAO, 1995).

Sin embargo, la importancia del regadío para el conjunto de la población mundial es evidente. El agua representa, junto al suelo, el recurso más importante para la producción de alimentos y fibras. Sin agua la producción agraria es técnicamente inviable. El aporte de agua mediante el riego permite alargar las campañas agrícolas, posibilita el cultivo en estaciones secas y reduce los daños provocados por las variaciones climáticas así como su incertidumbre asociada, y aumenta los rendimientos. También permite ampliar la gama de cultivos a producir en una determinada zona. Además, el regadío es un elemento de equilibrio social, que evita la desertificación, fija la población rural e indirectamente favorece la industrialización (Peix, 2001a).

La población mundial está en crecimiento, y con ella la demanda de alimentos y la necesidad de cubrir esta demanda con unos niveles razonables de sostenibilidad, sin hipotecar los recursos naturales futuros. Para alimentar a una población que se prevé crecerá de los 6.000 millones actuales a más de 8.000 millones en el año 2.030 será necesario un incremento de la producción de cultivos en tierras regadas. En la actualidad, alrededor del 20% de las tierras destinadas a la agricultura en los países en desarrollo es de regadío, y de este regadío depende el 40% de la producción agrícola de estos países (FAO 2000a). Datos más completos sobre la situación actual de regadío y de la agricultura en los distintos continentes se exponen en la Tabla 1.

Tabla 1.- Usos agrícolas del suelo e importancia del regadío en el mundo en 1998.

	Superficies en ha x 1.000					Proporción sobre el total del regadío mundial
	Superficie total	Superficie agrícola	Tierra arable y con cultivos permanentes (SAU)	Pastos y prados permanentes	Regadío	
África	3.031.169	1.089.635	201.963	887.672	12.520	4,61%
América	4.025.794	1.254.470	384.165	870.305	40.431	14,90%
Asia	3.174.845	1.611.336	556.239	1.055.097	191.171	70,43%
Europa	2.298.771	492.200	310.643	181.558	24.622	9,07%
Oceanía	856.440	490.655	58.756	431.899	2.688	0,99%
Mundo	13.387.019	4.938.296	1.511.766	3.426.531	271.432	100,00%

Fuente: FAO, 2000a.

Las perspectivas sobre la evolución del regadío a nivel mundial (según FAO, 2000b) apuntan a un crecimiento en los países en desarrollo de 45 millones de hectáreas en los próximos 30 años, hasta un 60% de la superficie potencialmente regable (402 millones de hectáreas).

La expansión del riego será superior, en términos absolutos, en las regiones con más escasez de suelo y altamente presionadas para aumentar su producción agrícola mediante prácticas de cultivo intensivo, como el Sudeste Asiático (crecimiento de 17 millones de hectáreas), el Este de Asia (16 millones), el Próximo Oriente y el Norte de África. Los crecimientos serán menores en las regiones con mayor superficie de suelo disponible como el África Subsahariana y Latinoamérica (FAO, 2000b).

Este futuro incremento de 45 millones de hectáreas es inferior al incremento medio del período 1963-1997, en que se registró un aumento de 94 millones de hectáreas, como se puede ver en la Figura 2. En términos de crecimiento anual, el incremento previsto es del 0,6% de la superficie actual, comparado con el crecimiento del 1,9% del período comentado anteriormente. Esta desaceleración del crecimiento puede reflejar una disminución de la tasa de crecimiento de la producción agrícola combinada con la creciente escasez de áreas regables y recursos hídricos en algunos países, así como los crecientes costes de las inversiones de puesta en riego (FAO, 2000b).

Gran parte de la expansión de la superficie regable se consigue transformando en regadío suelos situados en zonas con precipitaciones abundantes, ya sean suelos cultivados previamente en secano, o bien suelos anteriormente no cultivados, pero potencialmente productivos en secano por sus condiciones climáticas. Una parte del regadío, sin embargo, se ubica en suelo árido o muy árido, no adecuado para la agricultura basada en la lluvia. Se estima que de las actuales 197 millones de hectáreas regadas en la actualidad, 42 se sitúan en zonas áridas o muy áridas, mientras que de los 45 millones de incremento estimado, unos 5 millones se ubicarían en estas zonas. En algunas regiones y países, las zonas áridas y muy áridas regadas forman una parte importante del total de suelo regado actualmente: 18 de 27 millones de hectáreas en Próximo Oriente/Norte de África, y 17 de 78 millones de hectáreas en el Sudeste Asiático (FAO, 2000b).

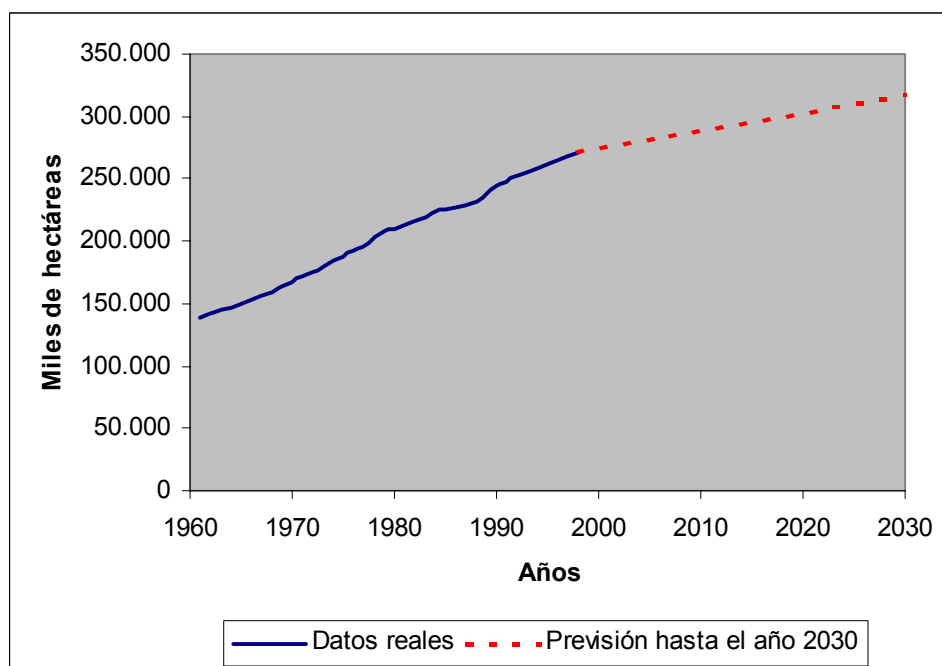


Figura 2.- Evolución de la superficie regada en el mundo (1960-2030).

Fuente: FAO, 2000a.

Los países desarrollados poseen una cuarta parte de la superficie regada del mundo, 66 de los 264 millones de hectáreas contabilizados en 1997. Su crecimiento anual de la superficie regada alcanzó un pico del 3% en los años 70, descendiendo hasta el 1,1% en los 80 y sólo un 0,2% en 1990-97. Esta evolución hace descender la tasa anual de crecimiento para el regadío mundial del 2,4% en los años 70 hasta el 1,4% en los 80 y en el período 1990-97 (FAO, 2000b). Dada esta circunstancia, el peso actual del regadío en los países en desarrollo y su mucho más elevada tasa de crecimiento esperada del riego, es razonable suponer que la escena del regadío mundial continuará dominada por los sucesos ocurridos en los países en desarrollo.

Una de las mayores cuestiones sobre el futuro del riego es si habrá suficiente agua dulce para satisfacer las necesidades crecientes tanto para usos agrícolas como no agrícolas. La agricultura actualmente consume aproximadamente el 70% del agua dulce en el mundo y es considerada el principal factor causante de la creciente escasez de agua. Las estimaciones anteriormente mencionadas sobre crecimiento mundial del riego proporcionan una respuesta a esta pregunta, puesto que la estimación sobre la superficie potencialmente regable tiene en cuenta las limitaciones de agua existentes, y las predicciones para el horizonte 2030 asumen que la demanda agrícola de agua no puede sobrepasar los recursos disponibles. A pesar de esto, debe tenerse en cuenta que el concepto de riego potencial tiene severas limitaciones y las estimaciones de riego potencial pueden variar a lo largo del tiempo, en función de la situación económica del país o como resultado de la competencia de los usos doméstico e industrial. Las estimaciones de regadío potencial también están basadas en los recursos hídricos renovables, es decir, los recursos repuestos anualmente a través del ciclo hidrológico. En los países áridos donde la minería de agua subterránea representa una parte importante del agua consumida, el área regada suele ser mayor que el regadío potencial (FAO, 2000b).

Los recursos hídricos renovables disponibles para riego y otros usos se definen comúnmente como la parte de la precipitación que no se evapora ni es transpirada por las plantas, que fluye en los ríos y lagos o se infiltra en los acuíferos. Estos recursos hídricos renovables varían mucho entre regiones, pero también debe destacarse la existencia de variaciones de disponibilidad estacionales e interanuales dentro de una misma región. Estas variaciones suelen ser más pronunciadas en climas áridos que en regiones húmedas (FAO, 2000b).

Un elemento fundamental en el estudio del riego es su eficiencia. Según datos de la FAO, la eficiencia en el período 1995/97 para los países en desarrollo puede estimarse en un 43% de promedio. En cambio, para el horizonte 2030 se espera una eficiencia del 50%, siendo este incremento superior en las regiones más áridas (pasando del 50% al 65% en el Próximo Oriente/Norte de África) que en las regiones con más recursos (en el África Subsahariana, Latinoamérica y el Este de Asia el incremento de eficiencia esperado varía entre el 2 y el 4%). Efectivamente, se espera que bajo la presión de unos recursos limitados y la competencia con otros usuarios, la gestión de la demanda juegue un importante papel en la mejora de la eficiencia del riego en las regiones áridas. Contrariamente en las zonas húmedas es probable que la eficiencia del riego reciba poca atención (FAO, 2000b).

Cabe destacar del mismo estudio que, mientras que para 93 países en desarrollo se espera un crecimiento de la superficie regada del 34% entre 1997 y el 2030, el incremento del agua consumida en riego es sólo del 12%. Esto se explica por la mejora en la eficiencia del riego y por los cambios en los cultivos preponderantes en ciertos países (se espera que China sustituya parte de su producción de arroz por trigo, cultivo con un consumo hídrico la mitad del anterior).

El mismo estudio expone que en el conjunto de los países en desarrollo, se dispone de los suficientes recursos hídricos para llevar a término los incrementos de regadío previstos, aunque localmente existen situaciones de déficit de agua, particularmente en la región del Próximo Oriente/Norte de África.

Como conclusión, destacar que globalmente en el mundo existe suficientemente agua para cubrir las necesidades futuras de alimentación, pero localmente se presentan graves problemas de escasez regional que deberían llevar a los agricultores a ser más eficientes en el uso de este recurso. Para profundizar más en el tema se puede consultar a Postel (1993), quien plantea una visión de conjunto de la situación actual de los recursos hídricos del planeta, sus usos (entre los que el regadío juega un papel muy importante), las formas como se han venido gestionando estos recursos hasta el presente, los retos del futuro y las posibles soluciones a los mismos, en un texto apoyado con abundantes ejemplos de casos reales pertenecientes a toda la geografía mundial.

3.3. El agua y el riego en España

En este apartado se describe la situación del riego en el ámbito estatal. Previamente se realiza una breve descripción del medio natural que forma su entorno, y que condiciona profundamente el desarrollo del regadío.

3.3.1. El medio natural en España

El rasgo básico que caracteriza el medio natural en España es la diversidad: climas, sustratos geológicos, regímenes fluviales, especies animales y vegetales, suelos, paisajes,

etc. Desde el punto de vista de los recursos hídricos, esta diversidad supone la existencia de una muy alta heterogeneidad en la distribución del agua.

Según la evaluación realizada en el Libro Blanco del Agua (MIMAM, 1998), los valores de escorrentía media anual en España se cifran en unos 220 mm, lo que equivale a una aportación de unos 111.000 hm³/año, que representa del orden de un tercio de la precipitación. Esta aportación incluye la de la red fluvial, es decir la escorrentía superficial directa más el drenaje de los acuíferos (109.000 hm³/año) y la escorrentía subterránea al mar (2.000 hm³/año).

Sin embargo, este valor medio se distribuye muy irregularmente por el territorio: mientras que en la cornisa cantábrica se superan los 700 mm/año, en la cuenca del Segura ni se alcanzan los 50. A esta irregularidad espacial debe añadirse una acusada irregularidad temporal de estas aportaciones en algunas zonas del territorio.

Por lo que se refiere a la recarga de los acuíferos, se estima en unos 29.000 hm³/año, lo que representa un 26% de la aportación total.

Si se compara la hidrología española con la europea se puede afirmar que España es el país comunitario más árido, con una precipitación que equivale al 85% de la media de la Unión Europea, y una evapotranspiración potencial de las más altas del continente, lo que da lugar a la menor escorrentía de todos los países considerados, aproximadamente la mitad de la media europea.

No todos los recursos hídricos renovables que se generan en el territorio pueden considerarse como potencialmente utilizables, ya que es necesario tener en cuenta las necesidades ambientales con la finalidad de proteger las funciones naturales del agua, mediante la preservación de flujos, de niveles, de volúmenes o de sus características físico-químicas. Es el comúnmente llamado "caudal ecológico" o "de compensación". Para determinar los recursos potenciales que pueden emplearse en el proceso de utilización productiva del agua se propone una reserva del 20%; de este modo, la reserva ambiental anual de España ascendería a unos 22.000 hm³/año, y se dispondría de un recurso potencial de 89.000 hm³/año.

Además de las cifras anteriores, deben tenerse en cuenta las diferencias entre los recursos naturales y los disponibles. Esto se debe a la irregularidad temporal de los recursos en régimen natural. De hecho, sólo una pequeña fracción, inferior al 10%, podría ser aprovechada si no se alterara artificialmente el régimen natural. El actual régimen de regulación mediante embalses eleva esta cifra hasta un 40%, unos 40.000 hm³/año.

En la actualidad están tomando cierta importancia los recursos no convencionales, entre los que destacan la reutilización directa de aguas residuales y la desalación de aguas marinas y salobres. La primera de estas fuentes de recursos proporciona en la actualidad unos 200 hm³ anuales, fundamentalmente empleados en riego, mientras que la segunda aporta una cifra similar, empleada para el abastecimiento de Ceuta y del archipiélago canario. Estos recursos no convencionales suponen del orden del 1% de los recursos convencionales disponibles en España.

Dejando a un lado la situación actual, y de cara al estudio de situaciones futuras, cabe destacar que la Comisión Nacional del Clima prevé una ligera disminución de las precipitaciones medias anuales y un aumento de las temperaturas, lo que daría lugar a una disminución de la escorrentía total.

Sin embargo, se reconoce la carencia de una caracterización suficientemente precisa de las principales sequías históricas acaecidas para extraer conclusiones acerca de previsiones futuras. En este punto cabe preguntarse por la definición de sequía. Dada la elevada capacidad de embalse existente en España, que permite superar secuencias secas inferiores al año sin que se produzcan problemas hídricos importantes, habitualmente se entiende como situación de sequía la debida a una persistencia de valores bajos de precipitación en varios años consecutivos (MIMAM, 1998).

Debe destacarse que aunque la pluviometría en España no es abundante, en ocasiones se presentan precipitaciones que en pocas horas alcanzan valores superiores a los valores totales anuales del año promedio, tal y como sucede en algunas zonas del litoral mediterráneo. En consecuencia, la gran desproporción entre los caudales ordinarios y extraordinarios de un río hace que el problema de las inundaciones en España revista especial gravedad.

Otro tema al que debe prestarse la atención que se merece es la calidad del agua. Se ha observado un deterioro de la calidad de las aguas superficiales de tal forma que “su estado actual no es del todo satisfactorio a la luz de la legislación vigente y de las aspiraciones existentes en el seno de la sociedad” (MIMAM, 1998). En cuanto a la calidad de las aguas subterráneas, los principales problemas detectados son la contaminación debida a nitratos, metales pesados y compuestos orgánicos, y la salinización.

3.3.2. El riego en España

“En España el regadío es un elemento fundamental en la estructuración del paisaje y una de las variables territoriales que configuran decisivamente la demanda total de recursos hídricos”. Con esta frase se inicia el apartado dedicado al regadío del documento de síntesis del Libro Blanco del Agua en España (MIMAM, 1988).

La situación actual de los regadíos españoles es el resultado de un proceso histórico marcado por la evolución desde una “agricultura tradicional”, que adaptaba los cultivos y aprovechamientos a las disponibilidades de agua de los territorios, hasta la actual “agricultura moderna”, que utiliza la tecnología para sobrepasar las limitaciones impuestas por el medio natural. Naredo (1999) analiza en detalle este proceso.

Actualmente la agricultura de regadío es, de entre los distintos grupos de usuarios del agua, el sector más importante tanto por superficie ocupada como por volumen consumido. La superficie de regadío en España es actualmente de 3.344.637 de hectáreas, que representan el 7% de la superficie nacional y el 13% de la superficie agrícola útil. Este 13% de superficie proporciona más del 50% de la producción final agrícola, lo que muestra la elevada productividad del regadío (MIMAM, 1998).

En la Figura 3 se representa la evolución de la superficie regada en España durante los últimos 100 años.

Según las estimaciones realizadas en los Planes Hidrológicos de cuenca, la demanda actual de agua en España se cifra en unos 35.000 hm³/año, de los que un 68% corresponde a regadíos, un 18% a abastecimiento de poblaciones e industrias y el 14% restante a refrigeración de centrales de producción de energía (MIMAM, 1998). Esta cifra varía según la fuente consultada, puesto que el Plan Nacional de Regadíos considera que los mismos consumen un 80% de los recursos hídricos disponibles.

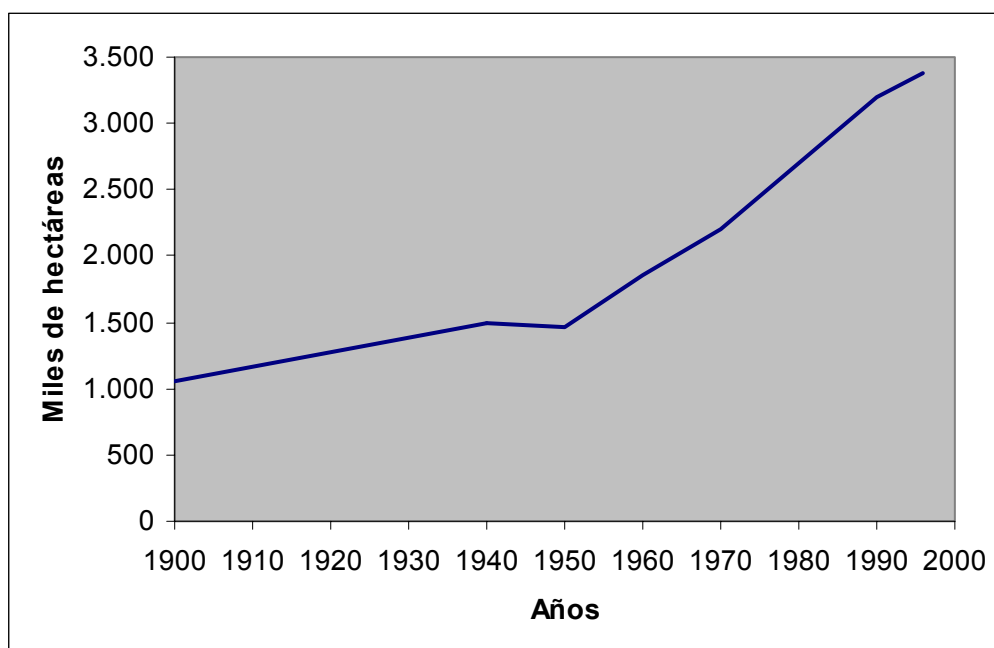


Figura 3.- Evolución de la superficie regada en España (1900-2000).

Fuente: MAPA, 2001

Se calcula que del total de la superficie regada, en un 27% se utiliza agua de procedencia subterránea. Estos datos deben ser tratados con cierta cautela por la carencia de estadísticas sistemáticas sobre usos y demandas de agua, admitida por la misma fuente que proporciona estos datos, el Ministerio de Medio Ambiente (1998).

En algunos de los regadíos existentes se producen problemas en el suministro de agua, de forma que no siempre se dispone de la cantidad deseada en el momento requerido. Estos problemas de garantía se han manifestado de forma especialmente notable en los últimos años. Otro de los problemas relacionados con el suministro se refiere a la eficiencia del riego, que en el caso de los regadíos afecta tanto al proceso de conducción y distribución como al de aplicación en campo. Por lo que se refiere a la distribución de agua para riego, se estima que de los más de 100.000 km de acequias existentes actualmente, una buena parte son cauces de tierra. Aproximadamente el 30% tiene más de 100 años, y gran parte del resto tiene más de 20 años (MIMAM, 1998). El envejecimiento y deterioro de estas redes es una de las causas de pérdidas de agua que se traducen en un menor volumen disponible para los cultivos, aunque parte de este agua puede reutilizarse aguas abajo.

En la actualidad, la tendencia al descenso de la actividad agrícola y el auge de los servicios es un fenómeno evidente. La ocupación en el sector agrícola se ha reducido, en apenas 10 años, a casi la mitad, pasando de cerca de 2 millones de empleos en 1984 a algo más de 1 millón en 1994. Cabe vaticinar que estas tendencias continuarán y que, previsiblemente, en el año 2010 la población agraria ocupada no superará el medio millón de empleos (MIMAM, 1998).

Pese a estas tendencias también debe señalarse la relativamente elevada dependencia que aún se registra en gran parte del territorio español respecto del sector primario. Muestra de ello es que aunque la media de participación de la agricultura y pesca en el Valor Añadido

Bruto total nacional es inferior al 5%, existen provincias donde se supera el 15% (MIMAM, 1998).

Según el Plan Nacional de Regadíos (Horizonte 2008), el riego juega un papel fundamental en la economía agraria española:

1.- Permite la supervivencia económica de muchas explotaciones con una dimensión demasiado reducida para su viabilidad económica produciendo en secano (por término medio, una hectárea de regadío produce seis veces más que una hectárea de secano y genera una renta cuatro veces superior, siendo estas diferencias muy superiores en las zonas de regadíos intensivos del litoral mediterráneo y atlántico).

2.- Además de permitir un aumento de renta, el riego facilita una mayor diversificación de producciones y reduce el riesgo climático de los secanos áridos y semiáridos, en los que la variabilidad de las precipitaciones anuales y estacionales provoca severas pérdidas económicas.

3.- Es un elemento generador de empleo. Se considera que el potencial de fuerza de trabajo promedio del regadío más que triplica el correspondiente al secano. Estas diferencias son mucho mayores en la agricultura del litoral mediterráneo y atlántico sur, donde una hectárea de regadío genera hasta 50 veces más empleo que una hectárea de secano. Además, el regadío genera un nivel elevado de empleo indirecto en las industrias agroalimentarias que se abastecen de las producciones obtenidas en los regadíos circundantes.

4.- Juega un papel muy importante en la ordenación del territorio rural. El regadío puede frenar el éxodo rural de zonas con riesgo de abandono o al menos de pérdida de población. Así, el regadío contribuye a mantener un cierto equilibrio territorial fijando población al territorio, lo que en zonas rurales en declive es un objetivo básico para evitar el abandono y la consiguiente degradación del espacio, paisaje, recursos naturales y medio ambiente.

Sin embargo, analizando la competitividad de la agricultura española en general, y del regadío en particular, en el horizonte del medio y del largo plazo sólo parecen observarse buenas perspectivas para las explotaciones que alcancen un nivel de rentabilidad adecuado en un entorno que se caracterizará por la creciente competitividad y la apertura de mercados. Lo que no parece tan evidente es en qué medida el regadío puede contribuir a conseguir este objetivo y en qué territorios. Según el documento de síntesis del Libro Blanco del Agua en España (MIMAM, 1988), es poco probable una expansión de los cultivos continentales, tanto herbáceos como industriales, debido a las limitaciones de superficies o de producciones con derecho a ayuda y al previsible escenario de precios agrarios a la baja, agravado por la liberalización de los mercados que ocasionan los acuerdos del GATT. Las producciones hortofrutícolas, concentradas básicamente en el litoral mediterráneo, son las que parecen contar por el momento con un mejor pronóstico, habida cuenta de su elevada productividad y rentabilidad.

Otro elemento a considerar son las subvenciones agrarias: en estos momentos más del 30% de la renta agraria procede de las subvenciones de la Unión Europea, con la aleatoriedad y precariedad que ello implica. El aumento de costes (energía, trabajo) junto a la prevista reforma de la PAC, no proporcionan perspectivas muy esperanzadoras respecto a la renta del agricultor español, sobretudo en comparación con las rentas procedentes de otras actividades. Esta incertidumbre en la rentabilidad de la agricultura, sumada a otros inconvenientes como la carencia de comodidades propia del medio rural, y las exigencias

laborales de este tipo de actividad, no conforman precisamente el mejor marco para favorecer el relevo generacional.

En relación con la evolución futura del regadío en España, un factor importante a tener en cuenta es el recientemente elaborado Plan Nacional de Regadíos, que plantea unas nuevas orientaciones de la política de regadíos, priorizando la mejora, modernización y consolidación de los regadíos existentes sobre la transformación de nuevas zonas regables (excepto en zonas desfavorecidas).

Por último, es de destacar que los sectores agrario y rural tienen poco peso absoluto en el conjunto de la economía española: en el caso concreto del regadío, se considera que aporta el 2% del PIB y emplea el 4% de la población ocupada. Sin embargo, este planteamiento resulta simplista ante la importancia estratégica de cada subsector, de la necesidad de salvaguardar el entramado socioeconómico dentro del equilibrio del territorio, de preservar los recursos naturales, de mantener el paisaje del ocio y de potenciar la valiosa industria agroalimentaria (Bes, 1999).

3.4. El agua y el riego en Cataluña

El planteamiento de este apartado sigue el mismo esquema que el anterior, pasando del caso general del regadío español a la situación particular del mismo en la Comunidad Autónoma de Cataluña. En primer lugar se realiza una breve descripción del medio natural que forma el entorno de este regadío y posteriormente se profundiza en la situación del mismo.

3.4.1. El medio natural en Cataluña

Cataluña presenta una gran heterogeneidad de climas. Si se analiza el régimen de humedad, existe una gradación entre puntos del Pirineo, con un régimen de humedad alto y precipitaciones medias superiores a los 1.000 mm al año, y puntos de la llanura de Lleida, mediterráneos secos con precipitaciones medias que no llegan a los 400 mm al año (DARP, 1999).

Por lo que se refiere a la estructura hidráulica, tomando como base las divisiones naturales de vertientes hidráulicas, las Confederaciones Hidrográficas han diferenciado el territorio de Cataluña en dos zonas:

- 1.- Las Cuencas Internas (zona constituida por las cuencas situadas íntegramente en el territorio de Cataluña. Ocupan una superficie de 16.000 km², el 52% del territorio de Cataluña).
- 2.- Las Cuencas Intercomunitarias (integradas por la parte catalana de las cuencas de los ríos Ebro, Garona y Júcar, en los términos establecidos por la legislación vigente. Ocupan una superficie de unos 14.000 km², es decir, el 48% de la superficie territorial de Cataluña).

Esta división del territorio se puede observar en la Figura 4.

Las cuencas internas ocupan una superficie de 16.600 km², que corresponde al 52% de la superficie total de Cataluña. Estas cuencas se agrupan en 4 sistemas (DARP, 1999):

- 1.- Cuencas del Norte: incluye las cuencas de los ríos Muga, Fluvià, Ter, Daró y Tordera, y los arroyos que desembocan al mar entre la frontera con Francia y el arroyo de Arenys, éste incluido.
- 2.- Cuencas del Centro: formada por las cuencas de los ríos Besòs, Llobregat y Foix, y los arroyos que desembocan al mar entre el arroyo de Arenys y el de la Bisbal del Penedès, ambos excluidos.
- 3.- Cuencas del Sur: comprende las cuencas de los ríos Francolí y Gaià, y los arroyos que desembocan al mar entre el arroyo de la Bisbal del Penedès y el barranco del Codolar, ambos incluidos.
- 4.- Baix Ebre-Montsià: se incluyen en este ámbito territorial las cuencas de los arroyos litorales que desembocan al mar y al delta del Ebro, situados entre el barranco de Codolar y el río de la Sènia (Baix Ebre y Montsià), así como también los acuíferos subterráneos situados en las cuencas citadas.

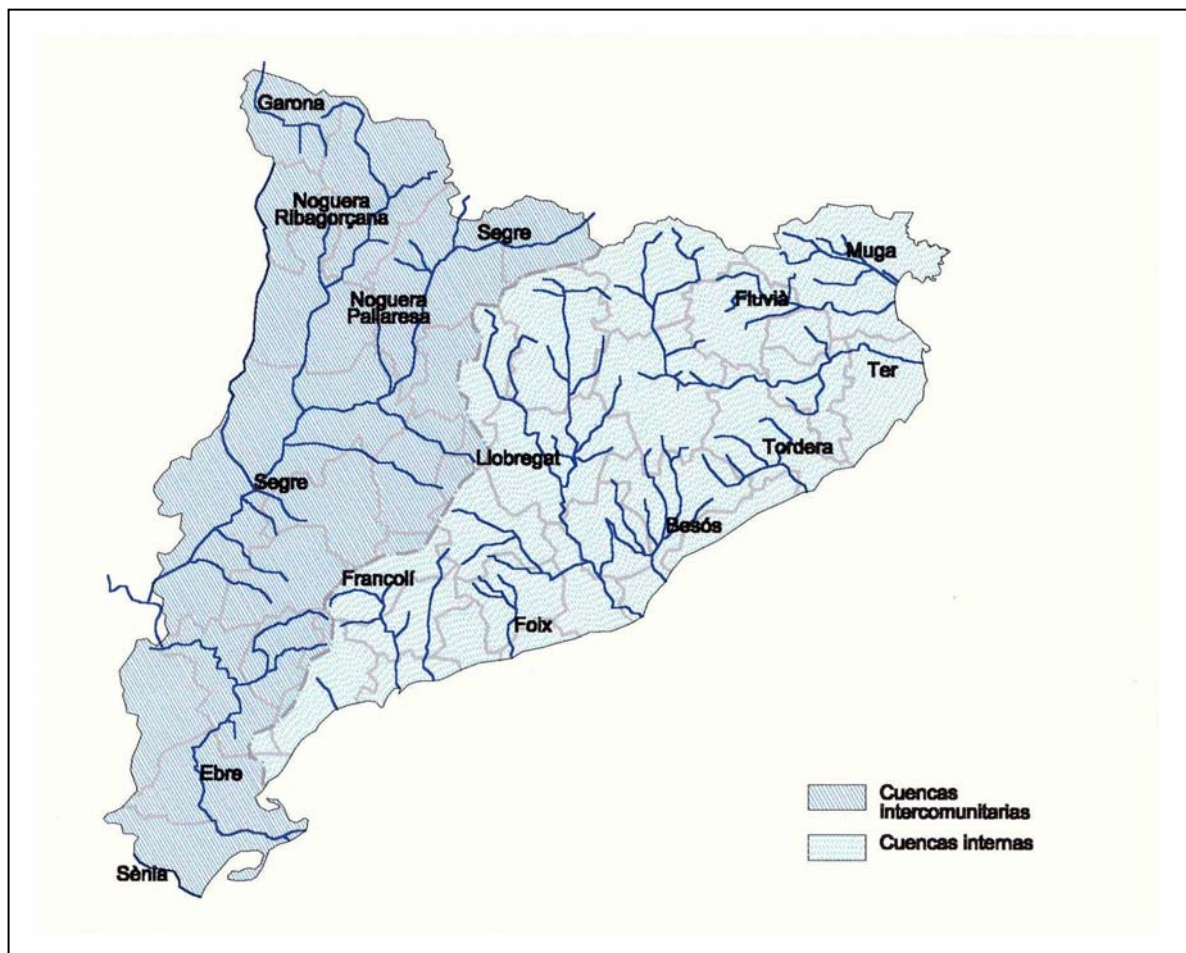


Figura 4.- Cuencas Intercomunitarias y Cuencas Internas de Cataluña: límites geográficos y principales ríos que incluyen.

Fuente: ACA, 2001

3.4.2. El riego en Cataluña

A continuación se expone una perspectiva general del estado actual del regadío en Cataluña. Para profundizar en la evolución histórica que este regadío ha sufrido en los dos últimos siglos hasta llegar al escenario actual, puede consultarse a Garrabou *et al.* (1999).

La superficie agrícola útil de Cataluña (SAU) es de 1.042.229 de hectáreas, lo que representa un 33% de su territorio total (un 61% de la superficie total de Cataluña es forestal). El regadío ocupa 241.011 hectáreas, es decir, el 28% de la SAU. A pesar de esta presencia modesta en superficie, el papel de los cultivos de regadío en la producción total agrícola es muy importante. Los cultivos de frutales y hortalizas, típicamente de regadío, representan el 45% de la producción final agrícola (DARP, 1999). Se considera que el conjunto de los cultivos de regadío proporcionan el 70% de dicha producción final. Además, se estima que el regadío en Cataluña proporciona 12 veces más puestos de trabajo que el secano. Los cultivos que ocupan más superficie de regadío son los cereales, la fruta dulce y los cultivos forrajeros, ocupando un segundo escalón en importancia los cultivos hortícolas y la fruta seca.

En la Figura 5 se muestran las principales zonas de regadío existentes en Cataluña.

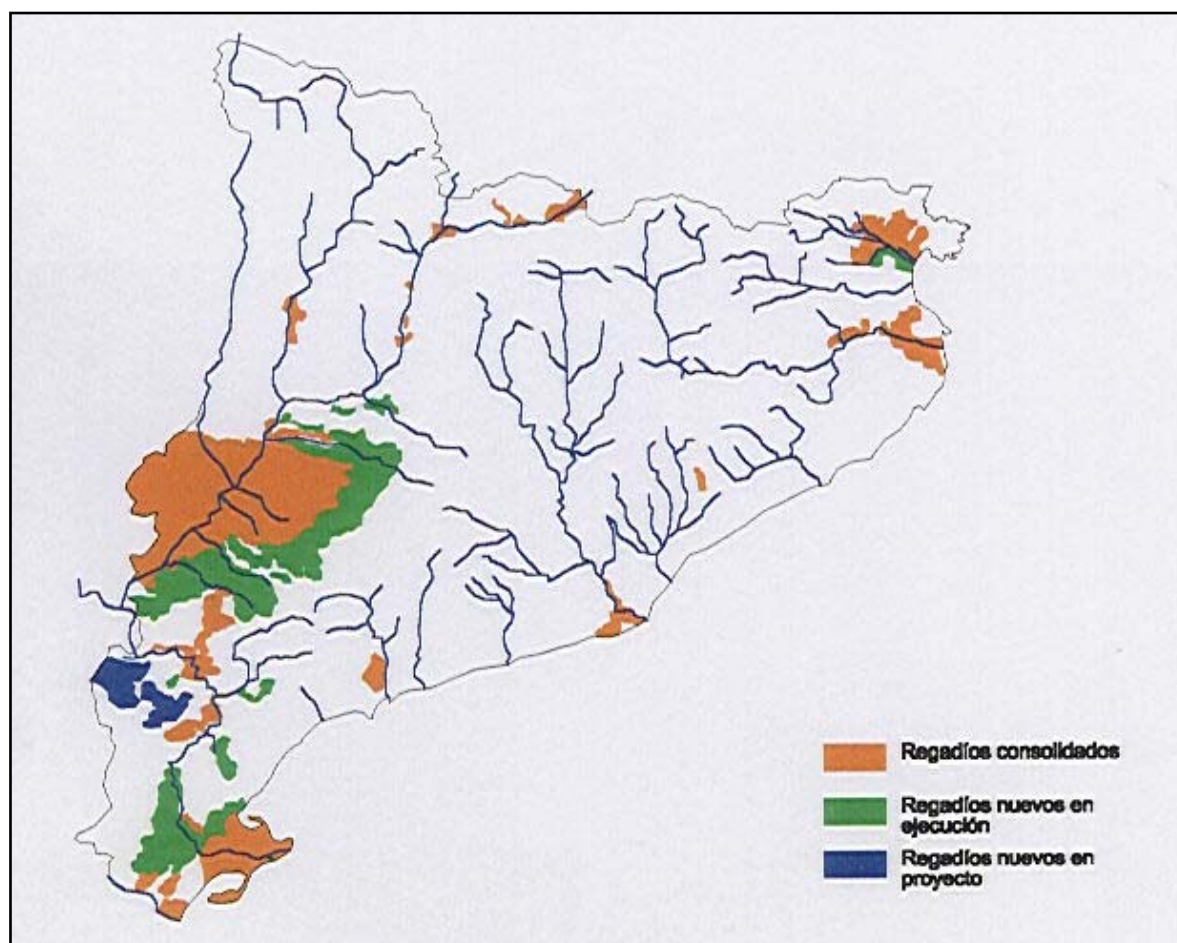


Figura 5.- Regadíos de Cataluña

Fuente: DARP (1999)

Mayoritariamente, los regadíos se abastecen de aguas superficiales (77,4% de la superficie total), aunque cada vez tienen más importancia las aguas subterráneas (20,0%), las aguas reutilizadas procedentes de depuradoras (0,1%) y los retornos (2,4%), considerando como tales las aguas que circulan por los desguaces y drenajes de las zonas regables y que se emplean para el riego (DARP, 1999). Las Cuencas Internas de Cataluña forman parte del grupo de áreas de España que presentan una elevada relación entre bombeo y recarga, lo que indica un importante uso de las aguas subterráneas (MIMAM, 1998).

La mayor parte de la superficie se riega mediante sistemas de gravedad, poco eficientes y difíciles de automatizar. Mientras que en España el riego por gravedad representa un 64% del total de la superficie regada, en Cataluña esta cifra se incrementa hasta el 86% (Peix, 2001a), aunque poco a poco se van instalando nuevos sistemas de riego a presión que permiten una mayor automatización, ahorro de mano de obra y eficiencia en la aplicación del agua.

Analizando la importancia de los distintos usos del agua por zonas, se observa que en los sistemas Norte y Sur, el predominio de la demanda agrícola sobre las demandas urbana e industrial es patente, mientras que en la zona Centro la demanda urbana es la más importante, seguida por la industrial. En el sistema Norte la demanda del riego representa en la actualidad el 40% de la demanda total. Este peso relativo está previsto que aumente hasta el 44% en el año 2012, a causa de las ampliaciones previstas de las zonas regadas (DARP, 1999).

Según el **Plan Hidrológico de las Cuencas Internas de Cataluña**, en el que se realiza una comparación entre los recursos disponibles y las demandas estimadas en los horizontes 1992, 2002 y 2012, la situación de los distintos sistemas es la siguiente: el sistema Norte se encuentra en una situación ajustada pero confortable y estable, que se concreta en ligeros excedentes. El sistema Centro se prevé como una cuenca fuertemente deficitaria, con una estructura de la demanda en que el regadío goza de muy poco peso. El sistema Sur se encuentra teóricamente equilibrado gracias al aporte de los caudales excedentarios de los canales del Ebro; en el futuro la situación se plantea como de ligero déficit. El sistema Baix Ebre-Montsià se halla en una situación cómoda, porque los recursos disponibles dependen exclusivamente de la implantación de las infraestructuras (captaciones) necesarias para su aprovechamiento.

3.5. El agua y los regadíos del Bajo Ter y del Muga

Siguiendo el esquema utilizado en los puntos anteriores, a continuación se concreta el área en que se centra esta tesis y se realiza una descripción de la misma a dos niveles: medio natural y regadío.

3.5.1. Delimitación del área de estudio

La investigación desarrollada en esta tesis se centra en las zonas regables asociadas al río Muga y a la zona baja del río Ter. Se trata de dos zonas regables situadas en la provincia de Girona, cerca del mar Mediterráneo, pertenecientes al sistema Norte de las Cuencas Internas de Cataluña.

En este sistema destacan por su importancia tres cuencas que son, de norte a sur, la de Muga-Fluvià, la del Ter y la del Tordera.

Mientras que tradicionalmente las cuencas del Muga-Fluvià y del Ter han tenido un predominio de demanda agrícola frente a la demanda para uso de boca y para uso industrial, en el Tordera es el sector industrial el que ha ido aumentando el nivel de demanda, a expensas del sector agrícola. Este hecho se ve reflejado en la legislación vigente, en la cual la cuenca del Tordera tiene priorizado el uso industrial frente al agrícola, siendo este caso único entre las Cuencas Internas de Cataluña. También es cierto que la problemática de esta cuenca es sustancialmente distinta a las otras, con temas de contaminación y de escasez de agua que sitúan en segundo término la preocupación por la asignación de agua al riego. Además, la baja pluviometría del período 1995-2000 ha incrementado el problema porque el acuífero no se ha recargado y ha empezado un proceso de intrusión salina.

Una vez descartada la cuenca del Tordera, en el caso de la cuenca Muga-Fluvià el estudio se ha centrado en el regadío dependiente del río Muga, tanto por la importancia de sus Comunidades de Regantes como por los problemas de suministro sufridos por las mismas durante los últimos años.

Y en el caso de la cuenca del Ter, el estudio se centra en las zonas donde la agricultura de regadío es más importante, es decir, en su parte baja, concretamente a partir del paso del río por la ciudad de Girona hasta su desembocadura en el Mediterráneo.

3.5.2. El medio natural en el área de estudio

La precipitación media del área analizada varía de zonas con 600-700 mm al año a zonas con 400-500 mm, al acercarse al litoral mediterráneo. Por otra parte, la evaporación potencial medida según el método de Thornthwaite es superior a los 800 mm al año. A estas cifras hay que añadir el efecto de la variabilidad de las precipitaciones en el tiempo propia de las regiones mediterráneas (DARP, 1999).

Como se ha comentado, los dos ríos que aportan el agua a las zonas de riego estudiadas son el Muga y el Ter. El Muga nace en el Pirineo y desemboca en la playa de Castelló d'Empúries. Su longitud es de 65 km. Su caudal se regula mediante el pantano de Boadella, de 62 hm³, situado en el término de Darnius. Su caudal medio es de 2,4 m³/s. Debido a que el pantano proporciona una garantía de suministro pequeña en relación al consumo, las fluctuaciones climáticas afectan más a esta zona que a otras cuencas cercanas. Sin embargo, en 30 años, sólo el 83, el 98 y el 99 han sido problemáticos por falta de agua. El Decreto 2108/1966, del 21 de julio, declaró la cuenca del Muga zona de interés nacional, y dos años después se aprobó el Plan General de Colonización. Existen previsiones de construcción de un nuevo embalse aguas abajo de Boadella para aumentar el volumen de regulación, aunque hasta el momento esta obra no se ha realizado (Cals, 1987). La llanura empordanesa, por donde discurre el Muga, es de origen aluvial y con acuíferos con una capacidad estimada de 150 hm³ (MOP, 1971). En la actualidad este recurso se encuentra sobreexplotado y los acuíferos presentan problemas tanto de salinización como de contaminación por nitratos.

Por su parte, el río Ter nace en Ulldeter, recorre 167 km y desemboca en la playa de Pals. Su caudal medio es de 9,8 m³/s en Ripoll y 10,82 m³/s en el Pasteral. El caudal máximo se consigue en el mes de mayo, cuando el agua procedente del deshielo de los Pirineos se suma al agua de lluvia. En el verano el caudal natural baja al mínimo, para recuperarse en el otoño con la pluviosidad propia de la estación. Se trata de un río muy regulado, en el que destacan los grandes embalses de Sau (168 hm³) y Susqueda (233 hm³). Desde 1966 se deriva agua hacia Barcelona y el Maresme (8 m³/s), hecho que ha provocado, en épocas de

restricciones en el suministro, descontento y críticas tanto por parte de las Comunidades de Regantes ubicadas aguas abajo de la derivación como por parte del resto de usuarios: ha habido temporadas en que el caudal del río a su paso por Girona era prácticamente nulo, las poblaciones del curso medio y bajo han debido aumentar el grado y el coste de tratamiento de las aguas residuales, puesto que vertían a un río sin caudal suficiente, y además se han observado problemas con la fauna del Bajo Ter por falta de caudal y también problemas de salinidad por penetración marina (Vilaró, 2000).

La cuenca de río Ter se divide en dos subcuencas: el Alto Ter, correspondiente a la zona aguas arriba del embalse de Sau (subcuenca con una superficie de 1.523 km²), y el Bajo Ter, aguas abajo del mismo (3.010 km²). Debe destacarse que en ocasiones en lugar de considerar el Bajo Ter como una única subcuenca se la considera dividida en dos, el Medio Ter y el Bajo Ter propiamente dicho. Mientras que la demanda en la Cuenca Alta es esencialmente industrial y urbana, en la Cuenca Baja la demanda agrícola es la predominante, aunque también pesan las demandas industrial y urbana. En el Bajo Ter existen acuíferos con una capacidad de almacenamiento estimada en 100 hm³ (MOP, 1971).

3.5.3. El riego en el área de estudio

La provincia de Girona presenta una superficie agrícola de 98.093 hectáreas, de las cuales se riega el 27%. Destaca la gran importancia de los cultivos herbáceos, como se puede observar en la Figura 6, con una importante presencia tanto de cereales como de especies forrajeras. Tampoco son despreciables las casi 7.000 hectáreas de cultivos industriales, principalmente girasol en el Alt y el Baix Empordà. Por lo que se refiere a cultivos leñosos, hay una superficie aproximada de 2.000 hectáreas de viñedo, olivar y fruta seca, pero la superficie más importante de leñosos corresponde a fruta dulce, básicamente manzano.

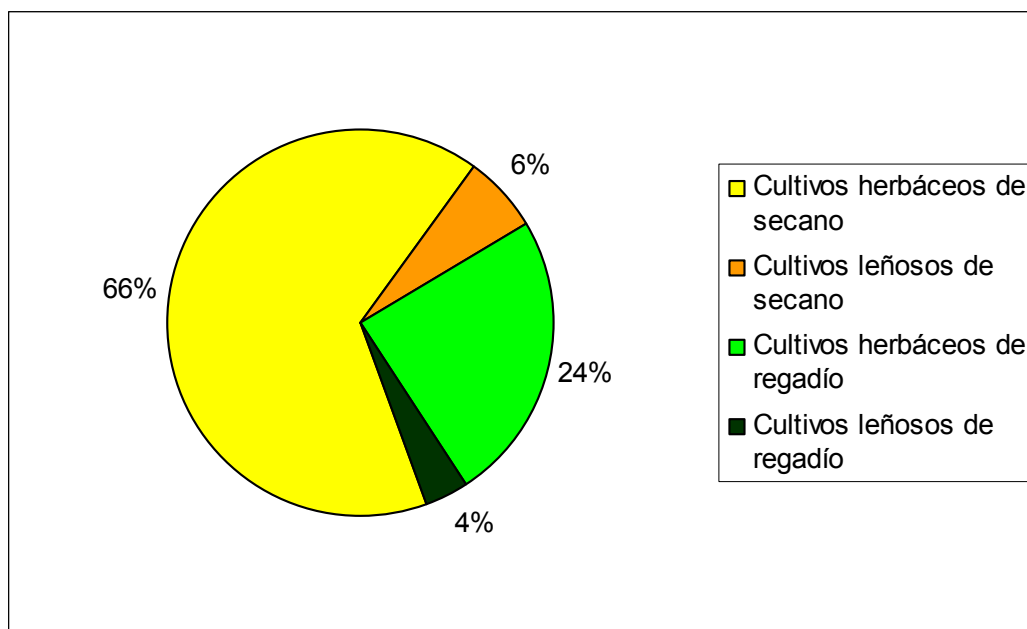


Figura 6.- Distribución de la superficie de cultivos en la provincia de Girona.

Fuente: DARP (1999).

De los tres puntos donde se concentran los regadíos en Cataluña, es decir Ponent, Terres de l'Ebre y provincia de Girona, este último es el que presenta la zona con una renta media por contribuyente más elevada. Esta zona privilegiada corresponde a los regadíos del Ter y del Muga (DARP, 1999).

Posiblemente por este motivo, esta zona se incluye en los planes de mejoras y ampliación de regadíos del Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalidad de Cataluña. En el tema de mejoras de regadíos el DARP destaca en su memoria de regadíos de 1999 la inversión de 601.000 € en mejoras de la red de distribución de la Comunidad de Regantes del Marge Esquerre del Muga, así como los 7.212.000 € dedicados a revestimiento de acequias en el Bajo Ter. Por otra parte, el mismo documento destaca la previsión de puesta en riego futura de 2.700 hectáreas en la Comunidad de Regantes del Marge Dret del Muga, presupuestada en 19.232.000 € y con una dotación anual prevista de 6.000 m³/ha.

Respecto estas 2.700 hectáreas, el Plan Nacional de Regadíos prevé la transformación en riego de 200 hectáreas del sector VI de la Comunidad de Regantes del Marge Dret del Muga (zona en la cual la obra de conducción ya está instalada, faltando la red de riego) antes del 2008, quedando pendientes para después de esta fecha la puesta en riego de la superficie restante.

En la Tabla 2 se exponen las previsiones de evolución del regadío para los sistemas del Muga-Fluvià y del Ter, contempladas por el Plan Hidrológico Nacional.

Tabla 2.- Previsión de dotaciones y demandas del regadío según el Plan Hidrológico para los sistemas Muga-Fluvià y Ter.

Subsistema	Año 1992			Año 2002			Año 2012		
	Superficie (ha)	Dotación (m ³ /ha/año)	Demanda (hm ³ /año)	Superficie (ha)	Dotación (m ³ /ha/año)	Demanda (hm ³ /año)	Superficie (ha)	Dotación (m ³ /ha/año)	Demanda (hm ³ /año)
Muga-Fluvià	10.503	6.000	63	12.000	7.000	84	18.000	8.200	148
Ter	10.740	10.000	107	12.500	8.200	103	15.000	8.200	123

Fuente: DARP (1999)

En el momento actual las superficies de regadío estimadas por el DARP en la zona estudiada son de 6.345 hectáreas en los regadíos del Muga y de 11.445 hectáreas en los regadíos del Bajo Ter (DARP, 1999). Como se verá posteriormente, estas cifras son superiores a las consideradas por los responsables de las Comunidades de Regantes implicadas.

Otro elemento de vital importancia que debe considerarse al analizar el regadío de la zona de estudio es la garantía de suministro. Se da la circunstancia que en los últimos años ha habido situaciones de graves restricciones en el suministro hídrico. Es el caso del año 1999, en que durante el verano el suministro de agua en las Comunidades del Muga fue prácticamente nulo. También en el año 2000 hubo limitaciones en el suministro, mientras que el 2002 empezó con previsión de restricciones, dado el bajo volumen de agua disponible en los embalses.

Además de los consumos agrícolas, y sus competidores tradicionales, el consumo urbano e industrial, en la provincia de Girona también son importantes otros consumos ligados a usos lúdicos y turísticos.

En el primer caso cabe destacar el aumento considerable en los últimos años del número de campos de golf y *pitch and putts*, algunas veces originados a partir de la conversión de explotaciones agrícolas de regadío que quieren seguir recibiendo su dotación de agua de riego. La Asociación Campos de Golf Costa-Brava Girona cuenta con 8 campos asociados: Club Golf Costa Brava (en Santa Cristina d'Aro), Club de Golf Girona (en Sant Julià de Ramis), Peralada Golf Club (en Peralada), Torremirona Golf Club (en Navata), Empordà Golf Club (en Gualta), Golf de Pals (en Pals), PGA Golf de Catalunya (en Caldes de Malavella) y Golf les Serres de Pals (en Pals). Como ejemplos de *pitch and putts* pueden citarse el Golf Centre Solius, el de Platja d'Aro y el de Gualta, en el Baix Empordà, y el de Capmany, en el Alt Empordà.

Naturalmente estos usos lúdicos también sufren problemas de suministro. Precisamente a los campos de golf se dirige específicamente el anteriormente citado Decreto 114/2002, que indica que durante el período de vigencia del mismo, los campos de golf sólo podrán regar de aguas procedentes de la depuración de aguas residuales.

Hay algunos autores (como Calvo, 1996), que defienden que esta limitación, impuesta por decreto cuando existen restricciones de suministro, debería ser permanente, dadas las características de la zona. Felices (1997) destaca que "quien utilice los campos de golf deberá en cada caso pagar el agua a su coste real, utilizando recursos hídricos propios de la zona, obtenibles bien sea mediante la utilización de aguas residuales o un banco de aguas de la agricultura local, pero nunca podrá exigir su suministro con cargo a costosas políticas hidráulicas". La valoración ambiental de los campos de golf, incluyendo su consumo de recursos hídricos, ha sido tratada por Gómez-Lama *et al.* (1994).

En referencia al aumento de consumo ligado al turismo, es conocida la importancia turística de la zona de la Costa Brava. El turismo es una fuente de ingresos considerable para la economía española y catalana. En el año 2000, esta actividad generó el 9,4% del PIB de Cataluña (DGT, 2002), ascendiendo el gasto total realizado por este turismo a 1'022 billones de pesetas (unos 6.142 millones de euros). Esta realidad se refleja en el documento de síntesis del Libro Blanco del Agua en España (MIMAM, 1998) donde se dice: "dado el carácter estratégico del turismo para la economía española, será imprescindible proporcionar a las zonas turísticas la necesaria garantía y seguridad de suministro".

En el mismo texto también se reconoce que "aunque el consumo de agua del turismo no es muy relevante, especialmente comparado con la actividad económica que induce, produce efectos locales y estacionales muy intensos en zonas que ya hoy resultan ser deficitarias en disponibilidades de agua".

Calvo (1996) señala que "precisamente es el litoral mediterráneo, donde se concentra la mayor oferta turística de España y posiblemente de la Comunidad Europea, donde se dan unas condiciones climáticas específicas en las que concurren períodos de sequía prolongada y episodios torrenciales más o menos periódicos".

Aunque la provincia de Girona no es estructuralmente una zona deficitaria en agua, sí que presenta ciertos problemas y restricciones en momentos puntuales, en función de las condiciones climáticas. El turismo existente en la Costa Brava presenta un marcado carácter estacional, centrado en el verano. Este hecho provoca que el mayor incremento en demanda urbana se produzca en el mismo período en que las necesidades hídricas de la agricultura también son mayores. Como cifra orientativa, en el año 2000 la Costa Brava

tuvo más de 3 millones de turistas extranjeros, cifra a la cual deben añadirse los turistas españoles (DGT, 2002).

Calvo (1996) destaca que la demanda turística es “una demanda muy sensible a cualquier tipo de falta de garantía o disfunción en la gestión. Y esta sensibilidad puede reportar perjuicios económicos muy importantes”.

Esta problemática ha captado la atención de la comunidad investigadora. Entre los estudios que plantean el dilema de asignación óptima del recurso agua entre la agricultura y el uso lúdico-turístico (incluyendo el riego de campos de golf), puede citarse a Castillo (1998a) quien centra su análisis en el caso de las Islas Baleares. Este estudio, y el anteriormente citado de Gómez-Lama *et al* (1994), concluyen que la productividad del agua es superior en el uso lúdico-turístico, pero hay otros factores que también deben tenerse en cuenta. Entre ellos destacan las consideraciones sociales y la importancia de la obtención de alimentos por parte de la actividad agrícola, con lo que se satisface en parte el aumento de la demanda de dichos alimentos generada por el turismo. Así pues, es importante tener en cuenta la interrelación que existe entre los consumos de agua en estas dos actividades.

Situación actual del regadío: análisis descriptivo

4. POLÍTICA Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

4.1. Introducción

La expresión “política de aguas” se refiere a las acciones de las administraciones, a distintos niveles y en distintos ámbitos, que afectan al desarrollo y asignación de los recursos hidráulicos (Ciriacy-Wantrup, 1967). En un intento de formulación de criterios para las distintas políticas públicas (incluyendo la gestión del agua), los economistas han desarrollado una rama de la economía normativa denominada “economía del bienestar”. Pareto identificó sus problemas esenciales y formuló sus correspondientes teoremas a finales del siglo pasado. Según Pareto, un cambio que mejore la situación de al menos un individuo y no empeore la de ningún otro constituye un aumento del bienestar. Una segunda definición, mucho más utilizada en la práctica y que sirve de base al análisis coste-beneficio, es en realidad una condición necesaria del óptimo de Pareto: una asignación A es eficiente en relación con la asignación B si, y sólo si, al pasar de B a A los que salen ganando pueden compensar plenamente a los que pierden, y todavía obtienen alguna ganancia (optimalidad de Hicks-Kaldor). Sin embargo, la aplicación práctica de este principio es compleja. Ciriacy-Wantrup (1967) defiende “la dificultad (o imposibilidad) de aplicar en la realidad el criterio de Pareto... creándose la impresión de que se dispone de un criterio sencillo que puede utilizarse en la planificación social en general”.

Hablar de política de aguas es siempre complejo. Es destacable la impresión social de que “el agua es un bien diferente”, que complica la aplicación de esta política y genera una gran controversia. Como ejemplos de esta polémica pueden compararse los puntos de vista de Brown e Ingram (1987), que defienden que el agua es un recurso especial, que posee un significado simbólico y emocional, al que califican como valor comunitario, con la opinión de Kelso (1967), que considera que este elemento debe tratarse como un factor de producción más y que el problema del agua no es tanto la escasez del recurso sino las propias políticas e instituciones que le afectan: como en una democracia la actuación de la Administración Pública ha de reflejar las opiniones de un gran segmento del electorado, la imagen “diferente” que se percibe de este bien afecta negativamente a su gestión. Milliman (1956) tiene el mismo punto de vista. Kelso (1967) y Milliman (1956) postulan un enfoque de economía convencional frente al punto de vista histórico-antropológico de Brown e Ingram (1987).

Aguilera (1996) también cree que el agua es bastante más que un factor de producción: “es sobre todo un factor de cohesión social, económica y ambiental, por lo que tratarlo

exclusivamente como un factor de producción... puede conducir a situaciones social, económica y ambientalmente conflictivas". Así pues, este autor defiende la consideración del recurso como activo ecosocial, "entendiendo por tal la capacidad que tiene el agua de satisfacer todo un conjunto de funciones económicas, sociales y ambientales, tanto de carácter cuantitativo como cualitativo" (Aguilera, 1999), concepto compartido por Arrojo (1999). Aguilera también defiende la necesidad de un cambio de planteamientos a nivel social tanto sobre la visión tradicional que se ha tenido del agua como sobre la gestión que de la misma se ha venido realizando. Destaca la existencia de tres fases en la economía del agua: la fase expansionista (orientada a maximizar la oferta del recurso, con una alta prioridad de su uso para riego), la fase de transición (la que se tendría que impulsar actualmente, orientada a la gestión de la demanda, caracterizada por un cambio en las prioridades de uso, un aumento de la percepción social de los problemas ambientales, un aumento de la conflictividad social ante la gestión de la Administración y una falta de estadísticas fiables de usos y consumos) y la fase madura (destino final de la economía del agua, caracterizada por una gestión integrada de cuencas, es decir, una gestión conjunta del agua y del territorio, y un papel clave de la participación pública en la gestión del recurso).

Vergés (1998) afirma que "el agua se ha querido tratar como si fuera diferente a cualquier otro producto", se opone a esta actitud y defiende la gestión del agua desde un punto de vista de recurso económico, lo que según él implica una igualación de precios entre usuarios y zonas, y un papel fundamental del mercado en la asignación del recurso. También cree que la gestión pública del recurso implica ineficiencia, por lo que esta gestión debería dejarse en manos del sector privado.

También el hecho de que el agua sea generalmente un bien de propiedad común es motivo de polémicas al aplicar ciertas políticas de aguas. En este sentido, Ciriacy-Wantrup y Bishop (1975) intentan establecer la diferencia entre propiedad común y libre acceso. Para ellos, las características fundamentales de la propiedad común son dos: todos los propietarios poseen el mismo derecho a usar el recurso, derecho que no se pierde si no se usa; y los no propietarios, no pertenecientes a la comunidad, son excluidos del uso. Aguilera (1991) también trabaja en esta línea, defendiendo como conclusión la importancia de la propiedad común como institución. Milliman (1956) plantea la cuestión de la propiedad común y la dificultad de que el mercado funcione correctamente en este contexto, proponiendo soluciones en la línea de Pigou (imponer un impuesto a la extracción del recurso, de forma que la suma del impuesto más los costes privados de la extracción fuera igual a todos los costes extras del bombeo adicional). Blomquist y Ostrom (1985) reflexionan sobre las condiciones que han conducido al éxito en la gestión de la Cuenca Occidental en California, básicamente la existencia de normas de cooperación y no de competencia. Wade (1987) combina la crítica a algunas de las teorías existentes sobre el tema (*dilema del prisionero*, *tragedia de los bienes de uso común* de Hardin y *lógica de la acción colectiva* de Olson) con el estudio de la evidencia empírica, y por lo tanto de las condiciones que han evitado la sobreexplotación de los recursos, para sugerir o identificar los factores que han hecho posible dicha gestión sostenible.

Bartolomé (1999) estudia la relación entre la definición jurídica del agua como dominio público y el concepto de bien público desde el punto de vista económico. El autor destaca el doble papel del agua como bien público (incluyendo el abastecimiento a la población y las funciones paisajísticas y ambientales) y como recurso natural de importancia económico-productiva, incorporado como *input* a distintas funciones de producción: generación eléctrica, producción agrícola y ganadera, explotación turística, etc. Mientras que en el primer caso la formulación de la curva de demanda es inviable y poco menos que infinita,

en el segundo caso sí existe una curva de demanda y una elasticidad-precio y elasticidad-renta de la misma (Vergés, 1998). Es por este motivo que en el segundo caso Bartolomé defiende un mecanismo de asignación basado en condiciones de equilibrio marginal, impensables según él en la provisión de un auténtico bien público. El mismo autor critica el concepto de planificación global existente en la legislación, por la imposibilidad de compatibilizar las dos realidades tan dispares expuestas anteriormente. Además, distingue entre el usuario del agua (quien la emplea como bien público) y el consumidor o demandante (quien la emplea como recurso productivo), destacando que los demandantes (llamados "usuarios" en la legislación) gozan de un injustificado estatuto jurídico privilegiado. También critica la gestión institucional, históricamente ocupada en administrar la oferta del recurso antes que gestionar el mismo en primer lugar como bien público y en su fracción excedente como bien económico (con la internalización de costes como requisito previo a cualquier nueva actuación consumidora del recurso).

Y es en esta doble vertiente de bien público y de recurso productivo que la FAO (1995) defiende una gestión basada en un equilibrio entre la intervención pública y privada, reconociendo tanto los límites de la Administración como los del mercado.

En la práctica, la política de aguas, junto con las políticas de estructura de la propiedad agraria, la industrialización y la comercialización, es uno de los cuatro instrumentos básicos del desarrollo agrario (DARP, 1999). El planteamiento tradicional de esta política hidráulica se ha centrado en un objetivo preponderante y casi único: la máxima extensificación del regadío. Para conseguir este objetivo se ha utilizado básicamente un único instrumento: la construcción de infraestructuras hidráulicas. En este contexto los aspectos de gestión han jugado un papel poco relevante.

Política hidráulica ha significado siempre en España política agraria, y dada la importancia que el sector agrícola ha tenido en la economía española, también política económica. Este enfoque tradicional ha quedado obsoleto, básicamente por las siguientes causas (MIMAM, 1998):

- 1.- Rápido aumento de la demanda de agua en las últimas décadas, frente a unos recursos disponibles limitados, con los consiguientes efectos negativos sobre el medio ambiente: deterioro de la calidad del agua y degradación de ecosistemas.
- 2.- Creciente sensibilización de la sociedad respecto la correcta conservación de los recursos naturales.
- 3.- Nuevas posibilidades que brindan las modernas técnicas, de cara a incrementar las disponibilidades de agua (destacando entre ellas la depuración y desalación, así como los sistemas de utilización más eficientes).
- 4.- Necesidad de mejorar los instrumentos de coordinación e integración de todos los sectores implicados.
- 5.- Aparición de tensiones territoriales que provocan confrontaciones políticas cuando se trata de realizar nuevas asignaciones de recursos.
- 6.- Cambio en las perspectivas económicas existentes, tanto en lo que se refiere a la rentabilidad de las explotaciones privadas de regadío como en lo que atañe a los objetivos económicos de las políticas públicas en materias hidráulicas.

7.- Cambio en el contexto internacional, en el que destacan tres elementos: la internacionalización de la política de aguas, la globalización de los mercados y las restricciones derivadas de la convergencia económica aplicada por la Unión Europea.

Todo ello conduce a la necesidad de definir nuevos fundamentos, buscando el equilibrio entre el crecimiento económico y los límites de los recursos naturales, de manera que se garantice su conservación (uso racional en términos de sostenibilidad), tanto desde el punto de vista de uso del recurso, en su doble faceta de bien de consumo y de factor de producción, atendiendo tanto a sus aspectos cuantitativos como cualitativos, como desde el punto de vista de gestión del dominio público hidráulico, entendiendo éste como parte integrante del medio hídrico natural, el cual hay que conservar, proteger y mejorar.

De cara al futuro se espera que la política hidráulica se aproxime más al concepto de política del agua: el conjunto de acciones de las Administraciones Públicas, a distintos niveles y en distintos ámbitos, que afectan al desarrollo, asignación, preservación y gestión de los recursos hídricos. Asimismo se prevee un refuerzo del carácter multidisciplinar, una perspectiva más global y una mayor atención por parte de la Administración (MIMAM, 1998).

Howe *et al.* (1986) consideran seis criterios para enjuiciar una política de gestión y administración de agua. Estos criterios son:

- 1.- Flexibilidad. Define la capacidad que una política de gestión tiene para modificar el uso del agua con arreglo a los cambios climáticos, demográficos y económicos.
- 2.- Seguridad de tenencia entre los titulares de derechos de uso. Un criterio según el cual, cuanta más solidez jurídica tenga el ejercicio y disfrute del derecho, mayor será el esmero con que se mantiene el equipamiento de su titular para almacenar, distribuir o aplicar el agua.
- 3.- Repercusión a los titulares de derechos de tarifas iguales, o al menos próximas, al coste real de oportunidad del agua. Con ello se induce a los usuarios que, incluso buscando su propio beneficio privado, empleen el agua teniendo en cuenta el valor social del recurso.
- 4.- Predecibilidad de los resultados de la política de gestión. A veces, es deseable mantener una política que, pese a ser obsoleta y en teoría superada por otras más modernas, tiene resultados previsibles y escasas desviaciones sobre lo esperado.
- 5.- Percepción de equidad. La aceptabilidad de una política es tributaria de la percepción en términos de justicia económica que sobre ella tengan los agentes directa o indirectamente afectados.
- 6.- La política de aguas debe ser capaz de reflejar los valores sociales o públicos que cada sociedad construye en torno a sus recursos hídricos, unos valores que los titulares de los derechos bien pueden desdeñar si persiguen sus incentivos privados.

Con objeto de facilitar el análisis de las actuaciones en materia de políticas de aguas, los analistas desglosan las mismas en actuaciones sobre la oferta y actuaciones sobre la demanda. A continuación se realiza una breve descripción de las principales actuaciones relacionadas con cada uno de estos enfoques, destacando algunas de las opiniones de distintos autores sobre las mismas.

4.2. Políticas de gestión del agua que actúan sobre la oferta del recurso

Son aquellas políticas que se refieren a las inversiones estructurales en proyectos hidráulicos que, combinadas con los conocimientos técnicos, permiten la captación, almacenamiento y distribución de las aguas y el funcionamiento eficaz de los sistemas. Las políticas de oferta comprenden las obras hidráulicas que permiten incrementar los recursos hídricos disponibles en un momento y lugar determinados, para hacer frente a demandas de agua crecientes. Tradicionalmente estas obras han estado constituidas por embalses e infraestructuras de distribución anejas. En la actualidad, cada vez es más frecuente recurrir a proyectos alternativos como reutilización de aguas residuales, desalación de aguas salobres y marinas, transferencias de recursos entre cuencas, o actuaciones en mejora y modernización de infraestructuras ya existentes que permitan reducir las pérdidas en el sistema (Sumpsi *et al.*, 1998).

4.2.1. Inversión en infraestructuras hidráulicas

Los recursos renovables en una cuenca pueden suponerse aproximadamente constantes. Este hecho implica que, mientras estos recursos son abundantes en relación con las necesidades, es suficiente con estimar las demandas para los distintos usos y construir las obras de regulación precisas para garantizar el suministro deseado. A medida que la población y la actividad económica aumentan, el agua resulta un recurso cada vez más escaso. Así que se necesita recurrir a fuentes de agua más alejada, y se empieza a vislumbrar el límite de la explotación de los recursos. Las obras de ingeniería son cada vez más complejas y caras, con lo que el coste de la oferta adicional de agua aumenta (Berbel *et al.*, 1999). En esta fase empieza a cuestionarse la eficacia de seguir incrementando la oferta de agua mediante la construcción de embalses, y otras fuentes alternativas comienzan a resultar atractivas: trasvases, aprovechamiento conjunto de aguas superficiales y subterráneas, recogida de agua de lluvia, reutilización de aguas residuales, desalación de aguas marinas o salobres, y ahorro de agua en redes de abastecimiento.

Para la toma de decisiones relacionadas con inversiones en nuevas transformaciones de regadío, Carcelén (1998) propone el uso de análisis estadísticos o econométricos. Asimismo describe brevemente una metodología basada en el proceso y análisis de datos históricos de cultivos.

Pardo (1999) analiza los impactos sociales (tanto positivos como negativos) que generan las construcciones hidráulicas, centrandó su estudio en el caso de los embalses, las centrales hidráulicas y las canalizaciones o cambios de curso de los ríos. La autora destaca la importancia del análisis de este impacto previamente a la ejecución del proyecto, así como la deseabilidad de fomentar la participación pública en la evaluación del mismo.

Sumpsi *et al.* (1998) destacan la importancia de valorar los costes y los beneficios en el análisis de proyectos hidráulicos. Mediante el análisis coste-beneficio se compara el incremento agregado en los beneficios con los costes adicionales agregados. Si los beneficios adicionales superan a los costes adicionales, el proyecto se considerará preferible a la situación existente. Entre los beneficios cabría considerar el valor del agua para cada valor privativo, los valores recreativos, ambientales y paisajísticos, los beneficios derivados de la mitigación de daños (laminación de avenidas, por ejemplo). Un número creciente de economistas argumenta que los valores de no uso, es decir, los derivados del conocimiento de que un bien existe, aunque el individuo no vaya a experimentar directamente ese bien, deben añadirse a los valores de uso para obtener una medida más precisa de los valores ambientales (Young, 1996).

Una de las principales dificultades de la gestión del agua consiste en determinar su valor para cada uso privativo (agricultura, industria y abastecimiento), así como su valor recreativo, ambiental y de reducción de daños.

La estimación del beneficio económico o del valor económico del agua resulta muy útil a la hora de tomar decisiones de inversión. Las inversiones en infraestructuras hidráulicas continúan siendo uno de los principales componentes de los presupuestos nacionales de infraestructuras en todo el mundo. Una rigurosa evaluación económica de los proyectos de inversión permiten determinar si la sociedad desea los proyectos propuestos y estima el grado en que está dispuesta a pagar por los beneficios (Young, 1996).

Arrojo *et al.* (1999) analizan la aplicación de la metodología coste-beneficio en la valoración de grandes proyectos hidráulicos. Algunos aspectos que destacan estos autores respecto a la metodología a emplear son:

- 1.- Se trata de una metodología desarrollada en el seno de la economía tradicional (centrada en elementos valorables monetariamente), con lo que no termina de adaptarse a la inclusión de valores sociales y ambientales importantes. Así pues, se propone como primer paso la aplicación de la metodología sin considerar estos valores (que se considerarán posteriormente, aunque no necesariamente desde una cuantificación monetaria).
- 2.- Se recalca la importancia de realizar el análisis desde una óptica de evaluación económica de la rentabilidad, no desde un punto de vista financiero (en el primer caso se cuantifica la rentabilidad social, y en el segundo, la rentabilidad monetaria para un inversor privado; así, en la evaluación no deberán considerarse las subvenciones pagadas por la sociedad ni los impuestos que a ella retornan).
- 3.- Se aconseja la aceptación de una tasa de descuento a aplicar a los flujos de caja generados para destacar la preferencia de la disponibilidad de un bien hoy, respecto a su disponibilidad en el futuro (aparte del fenómeno inflacionario).
- 4.- Los bienes generados deben valorarse según su valor de oportunidad (coste de producción por el método más barato posible, menos impuestos y subvenciones, no por su precio de mercado).
- 5.- Los beneficios deben incluir todos los costes, no sólo los directos (y si se estudia una transformación en regadío, el beneficio debe ser el valor incremental del mismo respecto la situación en seco).
- 6.- Los beneficios indirectos derivados del efecto multiplicador de una inversión no deben contabilizarse (en caso contrario, también se deberían considerar los costes de oportunidad sacrificados en la inversión, con los correspondientes efectos multiplicadores existentes de haberse realizado la inversión en otro sector).
- 7.- También se deberían considerar los impactos comarcales y los costes de expectativa de las generaciones futuras de las zonas afectadas.

Al aplicar estos principios a tres proyectos de inversiones en nuevos regadíos defendidos por la Administración apoyándose en análisis de este tipo, los autores citados obtienen resultados muy distintos, con valores de VAN negativos (sin incluir los impactos negativos

sociales y ambientales de los proyectos) que desaconsejarían la realización de las obras estudiadas.

Cuando se trata de usos consuntivos del agua resulta conveniente distinguir entre el agua como bien intermedio (recurso productivo) o como un bien de consumo. En el primer caso se pueden emplear enfoques residuales (técnicas de maximización del beneficio del productor), generalmente con ayuda de la programación matemática, o empleando el método del coste alternativo. Si se trata de agua como un bien de consumo, se usan métodos econométricos (inferencia a partir de transacciones observadas) o el método de valoración contingente (Sumpsi *et al.*, 1998).

Una referencia básica en materia de valoración del agua es Gibbons (1986). Asimismo, Caballer y Guadalajara (1998) realizan una revisión de distintos métodos de valoración del agua de riego: mediante la estimación de los costes de obtención (para los casos de agua superficial, subterránea, procedente de desalación y de reutilización); la estimación del valor en función de la productividad (interpretando el valor como el máximo que estaría dispuesto a pagar el regante, es decir, el coste marginal del recurso cuando éste se iguala al ingreso marginal que genera, o el coste medio cuando éste se iguala con el ingreso medio que produce); el cálculo del valor mediante el análisis del coste de la inversión necesaria para ahorrar recurso y así aumentar la cantidad disponible; y su valor como coste de oportunidad ambiental, destacando en este caso tres metodologías: la valoración contingente, método basado en recoger información sobre lo que estarían dispuestos a pagar distintos grupos de individuos por el beneficio que supone el disfrute de un bien natural, y/o lo que estarían dispuestos a recibir a modo de compensación por tolerar la pérdida de dicho bien; el método del coste del viaje, que cuantifica el coste de los desplazamientos de los visitantes de un determinado espacio natural; y el método de las variables hedónicas, que consiste en determinar en qué manera el placer o el dolor de consumir el activo ambiental afecta al precio de una serie de bienes para los que existe un mercado perfectamente definido (como por ejemplo el suelo o las viviendas). Estos autores también aportan resultados de la aplicación práctica de los distintos métodos de valoración a casos concretos dentro del territorio español.

Otros ejemplos de valoración del agua por métodos indirectos se hallan en Embid y Garrido (1998) y en Faux y Perry (1999), que plantean el uso del método de las variables hedónicas para estimar el valor del agua de riego, comparando la diferencia de precios de mercado entre parcelas de características similares en regadío y en secano. Sánchez y San Juan (2001) emplean el método del coste del viaje para valorar la importancia del caudal del río Tajo, en este caso en función de las actividades de recreo.

Dentro de los costes, es preciso considerar tanto las inversiones a llevar a cabo como los gastos de mantenimiento y explotación de las obras y los costes sociales y ambientales. El análisis coste-beneficio tiene que tener en cuenta todas las posibilidades técnicas y sociales a la hora de evaluar nuevos suministros analizando los costes totales de cada uno de ellos. Hoy se hace necesario un conocimiento más preciso del coste real del suministro de agua, máxime cuando la Directiva marco sobre política de aguas de la UE incluye el principio de repercusión de costes de los servicios relacionados con el agua a los beneficiarios de ésta.

Numerosos estudios recientes tratan de determinar el coste marginal del agua (coste del metro cúbico adicional) correspondiente a las diferentes fuentes de suministro. Este coste marginal varía dependiendo de las condiciones socio-económicas y del nivel de aprovechamiento de los recursos, por lo que su cálculo resulta bastante complejo. Incluso para una misma zona, las estimaciones realizadas difieren considerablemente dependiendo

de las hipótesis de partida sobre las condiciones económicas (Sumpsi *et al.*, 1998). A modo de ejemplo se presenta en la Tabla 3 las estimaciones realizadas por López-Camacho (1997) para el caso español y por Gardner y Warner (1994) para California.

Tabla 3.- Coste marginal del agua.

	California (€/m ³)	España (€/m ³)
Nuevos embalses	0,18-0,54	0,06-0,18
Trasvases	-	0,18-0,48
Aguas subterráneas	-	0,06-0,18
Reutilización	0,08-0,57	0,30-0,90
Desalación	0,61-0,68	0,90-1,80
Medidas de ahorro	0,20-0,25	>0,15
Mercado de aguas	0,04-0,09	-

Fuente: López-Camacho (1997), Gardner y Warner (1997)

Arrojo (1999) estudia el coste unitario del agua en dos proyectos de nuevos regadíos en la cuenca del Ebro (proyecto Itoiz-Canal de Navarra y presa de Biscarrués), obteniendo como resultado un coste de 0,21 €/m³, y compara este resultado con el beneficio medio generado por el regadío en la misma zona: unos 0,04 €/m³. A partir de estas cifras Arrojo exige una seria valoración económica de la gestión y planificación del uso de las aguas.

Estos valores deben ser tomados únicamente a título orientativo, sin olvidar que expresan únicamente los costes económicos derivados de incrementar el suministro, sin considerar costes sociales ni ambientales. Debe destacarse que, en general, en el análisis coste-beneficio sólo se miden los costes y beneficios directos derivados del proyecto. Pero las grandes inversiones en infraestructura normalmente conllevan importantes efectos indirectos, difícilmente cuantificables (Sumpsi *et al.*, 1998).

Por último, citar el enfoque de Naredo y Gascó (1996), que proponen el análisis de los costes del agua en términos energéticos, tanto en cantidad como en calidad, e incluyendo en este último término tanto la calidad química como la cota. La cota a que se encuentra el recurso se contabilizaría fácilmente considerando su energía potencial de cota, con lo que se superarían algunas falacias, como la de que los usos hidroeléctricos “como no gastan agua”, no producen coste alguno sobre los caudales. Es evidente que la energía potencial de cota consumida para generar electricidad podría tener usos alternativos (costes de oportunidad), como el transporte de los caudales por gravedad para satisfacer eventualmente otras demandas. Por otra parte, también la contaminación salina tendría su traducción energética en términos de energía osmótica (energía necesaria para hacer pasar el agua con la adecuada presión a través de membranas semipermeables que impiden el paso de las sales). Arrojo (1999) considera este enfoque como muy razonable y sugestivo.

4.2.1.1. Grandes infraestructuras de captación de recursos hídricos

La regulación de las cuencas hidrográficas ha permitido, a lo largo de la historia, incrementar el volumen de recursos hídricos disponibles a medida que se han ido revelando nuevas demandas relacionadas con el aumento de la población y de la actividad económica. Sin embargo, en la actualidad, quedan pocos lugares en Australia, Norteamérica y Europa occidental en los que sea viable económicamente y aceptable la construcción de una presa o el desvío de aguas fluviales (Postel, 1993).

Si el destino de esta agua es su uso agrícola, esta afirmación aún toma mayor fuerza. Aunque los proyectos de riego pueden contribuir en gran medida a elevar los ingresos y la producción agrícola en comparación con la agricultura de secano, además de disminuir los riesgos productivos, permitir el aumento de la diversificación de los cultivos y la producción de especies de más valor, también es cierto que la agricultura no está, en muchos casos, en condiciones de competir económicamente por el agua escasa con otros sectores. La productividad del agua en regadío es muy reducida en comparación con otros sectores y el uso del agua en agricultura suele estar fuertemente subvencionado. Esto, junto con la relativamente baja eficiencia de aplicación del agua en el riego, hace que los gobiernos se replanteen las repercusiones económicas, sociales y medioambientales de los grandes proyectos de riego financiados por el sector público (Sumpsi *et al.*, 1998).

Por otro lado, la creciente preocupación por los impactos ambientales en los países avanzados hace que hoy en día, la construcción de grandes obras hidráulicas encuentre una fuerte oposición por parte de grupos ecologistas y otros grupos sociales. También la Ley de aguas de 1999 incorpora esta preocupación por los temas de impacto ambiental, como se verá posteriormente.

Los costes crecientes del suministro adicional del recurso, junto con los elevados costes ambientales de muchas obras hidráulicas, provocan que otras fuentes alternativas de agua sean cada vez más atractivas, al menos en los países desarrollados.

4.2.1.2. Trasvases de agua entre regiones

Si los recursos hídricos se hallan distribuidos entre las diferentes regiones de forma muy desigual, el desequilibrio puede corregirse transfiriendo recursos desde zonas excedentarias a zonas deficitarias. Sin embargo estas actuaciones suscitan tensiones sociales y suelen implicar la construcción de complejas estructuras y modificaciones sustanciales en el medio. Como muestra de estas tensiones sociales, sólo es necesario realizar un seguimiento vía prensa de las negociaciones previas a la aprobación del Plan Hidrológico Nacional, en el que los trasvases juegan un importante papel.

Los trasvases presentan una problemática particular: no basta con analizar los costes en que habría que incurrir para obtener agua por este medio y compararlos con los costes de otras fuentes alternativas, sino que además deben tenerse en cuenta las repercusiones para la zona de origen. Para que un trasvase sea económicamente eficiente han de cumplirse tres condiciones (MacDonnell y Howe, 1986):

- 1.- El trasvase debe ser la fuente de suministro de agua de menor coste de que disponga la zona importadora.
- 2.- Los beneficios para los usuarios del agua trasvasada han de superar las pérdidas de la zona de origen (incluidas las zonas aguas abajo de la zona de captación) más los costes de contribución y funcionamiento relacionados con el trasvase.
- 3.- Nadie debe quedar en peor situación con el proyecto.

Intentar aplicar estas condiciones resulta complicado en la práctica, sobretudo la última de ellas, ya que es difícil evaluar los impactos sobre terceros, que no intervienen directamente en las transferencias de agua pero que se pueden ver, indirectamente, muy afectados por ellas; además siempre es difícil evaluar el "caudal ecológico" de la zona donante.

Los defensores de los trasvases esgrimen como argumentos el desequilibrio entre recursos hídricos a escala regional y la necesaria solidaridad entre regiones. Según Díaz Pineda *et al.* (1995), los trasvases deben ser considerados como la última de las alternativas en la gestión del agua. Aguilera (1993) también critica los trasvases, y cree que la actual escasez de agua tiene motivos económicos y no físicos, defendiendo en contraposición la adopción de políticas de precios para el agua. El mismo autor desarrolla posteriormente esta idea (Aguilera, 1996) realizando un análisis sobre los criterios a utilizar, desde el punto de vista económico, para evaluar la deseabilidad de los trasvases entre cuencas en el caso español, comparándolos con otras fuentes alternativas de obtención del recurso. Vergés (1998) no se opone a los trasvases en sí mismos, pero opina que no pueden justificarse mediante un “modelo de necesidades... con el argumento no económico de la solidaridad entre regiones” (transportar el recurso desde zonas excedentarias hasta zonas deficitarias), sino que deben basarse en justificaciones estrictamente económicas, de forma que sea el precio del recurso el que justifique los trasvases. Rubio y González-Romero (1993) declaran compartir la idea de Aguilera en referencia a la adopción de precios para el agua como medida para reducir la ineficiencia en su utilización, pero defienden los trasvases como maximizadores del bienestar social, siempre y cuando el coste de los mismos no sea superior al precio de equilibrio del recurso en una situación de mercado.

4.2.1.3. Aprovechamiento de aguas subterráneas

La tercera parte de la población mundial depende de las aguas subterráneas y en muchas zonas rurales ésta es la única fuente de abastecimiento (ONU, 1997). En los países de la UE, el abastecimiento urbano está basado ampliamente en los recursos subterráneos. En España los recursos subterráneos suministran la tercera parte de la demanda urbana e industrial y riegan cierta del 30% de la superficie total de los regadíos (ITGE, 1991).

En España, las Administraciones Públicas han promovido diversas zonas regables con aguas subterráneas. Este hecho ha propiciado que los agricultores individuales establecidos en estas zonas, haciendo uso de la condición de propietarios del agua (hasta la Ley de aguas del 85 las aguas subterráneas estaban catalogadas como bien privado), continuaran la expansión de la superficie inicialmente programada, con el incremento en la extracción de volúmenes de agua, lo que ha implicado que alguna de estas zonas de iniciativa pública actualmente se encuentre sobre acuíferos sobreexplotados (Berbel *et al.*, 1999).

Según la opinión de Llamas (1996), la aparición de problemas de sobreexplotación ha dado origen en algunos casos a una excesiva prudencia en relación con el desarrollo de nuevos aprovechamientos de aguas subterráneas.

4.2.1.4. Fuentes alternativas de agua

En algunos países desarrollados empieza a considerarse que la demanda de agua decrecerá a largo plazo y, por tanto, no se justifican grandes inversiones en infraestructura. Otras fuentes alternativas con un futuro aparentemente prometedor son la reutilización y la desalación.

En referencia a la primera, es de destacar que en España, la práctica de la reutilización del agua con destino a regadío es cada vez más frecuente, sobre todo en el Sur y levante peninsular. Calvo (1996) opina que en zonas costeras con recursos hídricos limitados y elevada competencia en el uso del recurso, “el uso del agua depurada, previo a su tratamiento adecuado, para riegos de campos de golf y jardines, es un reto al que nos vemos obligados”.

De Palma (1996) indica que la Federación Nacional de Comunidades de Regantes se muestra de acuerdo con la reutilización de aguas residuales siempre que se haga “con las debidas garantías y previa depuración de las mismas”.

Sin embargo, la reutilización de aguas residuales tampoco está exenta de problemas: ni la adaptación de los sistemas de riego actuales a la utilización de este tipo de aguas, ni la respuesta productiva de los cultivos sometidos a este riego se han estudiado con la suficiente profundidad.

Un campo en el que no se ha avanzado lo suficiente en nuestro país, pero sobre el que hay experiencia en otras partes del mundo, como Israel y los Estados Unidos, es la recarga de acuíferos con aguas residuales depuradas. Saura (1996) menciona la realización de una experiencia piloto de recarga, mediante balsas de acumulación, del acuífero de Almonte-Marismas con aguas residuales de la población costera de Mazagón, con resultados muy interesantes: el filtrado de las aguas por el acuífero arenoso tiene como consecuencia una mejora sustancial de su calidad. El mismo autor defiende la necesidad de “avanzar con mayor energía en este campo”.

En el caso del agua de uso industrial, en que sólo una parte de la misma se consume literalmente, el reciclaje es una posibilidad muy interesante. Uno de los mayores estímulos para favorecer dicho reciclaje en la industria han sido las normas para controlar la contaminación.

Otra fuente alternativa de agua puede ser la desalación de aguas marinas y salobres. La tecnología para eliminar sales del agua ha ido mejorando en las tres últimas décadas, pero sigue manteniendo como principal inconveniente su elevado coste. Sin embargo, éste se ha reducido progresivamente, hasta el punto de que es muy posible que en los próximos años se produzca un considerable desarrollo de estas técnicas. Aguilera (1996) muestra los costes de desalación de agua de mar mediante distintos procesos y para diferentes capacidades, y además plantea la desalación de agua en Canarias mediante el empleo de energía eólica, que además de generar electricidad permite disminuir los residuos generados y la contaminación atmosférica.

4.2.2. Políticas de mejora y modernización de infraestructuras hidráulicas

Estas actuaciones comprenden aquellas obras que tienen por objeto reducir las pérdidas de agua por evaporación y filtración a lo largo del sistema y que permiten, por tanto, incrementar la eficiencia técnica en el uso del agua (Sumpsi *et al.*, 1998).

Las inversiones en mejora de infraestructuras hidráulicas frecuentemente se centran en las infraestructuras de riego, ya que la agricultura consume las dos terceras partes de toda el agua extraída de ríos, lagos, torrentes y acuíferos. Como indica Postel (1993), una reducción del 10% en el consumo de agua para riego permitiría disponer de una cantidad de agua suficiente para duplicar el consumo urbano en todo el mundo.

La eficiencia global del riego en una zona regable estará determinada por la relación entre demanda neta (necesidades reales del cultivo: diferencia entre evapotranspiración del cultivo y precipitación efectiva) y demanda bruta (agua necesaria en la captación para suministrar al cultivo su demanda neta). Así pues, la eficiencia global vendrá determinada por las eficiencias de tres fases distintas del proceso de suministro de agua: la conducción, la distribución y la aplicación (Murillo, 1996):

1.- La eficiencia de conducción corresponde a las pérdidas que se producen en el recorrido del agua desde la captación hasta las tomas de las conducciones terciarias. En riegos por gravedad, la eficiencia sería la del canal principal y los secundarios (generalmente conducciones a cielo abierto) y en riegos a presión, la conducción entre captación y estación de bombeo. Como actuaciones para mejorar esta eficiencia pueden considerarse el revestimiento de canales de tierra, la rehabilitación de soleras y juntas para impedir pérdidas por fugas, la adecuación de secciones para los caudales que en la actualidad demanda el regante, la construcción de elementos de almacenamiento de agua, la implantación y en lo posible automatización de elementos de regulación, la instalación de equipos de medida y la mejora de las estaciones de bombeo.

2.- La eficiencia de distribución corresponde a las pérdidas que se producen en las conducciones terciarias, donde generalmente se encuentran ubicadas la mayoría de las tomas de las explotaciones. En la mayoría de los casos, será la eficiencia en las conducciones de distribución, acequias o regueras en riegos por gravedad y en la red de tuberías hasta los hidrantes en los riegos a presión. Como actuaciones para mejorar esta eficiencia pueden considerarse el acondicionamiento y racionalización de las captaciones, la conversión de redes de distribución en tierra por redes de tubería en baja presión, la instalación de contadores, la reposición de juntas, la impermeabilización de soleras en las redes de hormigón "in situ", la sustitución o rehabilitación de tramos deteriorados, la adecuación de las secciones hidráulicas a las demandas actuales y la sustitución o instalación de elementos de regulación y derivación (compuertas).

3.- La eficiencia de la aplicación corresponde a las pérdidas que se producen en el recorrido del agua entre la toma o tomas de una explotación agraria hasta la zona radicular de los cultivos. Está determinada por el sistema de riego que utilice el empresario en su explotación y el mejor o peor uso que del mismo haga el regante. Como actuaciones para mejorar esta eficiencia pueden considerarse la implantación de sistemas más eficientes, y la concienciación de los regantes de la necesidad de ahorrar agua, haciendo buen uso de los sistemas de riego de sus explotaciones.

En este sentido, Saura (1996) destaca que las actuaciones de tipo técnico realizadas sobre las infraestructuras no son suficientes para garantizar los objetivos que se persiguen si no se acompañan por mejoras en la gestión de las mismas: organización de las Comunidades, formación de los regantes, ordenación del riego, etc.

Domínguez (1996) opina que los defectos más comunes de los regadíos españoles tienen su origen en la obsolescencia de su diseño. Y no sólo en los regadíos tradicionales heredados de romanos o árabes, sino también en muchos otros de reciente construcción: es el caso de redes relativamente modernas diseñadas para turnos de 24 h diarias durante todos los días del mes punta (condiciones cada día menos aceptables para el regante), o la falta de regulación interna en muchas zonas regables (que limitan su regulación a un embalse en cabecera, incapaz de una regulación muy ajustada a las necesidades de la zona regable, variables a lo largo del tiempo). El problema es que la consecución de esta capacidad de regulación interna puede implicar unos costes inasumibles para el regante. El mismo autor destaca el problema del insuficiente mantenimiento y conservación que sufren frecuentemente las redes de transporte y distribución.

Murillo (1996) comparte la opinión anterior, afirmando que "una parte importante de la mala eficiencia de la distribución es debida a la cada vez mayor resistencia de los regantes a regar las 24 horas del día y los domingos, por lo que han de satisfacerse las demandas en

menor tiempo del que están diseñadas las redes, utilizando los resguardos como sección hidráulica mojada”.

Cambiando la escala del análisis, si se considera el posible ahorro a nivel de cuenca hidrográfica, es preciso tener en cuenta que una cantidad sustancial de agua se recicla a lo largo de su recorrido, volviendo a ser utilizada por el sistema (retornos). Debido a este reciclaje, es útil plantear la oferta de agua en dos componentes distintos:

1.- La oferta primaria de agua, es decir, el agua procedente de la precipitación, las transferencias intercuenas o la desalinización.

2.- La oferta secundaria, procedente del reciclaje de la primaria (incluyendo los retornos).

Así pues, las ganancias de eficiencia globales que puedan obtenerse a través de una medida de ahorro dependerán del aprovechamiento de este agua antes de introducir la medida: si anteriormente el agua que se perdía iba a parar al mar sí que existe ahorro real, pero si este agua se reutilizaba aguas abajo en el sistema, la ganancia sólo es aparente.

En este mismo sentido se expresa Horta (1998), que propone el uso del término “fracción consumida”, que implica la existencia de una fracción excedente que puede aprovecharse para un uso posterior.

Puesto que los datos de eficiencia del riego que se manejan habitualmente se refieren a una zona concreta y no a la cuenca hidrográfica en que dicha zona se encuentra, las estimaciones sobre las posibilidades de ahorro de agua de las inversiones de mejora aparecen a menudo sobrevaloradas. Realizando análisis a nivel de cuenca, probablemente se encontraría que los regadíos no son tan ineficientes como generalmente se cree (Sumpsi *et al.*, 1998). Garrido (1996) también expresa una opinión semejante, añadiendo que, además, a nivel de costes la realización de obras de mejora y modernización no siempre es eficiente.

Uno de los problemas más relevantes que se presentan al diseñar un proyecto de inversión en mejora de regadíos es el reparto de los costes entre los posibles beneficiarios. Tradicionalmente, los proyectos de riego han estado muy subvencionados, no fomentando precisamente un uso ahorrador del agua. Asimismo, las reducidas tasas que se pagan por el agua de riego no permiten obtener suficientes fondos para un correcto mantenimiento de canales y otros equipos.

Además, como afirma Garrido (1996), “los regantes que tuvieran que cofinanciar estas obras sólo están motivados a participar en estos programas si se resarcían financieramente de su inversión o tienen a su disposición los recursos adicionales generados en las obras de acondicionamiento”.

Horta (1998) ha estimado la tasa de cofinanciación recomendable para la modernización de los regadíos tradicionales de Navarra, a partir de unos supuestos definidos por el mismo autor como muy optimistas, obteniendo como resultado un nivel mínimo de cofinanciación por parte del Estado del 63%.

Llegando incluso más lejos, De Palma (1996) opina que ya que la modernización de regadíos puede dejar disponible una parte del recurso antes consumido en el riego, y que podrá ser utilizado por la demanda urbana, turística, industrial y de nuevos regadíos, “parece

de justicia que sean el conjunto de la sociedad quien afronte los gastos necesarios para rehabilitar y actualizar las infraestructuras de estos regadíos”.

Como conclusión a este apartado, destacar que la Federación Nacional de Comunidades de Regantes opina que la modernización del regadío es el mejor sistema para conseguir un mayor ahorro de agua (De Palma, 1996).

4.2.3. Incentivos a la inversión privada en modernización de infraestructuras hidráulicas

En general, las pérdidas de agua en los sistemas de distribución para el abastecimiento urbano e industrial son muy inferiores a las del regadío. La repercusión sobre los usuarios de un alto porcentaje de los costes, garantiza que se busquen soluciones para reducir pérdidas. El precio del agua de uso doméstico oscila entre 0,60 y 0,90 €/m³, frente a un precio casi nulo en la agricultura. En los regadíos las pérdidas en las redes de distribución pueden llegar a ser muy elevadas (Berbel *et al.*, 1999).

También se puede utilizar la reasignación del recurso como incentivo a la mejora: como explica Domínguez (1996) se podría limitar el agua entregada a una Comunidad de Regantes en función de las necesidades reales de los cultivos, correspondiendo a la Comunidad la tarea de adecuar las infraestructuras y los sistemas de aplicación para que los caudales entregados tengan su óptima eficacia.

Ante el rápido ascenso de los costes de transformar en regadío nuevas tierras, una alternativa lógica a la ulterior expansión es la inversión en mejora del rendimiento de los sistemas de riego ya existentes.

En España, las principales inversiones de los regantes en esta materia, con ayudas públicas o sin ellas, se han empleado en el revestimiento de los cauces con hormigón (Domínguez, 1996). Es destacable que el interés de los regantes en el revestimiento de cauces no reside tanto en el ahorro de agua como en la reducción de los costes de limpieza y mantenimiento que en las acequias de tierra son muy elevados.

El capital privado, además de invertirse en obras de modernización, también podría emplearse en la creación de nuevas infraestructuras de regadío. En este caso, Castillo (1998b) destaca como principales restricciones la escasa (y en ocasiones nula) rentabilidad financiera de determinados proyectos de infraestructuras, la falta de cultura financiera del capital a largo plazo, y las insuficientes garantías jurídicas para el inversor privado.

4.2.4. Incentivos a la inversión privada en mejora de la tecnología de aplicación del agua

Las Administraciones Públicas pueden también fomentar la inversión privada en tecnologías que mejoren la eficiencia de la aplicación del agua. Sin embargo, en el caso agrícola, y como se ha comentado anteriormente, si esta eficiencia se analiza a nivel de cuenca hidrográfica, el ahorro efectivo de las mejoras suele distar considerablemente del ahorro aparente (Sumpsi *et al.*, 1998). En el mismo sentido se expresan Losada y Roldán (1999), quienes destacan que “el concepto de pérdida (referido al recurso agua) depende del ámbito organizativo en que nos movamos”. Los mismos autores destacan que un bajo rendimiento hídrico no implica un juicio negativo en cuanto a la conservación de los recursos naturales, puesto que una parte del agua que se infiltra se convierte en retorno apto para usos posteriores y otra parte puede tener un efecto de lavado, contribuyendo a evitar la

salinización del suelo. Se hace hincapié en la importancia de tomar decisiones en política de regadíos basadas en información contrastada y por ámbitos de sistemas hidrográficos, así como la necesidad de compatibilizar las mejoras de regadíos con la conservación del medio natural.

Domínguez (1996) afirma que “el agricultor, como cualquier otro agente económico, no realizará cambios en su explotación y menos aún emprenderá inversiones cuantiosas, si no es ante unas expectativas claras de que su acción se verá reflejada positivamente en la cuenta de resultados”.

En agricultura es todavía relativamente frecuente pagar el agua en función de la superficie cultivada, por lo que no existen suficientes incentivos que favorezcan el ahorro. En este sentido Murillo (1996) sentencia “mientras que los Organismos de cuenca sigan tarifando a los usuarios finalistas en función de la superficie y no del consumo real, seguirán produciéndose pérdidas innecesarias del recurso, por lo que aprovechando programas de mejora y modernización, debería pasarse a tarifar por consumo real, al menos a las Comunidades de Usuarios, y convenir con éstas en que realicen a nivel de comunero sus derramas, asimismo en función de los consumos reales”.

La tecnología en el riego se adapta en función de la escasez del recurso, de tal forma que en las zonas donde el agua es más escasa las nuevas tecnologías han experimentado un mayor auge. Las tecnologías modernas de riego mejoran la uniformidad del mismo y reducen las pérdidas por percolación y escorrentía, incrementando la productividad del recurso. Aunque implican costes más elevados en energía, normalmente ahorran agua y mano de obra y, cuando se utilizan para aplicar productos químicos, mejoran la eficiencia en su aplicación (Berbel *et al.*, 1999).

Al igual que en muchos otros países, en España la tendencia de los agricultores es ir sustituyendo las técnicas de riego más tradicionales (riego superficial) por técnicas de riego por aspersión o sistemas de riego localizado. Así, mientras en 1980 el riego por aspersión representaba el 15% del total, en 1992 pasó a representar el 30%.

Lógicamente la posibilidad de este cambio en el sistema de riego depende del tipo de cultivo y de la estructura de las explotaciones. Por ejemplo, el riego localizado puede ser apropiado para cultivos arbóreos, mientras que el riego por aspersión se adapta mejor que el localizado a los cultivos herbáceos que requieren la cobertura total del suelo. En este caso, la limitación más frecuente es el tamaño de las parcelas regadas, que en las zonas más antiguas suelen ser excesivamente pequeñas (Domínguez, 1996). Por otra parte, algunos cultivos no se adaptan a los sistemas de riego a presión, como es el caso del arroz. Según Playán *et al.* (1998), “la estructura de la propiedad en una de las principales limitaciones a la hora de implantar políticas de modernización”; así pues, la concentración parcelaria se impone como una necesidad antes de acometer cualquier otra actuación en un proyecto de modernización.

Al intentar establecer valores concretos de eficiencias de riego para los distintos sistemas de riego existentes aparece un problema. Como indican, Caballer y Guadalajara (1998) “aunque numerosos autores ofrecen, de acuerdo con sus estudios de laboratorio o de campo, valores orientativos sobre la eficiencia de los distintos sistemas de riego, tales valores a veces pueden resultar contradictorios debido a su diversidad, dado que se refieren a situaciones concretas, no siempre extrapolables de un sistema de riego a otro o de una región a otra”. Además, estos autores comparan valores de eficiencias obtenidos por distintos investigadores al analizar diversos casos reales, obteniendo cifras dispares. Se

demuestra así la dificultad de cuantificar la posibilidad de ahorro por cambio de sistema de riego en un caso concreto, sin analizar previamente sus condiciones particulares. Como ejemplo, las cifras de eficiencia global (conducción, distribución y aplicación) que propone la Agencia Catalana del Agua como eficiencias medias actuales son del 40 al 50% para el riego por gravedad, del 55 al 65% para la aspersión, y del 70 al 80% para el riego localizado.

Los bajos costes del agua explican por qué muchos agricultores no invierten en mejoras de la eficiencia del uso del agua. Las estrategias de precios para incrementar la eficiencia del uso del agua en la agricultura incluyen incentivos para devolver el agua no consumida a la oferta común, tasas escalonadas e incentivos de mercado para revender el agua no consumida. La aplicación de estas medidas, junto con los incentivos a la inversión privada en modernización de infraestructuras puede contribuir a aumentar la eficiencia técnica del uso del agua (Berbel *et al.*, 1999).

Las contrapartidas negativas a las mejoras en el regadío son, por una parte, una inversión de cuantía muy importante, y por otra, la aparición de un nuevo coste de explotación, como es la energía necesaria para presurizar la red (Domínguez, 1996).

Según ciertos estudios, uno de los factores que limita la adopción de tecnología de riego es el bajo coste del agua (FAO, 1993). Pero según otros estudios, el ritmo de adopción de tecnologías más modernas no se ve fuertemente alterado por el incremento del coste del agua, sino que hay otros elementos que juegan un papel más importante. Entre estos se encuentran, en los países desarrollados, el disponer de tiempo libre, la mejora de rendimientos o la mejora de calidad del producto.

El comportamiento frente a la adopción de tecnología también varía de forma importante con la calidad de la tierra. A medida que la calidad del suelo disminuye, la ganancia en eficiencia asociada al uso de la nueva tecnología se acentúa (Caswel y Zilberman, 1985 y 1986). Además, la introducción de tecnologías como goteo o aspersión pueden incrementar los rangos de calidad de agua utilizados en la producción agrícola.

4.3. Políticas de gestión del agua que actúan sobre la demanda del recurso

Existen tres tipos básicos de políticas de gestión de agua que actúan sobre la demanda del bien: políticas públicas de asignación del agua, establecimiento de precios o tasas públicas y políticas de mercado. En la realidad se suelen encontrar políticas mixtas, en las que una de ellas predomina en la gestión del agua. Igualmente, con frecuencia, se aplican varias políticas sobre los mismos recursos, de manera que en función del nivel institucional de que se trate prevalece un sistema u otro (Sumpsi *et al.*, 1998).

4.3.1. Políticas públicas de asignación de agua

Una de las facultades que el Derecho Administrativo concede a los organismos públicos es la de reasignar el agua entre los diversos usuarios con arreglo a los criterios que la legislación contemple en cada caso.

De manera global, las causas que originan el hecho administrativo de cancelar una concesión antes de que termine su período de vigencia para habilitar una nueva o destinar los recursos hídricos disponibles a fines ambientales suelen tener una característica común: la existencia de una demanda insatisfecha, que se formula en una petición de concesión imposible de satisfacer con los recursos disponibles, junto con la existencia de unos concesionarios cuyas aguas generan bajo valor económico y social (Sumpsi *et al.*, 1998).

Parece razonable aceptar que si el Estado otorga a sujetos privados el permiso para que hagan uso de bienes que pertenecen al dominio público, la Administración vele porque esos recursos se destinen a un uso provechoso, no sólo para su titular sino para el interés general como es la generación de riqueza. Ahora bien, si todo caudal que no se destina al fin definido en su concesión se considera enajenable si no es utilizado por su titular, difícilmente se podrá esperar de éste una actitud ahorradora o que se esfuerce en mejorar la eficiencia técnica con que emplea el agua. Siguiendo este razonamiento, si una zona regable percibe que la cuenca en la que opera está falta de recursos, en modo alguno buscará ahorrarlos ya que esperará que la Administración se los enajene a cambio de una compensación económica, cuya amplitud perseguirá ampliar al máximo (Sumpsi *et al.*, 1998).

Sin embargo, la Administración no suele reordenar frecuentemente los derechos concesionales; de hecho, si lo hiciera, generaría un clima de gran desconfianza. Según la OECD (1998), una de las herramientas que favorece el uso sostenible del agua en la agricultura es precisamente la claridad en las definiciones de los derechos de propiedad de los usuarios en términos de volumen, seguridad (¿bajo qué condiciones la concesión se puede expropiar?), transferibilidad y duración. Generalmente se prioriza la búsqueda de otras alternativas a la reasignación, a pesar de ser menos eficientes (por ejemplo, el transporte en buque de agua a las Baleares de 1995 y 1996).

Según Ceña y Ortiz (2001), el escenario institucional existente en España se caracteriza por un elevado grado de rigidez en los mecanismos de asignación del agua, situación que los cambios introducidos por las novedades legislativas no han acabado de solventar. Los autores indican que “la capacidad de las nuevas instituciones para hacer frente a los problemas que plantea el abastecimiento a los nuevos usos del agua” (actividades de ocio y recreación, usos sociales y el actual sistema de ayudas de la PAC que prima las producciones en regadío) “queda limitada por las características de su propio diseño y de los derechos de propiedad del agua en España”.

Habitualmente la Administración, en base a estudios, distribuye el agua con unos volúmenes por hectárea que varían en cada zona. Algunos estudiosos afirman que la asignación en el caso de España es casi óptima y muy semejante a la que resultaría de un hipotético mercado (Garrido, 1995), si se limitan las transferencias a las zonas regables existentes sin posibilidad de trasvases.

Como ya se ha comentado, a nivel de Comunidad de Regantes, una asignación de agua ajustada a las necesidades reales de los cultivos puede ser un sistema para incentivar las mejoras en los sistemas de distribución y aplicación del agua.

4.3.2. Políticas de asignación de aguas que incorporan mercados

Se entiende por mercados de aguas o sistemas descentralizados de asignación todo marco institucional en virtud del cual los titulares de derechos sobre el agua están autorizados, respetando unas reglas establecidas al respecto, a cederlos voluntariamente a otro usuario a cambio de una compensación económica (Sumpsi *et al.*, 1998).

De forma general puede afirmarse que, cuanto más perfecta sea la definición de los derechos sobre el agua, menores serán los costes de transacción de los intercambios a través del mercado. En este sentido es destacable la posición de Santos (1999), que defiende la necesidad de consolidación de los derechos sobre el agua para “facilitar los

necesarios cambios en la gestión". El mismo autor defiende la aplicación de una gestión próxima a los mecanismos de mercado.

La naturaleza del recurso agua hace que los mercados de aguas sean especialmente proclives a ocasionar afecciones a terceros. Por un lado, los intercambios pueden ocasionar alteraciones de los caudales entre puntos más o menos alejados de un mismo cauce, y si se trata de una transacción intersectorial, también pueden alterar la calidad del agua. En ambos casos se pueden prever efectos sobre usuarios no consuntivos, ajenos a las partes contratantes, que pueden resultar perjudicados. Las afecciones a terceros o externalidades constituyen una de las restricciones más relevantes a la hora de establecer mercados de aguas.

Son muchos los autores que han tratado este tema, desde un punto de vista teórico o empírico, aplicado a casos reales o a situaciones hipotéticas. Aunque en este texto se citarán algunos, para una revisión más profunda del tema se puede consultar el trabajo de Sumpsi *et al.* (1998). En él se halla una revisión bibliográfica de estudios teóricos sobre mercados de aguas, estudios empíricos sobre casos hipotéticos, y estudios empíricos sobre casos reales; además, también se exponen las características básicas de los mercados de aguas actualmente en funcionamiento.

El tema de los mercados de aguas ha dado pie a reflexiones interesantes sobre el propio concepto de mercado y sobre los problemas que genera su utilización como medio de reasignación del agua entre diferentes usos.

Bromley (1982) cuestiona algunos conceptos teóricos básicos en los que se apoya la economía convencional, y con ella el concepto de mercado. Según este autor, las dos cuestiones fundamentales a estudiar son: ¿Quiénes controlan las reglas de gestión que determinan el uso del recurso? ¿Quiénes se benefician y quiénes cargan con los costes derivados del uso?; Bromley defiende la perspectiva institucionalista frente a la aplicación estricta de modelos teóricos rigurosos, y afirma que "la cuestión de los recursos naturales constituye un problema de política pública precisamente porque los mercados no proporcionan resultados socialmente aceptables".

Chan (1989) destaca la inequidad de la asignación a través del mercado (aplicado a la asignación interestatal de aguas subterráneas en los Estados Unidos), al ser un sistema basado en la competencia entre desiguales, y sugiere la aplicación de un sistema de asignación de agua que se base en la equidad más que en la supuesta eficiencia económica del mercado.

Howe, Schurmeier y Shaw (1986) consideran que la asignación del agua a través del mercado es un enfoque con un destacado potencial, pero con importantes limitaciones para que las transacciones se realicen adecuadamente (sobre todo por las repercusiones positivas o negativas sobre terceros: el cambio en los caudales de retorno, el cambio en los niveles de las aguas subterráneas y el cambio en la calidad del agua), por lo que, al igual que Young (1986) proponen estudiar con detenimiento los beneficios sociales implícitos en el mercado. Este último destaca como principales obstáculos a las transacciones entre usuarios del agua la baja disposición a pagar por ella (bajo valor marginal), los elevados costes de transacción, transporte, almacenamiento y compensación en relación con las ganancias potenciales, y la abundancia de normas para prevenir posibles efectos difíciles de cuantificar.

Saliba (1987) se cuestiona el correcto funcionamiento de los mercados de aguas en el suroeste de los Estados Unidos, llegando a la conclusión que, si bien parecen ser relativamente eficientes para asignar el agua entre usos municipales y agrícolas, no se tiene en cuenta ni el valor de la diferente calidad del agua, ni los impactos sobre terceros. Por su parte, Postel (1993) opina que es incierto hasta qué punto estos mercados conseguirán una reasignación de recursos, y plantea los problemas sociales y ecológicos asociados (en algunas zonas los derechos sobre el agua están asociados a la propiedad de la tierra, con lo que las ciudades que compran agua a la agricultura compran también sus tierras, amenazando la supervivencia de las comunidades rurales).

Nunn e Ingram (1988) estudian los distintos tipos de impactos indirectos de los cambios de uso del agua y comparan la asignación realizada mediante cinco clases de instituciones, entre las que se encuentra el mercado. Según los autores, “en la medida en que las transacciones de agua entre usos rurales y urbanos tienen una repercusión indirecta y de los no usuarios significativa, el recurso a los mercados no produce una gran eficiencia social, ya que los mercados, aún siendo admirables procesadores de información sobre los costes y los beneficios económicos directos, tienden a minimizar o ignorar los costes para terceros”. Dicho en otras palabras, las transacciones de agua desde los usos rurales a los urbanos e industriales representan una redistribución de la renta, desde las primeras, más pobres, hasta las segundas, a pesar de que en conjunto el efecto total sea positivo, en términos monetarios.

Milliman (1956) defiende la tesis de que se debería confiar más en el sistema de mercado para asignar los recursos hídricos de forma eficiente entre los usos y usuarios en competencia.

Batista (1996) analiza los sistemas de reasignación de agua empleados en época de escasez en una Comunidad de Regantes de las Islas Canarias. En ella, el agua está ligada a la propiedad de la tierra, lo que significa que los derechos entre una y otra no pueden transferirse independientemente. Como medidas para hacer frente a la escasez se permite que un agricultor transfiera el recurso hídrico que le corresponde entre parcelas de su propiedad, siempre que se hallen en la misma zona de riego. Además, también se han instaurado mecanismos de mercado, en que los agricultores emplean la Comunidad como intermediario para adquirir agua procedente de otras Comunidades. Según el autor, estos mecanismos han permitido una mejor asignación del recurso.

Castillo (1997) expone las cuestiones fundamentales para la creación de un posible mercado de aguas en España. El autor defiende la idea de un mercado o banco del agua intervenido, con los precios fijados por un organismo controlador público, planteando la creación de distintos mercados, a nivel de cuenca hidrográfica, asumiendo cada uno las particularidades de la zona en cuestión. Se reflexiona sobre la importancia de la eficiencia económica, la equidad social y el equilibrio medioambiental. Como ejemplos de mercados ya existentes se estudian los casos de Israel y California, destacando en el segundo que el mercado no se utiliza como herramienta para estimular el ahorro del recurso, puesto que los precios del agua no se modifican para reflejar situaciones de escasez.

A pesar de la variedad de contextos y regiones en las que se han realizado estudios sobre mercados de aguas, existen una serie de rasgos generales a destacar (Sumpsi *et al.*, 1998):

- 1.- Los mercados de aguas pueden hacer peligrar la viabilidad de grandes zonas regables que sólo pueden sobrevivir con agua barata y la prohibición de venderla.

- 2.- Los agricultores suelen ser reacios a vender agua.
- 3.- Los fenómenos de competencia imperfecta son frecuentes y, en algunos casos, han justificado que las agencias públicas intervengan activamente en los mercados.
- 4.- El precio de equilibrio contribuye eficazmente a revelar y transmitir la escasez relativa del recurso.
- 5.- La dispersión registral de los títulos de derecho de propiedad o derechos de uso del agua dificulta que el mercado opere con costes de transacción reducidos.

Los mismos autores, analizando el efecto de los mercados de agua sobre la agricultura, llegan a las siguientes conclusiones:

- 1.- A medida que los recursos comienzan a escasear, su valor económico se eleva frente a la productividad del agua destinada a la agricultura.
- 2.- Los mercados de agua abren una vía eficiente para evitar la construcción de obras hidráulicas sólo empleadas en situación de sequía.
- 3.- Los mercados de aguas permiten a los organismos públicos de cuencas obtener recursos hídricos destinados a restablecer la calidad ambiental en cauces sobreexplotados a un coste mínimo.

Aunque la mayoría de los argumentos a favor de los mercados de aguas se apoyan en los beneficios de los compradores no agrícolas, se pueden identificar tres razones por las que las zonas regables se beneficiarían (Sumpsi *et al.*, 1998):

- 1.- Existen evidencias en Australia, Chile y Estados Unidos de que los mercados han promovido el desarrollo de cultivos más intensivos en detrimento de los más extensivos, contribuyendo al aumento de la producción final y del empleo agrario.
- 2.- Los mercados han promovido la modernización de zonas regables. Con las cesiones de parte del agua de los agricultores a zonas urbanas se han podido financiar obras de modernización de regadíos. Respecto a este tema Carey y Zilberman (2002) puntualizan que mientras en algunos casos los mercados pueden favorecer estas modernizaciones, en otros casos pueden retrasarlas, ya que en este contexto un regante puede adquirir un suministro extra de agua del propio mercado en lugar de intentar mejorar su propia eficiencia de riego.
- 3.- Se ha adaptado la gestión del agua a la evolución de las sociedades en las que el peso de la agricultura pierde fuerza a favor de los usos industriales/urbanos y de las necesidades medioambientales.

Como inconvenientes identificados de los mercados de aguas respecto los intereses del sector agrícola pueden citarse:

- 1.- La transmisión sin restricciones de los derechos de los regantes a otras zonas puede generar impactos negativos en las economías rurales de origen (Aguilera, 1992).
- 2.- La imagen de los regantes que venden sus derechos sobre el agua se ve considerablemente perjudicada (Aguilera, 1992; Garrido *et al.*, 1997; y Sumpsi *et al.*, 1998;).

3.- La falta de protección jurídica para los pequeños titulares de derechos y los mecanismos deficientes de regulación antimonopolística, imponen condiciones poco equitativas para los regantes frente al poder de mercado del gran comprador urbano (Bauer, 1997; Howe, 1998; Colby, 1996).

4.- Si en una zona donde existen titulares agrícolas que no hacen uso pleno de sus derechos, se produce la venta de los mismos a otros agentes, los usos consuntivos de una cuenca aumentarán, y si ésta se encuentra sobreexplotada, el mercado agravará el problema. Esta situación se ha producido en Australia (Pigram *et al.*, 1992).

5.- La venta de agua fuera del sector sin contrapartida económica pone en peligro la viabilidad de las instalaciones, cuyos costes fijos se elevarán para los usuarios no vendedores. Y si la tierra con derechos sobre el agua se ha empleado como garantía hipotecaria, la venta de estos derechos puede reducir el valor del bien hipotecado.

6.- Los mercados de agua pueden inducir en los agricultores asignaciones de superficie discordantes con las restricciones de algunas políticas agrarias; si los agricultores de la UE vendieran una parte considerable de sus derechos y pasaran sus regadíos a secano, sembrando cultivos con superficies máximas de referencia contempladas en la PAC, ésta podría verse seriamente afectada.

En España, la posibilidad de establecer mercados de aguas se contempla en la **Ley 46/1999, de 13 de diciembre, de modificación de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de aguas**, refundida en el **Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de aguas**. Es de destacar que dicha Ley establece que las transacciones de derechos concesionales (contratos de cesión de derechos) sólo podrán permitir ventas de derechos a usuarios de igual o mayor prelación, siendo el orden de preferencia el establecido en el Plan Hidrológico de cuenca; por defecto este orden es: abastecimiento de población, regadío, usos industriales para producción de energía eléctrica, otros usos industriales, acuicultura, usos recreativos, navegación y transporte acuático y otros aprovechamientos.

Con estas restricciones u otras de diferente naturaleza se persigue que los titulares de concesiones con deseos de vender no perjudiquen en exceso a la actividad que desarrollan. Está bien documentado que en Estados Unidos los efectos indirectos en renta y empleo de las ventas de agua de regantes a zonas urbanas ha tenido efectos devastadores en las zonas rurales afectadas (Howe *et al.*, 1990). La provincia de Alberta, en Canadá, establece prohibiciones de venta de agua fuera del sector agrario.

Estudiando el tema aplicado al caso español, las opiniones de los diversos autores son variadas. Menéndez (1996) realiza una serie de reflexiones sobre las posibilidades de los mercados de derechos de aguas en España, considerándolos como una opción a tener en cuenta frente las políticas hidráulicas más tradicionales basadas en la construcción de obras. El autor considera conveniente explorar esta vía como medida impulsora del ahorro del recurso.

Garrido (1996) es más radical: afirma que "la única forma eficaz y aplicable de conseguir que el sector agrario emplee mejor el agua o se reduzca su consumo es introduciendo en los mecanismos de asignación un mayor grado de flexibilidad. Dicho de otra forma, a menos que nos movamos hacia un marco legal e institucional en el que sea posible intercambiar derechos sobre el uso del agua y permitir que sea empleada allí donde más valor recibe,

será muy difícil que se puedan abordar los problemas del agua con mínimas garantías de éxito". El mismo autor defiende el establecimiento de mercados como medio de que el usuario "perciba señales de la escasez real del recurso", y cita como ejemplos de países que han aplicado o tienen en proyecto reformas para otorgar al mercado un papel preponderante en la asignación del agua los casos de Estados Unidos, Chile, México, Pakistán, India, Indonesia, Australia e Israel.

En este sentido, Segura (1996a y 1996b) relaciona el establecimiento de un mercado de aguas en España con las experiencias obtenidas del mercado de aguas de California. Destaca como principales puntos de interés la necesidad previa de adecuar las características de las concesiones para que las dotaciones estén proporcionadas a las necesidades reales del aprovechamiento; que los intercambios estén sujetos a la autorización de la Administración Hidráulica; y que se conecten entre sí sistemas y cuencas para ampliar el marco geográfico de los intercambios.

Alfranca (1998) analiza la ineficiencia de la asignación intersectorial del agua en España, así como los obstáculos existentes a una asignación eficiente mediante mecanismos de mercado (costes de transacción elevados, externalidades, existencia de rendimientos crecientes a escala, etc.). El autor propone, para lograr la eficiencia que no puede proporcionar la libre actuación del mercado, el uso de impuestos pigouvianos, la regulación administrativa y especificación de derechos de propiedad.

Tello (2000) considera como una posible y positiva alternativa la implantación de mercados de aguas como elemento regulador de las transferencias económicas de agua entre sectores económicos. Nombra el ejemplo del Banco del Agua de California, que está regulado públicamente y autoriza a los agricultores a vender una parte de su concesión de riego sin miedo a perder dicha concesión. Como los consumidores urbanos pueden pagarla más cara, los agricultores pueden ingresar un dinero que puede compensar la pérdida de cosechas y aún financiar inversiones en sistemas de riego más eficientes que permitan regar con menos consumo de agua (Arrojo, 1997). La aportación principal de las transferencias intersectoriales de un banco de aguas es ofrecer una garantía de suministro para hacer frente a las situaciones puntuales pero reiteradas de sequía. A destacar que en este caso se trata de un mercado público democráticamente regulado, no de la sustitución pura y simple de la planificación pública por las transacciones privadas en un mercado.

Para Vergés (1998) es primordial la aceptación de que el agua es un recurso económico como cualquier otro, y por tanto su asignación óptima se produciría a través de mecanismos de mercado.

Por otra parte, Garrido (1995) modeliza la implantación de un mercado de aguas en el valle del Guadalquivir, concluyendo que, tanto a nivel interno de una Comunidad como entre Comunidades, las mejoras en las rentas de los regantes dependerían fuertemente de los costes de transacción existentes, que las mejoras respecto una situación sin mercado serían en la mayoría de los casos inferiores al 10%, que en situaciones de restricción moderada se incrementaría la eficiencia económica del uso del recurso, y que el mercado estimularía el ahorro de agua por parte del regante. En el mismo documento puede hallarse una breve revisión bibliográfica de la literatura existente sobre el tema hasta 1995. La conclusión general es que los resultados de la instauración de nuevos mercados de aguas están fuertemente condicionados por el contexto en el que se aplican.

Ortiz (2001) analiza los componentes institucionales que podrían afectar a la eficiencia en la asignación del recurso que se le supone al mercado. El autor destaca la percepción comunal

de la propiedad del agua por parte de los regantes del Guadalquivir, así como las carencias en los procedimientos de autorización de las cesiones presentes en la actual legislación.

Riesgo y Gómez-Limón (2001) realizan un interesante análisis de las distintas alternativas posibles en el funcionamiento de los mercado de aguas, comparándolas con las alternativas elegidas por la legislación española y destacando sus puntos fuertes y débiles desde la perspectiva del análisis económico.

4.3.3. Establecimientos de tarifas o precios públicos sobre el agua

Respecto a esta herramienta de gestión del agua, existe “una confluencia bastante acusada de opiniones en torno a que la introducción de un precio del agua adecuado, al menos a su coste efectivo, cooperaría a una mejor utilización del recurso” (Embid, 1996).

Aguilera (1993) opina que la escasez de agua en España se debe a motivos económicos, es decir, a “la existencia de un agua barata, sin precio o con costes muy por debajo de los reales, lo que facilita un consumo desordenado”. En la misma línea se expresa Felices (1997): “la demanda hídrica para el regadío en el territorio español está ficticiamente inflada por una oferta de agua barata con cargo al erario público”. También Martín (1996) tiene una opinión similar, puesto que afirma que “se derrocha agua porque el usuario sólo en muy contadas ocasiones paga el verdadero coste del agua”, postulando la introducción de un precio que cubra los costes del agua; además, este autor destaca la importancia de interiorizar adecuadamente los costes ambientales a partir de la correcta cuantificación de los impactos ambientales negativos originados por la infraestructura hidráulica, así como los impactos positivos de las presas (prevención de avenidas y riadas, mantenimiento estable de los caudales ecológicos, etc.).

Postel (1992) destaca que “muchos de los problemas de escasez de agua que afloran en todo el mundo derivan de que la valoración que se hace del agua no se acerca ni someramente a su auténtico valor. Fijar precios exageradamente bajos perpetua la ilusión de abundancia y de que no se pierde nada por despilfarrarla”. Así pues, para esta autora la fijación de precios acordes con los costes es esencial para el ahorro del recurso, destacando además la importancia del problema en el sector agrícola, ya que “existen muchas más subvenciones y más abundantes en agricultura que en cualquier otro sector de consumo de agua”.

Vergés (1998) insiste en aplicar una política económica en la gestión del agua, lo que implica la igualación de precios entre usuarios y zonas (y como consecuencia un aumento muy importante del coste del agua para riego). Defiende que el precio del recurso debe cubrir su coste real.

Bartolomé (1999) distingue entre agua como bien público (configurador de ecosistemas y que satisface derechos y necesidades de uso y servicio público, como el abastecimiento para uso de boca) y agua como recurso natural de importancia económico-productiva (en la generación de electricidad, producción agraria y ganadera, explotación turística, etc.). Es en este segundo grupo de usos donde el autor defiende mecanismos de asignación basados en el precio: “su mecanismo de asignación en una economía moderna y abierta no es otro que el sistema de precios, las condiciones de equilibrio marginal fijan en tal caso las cantidades y los precios de intercambio”. Según el autor, la aplicación de este principio “haría rebajar automáticamente las desorbitadas peticiones de aumento de infraestructura de oferta que con tanto discurso vacío se repite”.

La FAO (1995) destaca que la introducción de un precio del agua en el regadío para impulsar un uso eficiente del recurso es una medida en principio deseable, aunque repleta de problemas prácticos, como el hecho de que muchos gobiernos subvencionen el suministro de agua y la falta de conocimiento sobre la cantidad real consumida por cada regante, hecho este último que provoca que cuando se aplican precios al agua frecuentemente se basen en estimaciones como la superficie regada y el tipo de cultivo. Si bien estos métodos no deben descartarse si contribuyen a la recuperación de costes del suministro, no favorecen el consumo eficiente del agua.

Merrett (2002) analiza las relaciones existentes entre el precio del agua y su consumo, en el ámbito del regadío, destacando las condiciones bajo las cuales un incremento de precio contribuye a disminuir el volumen consumido.

Hay autores que defienden la introducción de un precio realista para el agua por motivos estrictamente medioambientales (Howe, 1994): “la política de suministro de agua de riego a bajo precio favorece los consumos excesivos de aguas que vuelven a los cauces arrastrando sales, fertilizantes y plaguicidas”.

La OECD (1998) considera que la recuperación íntegra de los costes del agua (incluyendo costes económicos directos, y costes sociales y ambientales de los suministros) a través de su precio es una condición necesaria para una gestión sostenible de los recursos hídricos, aunque destaca que raramente este principio se aplica en la práctica. Además, destaca que existen barreras culturales y políticas para la implementación de estas medidas en el sector agrario. Para una revisión con detalle de las novedades y tendencias en el tema de tarifas del agua en distintos países puede consultarse OECD (1999). En este texto se destaca que la aplicación en España de una política de recuperación íntegra de costes podría eliminar áreas enteras de regadío, dejando otras casi indiferentes (debido a las grandes diferencias entre zonas, tanto a nivel de los precios que actualmente se pagan por el agua como a nivel del valor de los distintos cultivos producidos).

De manera general, se puede decir que todo sistema tarifario debe permitir la recuperación de los costes de provisión, o de una parte prefijada de ellos, y debe trasladar a los usuarios señales de escasez inequívocas para que no aumenten su consumo a niveles incompatibles con la capacidad del sistema. Sin embargo, cuando se analizan distintas políticas tarifarias, el contexto al que se suelen aplicar es el de unos usuarios que no pagan el coste completo del agua, ni tan sólo el de la provisión del servicio ni ningún componente de escasez. De hecho, el coste total de un recurso debería incluir el valor ambiental del mismo, lo que es difícil de estimar.

Algunos autores hacen hincapié en la distinción entre los conceptos de valor, coste y precio. Según Martín (1996), el precio sería la tarifa que paga el usuario y equivaldría a la suma de los otros dos conceptos, el valor más el coste, el coste serían las inversiones en infraestructuras hidráulicas ejecutadas para poder aprovechar el agua, y el valor sería la magnitud abstracta a la que se llama “precio del recurso” y que está relacionado con el volumen disponible, su calidad, su potencial energético y con las posibilidades de regulación y control que puede ofrecer.

Como dato orientativo, el coste del agua en las últimas transformaciones de regadío realizadas en Cataluña varía entre los 0,21 €/m³ para los riegos de soporte de les Garrigues, con aportaciones de 1.000 m³/ha y año, hasta los 0,10 €/m³ para Algerri-Balaguer, con dotaciones de 6.000 m³/ha y año. Mientras que en el primer caso la fracción del coste total atribuible a los costes de energía, gestión y mantenimiento asciende a 0,16 €/m³, en el

segundo caso este coste es de 0,04 €, siendo en ambos casos la diferencia entre estos costes y el coste total la parte destinada a amortización de la obra (Peix, 2001b). Otros datos sobre costes reales de disponibilidad del recurso en España se hallan recopilados en Segura (1997).

Embid y Garrido (1998) plantean la posibilidad de ampliar la acepción de coste: a los costes de construcción (expresados mediante la amortización) y de explotación de las obras hidráulicas se les pueden añadir los costes de depuración de las aguas de escorrentía de una zona regable, los costes de oportunidad del recurso (una componente que refleje la disposición al pago que tendrían otros usuarios que carecen del recurso y querrían disponer de él) y su renta de escasez (un elemento que ponga de manifiesto el valor futuro del agua derivado del aumento de la demanda y la imposibilidad de aumentar la oferta natural).

Las tarifas reales que se pagan por el recurso en casi todos los países de similitud hidrológica y agraria con el nuestro se establecen, al menos en un principio, con la finalidad de cubrir un porcentaje de los costes de las obras, con su correspondiente actualización, y los costes de operación y mantenimiento (explotación). Sin embargo, la realidad en España y en muchos otros países, sugiere más bien que los precios y tarifas terminan siendo un pago cuya cuantía está más bien en función de la capacidad de pago de los regantes sobre los que se implanta y, secundariamente, del grado de escasez de agua que impere en cada situación (Embid y Garrido, 1998). El precio actual en España del agua para riego oscila entre 0,006 €/m³ y 0,6 €/m³ según su procedencia. No obstante, dadas las particularidades del regadío y los precios reales pagados por los regantes, el Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM, 2001) estima que el precio medio se sitúa entorno a los 0,012 €/m³.

Según Berbel *et al.*(1999), la imposición de un precio al agua debe tener las siguientes finalidades:

- 1.- Fomentar el ahorro del recurso.
- 2.- Crear reservas financieras para la próxima sequía.
- 3.- Pagar el mantenimiento y mejora de infraestructuras.

Cualquier precio público sobre un servicio fragmentable en unidades, como es el volumen de agua, debe contener algún componente de tipo marginal. Redaud (1997) expone tres razones para implantar sistemas tarifarios basados en los costes marginales:

- 1.- A largo plazo, se evita que las agencias públicas incurran en déficit presupuestario y se les inculca el adoptar una orientación a largo plazo para que se anticipen a los problemas.
- 2.- Se traslada a los usuarios el coste real de la provisión del servicio.
- 3.- Se acerca a su máxima capacidad la utilización de las instalaciones.

También Terceiro (1995) opina que el precio del agua debe fijarse “de acuerdo con el coste marginal de su oferta, de tal forma que el beneficio que reporte la última unidad de agua consumida sea igual al coste de suministrarla. Esto supone tratar el agua como un bien económico, es decir, escaso, y no como un servicio público automático en régimen de suministro subvencionado”.

Sin embargo, surge el problema de que el coste marginal de aportar una cantidad adicional de agua es prácticamente nulo, porque los costes de infraestructura constituyen los costes más relevantes (Berbel *et al.*, 1999).

Algunos países han constituido, o están en fase de constituirlos, sistemas tarifarios con componentes variables crecientes cuya justificación es lograr el doble objetivo de generar ingresos que cubran una mayor proporción de los costes a largo plazo y desestimular el consumo excesivo, cuya satisfacción implicaría la construcción de más obras hidráulicas. Un ejemplo puede ser Australia, que ha llevado a cabo un profundo cambio en su política de precios públicos del agua de riego, enmarcado en una profunda reforma de su política de aguas (Embíd y Garrido, 1998).

En una Comunidad de Regantes las tarifas se pueden establecer de tres formas:

- 1.- Por superficie: se cobra a cada regante en función de la superficie de sus tierras.
- 2.- Por agua consumida: se establece un precio por volumen de agua utilizado.
- 3.- De forma binómica: la cuota estaría formada por dos componentes, el primero correspondiente a los costes fijos de la Comunidad, proporcional a la superficie de la finca, y el segundo, correspondiente a los costes variables del riego, en función de los metros cúbicos consumidos.

Caballer y Guadalajara (1998) opinan que el cobro por hectárea no crea incentivos para el ahorro del agua y no distingue entre las necesidades de los distintos cultivos, mientras que el pago por volumen consumido sí que favorece un uso más racional. Por último, la tarifa establecida de forma binómica sería la forma más equitativa, al soportar los comuneros los gastos fijos en función de las hectáreas y, los variables, que van muy unidos al uso del recurso, en función del consumo realizado. Saura (1996) también es partidario de las tarifas binómicas, como las existentes en California desde hace más de 20 años, que permiten establecer un precio marginal creciente para el agua. Domínguez (1996) también apoya esta idea, defendiendo una tarifa binómica por superficie y volumen. El mismo autor apunta la oposición frontal del regante tradicional a un sistema exclusivo de cobro por volumen, por los previsibles incrementos del coste del riego. Horta (1998) opina que la introducción de tarifas binómicas permite un uso del recurso agua más racional evitando su despilfarro. Segura (1995) analiza la experiencia de dos casos reales de aplicación de esta tarifa en España (dos Comunidades de Córdoba y Burgos, respectivamente), observando en ambos casos un efecto incentivador del uso eficiente del agua derivado de la tarifa, aún cuando las dos Comunidades presentan orientaciones productivas muy distintas. También Martín y Andrés (1997) exponen un ejemplo de implantación de tarifas binómicas progresivas (diferenciando entre escalones de consumo), concretamente en la cuenca del Guadiana. Se destaca como aspecto positivo la repercusión del sistema en el consumo de agua, y como negativo, las dificultades en la medición de los consumos y la complejidad de la facturación de las tarifas.

González (2000) plantea la utilización en el regadío de la discriminación de precios en función del volumen de agua consumida, de forma que volúmenes mayores impliquen precios unitarios superiores. Es de destacar que no considera tarificación por tramos (con un precio distinto para la cantidad correspondiente a cada tramo), sino un precio único por unidad de volumen consumido, precio que varía en función del consumo total. Los precios de agua aumentan sobretudo para consumos muy altos, no variando demasiado el precio para consumos bajos y medios. Según el autor esta discriminación de precios desvía el

agua hacia consumos de mayor productividad, motiva el ahorro y genera recursos económicos que pueden contribuir a la modernización de infraestructuras.

Tardieu (1999) defiende la tarificación por segmentos crecientes como medio para incentivar el ahorro y aumentar la eficiencia de uso. Se expone como ejemplo un sistema empleado en el sur de Francia, en el que se ha establecido una tarificación para el consumo hasta determinada cuota, y otra tarifa superior para el volumen que sobrepase. El autor establece directrices para la fijación de la cuota, así como de la tarifa de sobrepaso de la misma, basados en los conceptos de valor estratégico (a medio plazo) y valor táctico (a corto plazo) del recurso.

Aunque conceptualmente los precios públicos sobre el agua no tienen por qué establecer diferenciación entre usuarios, la realidad en casi todos los países muestra que los criterios empleados en su diseño difieren radicalmente según se trate de usos urbanos/industriales o agrícolas.

Si bien los sistemas de precios pueden mejorarse, es en los regadíos donde se concentran mayores oportunidades para realizar cambios profundos y donde más difícil está resultando llevar a cabo tales reformas. Los regantes de prácticamente todo el mundo que disfrutan de proyectos promovidos por la iniciativa pública, no pagan más que una pequeña fracción de los costes reales que teóricamente podrían serles imputables. La justificación de proveer recursos subvencionados a personas desfavorecidas, el hecho de que tales subvenciones no beneficien a todos por igual, y la ineficiencia derivada de que se asignen recursos subóptimamente, dificultan gravemente la opción de establecer políticas tarifarias que eliminen las subvenciones y aproximen la asignación de agua hacia el punto de máxima eficiencia teórica. En la Tabla 4 se muestran algunos resultados que indican hasta qué punto los regantes están siendo subvencionados vía tarifas sobre el agua.

Tabla 4.- Nivel de subvención implícito al sector agrícola mediante la política de tarifas sobre el agua.

País	% subvencionado por las Administraciones Públicas	Fuente
Australia	70	OECD (1987) ¹
Australia	60	Musgrave (1996)
Canadá	85	OECD (1987) ¹
España (Andalucía)	89	Martín (1993) ²
Estados Unidos	60	OECD (1987) ¹
Estados Unidos	61	Cummings y Nercissiantz (1992) ³
Francia	80	OECD (1987) ¹
Japón	70	OECD (1987) ¹
México	96	Cummings y Nercissiantz (1992) ³
Nueva Zelanda	70	OECD (1987) ¹

1. Incluye sólo la subvención en equipamiento para riego.
2. Calculado para la tarifa aplicada en 1993 de acuerdo con la Ley de 1911.
3. Evaluada sobre el valor de escasez del agua.

Fuente: elaborado por Redaud (1997).

El hecho de que el sector agrario disfrute de una situación privilegiada a nivel tarifario, dificulta que los usuarios urbanos acepten subidas en sus tarifas, que están motivadas

frecuentemente por el excesivo uso agrícola o porque se aumentan los costes de potabilización debido a la contaminación difusa ocasionada por la actividad agrícola.

Relacionado con el problema del precio del agua, la escasez de ingresos imposibilita que los organismos públicos puedan llevar a cabo programas de mantenimiento, ocasionándose progresivos deterioros en las conducciones con las pérdidas consiguientes.

Dentro de este epígrafe relacionado con políticas tarifarias debe resaltarse el texto de la Directiva marco relacionado con la introducción de políticas de precios del agua. Aunque esta Directiva será desarrollada con profundidad en un apartado posterior, se quiere destacar aquí que ésta dispone que los Estados miembros deberán establecer una política de precios del agua que incentive un uso racional de los recursos hidráulicos, teniendo en cuenta el principio de recuperación de costes de los servicios relacionados con el agua, distinguiendo entre los distintos usos del agua (industria, hogares y agricultura). No obstante, se ha establecido una derogación "a título excepcional" por la que los Estados miembros podrán dejar de cumplir esta obligación para una determinada actividad de uso de agua, teniendo en cuenta los efectos sociales y económicos y las condiciones geográficas y climáticas de las regiones afectadas, siempre y cuando ello no comprometa los objetivos de la Directiva.

Por otra parte, a nivel de Cataluña, la Ley 6/1999, de 12 de julio, de ordenación, gestión y tributación del agua, establece un nuevo canon de agua definido como un "impuesto de finalidad ecológica". Constituyen el hecho imponible del impuesto el uso real o potencial del agua y la contaminación que su vertido puede producir, incluyendo los usos de tipo indirecto procedentes de aguas fluviales o escorrentías, asociados o no a un proceso productivo. Sin embargo, el uso agrícola se halla en general exento del pago del canon.

Es destacable que no todos los autores especializados en el tema defienden la introducción de un precio del agua que responda a las características antes citadas. En el caso concreto del uso agrícola del agua, Sumpsi (1994) opina que el aumento de tarifas del agua para trasladar al agricultor los costes reales no permitiría la supervivencia de la agricultura de regadío sin una subvención aproximada del 40% de las infraestructuras hidráulicas. El mismo autor prefiere otras medidas como el cobro por agua realmente consumida y no por hectárea regable, y la reordenación de concesiones y el establecimiento de mercados del agua. En un estudio posterior en el que se modeliza el comportamiento de los regantes de 15 comunidades (Sumpsi, 1999), se concluye que una nueva política tarifaria puede provocar una pérdida significativa de renta agraria, sin que apenas genere un mínimo ahorro de agua; en caso de aplicarse esta política, ésta debería no sólo gravar el consumo sino también bonificar el ahorro (con lo que se incrementaría el ahorro respecto la pérdida de renta). Además, un ahorro significativo exige la imposición de tarifas muy elevadas, con un notable impacto económico y social negativo. Por último, y como resultado de las grandes diferencias en las curvas de demandas de las distintas Comunidades, se deduce que una misma tarifa podría provocar efectos muy dispares según regiones e incluso comarcas; sin embargo el diseño de políticas tarifarias individualizadas para cada zona regable sería extraordinariamente complejo y conllevaría elevados costes administrativos.

Berbel *et al.* (1999) modelizan el comportamiento de los regantes del valle del Guadalquivir y concluyen que la repercusión de los costes en las tarifas del regadío no muestra un efecto disuasorio que reduzca considerablemente la demanda de agua del sector, a menos que se apliquen tarifas elevadas, con efectos muy negativos para la renta del regante.

Garrido (1996) considera que la vía tarifaria se enfrenta a serias dificultades, entre las que destaca el tema de la discriminación geográfica y temporal (variación del valor del recurso en lugares o momentos distintos), las escasas posibilidades de ahorro si se emplean niveles tarifarios moderados, las dudas que han surgido en otros países sobre la legitimidad del sector público para implantar precios que reflejen rentas de escasez sobre un recurso natural de naturaleza pública, y la posible oposición social a una medida que podría ser interpretada como una erosión de las rentas agrarias de naturaleza estrictamente fiscal.

Martín-Retortillo (1998) está en contra de la aplicación de un precio al agua “con criterios estrictamente economicistas”; considera que el agua tiene un coste, no un precio.

Embid y Garrido (1998) defienden que la aplicación de políticas de precios del agua tendría respuestas muy diferenciadas en las diferentes agriculturas de regadío que existen en España, reflejo de sus distintas realidades particulares.

Rubio (1996) indica que las Comunidades de Regantes se oponen a un precio público del agua, puesto que “ya contribuyen en el mantenimiento de los Organismos de Cuenca con la totalidad de los gastos de conservación y explotación que les son imputables, además de las amortizaciones que les corresponden por las obras y financiación recibida del Estado”; además el autor exige un aumento de competencias de las Comunidades en la gestión del agua y defiende que “es necesario reconocer la labor que el regante está llevando a cabo en el cuidado del entorno agrario, del ecosistema, zonas húmedas; en definitiva, una labor de ordenación territorial que la sociedad y los poderes públicos deben potenciar”.

En efecto, la Federación Nacional de Comunidades de Regantes (De Palma, 1996) opina que “el agua es un recurso natural, un bien de dominio público, y, en buena lógica, no debe tener un precio en sí mismo”. También se adopta como argumento el efecto negativo del precio sobre la competitividad de la agricultura española, al provocar un incremento de los costes de producción.

Carles *et al.* (1999) estudian el regadío de la Comunidad Valenciana, mediante la realización de encuestas a Comunidades de Regantes y otras sociedades de riego, concluyendo que no existe correlación entre precios altos del recurso y consumos bajos. Los autores explican este comportamiento por el carácter de bien insustituible del agua, y sobretodo porque en general, el coste del agua supone una proporción relativamente pequeña de los ingresos obtenidos con el cultivo (sobretodo frutales y hortalizas, cultivos con un alto valor añadido). Como consecuencia, difícilmente el precio del agua puede ser, en esa zona, un acicate para la sustitución de las técnicas de riego tradicionales por el riego por goteo (del cual, además, los regantes opinan que sólo ahorra agua en el período de formación del arbolado).

5. MARCO JURÍDICO ACTUAL EN MATERIA DE AGUAS

La complejidad y especificidad de las normas y regulaciones relativas a las aguas ha dado lugar a que pueda hablarse con propiedad de una disciplina diferenciada dentro de la ciencia jurídico administrativa, con criterios de jurisprudencia y doctrina específica sobre los recursos hídricos y su aprovechamiento, que podría denominarse **Derecho de Aguas**. Esta especificidad lleva consigo que los criterios en los que se sustenta la administración y gestión de las aguas en España sean muy numerosos y diversos.

A continuación se exponen algunas de las ideas básicas en cuanto a legislación, clasificándolas en cuatro grandes grupos que pretenden combinar la estructura jerárquica de las leyes con los ámbitos espaciales de su aplicación territorial. Estos grupos incluyen por un lado los artículos de la Constitución Española, ley máxima de nuestro mandato jurídico referente a Aguas y por otro lado la legislación sobre dicha materia en los ámbitos Europeo, Estatal y Autonómico.

5.1. El agua en la Constitución Española de 1978

La gestión del agua se halla presente en la Constitución Española, que define las competencias del Estado y de las Comunidades Autónomas. Mientras que el Estado tiene competencia exclusiva en materia de legislación, ordenación y concesión de recursos y aprovechamientos hidráulicos de las aguas que discurren por más de una Comunidad Autónoma, estas Comunidades tienen competencia exclusiva en materia de aprovechamientos hidráulicos, canales y regadíos cuando las aguas discurren íntegramente dentro del territorio de la Comunidad Autónoma. Asimismo tienen competencia exclusiva sobre las aguas minerales y termales, y la mayoría de ellas, también sobre las aguas subterráneas.

Para el caso concreto del **uso agrícola del agua**, se otorga a las Comunidades Autónomas competencias exclusivas en materia de agricultura, de acuerdo con la ordenación general de la economía. Así, corresponde éstas la programación y ejecución de las obras hidráulicas de transformación en regadío en las cuencas intracomunitarias (si bien cabe la posibilidad de intervención estatal cuando la obra sea calificada de interés general). Si se trata de cuencas intercomunitarias, los proyectos autonómicos se incluyen en los planes de cuenca cuya aprobación corresponde al Estado.

5.2. El agua en la legislación europea

Como es sabido, los Estados miembros de la Comunidad Europea integran en sus propios ordenamientos jurídicos las fuentes del Derecho comunitario, que incluyen los Tratados constitutivos, el conjunto de actos que componen el Derecho derivado, los acuerdos internacionales concluidos por la Comunidad y por los Estados entre sí para asegurar el cumplimiento de los Tratados y los principios generales del Derecho. Entre las fuentes del Derecho derivado destacan los reglamentos y las directivas. Los reglamentos tienen alcance general, son obligatorios en todos sus elementos y son aplicables directamente en los Estados miembros (Art. 189.2 Tratado CE). Por otra parte las directivas, el instrumento más comúnmente utilizado para la realización de la política comunitaria ambiental, son a su vez los actos comunitarios que presentan mayores problemas. La directiva “obligará al Estado miembro destinatario en cuanto al resultado que deba conseguirse, dejando, sin embargo, a las autoridades nacionales la elección de la forma y los medios” (Art. 189.3 Tratado CE). Pese a esa configuración, la práctica comunitaria ha generado directivas de detalle tan precisas y complejas que parecen ahogar este posible ejercicio de la libertad estatal para elegir la forma y los medios de alcanzar el resultado (López, 1997).

El origen concreto del compromiso de la Comunidad Europea con el medio ambiente, ante la falta de referencias directas en los Tratados constitutivos de la Comunidad Europea, parece encontrarse en la Comunicación de la Comisión de 22 de julio de 1971, que subrayó la exigencia de tener en cuenta la calidad de los recursos naturales y de las condiciones de vida en la misma definición y organización del desarrollo económico (López, 1997).

Después de esta Comunicación y de su favorable acogida por parte del Parlamento Europeo, la posterior cumbre de París del 19-20 de octubre de 1972 significó un decidido posicionamiento de la Comunidad Europea respecto a la necesidad de una política comunitaria de medio ambiente, que acabó desembocando en la aprobación del I Programa de acción de la Comunidad Europea sobre el medio ambiente, al que han seguido cuatro programas más e incluso un par de reformas de los Tratados constitutivos, a fin de proporcionar un marco jurídico estable a la política ambiental.

Los dos primeros programas (1973-1976 y 1977-1981) establecieron los pilares para la consideración de los intereses comunitarios en el ámbito comunitario, teniendo como objetivo la utilización racional de los recursos naturales, de forma compatible con el desarrollo económico. López (1997) considera que estos programas pueden resumirse mediante los siguientes principios: prevención, evaluación, vinculación a conocimientos técnicos, “quien contamina paga” (cuyos fundamentos teóricos se deben a Pigou, que en 1920 sugirió la implantación de un impuesto aplicable a quienes con su actividad impongan a otros costes externos), solidaridad internacional, subsidiariedad y coordinación. Conforme a este planteamiento se fueron aprobando directivas relacionadas con los sectores de la contaminación hídrica, la contaminación atmosférica, el ruido y los residuos. De esta manera fue formándose un conjunto de estándares comunitarios de calidad ambiental.

El III Programa comunitario de acción ambiental (1982-1986) continuó la consolidación de los intereses ambientales entre las líneas de actuación de la Comunidad Europea, de manera que, junto a la específica política ambiental, se identificó un objetivo de integración de los temas medioambientales en las demás políticas comunitarias. En este contexto cabe destacar la aprobación de la Directiva de evaluación de impacto ambiental (1985), que introdujo en toda la Comunidad la exigencia del examen de las consecuencias sobre el medio ambiente de proyectos significativos, impulsando así el principio de prevención.

El IV Programa (1987-1992) inició la creación de los instrumentos adecuados para el desarrollo estable de la política ambiental de la Comunidad, tanto con elementos organizativos (Agencia Europea de Medio Ambiente, 1990) y de participación (Directiva de libertad de acceso a la información ambiental, 1990), como con elementos financieros (Instrumento LIFE, 1992). A nivel internacional, cabe destacar la participación de las autoridades comunitarias en la Conferencia de Río.

El V Programa (1993-2000) ha continuado las líneas de actuación sobre el mercado (Reglamento de eco-auditorías, 1993). Sin embargo, no se han dejado de lado los instrumentos de fijación y exigencia de los diversos estándares de calidad ambiental: las directivas puestas en marcha desde el I Programa, continúan siendo objeto de aplicación, mejora y ampliación.

Dentro de esta evolución programática, y centrándose en el tema calidad de agua, se pueden distinguir dos fases que corresponden a dos enfoques distintos para afrontar el problema de la polución del agua (UE, 2000): el enfoque del Objetivo de Calidad del Agua (WQO: *Water Quality Objective*) y el enfoque de los Valores Límite de Emisión (ELV: *Emission Limits Value*).

En el enfoque WQO se definen los requerimientos mínimos de calidad del agua para limitar el impacto acumulativo de las emisiones. Este es el enfoque utilizado en el primer bloque de directivas sobre el agua (décadas 70 y 80), como la Directiva sobre la calidad de las aguas superficiales (1975), la Directiva sobre la calidad de las aguas de baño (1976) y la Directiva sobre las aguas destinadas al consumo humano (1980).

Por otro lado, el enfoque ELV se basa en limitar las cantidades máximas de contaminantes que una fuente particular puede verter en el medio acuático. Este enfoque se empleó en el segundo bloque de directivas (década de los 90), como la Directiva sobre tratamientos de aguas residuales urbanas (1991) y la Directiva sobre nitratos (1991).

Como consecuencia del largo debate científico y político sobre cuál de los dos enfoques es el más apropiado, la legislación más reciente se ha basado en un “enfoque combinado” en el que el ELV y el WQO se han utilizado para reforzarse mutuamente. La Directiva marco sobre el agua es un reflejo de este planteamiento (UE, 2000), donde prima el aspecto de “calidad ecológica” del agua.

Actualmente existe una considerable colección de disposiciones de carácter internacional, especialmente de carácter europeo, relativas a las aguas, y con mayor o menor grado de vinculación e interrelación con la legislación española. Estas normas se refieren fundamentalmente a la calidad del agua, y han sido, o están siendo, objeto de transposición a nuestro ordenamiento. En el Anejo 1 se relaciona un repertorio de legislación comunitaria vigente en relación con la protección y gestión de las aguas.

Las legislaciones nacionales vigentes en materia de aguas, así como las estructuras adoptadas para la gestión del recurso, presentan importantes diferencias en los distintos países de Europa. Una muestra de esta afirmación puede hallarse en Dirksen (2002), que compara los casos de España, Francia, Eslovenia y Hungría.

Una de las últimas novedades legislativas a nivel europeo ha sido la aprobación de la Directiva marco de aguas, que por su relevancia merece un tratamiento específico.

5.2.1. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas

El primer paso hacia la creación de esta Directiva fue el comunicado de la Comisión acerca de la política de aguas de la Unión Europea, adoptado en febrero de 1996, que se basaba en los principios de política ambiental del Tratado y en el V Programa de Acción medioambiental, “hacia un desarrollo sostenible”, y que después de un detallado análisis del actual estado de las políticas hidrográficas, recomendaba la creación de una Directiva general de aguas. El 30 de junio de 2000 se llegó a un acuerdo entre el Parlamento Europeo y el Consejo acerca de la propuesta de la Comisión para una Directiva general europea de aguas. El 7 de septiembre de 2000 el Parlamento dio su visto bueno al acuerdo del comité de conciliación sobre la Directiva marco de aguas, que agruparía la anteriormente fragmentada regulación comunitaria en este ámbito. Su publicación en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas se produjo el 22 de diciembre de 2000. Esta Directiva es el resultado final de una larga y fructífera consulta acerca de la dirección de la política de aguas de la Unión Europea realizada a petición del Consejo de Ministros y del Parlamento europeo. Después de más de tres años de negociaciones ahora tenemos una Directiva reformadora de las legislaciones hidráulicas europeas que es un primer paso hacia una nueva aproximación a la gestión de aguas (WWF, 2000).

Desde un punto de vista ambiental, la Directiva marco de aguas tiene como objetivo final prevenir futuros deterioros de la calidad del agua y conseguir un buen estado de todas las aguas. Se trata de un planteamiento de gestión global, que opera a nivel de cuenca hidrográfica y garantiza la coordinación de la política de aguas a nivel de toda la Unión Europea (WWF, 2000).

Esta Directiva se concentra en establecer las condiciones correctas para fomentar la protección eficiente y efectiva del agua a nivel local, mediante un enfoque común y objetivos, principios, definiciones y medidas básicas también comunes. Sin embargo, los mecanismos y medidas específicas necesarios para conseguir el buen estado final de las aguas deben decidirse en el ámbito local y son responsabilidad de las autoridades competentes.

Entre los puntos clave de la Directiva destacan, desde el punto de vista medioambiental:

- 1.- El agua y los ecosistemas acuáticos se consideran desde el punto de vista del conjunto de la cuenca hidrográfica.
- 2.- El agua superficial y subterránea se considera conjuntamente, teniendo en cuenta su interacción natural, y se analiza tanto en términos cualitativos como cuantitativos. De las aguas superficiales se destaca la protección de su estado ecológico y químico, mientras que de las aguas subterráneas se enfatiza su protección cuantitativa y de su estado químico.
- 3.- Los objetivos ambientales requieren a los estados de la Unión que prevengan el deterioro del estado presente de las aguas y que protejan, mejoren y restauren todas las aguas, con el objetivo final de conseguir un buen estado del agua para el año 2015. Sin embargo, la Directiva permite ciertas excepciones a estas exigencias.
- 4.- No se considerará una infracción de la Directiva si se produce un deterioro del agua por motivos de fuerza mayor o causas naturales que no hayan podido preverse razonablemente, en particular graves inundaciones o sequías prolongadas.

Por otra parte, desde un punto de vista administrativo los aspectos más remarcables son:

1.- La gestión se realiza a nivel de cuenca hidrográfica, mediante programas coordinados (a nivel nacional) de medidas para conseguir el buen estado final del agua (Planes de Gestión de Cuencas Hidrográficas; estos planes cubrirán un período de ejecución de 6 años).

2.- Las emisiones de contaminantes en aguas superficiales han de estar controladas antes del 2012 mediante un enfoque combinado que tenga en cuenta tanto la cantidad de contaminante emitido como la concentración actual del mismo en el medio acuático receptor.

3.- Se realizarán controles de polución específicos para ciertos contaminantes de alto riesgo. La identificación de estas sustancias prioritarias ha empezado recientemente, y sus emisiones deberán disminuir de forma progresiva o eliminarse, dentro de un calendario de 20 años.

4.- Introducción de políticas de precios del agua. Los Estados miembros deberán establecer, para el 2010, una política de precios del agua que incentive un uso racional de los recursos hidráulicos, teniendo en cuenta el principio de recuperación de costes de los servicios relacionados con el agua, incluyendo costes medioambientales (siguiendo el principio "quien contamina paga") y los relativos a los recursos asociados a los daños o a los efectos adversos sobre el medio acuático. Aunque en el proyecto de Directiva se hablaba de "recuperación íntegra de costes", la palabra "íntegra" ha desaparecido de la redacción definitiva (la Constitución de Irlanda otorga a sus ciudadanos el derecho a recibir el agua gratuitamente). También se prevé que para el 2010 los Estados miembros definan la "contribución adecuada" para los distintos usos del agua, desglosando al menos entre industria, hogares y agricultura. No obstante, se ha establecido una derogación "a título excepcional" por la que los Estados miembros podrán dejar de cumplir esta obligación para una determinada actividad de uso de agua, teniendo en cuenta los efectos sociales y económicos y las condiciones geográficas y climáticas de las regiones afectadas, siempre y cuando ello no comprometa los objetivos de la Directiva. Las directrices para la implementación de los aspectos económicos de la Directiva serán desarrolladas a corto plazo a nivel de la Unión Europea.

5.- Registro de áreas protegidas con necesidades especiales para el año 2004. Incluyen áreas identificadas en la legislación europea existente (por ejemplo, para aguas de baño), áreas para la extracción de agua potable, y cualquier otra clasificación existente en las legislaciones nacionales. El agua necesaria en estas áreas ha de suministrarse sin nuevas obligaciones y su estado debe estar sujeto a controles rigurosos.

6.- Fortalecimiento de la participación pública en la política de aguas de la UE. La Directiva también proporciona las bases para que los países de la UE informen de sus progresos hacia el buen estado del agua. Por otro lado, establece una red para que los profesionales relacionados con el agua puedan comparar y contrastar métodos de trabajo e intercambiar información e ideas.

Es de destacar que la Directiva marco incluye, entre las medidas complementarias que los Estados miembros pueden adoptar en sus demarcaciones hidrográficas (Anexo VI parte B), medidas de gestión de la demanda (entre otras, el fomento de una producción agrícola adaptada, como cultivos de bajas necesidades hídricas en zonas afectadas por la sequía) y medidas de aumento de la eficacia y de la reutilización (entre otras, técnicas de riego economizadoras de agua).

También debe remarcarse que la primera consideración del documento, previa al texto de la Directiva propiamente dicho, es la afirmación que “el agua no es un bien comercial como los demás, sino un patrimonio que hay que proteger, defender y tratar como tal”.

Los Estados miembros deben aplicar la Directiva marco a más tardar tres años después de su entrada en vigor; además esta Directiva se desarrollará en otras directivas específicas.

Las distintas obligaciones que impone esta Directiva a los Estados miembros son, cronológicamente (se indican las fechas límite para cada fase):

2000: Entrada en vigor de la Directiva (Art. 25)

2003: Identificación de las unidades de cuencas hidrográficas y designación de las autoridades competentes (Art. 3.7)
Transposición a la legislación nacional e informe de dicha transposición a la Comisión (Art. 24.1)

2004: Análisis de las características de cada demarcación hidrográfica, estudio de las repercusiones de la actividad humana y análisis económico del uso del agua (Art. 5.1)
Registro de las zonas protegidas (Art. 6.1)

2006: Operatividad de los programas de seguimiento del estado de las aguas, salvo excepciones (Art. 8.2)
Publicación y puesta a disposición del público del calendario y el programa de trabajo sobre la elaboración de los Planes Hidrológicos de cuenca, con inclusión de una declaración de las medidas de consulta a adoptar (Art. 14.1)

2007: Publicación y puesta a disposición del público del esquema provisional de los temas significativos sobre los aspectos de gestión de las cuencas hidrográficas (Art. 14.1)

2008: Publicación y puesta a disposición del público del proyecto de Planes Hidrológicos de cuenca (Art. 14.1)

2009: Publicación de los planes de gestión de cuencas (Art. 13.6)
Establecimiento de los programas de medidas destinadas a alcanzar los objetivos medioambientales previstos por la Directiva marco (Art. 11.7)

2010: Aplicación, salvo excepciones, de una política de precios que incentive el uso eficiente de los recursos y la contribución adecuada de los diferentes usos del agua a la recuperación de costes de los servicios relacionados con el agua (Art. 9.1)

2012: Establecimiento y aplicación de controles de emisión, valores límite y controles de impactos difusos, salvo excepciones (Art. 10.2)
Operatividad plena de los programas de medidas destinados a alcanzar los objetivos medioambientales previstos por la Directiva marco (Art. 11.7)
Presentación de un informe que detalle el grado de aplicación del programa de medidas previsto (Art. 15.3)

- 2013: Revisión y, si procede, actualización del análisis de las características de cada demarcación hidrográfica, estudio de las repercusiones de la actividad humana y análisis económico del uso del agua (Art. 5.2). Posteriores revisiones cada 6 años.
Revisión y, si procede, actualización de las calificaciones de masas de agua superficiales de “artificial” o “muy modificada” (Art. 4.3). Posteriores revisiones cada 6 años.
- 2015: Cumplimiento, salvo prórroga por causa contemplada en la Directiva, de los objetivos de buen estado ecológico de todas las aguas (Art.4.1)
Revisión y, si procede, actualización de las medidas destinadas a alcanzar los objetivos medioambientales previstos por la Directiva marco (Art. 11.8). Posteriores revisiones cada 6 años.
Revisión y actualización de los Planes Hidrológicos de cuenca (Art. 13.7). Posteriores revisiones cada 6 años.
- 2019: Revisión y, si procede, modificación de la Directiva por parte de la Comisión (Art. 19.2).

Todo este proceso puede resumirse en cuatro fases: análisis de la actual situación, que conlleva la caracterización de cada demarcación hidrográfica y la identificación de las presiones y necesidades, diseño del programa de medidas para la consecución de los objetivos marcados, seguimiento de los procesos realizados y revisión de las medidas adoptadas si ello fuera necesario.

Este proceso se repetirá cada seis años por lo menos, que es el plazo de ejecución cubierto por el Plan de Gestión. Los estados miembros y las autoridades locales competentes se confirman como los máximos ejecutores, facilitando la mayoría de los mecanismos y medidas que aseguren una protección y un uso adecuado del agua a nivel local.

Los beneficios de la propuesta son que conducirá a una protección y uso del agua mucho más racionales, a la reducción de los costes de tratamiento de aguas, a un aumento del valor medioambiental de las aguas superficiales y a una administración del agua mucho más coordinada. El beneficio final, por supuesto, es que **la sostenibilidad del uso del agua estará asegurada**. Las medidas tomadas asegurarán al mismo tiempo un alto nivel de protección medioambiental y una provisión segura de agua de alta calidad para consumo humano y propósitos económicos.

Han sido numerosos los trabajos de investigación dedicados a temas relacionados directamente con esta Directiva. Entre ellos puede citarse, sin ánimo de ser exhaustivo: Martín (1998), que estudia el efecto de una posible tarificación del agua partiendo del principio de recuperación íntegra de los costes (el inicialmente planteado en el borrador de la Directiva), concluyendo que tal aplicación tendría efectos muy negativos sobre los usuarios finalistas del recurso, opinión compartida por Carcelén (2000); Ortiz (1999), que estudia la evolución del proceso de adopción de la Directiva; y Porta (1999), que analiza las posibles repercusiones de la aplicación de la Directiva en España.

5.3. El agua en la legislación española

Uno de los temas fundamentales a la hora de estudiar los aspectos legislativos existentes sobre el agua es la propiedad del recurso. La regulación del dominio del agua se encontraba los artículos 407 a 425 del Código Civil, parcialmente derogados por la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de aguas, a su vez modificada por la Ley 46/1999, de 13 de diciembre. Las

diferencias entre el antiguo régimen establecido en el Código Civil y el nuevo de la Ley de aguas son importantes, especialmente por lo que se refiere a la propiedad privada de las aguas. El Código Civil reconocía y regulaba la propiedad privada de las aguas; en cambio, la Ley de aguas define en términos más amplios el mal denominado dominio público hidráulico y deja de regular las aguas de propiedad privada para introducir que el principio general en materia de aguas continentales es de carácter público, y deja a las aguas privadas un carácter prácticamente residual. Así se puede afirmar que todas las aguas superficiales continentales del Estado han pasado a pertenecer al dominio público. En este proceso evolutivo la Ley española ha convertido en dominio público todas las aguas renovables, fundamentándose en el concepto de unidad del ciclo hidrológico (Doñate, 2000).

La legislación existente en España en materia de aguas se ocupa de los siguientes aspectos:

- Normativa General
- Planes Hidrológicos
- Vertido de Aguas Residuales
- Aprovechamientos Fronterizos
- Medidas de Excepción
- Tribunal Constitucional
- Pesca Fluvial
- Residuos
- Normativa Específica Territorial
- Análisis y Calidad de las Aguas
- Aprovechamientos Hidroeléctricos
- Acueducto Tajo-Segura
- Tratados Internacionales
- Obras Hidráulicas
- Régimen Local
- Procedimiento Administrativo

Como información complementaria, en el Anejo 2 se relaciona un repertorio de legislación nacional en el tema de aguas.

A continuación se comentarán algunos de los aspectos más relevantes de esta legislación.

5.3.1. Ley de aguas

Centrándose en la Normativa General sobresale por su importancia la **Ley 46/1999, de 13 de diciembre, de modificación de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de aguas**, refundida en el **Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de aguas**.

Este texto empieza definiendo el dominio público hidráulico del Estado, que incluye las aguas continentales, tanto superficiales como subterráneas renovables, los cauces de corrientes naturales, los lechos de lagos, lagunas y embalses, los acuíferos subterráneos e incluso las aguas procedentes de desalación de agua del mar cuando se incorpore a alguno de los elementos anteriores.

Los principales cambios introducidos respecto la anterior Ley de aguas pueden sintetizarse en 5 puntos (Sumpsi, 2000):

1.- Introduce la regulación de las fuentes de agua no convencionales: la desalación y la reutilización.

2.- Implica la coordinación entre Administración Central y Comunidades Autónomas, y la coordinación en la gestión del agua entre los distintos sectores implicados, modificándose aspectos de las Comunidades de Usuarios.

3.- Se prioriza el enfoque ambiental, proponiendo como objetivo la mejora de la calidad del agua y del dominio público hidráulico. Se regulan de forma más estricta las autorizaciones de vertidos y los caudales ecológicos como restricción general a todos los sistemas de explotación.

4.- Se establece un nuevo régimen de obras hidráulicas, que implica un cambio de mentalidad en el concepto de estas obras. Desde el punto de vista financiero se quiere traspasar el peso principal de las obras desde la Administración hasta la iniciativa privada. Desde un punto de vista medioambiental, implica la evaluación de los impactos negativos como paso previo a la realización de una obra.

5.- Se instauran nuevos instrumentos económicos para mejorar el uso eficiente del agua. Por una parte, se plantea la posibilidad de aplicar correcciones en los cánones y tarifas en función de que la cantidad consumida sea superior o inferior a una dosis estándar para el uso en cuestión; se pretende penalizar el uso excesivo y fomentar el ahorro, y también se hace necesario conocer el volumen realmente consumido por cada usuario. Por otra parte, se abre la posibilidad de establecer contratos de cesión temporal de derechos de uso del agua (mercados de aguas), así como centros de intercambio de derechos de concesiones (bancos de aguas).

En relación con este último apartado, es de destacar que la Ley limita la posibilidad de que el titular de un derecho al uso privativo del agua ceda este derecho a otro titular sólo en el caso que éste último sea de igual o mayor rango según el orden de preferencia establecido en el Plan Hidrológico de cuenca correspondiente, o en su defecto el establecido en la misma Ley de aguas, que es, de mayor a menor rango:

1.- Abastecimientos de población, incluyendo suministro industrial urbano.

2.- Regadíos y usos agrarios.

3.- Usos industriales para producción de energía eléctrica.

4.- Otros usos industriales.

5.- Acuicultura.

7.- Navegación y transporte acuático.

8.- Otros aprovechamientos.

Los “caudales ecológicos” no se consideran como un uso del recurso, sino como una restricción impuesta con carácter general a este uso. Sin embargo, el abastecimiento de poblaciones se prioriza antes que este “caudal ecológico”.

Esta Ley ha suscitado distintas reacciones por parte de los investigadores interesados en temas de gestión de aguas. Sumpsi (2000) opina que el sistema de tarificación propuesto tiene una utilidad discutible, por la dificultad de conocer el consumo real del agua agrícola, la complejidad de definir las dotaciones estándar para cada zona y uso, y el rango de coeficientes previsto (de 0,5 a 2), que no haría variar mucho unas tarifas de por sí generalmente muy bajas; también afirma que el tema de los mercados de agua ha sido tratado de forma poco equilibrada, adoptando medidas muy restrictivas junto a otras medidas muy liberales. Entre las primeras destaca que sólo se permite participar del mercado a los usuarios actuales; que sólo se permite el intercambio de derechos entre usuarios del mismo nivel de preferencia o entre un usuario de un nivel inferior que ceda su derecho a un usuario de un nivel superior; que los usos no consuntivos sólo pueden participar entre ellos; y que cualquier cesión ha de especificar qué anterior uso del agua deja de realizarse. Entre las medidas liberales destaca el papel casi nulo de la Administración en la compraventa; que sólo se prohíbe el intercambio si se perjudica a terceros o al medio ambiente; que se contempla un período de respuesta administrativa a una petición de compraventa excesivamente corto; que un usuario no tiene limitaciones para vender toda o parte de su concesión (incluso en países como Canadá, Australia o los Estados Unidos, de clara tradición liberal, se han establecido limitaciones para que un usuario no pueda vender más que una determinada proporción de su concesión); y que la Ley no contempla mecanismos para prevenir posibilidades de especulación o de realización de prácticas monopolísticas. Y cambiando de tema, la realización de futuras obras hidráulicas puede verse gravemente limitada por los temas de impacto ambiental.

Sumpsi (2000) considera que las repercusiones de esta Ley sobre los regadíos pueden resumirse en cuatro aspectos positivos y cuatro de negativos. Los positivos son:

- 1.- Transparencia e información. Cada vez habrá más datos sobre el consumo real del agua agrícola, cifra hasta el momento sólo aproximada. Además, los mercados de aguas proporcionarán información sobre el valor y precio de oportunidad del agua.
- 2.- Se abre una nueva vía de mejora y modernización de los regadíos (si una Comunidad de Regantes realiza una mejora que repercute en un ahorro de agua, este excedente puede venderse y así financiar la mejora).
- 3.- Intensificación de los regadíos: cuando los regantes perciban realmente el valor del agua, pueden intentar aumentar su eficiencia de uso, producir cultivos más rentables de forma más intensiva, etc.
- 4.- Los mecanismos que plantea la Ley pueden ayudar a mejorar los efectos de las sequías (se puede facilitar la reasignación de agua en momentos de escasez).

Por otra parte, los aspectos negativos son:

- 1.- Riesgo de abandono de ciertas zonas regables (zonas de escasez de agua, poco productivas o con otros usuarios de usos prioritarios potentes económicamente y con fuertes demandas). Este efecto se ha observado en ciertas zonas de Chile y de los Estados Unidos en las que se han aplicado mercados de aguas.
- 2.- Riesgo de especulación, de forma que pocas personas pasen a controlar el mercado del agua (por ejemplo, compañías de abastecimiento de agua). El sentido real de las transacciones que se han llevado a cabo en las zonas en las que se han instaurado

mercados de aguas hasta el momento ha sido desde el uso agrícola al uso de abastecimiento urbano.

3.- Pérdida de valor patrimonial de los agricultores cuando venden sus derechos sobre el uso del agua (las parcelas pasan de regadío a secano).

4.- Dificultades en la expansión de futuras obras hidráulicas para regadío, si las exigencias de participación financiera privada y de bajo impacto ambiental se aplican realmente.

Debe destacarse que una mayor concreción sobre algunos de los aspectos considerados se conseguirá cuando se apruebe el Reglamento de la Ley, aún en preparación en el momento de escribir estas líneas.

Algunos autores se interesan específicamente por el tema de los mercados de aguas, que a partir de la aprobación de esta Ley de aguas pasan a ser una posibilidad real en nuestro país. Entre ellos, Herreras (1999) analiza aspectos relacionados con el establecimiento de dichos mercados, así como su posible utilidad. En este mismo sentido Valero de Palma (1999) estudia la viabilidad de estos mercados, mientras que López (1999) centra su análisis en los aspectos fiscales asociados a la implementación de los mismos. Ortiz (2001) destaca las limitaciones del proceso previsto de regulación de las transacciones (si oferente y demandante pertenecen a la misma Comunidad de Usuarios, el plazo de respuesta a una solicitud de autorización de una transacción es de un mes, pasado el cual el silencio administrativo se interpreta como autorización; este plazo se considera insuficiente). Riesgo y Gómez-Limón (2001) hacen hincapié en la necesidad de desarrollar normativamente algunos aspectos concretos, como el funcionamiento de los Centros de Intercambio o Bancos de Agua. También inciden en las limitaciones impuestas al mecanismo de mercado por la actual legislación, sobretudo respecto a la prohibición de vender a usos menos prioritarios y a la obligatoriedad de ser concesionario para actuar como comprador en el mercado.

Otros autores desarrollan trabajos relacionados con otros aspectos de esta Ley de aguas: Llamas (1999) analiza específicamente el tratamiento de las aguas subterráneas en la Ley, mientras que De Bas (1999) y Del Campo (1999) profundizan en las alternativas de financiación de las obras hidráulicas.

5.3.2. Planificación hidrológica

Por lo que se refiere a la planificación hidrológica, la elaboración de planes para resolver problemas hídricos ha sido una constante en nuestro país a lo largo de muchos años y en momentos políticos, económicos y sociales muy distintos, desde finales del siglo XIX hasta nuestros días. La Ley de aguas de 1985 ya preveía la elaboración de los Planes Hidrológicos de cuenca, la redacción de los cuales no concluyó hasta 1997, aprobándose mediante el **Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio, por el que se aprueban los Planes Hidrológicos de cuenca**. Aunque de menor rango que el Plan Hidrológico Nacional, que se comentará posteriormente, los Planes de cuenca integran elementos de importancia radical para el futuro de los regadíos en España. Entre ellos destacan la definición y los objetivos de garantía de las dotaciones de agua de las zonas regables, la ordenación de los usos en situaciones de escasez, los proyectos dirigidos a aumentar la oferta de agua, y por tanto, el máximo crecimiento potencial de la superficie regable de la cuenca y, finalmente, los objetivos de ahorro de agua alcanzables mediante los proyectos de modernización y rehabilitación de las zonas regables. En las propuestas de los Planes Hidrológicos de

cuenca se recogen las que se consideran líneas maestras de la política nacional de regadíos. Prioridades que son, en orden decreciente:

- 1.- La consolidación de regadíos infradotados.
- 2.- La mejora y modernización de los regadíos existentes.
- 3.- Las nuevas transformaciones en regadíos.

La siguiente fase es determinar las medidas necesarias para la coordinación de los diferentes Planes Hidrológicos de cuenca (a nivel de identificación de Unidades Hidrogeológicas compartidas por varias cuencas, fijación de demandas consolidadas y balances de recursos, protección del entorno natural, infraestructuras básicas y medidas a tomar en caso de situaciones hidrológicas extremas), y realizar las previsiones de los trasvases necesarios entre cuencas y su régimen económico-financiero; estos aspectos se contemplan en el Plan Hidrológico Nacional, aprobado por la **Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional**. En la elaboración de este texto, según en él se expone, “han participado no sólo las diferentes Administraciones públicas, sino también la sociedad civil a través de un amplio proceso de participación social iniciada con el desarrollo y aprobación de los Planes Hidrológicos de cuenca, la elaboración y discusión del **Libro Blanco del Agua**, y en las deliberaciones del Consejo Nacional del Agua”. Los objetivos del Plan Hidrológico Nacional (PHN) son:

- 1.- Alcanzar el buen estado del dominio público hidráulico, y en particular de las masas de agua.
- 2.- Gestionar la oferta del agua y satisfacer las demandas de aguas presentes y futuras a través de un aprovechamiento racional, sostenible, equilibrado y equitativo del agua, que permita al mismo tiempo garantizar la suficiencia y calidad del recurso para cada uso y la protección a largo plazo de los recursos hídricos disponibles.
- 3.- Lograr el equilibrio y armonización del desarrollo regional y sectorial, en aras a conseguir la vertebración del territorio nacional.
- 4.- Reequilibrar las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad y economizando sus usos, en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales.

El PHN incluye un apartado en el que se enumeran diversas medidas necesarias para mejorar la gestión del agua en el Estado y que se basan en la reutilización del agua, la depuración de aguas residuales y una regulación de su uso. Aparte de estos elementos ambientales en el Plan también se incluyen las inversiones en infraestructuras que se deberán llevar a cabo en las diferentes Comunidades Autónomas para mejorar el aprovechamiento del agua.

Los dos apartados anteriores son importantes pero el elemento más discutido y polémico del PHN es el de las transferencias de agua que son necesarias hacia las cuencas del sudeste de España y el centro de Cataluña, desde las cuencas que se suponen excedentarias, y que se llevarán a cabo mediante trasvases.

El PHN contempla dos grandes familias de soluciones al problema de transferencias intercuenca, que son, simplídicamente, las originadas en el Duero o Tajo, y las originadas en el Ebro. Para suministrar a Barcelona también se considera la posibilidad de realizar un

trasvase desde el Ródano, opción defendida por la Generalidad de Cataluña. El trasvase desde el Ebro se considera la solución óptima, por ser la que supone menos costes de ejecución de obra y menos impacto ambiental al no tener que construirse nuevos canales o embalses, y se resume en un trasvase de aguas desde el Bajo Ebro hasta el sur (Júcar, Segura y Sur), y desde el ámbito del Ebro hacia las Cuencas Internas de Cataluña. Esta agua se distribuiría de la siguiente forma: 189 hm³ anuales a Barcelona; 315 a la cuenca del Júcar; 95 a Almería; y 450 a la cuenca del Segura.

Para compensar a las cuencas cedentes, se establece una compensación que deberán pagar los beneficiarios, destinada a la mejora ambiental de las cuencas de origen, cifrada en principio en 0,03 €/m³. El precio medio total del agua transvada se sitúa en 0,31 €/m³, reducible a 0,14 €/m³ con subvención, según el mismo texto.

Este PHN contempla una inversión total de unos 23.000 millones de euros, de los cuales 4.207 millones se destinan al trasvase del Ebro. La cantidad restante es destinada a actuaciones de planificación en cada una de las cuencas. Concretamente, el 86% de este presupuesto se invertirá en acciones de ahorro y gestión medioambiental del agua. Ordenadas por importancia de la inversión, los capítulos a los que ésta va destinada son: modernización de regadíos, saneamiento y depuración, abastecimientos, regulación general, acondicionamiento de cauces y prevención de avenidas, restauración hidrológico-forestal y programas de control y calidad de las aguas. Sin contar el trasvase del Ebro, se destinan a la Comunidad Autónoma de Cataluña unos 1.090 millones de euros.

El PHN no contempla la creación de nuevos regadíos a cargo del agua trasvasada. Textualmente se indica que “el supuesto de incremento de superficies de riego está descartado en este PHN, debiendo destinarse las transferencias al estricto mantenimiento y garantía de las superficies ya existentes”.

Es de destacar el gran debate social que se ha producido previamente a la aprobación del PHN: los distintos sectores implicados, las zonas afectadas por los trasvases previstos (emisoras o receptoras), los distintos partidos políticos, los expertos e investigadores, y los colectivos interesados en el tema; todos estos agentes han manifestado su acuerdo o desacuerdo con el documento previo, generando un gran volumen de documentación al respecto con textos de apoyo, objeciones, sugerencias, etc. De hecho, esto no tendría que ser nada extraño teniendo en cuenta las posibles consecuencias de la elección de una alternativa concreta para solventar los problemas de déficit estructural de determinadas zonas. En el caso del Plan Hidrológico propuesto por el Gobierno, la resolución de estos problemas se basan en el trasvase de agua desde el Ebro, y la realidad es que los trasvases suscitan un elevado grado de conflictividad, cada vez más elevado por el mayor consumo de agua y la mayor presencia de la sequía, fenómeno de índole no ya exclusivamente hidrológica, sino también económica puesto que estamos ante la asignación de un recurso escaso (López, 2000). También la cada vez más elevada sensibilización respecto a temas medioambientales por parte del ciudadano contribuye a esta problemática.

Además, numerosos expertos expusieron sus dudas e inquietudes respecto al texto preliminar de dicho Plan, antes de la aprobación del texto definitivo. Algunas de estas opiniones se comentan a continuación. Carles (2000) es especialmente crítico con la falta de justificación de las obras hidráulicas declaradas de interés general, un planteamiento enfocado a una minimización de los procesos de participación pública, la falta de establecimiento de criterios e instrumentos a implementar para limitar la expansión de los regadíos, un tratamiento inadecuado de las posibles soluciones de problemas de

sobreexplotación de acuíferos y una falta de soluciones para los problemas de contaminación difusa.

Para López (2000), el principal problema radica en la falta de vinculación que se observa en el borrador del PHN entre las cuestiones hídricas y las territoriales, la poca fiabilidad de la hipótesis contemplada de no incremento de las superficies de regadío, la falta de justificación en la eliminación de la alternativa de trasvase del Ródano para suministrar a las Cuencas Internas de Cataluña y la poca rigurosidad en la estimación de los costes justificativos utilizados.

Prat (2000) analiza los aspectos ambientales del PHN propuesto, destacando que el estudio realizado sobre el Delta del Ebro es relativamente detallado, que los espacios naturales afectados por las infraestructuras de transporte posibles se repasan de forma detallada, aunque quedan pendientes las evaluaciones de impacto ambiental necesarias, que no se trata el problema de la contaminación difusa, que falta analizar con detalle las obras del PHN sobre la calidad del agua de la totalidad de la cuenca del Ebro, que la aplicación del método de caudales de mantenimiento para el Ebro es incorrecta, y que tampoco se ha estudiado suficientemente la eutrofización en los ecosistemas naturales del Delta.

Sahuquillo (2000) afirma que los costes empleados en el PHN son incompletos y que la forma de calcular los beneficios es discutible, que se han considerado políticas de gestión de la oferta dejando de lado los posibles mecanismos de gestión de la demanda, que no se han tenido en cuenta posibles fuentes de suministro de agua alternativas y que se ha prestado poca atención a los problemas de calidad y contaminación.

Salgot (2000) opina que se ha prestado una atención excesiva a los temas de cantidad de agua, dejando demasiado de lado el tema calidad: la escasa consideración de los problemas asociados a la intrusión marina, la falta de actuaciones para resolver los problemas de calidad de las aguas subterráneas relacionados con la contaminación de nitratos y difusa, la falta de planes de mejora de la calidad de las aguas embalsadas, la falta de mecanismos para poder controlar los excesos de extracciones de aguas subterráneas, la falta de estudios de bioindicadores capaces de establecer de forma global el estado de las aguas, y la no inclusión de programas concretos de reducción de vertidos de sustancias peligrosas.

Sastre *et al.* (2000) comparan algunos puntos contemplados tanto por la Directiva marco como por el borrador del PHN, concluyendo que este último es mucho menos exigente en temas medioambientales, que el tema de la recuperación total de costes también se ha considerado de forma muy laxa, que no se ha concedido suficiente importancia a las aguas subterráneas, que no se ha fomentado suficientemente la participación pública y que ha habido una falta notable de transparencia.

Sumpsi (2000) cree que centrar la solución de los déficits hídricos estructurales en el trasvase del Ebro es muy peligroso por dos razones: porque los resultados económicos del trasvase son solamente un poco mejores que los de las alternativas posibles (desalación) y porque la justificación de un trasvase sobre la base de previsiones de ofertas y demandas en un horizonte de 20 años es complicada; este autor propone medidas de gestión de la demanda como alternativas posibles (compensaciones económicas por la reducción del uso de agua en los regadíos y establecimiento de mercados o bancos de aguas) para la eliminación o reducción del trasvase.

Arrojo (2000) es muy crítico con diversos aspectos del PHN. De los aspectos generales y el modelo de planificación critica la falta de flexibilidad; la necesidad de reinterpretar los

conceptos de “interés general”, “demanda” (la cual, en el PHN, según el autor equivale a “requerimientos bajo expectativas de fuerte subvención”) y “desequilibrio hidrológico”; la necesidad de cambiar el enfoque de la política hidráulica, demasiado centrada en estrategias de oferta; y la no consideración de cambio climático bajo escenarios pesimistas. Del estudio sobre la Cuenca del Ebro, Arrojo destaca la necesidad de revisión del concepto “cuencas excedentarias”; la inconsistencia de las cifras de consumo de los regadíos consideradas; y la falta de estudios en profundidad del estado ecológico Delta del Ebro y de su evolución. En el tema del análisis del déficit estructural, se destaca la actual problemática de sobreexplotación de acuíferos y falta de control de la Administración; la aplicación de modelos de desarrollo insostenible, al fomentar nuevas demandas mediante políticas de oferta centradas en trasvases; y la confusa situación de los derechos concesionales y privados, claves para el establecimiento de mercados de aguas. Del análisis económico el autor destaca lo que para él son “graves inconsistencias económicas, así como notables contradicciones respecto al principio de recuperación íntegra de costes”: conceptos no contabilizados, contabilizados erróneamente o de forma excesivamente optimista; mezcla de enfoques financiero y económico; necesidad de un análisis modular del trasvase por tramos en lugar de usar directamente valores medios; grave error al no considerar el trabajo agrario como un coste del proceso productivo sino como un beneficio; escenarios futuros de mercados demasiado optimistas; y suposición de una excesiva rigidez de la demanda.

Un elemento complementario del PHN es el **Plan Nacional de Regadíos (PNR) horizonte 2008**, elaborado por mandato legal procedente de la Ley de aguas de 1985 y del Real Decreto 1664/98, y aprobado por **Real Decreto 329/2002, de 5 de abril (BOE núm. 101, de 27 de abril de 2002)**. La existencia de este Plan es consecuencia “del deseo y la necesidad de racionalizar los usos agrarios del agua, implícita o explícitamente presente en todos los elementos de planificación y textos legales vigentes”. Como se considera imposible que los regantes por sí mismos sean capaces, en todas las zonas de regadío, de acometer los proyectos de modernización necesarios para la aplicación de los cambios realizados en el marco legal, surge la necesidad de este Plan. Este Plan nace “inspirado por la creciente necesidad de racionalizar el uso del agua en todas las zonas regables españolas, nuevas o antiguas, armonizando los objetivos de la política del agua con la mejora en las condiciones de vida de los regantes, el desarrollo rural y el aumento de su competitividad en los mercados agrarios”.

Las directrices que persigue el Plan son:

- 1.- Vertebrar el territorio.
- 2.- Mejorar el nivel de vida de los agricultores.
- 3.- Ordenar las producciones y los mercados agrarios.
- 4.- Mejorar las infraestructuras de distribución y aplicación del agua de riego.
- 5.- Incorporar criterios ambientales en la gestión de tierras y aguas.

Estos principios y directrices generales conducen a unas **nuevas orientaciones de la política de regadíos**, en cuanto a prioridades y corresponsabilidad de las actuaciones a desarrollar: en primer lugar, se consideran prioritarias la mejora, modernización y consolidación de los regadíos existentes. La transformación de nuevas zonas regables se contempla sólo en el caso de la terminación de planes en fase de ejecución y en el caso de zonas desfavorecidas o con atraso relativo. En segundo lugar, la ejecución de las

actuaciones será compartida entre las distintas Administraciones públicas competentes. Finalmente, las nuevas orientaciones refuerzan la corresponsabilidad de los regantes en las actuaciones que les afectan.

Este PNR contempla actuaciones de mejora y consolidación en más de un millón de hectáreas de regadíos, con una inversión total superior a los 5.000 millones de euros. En esta superficie se incluyen 200 hectáreas a transformar antes del 2008, pertenecientes a regadíos en ejecución de la zona de estudio, concretamente de la Comunidad de Regantes del Marge Dret del Riu Muga, quedando pendientes de transformación en periodos posteriores otras 2.500 hectáreas.

Como complemento a estas actuaciones, se establecerá un sistema de apoyo que realizará un seguimiento de los efectos estructurales, económicos y ambientales derivados de la ejecución de las obras proyectadas. También se impulsarán los estudios técnicos sobre la eficiencia de los sistemas de riego y se desarrollarán acciones formativas de técnicos y regantes en el empleo de nuevas tecnologías y técnicas compatibles con el medio ambiente.

Una vez expuestas las principales novedades legislativas que afectan a la planificación hidrológica, se desea hacer hincapié en el papel que ciertas organizaciones desempeñan en la gestión del agua en España. Un elemento de decisiva importancia en el actual marco institucional es la organización resultante del Estado de las Autonomías. En la situación presente tanto el Gobierno central como el de las Comunidades Autónomas disponen de importantes poderes y asumen responsabilidades compartidas en materias ambientales y de gestión de recursos, asuntos en los que también existen competencias en el ámbito municipal. De entre las distintas organizaciones involucradas en la gestión del agua cabe citar dos fundamentales: las **Confederaciones Hidrográficas** (o Administraciones hidráulicas equivalentes en las cuencas intracomunitarias) y las **Comunidades de Regantes**. La importancia de las primeras radica en que son el órgano administrativo básico competente en la materia, mientras que las segundas destacan por regular la mayor parte del uso consuntivo de agua en España. Estas Comunidades de Regantes, aún y su trascendencia en su papel de gestoras de buena parte de los recursos hídricos, presentan un importante vacío legal en cuanto a su régimen técnico y económico (Martín-Retortillo, 1998; MIMAM, 1998). En el año 1994, existían en España 6.200 Comunidades de Regantes, que administraban más de 3.000.000 de hectáreas (Rubio, 1996).

5.4. El agua en la legislación de Cataluña

Como se ha dicho anteriormente, la Generalidad tiene competencia exclusiva en “aprovechamientos hidráulicos, canales y regadíos, cuando las aguas discurren íntegramente dentro de Cataluña”. También corresponde a la Generalidad el desarrollo legislativo y la ejecución de la protección al medio ambiente.

En este sentido la Generalidad tiene plenas competencias en lo que se refiere a las aguas de las Cuencas Internas del Principado (las de los ríos Muga, Fluvià, Ter, Daró, Tordera, Besòs, Llobregat, Foix, Gaià, Francolí y Riudecanyes), así como de las rieras cercanas a las zonas de costa de la frontera con Francia. Estas Cuencas Internas se subdividen en tres zonas: las Cuencas del Norte, las del Centro y las de Sur. En cambio, en las demarcaciones de poniente (Segre y Garona), así como a las tierras del Ebro, las competencias básicas corresponden al Estado.

En el ejercicio de estas competencias, la Generalidad ha ejercido su función legisladora desde el año 1981. En el Anejo 3 se muestra un repertorio de legislación autonómica en el

tema de aguas. A continuación se comentan algunas de las principales acciones legislativas realizadas en este campo (Costa, 2000a):

1.- **Ley 5/1981, de 4 de junio, sobre desarrollo legislativo en materia de evacuación y tratamiento de aguas residuales (DOGC núm. 133, de 10 de junio de 1981)**: en el año 1981 se legisló en materia de evacuación y tratamiento de aguas residuales, con la creación del canon de saneamiento para financiar los gastos de inversión y explotación de las infraestructuras de saneamiento y depuración.

2.- **Ley 17/1987, de 13 de julio, reguladora de la Administración Hidráulica (DOGC núm. 869, de 27 de julio de 1987)**: En el año 1987 se reguló la Administración Hidráulica de Cataluña, constituida por el Departamento de Política Territorial y Obras Públicas, mediante la Dirección General de Política Hidráulica, que establecía las directrices de planificación hidrológica y la gestión del dominio público hidráulico y coordinaba las actividades de la Junta de Aguas. Y por la Junta de Saneamiento, adscrita años después al Departamento de Medio Ambiente, encargada del saneamiento de las aguas residuales, la aplicación del canon de saneamiento y el control de la calidad de las aguas.

3.- **Ley 5/1990, de 9 de marzo, sobre infraestructuras hidráulicas de Cataluña (DOGC de 5 de abril de 1990)**: en el año 1990 se aprobó la Ley de infraestructuras hidráulicas, que establecía los mecanismos de programación y financiación de las diversas categorías de infraestructuras. Esta Ley, parcialmente derogada por la Ley 6/1999, establecía un sistema de ayudas en que se diferenciaban las actuaciones en mejoras y las transformaciones de nuevos regadíos. Las obras se realizaban mediante una empresa pública, Regs de Catalunya, S.A. (REGSA), y recibían una aportación del 70% en el caso de nuevos regadíos y del 60% para la mejora de regadíos existentes. Las cantidades restantes debían ser satisfechas por los usuarios. Se consideraba que las aportaciones públicas a fondo perdido necesarias para realizar las transformaciones y mejoras serían debidamente reembolsadas mediante el sistema impositivo que grava el aumento de valor de los bienes inmuebles, el mayor valor añadido de las producciones y los correspondientes incrementos de la renta y el patrimonio (Peix, 2001b).

Últimamente, y de acuerdo con los nuevos conceptos que se están debatiendo en Europa en el ámbito de política de aguas, fundamentados en la gestión integrada del recurso, se ha producido un proceso de reorganización legislativa que ha culminado en la legislación emitida en 1998-99, que ha derogado la mayor parte de la normativa anterior (excepto la referente a la promoción y ejecución de regadíos de la Ley de infraestructuras hidráulicas). Entre esta nueva legislación destacan por su importancia:

1.- **Ley 25/1998, de 31 de diciembre, de medidas administrativas, fiscales y de adaptación al euro, por la cual se crea la Agencia Catalana del Agua (DOGC núm. 2797A, de 31 de diciembre de 1998), y Decreto 125/1999, de 4 de mayo, de aprobación de los Estatutos de la Agencia Catalana del Agua**, modificado por el **Decreto 218/1999, de 27 de julio**. El paso previo a la aprobación de la Ley de ordenación, gestión y tributación del agua, ha sido la concentración de las competencias hidráulicas de la Generalidad de Cataluña en un único organismo, la Agencia Catalana del Agua (ACA). Con la aprobación de los Estatutos de la ACA se fusionaron en este organismo la Dirección General de Política Hidráulica, la Junta de Aguas y la Junta de Saneamiento, pasando a depender la entidad de un solo departamento, el Departamento de Medio Ambiente. La ACA se ha constituido como empresa pública con personalidad jurídica propia y plena capacidad de actuar para el cumplimiento de sus funciones. Integra en sus órganos de gobierno a representantes de la Administración, de los usuarios y de entidades representativas vinculadas con el agua.

2.- **Ley 6/1999, de 12 de julio, de ordenación, gestión y tributación del agua (DOGC núm. 2936, de 22 de julio de 1999)**, corregida por la **corrección de errores a la Ley 6/1999 (DOGC núm. 3003, de 27 de octubre de 1999)**. Esta Ley ha supuesto la culminación de un proceso de reorientación en la legislación catalana sobre el agua, encaminado a conseguir una gestión integrada del recurso (suministro y saneamiento), incorporando los principios y objetivos ambientales de la Unión Europea. Además, con ella se unifican las estructuras administrativas de gestión del agua y se instaura el principio de subsidiaridad a favor de la gestión de las entidades locales y se racionaliza y simplifica el canon del agua (Doñate, 2000). Por su importancia, se le dedica un apartado específico.

De toda la legislación existente, hay algunos elementos que, por su interés en este estudio, se desarrollan en detalle a continuación. En primer lugar se analiza la ya citada Ley de ordenación, gestión y tributación del agua, que entre otras disposiciones racionaliza la tributación del agua. En segundo lugar se hace referencia a la legislación reciente sobre protección de acuíferos, muy importante en la zona de estudio, con problemas de contaminación por nitratos. Y por último, se comentan los comúnmente llamados “decretos de sequía”, es decir, los decretos que se promulgan cada vez que existe una situación de alarma en las reservas de agua de Cataluña, estableciendo las medidas excepcionales a adoptar. Estos decretos han afectado sensiblemente a los regadíos de la zona estudiada en los últimos años.

5.4.1. Ley de ordenación, gestión y tributación del agua

La nueva Ley catalana es de naturaleza administrativa y en este sentido tiene por objetivo ordenar las competencias de la Generalidad y las de las entidades locales en materia de aguas y de obras hidráulicas. La Ley regula la organización de la Administración Hidráulica de Cataluña mediante una actuación descentralizadora, coordinadora e integradora que debe comprender la preservación, la protección y la mejora del medio, y establecer un nuevo régimen económico-financiero y de planificación del ciclo hidrológico (Doñate, 2000).

Esta ordenación administrativa se enmarca en el ámbito de la regulación estatal del dominio público y del aprovechamiento del agua que aplica el principio general del carácter público en materia de aguas continentales.

La Ley establece las bases de ordenación del ciclo del agua mediante su gestión integrada, que va desde el abastecimiento en alta, pasando por el suministro domiciliario o en baja, el saneamiento de las aguas residuales, hasta el retorno del agua al medio (Doñate, 2000). Esta orientación rompe la dicotomía tradicional que enfrentaba el bloque constructivista hidráulico *versus* el planteamiento ambientalista y centrado en el saneamiento de las aguas (Lacambra, 2000).

Esta Ley también regula la creación de las Entidades Locales del Agua (ELA), que son órganos de cooperación entre las entidades locales y la ACA. Se distinguen dos tipos de ELA: las ELA básicas son los órganos capacitados para gestionar íntegramente uno o más sistemas públicos de saneamiento o de suministro para los municipios que las integran; las ELA cualificadas son órganos supramunicipales para la gestión integrada del agua en una cuenca o una porción de cuenca fluvial.

Otra novedad es la creación del sistema público de saneamiento como unidad básica para la prestación del servicio integral de tratamiento y evacuación de aguas residuales. Las ELA gestionan el sistema de saneamiento de su ámbito municipal.

El carácter ambiental del nuevo modelo de intervención sobre el agua en Cataluña se refleja de forma decidida en el capítulo IV de la Ley, donde se establece un nuevo régimen de planificación hidrológica, basado en el Distrito de Cuenca Fluvial como unidad básica de gestión (Casado y Padrós, 2000). Se integran los objetivos de disponibilidad y calidad del recurso y la preservación del ecosistema fluvial. La planificación del Distrito de Cuenca Fluvial de Cataluña está integrada por el Plan de gestión, el Programa de medidas, el Programa de control y los programas y planes de gestión específicos para tratar aspectos individualizados de la gestión del agua. Esta planificación debe permitir disponer de un inventario de los recursos hídricos en calidad y cantidad; recuperar los caudales ecológicos y la calidad de las aguas; controlar captaciones y vertidos; ahorrar, optimizar y mejorar la eficiencia en el uso del agua, y reutilizar el agua depurada (Costa, 2000a). También se determina la participación de la Generalidad y, si cabe, de las entidades beneficiarias en la financiación de cada actuación.

La Ley pretende también la simplificación y racionalización de la tributación sobre el agua. Esto se logra sustituyendo los anteriores tributos existentes, esto es, el canon de infraestructura hidráulica (que grava el consumo del agua, tanto a través de la red de suministro como de captaciones propias), el incremento de tarifa de saneamiento (destinado a financiar instalaciones públicas de saneamiento, cuando el agua es suministrada por una entidad de suministro) y el canon de saneamiento de la Generalidad (con el mismo fin que el anterior, aplicable cuando el agua procede de aprovechamientos efectuados por los mismos usuarios), por un nuevo **canon del agua** como ingreso específico del régimen económico-financiero de la ACA, que la Ley define como un "impuesto de finalidad ecológica". Constituyen el hecho imponible del impuesto el uso real o potencial del agua y la contaminación que su vertido puede producir, incluyendo los usos de tipo indirecto procedentes de aguas fluviales o escorrentías, asociados o no a un proceso productivo. Este canon está destinado a prevenir la contaminación en origen y recuperar y mantener los caudales ecológicos; conseguir otros objetivos de la planificación y particularmente la dotación de gastos de inversión y explotación de las infraestructuras previstas, y otros gastos generados por las funciones de la ACA. Se declaran exentos del canon varios usos concretos, de los que se destaca por su interés en este estudio el uso agrícola. En efecto, el consumo agrícola está exento del canon, excepto en los casos en que haya contaminación de carácter especial por la naturaleza o cantidad de abonos, pesticidas o materia orgánica, comprobado por los servicios de la Administración competente. Otros tributos vigentes contemplados por la Ley son el **canon de ocupación**, que grava la ocupación o utilización de bienes del dominio público hidráulico, el **canon de regulación**, que afecta a los beneficiarios de obras de regulación superficiales o subterráneas explotadas por la Generalidad y la **tarifa de utilización de agua**, que afecta a los beneficiarios de obras hidráulicas específicas, financiadas por la Generalidad. Estos dos últimos tributos tienen como objetivo compensar los costes de inversión de las obras realizadas, así como cubrir los gastos de explotación y conservación de las mismas.

Es interesante comentar que los primeros borradores de esta Ley incluían un gravamen para el canon del agua sobre los riegos agrícolas. La propuesta generó la oposición del sector y fue retirada. También el proyecto presentado por el gobierno mantenía un gravamen reducido para el uso de agua en explotaciones ganaderas de mediana y gran capacidad. Durante el trámite parlamentario también se retiró. Por el contrario, otros riegos destinados a usos no agrícolas, sí tributan: el agua empleada en el riego de campos de golf tributa un gravamen de 0,08 €/m³ (valor del año 2000).

También es de destacar que en la zona de estudio, el pago de estos tributos presenta ciertas particularidades. A los regadíos históricos (Sèquia Vinyals, Reg del Molí de Pals y Presa de Colomers) se les reconoce el derecho de riego existente antes de la realización de ninguna obra hidráulica, con lo que se les exige de pagar el canon de regulación y la tarifa de utilización del agua. Por otra parte los regadíos del Muga y de la Zona de Cervià de Ter se realizaron con la ayuda de la Administración, con lo que deberían pagar canon y tarifa, pero algunas irregularidades en estos pagos han acabado en enfrentamientos en los tribunales entre los regantes y la Administración.

El hecho de dar este trato diferencial al agua utilizada en agricultura ha provocado repuestas adversas por parte de distintos expertos. Tello (2000) afirma que esta exoneración del uso agrícola del agua del pago del tributo “coincide bien poco con los planteamientos de las directivas de la UE, tanto en la planificación hidrológica como en la política agraria”. Además, “se sigue manteniendo un muro de separación entre la economía del agua practicada a la agricultura y al resto de sectores”. El autor indica que es inevitable que los contribuyentes se cuestionen el sentido de seguir subvencionando el abastecimiento de agua para regar unos cultivos que también están subvencionados, y que frecuentemente son excedentarios. Para demostrar este comentario, se aportan las siguientes cifras: en España, el año 1991, los regantes pagaban de media unos 0,04 €/m³, mientras que el coste medio del abastecimiento rondaba los 0,11 €/m³. Esto significa que el sector agrario apenas pagaba el 40% del agua que consumía, recibiendo por esta vía una subvención anual de unos 1.980 millones de euros, según Naredo y Gascó (1994). Sin embargo, distintos autores coinciden en afirmar que los contrastes son muy grandes entre distintas zonas y estructuras de riego, y que las generalizaciones pueden no ajustarse a la realidad. Además, tampoco hay unanimidad en las cifras antes mencionadas: Arrojo (1999), por ejemplo, considera que el precio medio pagado por los regantes españoles por el agua es de unos 0,01 €/m³, inferior incluso al considerado por Naredo y Gascó.

Lo que sí parece claro es que la eficiencia del agua empleada en la agricultura es bastante diversa, pero muy baja en un porcentaje demasiado elevado de las superficies regadas. Un estudio en detalle del aprovechamiento del agua en los riegos del Canal de Urgell realizado en el municipio de Arbeca muestra que la eficiencia media no supera el 30%, perdiéndose la mayor parte por percolación. En cambio, la mayor adecuación del sistema de riego al tipo de suelo permite que en Linyola los mismos cultivos aprovechen el agua en un 86%, y las pérdidas por percolación sólo sean del 6% (Barragán *et al.*, 1999). Así pues, la mejora de los sistemas de riego y la modernización ambiental de los regadíos podrían suponer un gran potencial de agua que podría estar disponible para otros usos.

Tal como señala Naredo (1997), esta baja eficiencia de los usos agrarios del agua está relacionada con las barreras institucionales y económicas que aíslan las dotaciones hídricas de este sector en un compartimento estanco: “el principal escollo institucional a remover es el que congela las disponibilidades de agua en tres compartimentos estancos: el de agua para riego, el de agua para abastecimiento urbano e industrial y el del agua envasada o de mesa. La disparidad de precios a los que se facturan las cantidades de agua utilizada en cada uno de estos tres mundos aislados es tan grande, que parecería indicar que no proceden del mismo ciclo hidrológico o que las separan diferencias de calidad mucho más generales y marcadas de las que en realidad se observan: en el primero de estos mundos es corriente que se estén pagando cerca de una peseta por metro cúbico, mientras que en el segundo se pagan del orden de cien pesetas por metro cúbico y en el tercero muchos miles de pesetas por metro cúbico... Estas disparidades de precios o tarifas se prolongan en el interior de cada uno de los colectivos de usuarios, sin razones económicas que las justifiquen”.

Muchos autores, como indica Tello (2000), opinan que es preferible mejorar la eficiencia del regadío existente a aumentar la superficie de regadío disponible, contribuyendo así al ahorro del recurso. El mismo autor opina que la solución al problema del mundo rural catalán (aún más acentuado en las zonas de secano) no pasa por seguir subvencionando el agua de una forma económicamente distorsionadora y ambientalmente insostenible, sino por realizar un cambio de planteamiento: dejar de subvencionar el agua o los combustibles y subvencionar directamente a las explotaciones por su función de elementos vertebradores del equilibrio territorial y socioambiental. Según el autor, con estas acciones se conseguiría que los agricultores pagasen realmente por el agua que consumen, utilizándola así de un modo más eficiente y garantizando en el fondo una mayor estabilidad a largo plazo.

Dejando de lado el tratamiento específico del uso del agua agrícola, algunos autores, como Casado y Padrós (2000) consideran que esta Ley supone un avance significativo para la gestión del agua en Cataluña, destacando como aspectos más relevantes el tratamiento integral que se da al agua, en línea con las nuevas tendencias comunitarias. Estos autores opinan que se trata de “una buena Ley que posibilita nuevas perspectivas para una gestión sostenible de un recurso natural escaso, pero de un innegable valor económico y social”. Y acaban destacando que para conseguir estos objetivos “será necesario que las prescripciones de la Ley se hagan efectivas y esto requerirá disponer de una financiación suficiente”.

5.4.2. Legislación autonómica sobre protección de acuíferos

La legislación vigente en Cataluña sobre protección de acuíferos engloba una serie de normas que tratan un aspecto muy específico de la gestión de aguas. Aún así, se ha considerado necesario incluirla en esta revisión de la legislación autonómica sobre aguas por la importancia de la misma en parte del área de estudio, donde se han detectado problemas de contaminación de acuíferos por nitratos.

Para intentar afrontar este problema, y de acuerdo con la **Directiva 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura**, se han desarrollado tres procesos (Costa, 2000b):

1.- Se han definido las zonas vulnerables. La zona de estudio es una de las 6 zonas vulnerables en relación a la contaminación de nitratos designadas en el **Decreto 283/1998, de 21 de octubre, de designación de las zonas vulnerables en relación a la contaminación de nitratos procedentes de fuentes agrarias (DOGC núm. 2760, de 6 de noviembre de 1998)**. Esta zona incluye 26 municipios del Alt Empordà, 17 del Baix Empordà, 10 del Gironès y 5 del Pla de l'Estany. Estos nitratos proceden mayoritariamente de deyecciones ganaderas. En el año 2000 el Departamento de Medio Ambiente de la Generalidad de Cataluña consideraba que el excedente de purines existente en la zona en cuestión era de 220.000 toneladas anuales, 100.000 en el Pla de l'Estany, 90.000 en el Alt Empordà y 30.000 en el Baix Empordà.

2.- Se ha elaborado un Código de buenas prácticas agrarias mediante la **Orden de 22 de octubre de 1998, del Código de buenas prácticas agrarias en relación al nitrógeno (DOGC núm. 2761, de 11 de noviembre de 1998)**. Se trata de una serie de recomendaciones para la adecuada gestión de la fertilización nitrogenada, con el objetivo de minimizar la contaminación del agua y hacer compatible esta gestión con la continuidad de la actividad agrícola.

3.- Se han establecido programas de actuación para las zonas vulnerables mediante el **Decreto 205/2000, de 13 de junio, de aprobación del programa de medidas agronómicas aplicables a las zonas vulnerables en relación a la contaminación de nitratos procedentes de fuentes agrarias (DOGC núm. 3168, de 26 de junio de 2000)**. Con una duración de 4 años a partir de junio de 2000, establece medidas obligatorias en todas las áreas vulnerables: cantidades máximas de fertilizantes en función del cultivo, períodos en los que no se pueden aplicar fertilizantes y capacidad de almacenaje necesaria para las deyecciones ganaderas.

5.4.3. Legislación autonómica sobre medidas excepcionales en relación a los usos de los recursos hidráulicos por reducción de las reservas

Los decretos promulgados en los últimos años para hacer frente a situaciones excepcionales de posible insuficiencia en el suministro, por el bajo nivel de las reservas del recurso, son:

1.- En el año 1999: **Decreto 94/1999, de 6 de abril, de adopción de medidas excepcionales en relación a la utilización de los recursos hidráulicos al amparo del artículo 56 de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de aguas (DOGC núm. 2865, de 12 de abril de 1999)**.

2.- En el año 2000: **Decreto 168/2000, de 2 de mayo, de adopción de medidas excepcionales en relación a la utilización de los recursos hidráulicos (DOGC núm. 3141, de 17 de mayo de 2000)**.

3.- En el año 2002: **Decreto 22/2002, de 22 de enero, de establecimiento y mejora de las medidas para la gestión de los recursos hídricos (DOGC núm. 3568, de 5 de febrero de 2002)**, modificado por el **Decreto 114/2002, de 2 de abril, de modificación del Decreto 22/2002, de 22 de enero, de establecimiento y mejora de las medidas para la gestión de los recursos hídricos (DOGC núm. 3616, de 16 de abril de 2002)**.

En estos decretos se priorizan los usos sociales (consumo de la población) sobre los de regadío, limitando las cantidades de agua destinadas al riego en función del volumen de agua disponible en los embalses. Es de destacar que se concede un trato especial a los cultivos frutales permanentes (a los que se destina un caudal específico para evitar daños irreversibles a las plantaciones). Además, también se establecen las cantidades máximas de agua no procedente de depuradora de aguas residuales que se puede emplear para el riego de los campos de golf. En este sentido, el Decreto 114/2002 ha llegado al extremo de prohibir totalmente el riego de los campos de golf con agua no procedente de depuradora, mientras el mismo sea vigente.

Además, en este año se ha producido otra actuación novedosa: según la **Orden ARP/54/2002, de 4 de marzo de 2002** excepcionalmente se ha permitido aumentar el límite de superficie destinada a retirada voluntaria hasta un 65% del regadío para los agricultores con la obligación de retirar un 10% de la superficie acogida a ayudas por superficie. Para los agricultores carentes de dicha obligación, la retirada voluntaria puede alcanzar el 75%. Esta medida se ha tomado para compensar el hecho de que, ante las previsiones de falta de disponibilidad de agua, una parte importante de la superficie destinada a la siembra de cultivos de verano se ha dejado sin cultivar. De esta forma se intenta compensar una parte de la disminución de la renta de los agricultores afectados.

5.5. Otros aspectos legislativos

Aparte de la legislación dedicada directamente a la gestión del agua, existen otras disposiciones que también afectan a este recurso. En el caso concreto del sector agropecuario, es evidente que las variaciones en la Política Agraria Comunitaria (PAC) pueden tener inmediatas repercusiones en el consumo agrícola de agua de las zonas afectadas. Según Castillo (1998b), el factor mercado-PAC es muy importante al realizar previsiones sobre regadíos. La PAC impone a cada país una oferta limitada en la superficie en riego dedicada a determinados cultivos, y en otros, a su cantidad o volumen producido. Si se amplía la superficie regada, este incremento de superficie o producción de mayor cantidad que la marcada, provoca una penalización sobre la base de estas superficies o volúmenes máximos garantizados por una doble vía: no subvencionando los excedentes cultivados o producidos y detrayendo en la campaña siguiente dichos excedentes. Castillo (1998b) correlaciona el binomio mercado-PAC para adecuar la oferta a la demanda, clasificando los cultivos en cuatro grupos:

- 1.- Prioritarios: maíz, cereales-pienso, arroz, hortalizas tempranas, girasol, cítricos-mandarinas, algodón y patata extratemprana.
- 2.- Recomendables: frutos tempranos, cítricos-limón, patata temprana, soja, tabaco y proteaginosas.
- 3.- Rechazables: trigos panificables, remolacha azucarera, patata media estación y tardía, frutos tardíos y hortalizas tardías.
- 4.- De especial consideración: vid, olivo, cultivos para la extracción de almidón, alcoholes, fécula, gluten y producción de madera.

En este sentido la Agenda 2000 puede tener una fuerte influencia en la agricultura y el mundo rural de Cataluña. Según Bes (1999), sus aspectos más significativos son:

- 1.- La reforma que propone la Agenda 2000 se basa en dos sentidos básicos para la economía de las zonas rurales: la política de precios y la política de desarrollo rural.
- 2.- La reforma no hace otra cosa que anticiparse a dos hechos: la próxima ronda de negociaciones de la Organización Mundial del Comercio, que prevé unos criterios más liberalizadores y de reducción de ayudas, y a preparar la adhesión a la Unión Europea de seis nuevos países en una primera fase y de otros cinco en un futuro más lejano.
- 3.- Combina una bajada en los precios de garantía de los productos con unas ayudas que sólo cubren parcialmente este descenso previsto de los precios institucionales.
- 4.- Recomienda adaptar las producciones a la demanda futura de los consumidores y de los mercados comunitarios y mundiales.
- 5.- Siguen preocupando los excedentes de cereales, productos lácteos, vinos y aceite de oliva.
- 6.- Se introduce el concepto de desarrollo rural integral.
- 7.- Se introducen objetivos medioambientales.

8.- Se diseña una nueva forma de aplicar la política rural, con una concepción integrada y regional, pero con notables limitaciones para las regiones más desarrolladas.

9.- Se da más protagonismo al propio sector en la participación en las actuaciones de gestión de mercados y de desarrollo rural.

10.- Refuerza el sistema de actuaciones cofinanciadas, lo cual obliga a una mayor participación de los gobiernos nacionales y regionales.

Aún teniendo en cuenta la previsible influencia que la PAC podría ejercer sobre la distribución de cultivos en el territorio español, y por tanto, en el regadío, algunos autores encuentran resultados en sentido contrario. Vergés (2000), en un estudio en que analiza el impacto sobre el regadío español de la política agraria comunitaria y de la supuesta implementación del principio de recuperación íntegra de costes en el suministro del agua, concluye que en España esta política no parece haber estimulado el crecimiento del regadío, al contrario de lo que ha ocurrido en otros países de la UE. El autor destaca que el impacto sobre el regadío de la aplicación de tarifas *full-cost recovery* sería muy superior al efecto de la PAC.

Algunos autores temen que con la entrada de nuevos países en la UE, España deje de tener la consideración de “país poco favorecido” (comparando su PIB con el PIB medio europeo) y deje de tener derecho a los Fondos de Cohesión. Sin embargo, todo esto son especulaciones, pues se desconoce la evolución de la política comunitaria en este sentido. Con la próxima incorporación de los PECOs (Países de Europa Central y Oriental) a la UE, España dejará de ser “el más pobre de los ricos” para ocupar el lugar de “el más rico de los pobres” (Castillo, 1999), con las posibles repercusiones en lo referente a las ayudas a recibir.

Además, deben considerarse las características de los países que aspiran al ingreso en la UE. Los 5 primeros aspirantes aportarán una Superficie Agrícola Útil Total (SAU-T) de casi 25 millones de ha, de ellas unas 340.000 de Superficie Agrícola Útil en Riego (SAU-R), que sólo representa el 1,4% de la SAU-T, por lo que tienen una extraordinaria potencialidad para el incremento de las superficies regables, y consecuentemente de sus producciones, con unos precios inferiores a los de la actual UE. Ante esta perspectiva algunos autores como Castillo (1999) afirman que la superficie en regadío en España puede y debe incrementarse; esta afirmación se basa sobretodo en criterios productivos y de interpretación de previsiones del Plan Nacional de Regadíos.

Un ejemplo de la importancia de la interrelación entre las políticas agrarias y las políticas ambientales a nivel de gestión del agua de riego es el Proyecto WADI (“The sustainability of European irrigated agriculture under Water Directive and Agenda 2000”, perteneciente al programa temático de investigación europeo “Energy, Environment and Sustainable Development”, referencia EVK-1-CT-2000-00057), actualmente en fase de ejecución. Este proyecto tiene por objetivos el análisis del efecto conjunto de la implantación de la reforma de la Agenda 2000 y de la Directiva marco de aguas sobre la sostenibilidad de la agricultura de regadío europea. En él se pretende realizar un amplio análisis de la sostenibilidad futura del regadío desde los puntos de vista del impacto económico (renta agrícola), el impacto social (puestos de trabajo y desarrollo rural) y los efectos medioambientales (consumo de agua y fertilizantes). Esta tesis forma parte de dicho proyecto de investigación.

6. LA MODELIZACIÓN MULTICRITERIO. MARCO TEÓRICO

A partir de los años 70 se ha producido una importante revolución en la concepción de los paradigmas considerados en el ámbito de los problemas de toma de decisiones, con la aparición del paradigma multicriterio como respuesta a las limitaciones del hasta entonces generalmente aceptado paradigma tradicional. A continuación se describen brevemente estos dos enfoques.

Posteriormente se exponen los conceptos básicos empleados en el análisis decisional, así como los principales enfoques de metodologías de programación aplicables en este tipo de problemas.

6.1. El paradigma tradicional

En los procesos de toma de decisiones analizados desde una óptica tradicional, el primer paso consistía en establecer el conjunto de soluciones posibles del problema de decisión considerado; es decir, aquellas que no incumplen las restricciones del problema. A continuación se establecía una ordenación de las soluciones factibles. Seguidamente, mediante alguno de los diversos métodos existentes, se procedía a identificar entre las soluciones factibles la solución óptima, es decir, la más deseable. Este sencillo marco de análisis es el que subyace en cualquier problema de decisión investigado dentro del paradigma tradicional de la optimización (Romero, 1993).

Este ordenamiento de las soluciones factibles y la obtención de las soluciones óptimas ha sido abordado tradicionalmente por la Ciencia Económica a través del criterio de maximización del beneficio. A nivel de empresa, la Microeconomía se basa en este concepto para desarrollar toda su Teoría de la Producción, basada en los modelos de curvas de oferta. Paralelamente, y considerando como objetivo de los consumidores la maximización de la utilidad, se genera la Teoría de la Demanda, basada en los modelos de curvas de demanda. De la confrontación de las dos teorías anteriores surge la Teoría de Mercados.

Este enfoque ha permitido el estudio de distintos problemas económicos con indudable éxito. El paradigma tradicional posee una gran solidez desde el punto de vista lógico, pero presenta ocasionalmente debilidades desde un punto de vista de contenido empírico (Berbel *et al.*, 1999). El estudio de la realidad permite observar que los centros de decisión (empresarios y consumidores) no toman sus decisiones basándose en un único criterio, como supone el paradigma tradicional. Por el contrario, las decisiones se suelen tomar sobre la base de distintos y a veces contrapuestos criterios u objetivos. Cuando un

empresario toma una decisión no se fija sólo en el criterio de maximización del beneficio; también su aversión o propensión al riesgo, sus prioridades de crecimiento o expansión, o la estabilidad a largo plazo pueden afectar decisivamente a la decisión resultante.

Estas consideraciones han llevado a la aparición de una corriente de opinión según la cual la aplicación exclusiva del principio de maximización de beneficios no describe de modo realista el comportamiento del empresario.

Diversos autores como Cohon (1978), Roy (1980), Zeleny (1982), Goicoechea *et al.* (1982) y Romero y Rehman (1989) afirman que la consideración de un único criterio no se ajusta a lo que ocurre en los procesos reales de toma de decisiones, ya que salvo casos particulares, los problemas reales se presentan bajo múltiples criterios, que en la mayoría de las ocasiones muestran un claro conflicto entre ellos.

Centrando el tema en la toma de decisiones de los agricultores, diversos autores han matizado la metodología del paradigma tradicional para adaptarla a los procesos reales de toma de decisiones. Algunos ejemplos de los mismos se exponen a continuación. Gasson (1973) indica que para explicar y predecir el comportamiento de los agricultores es necesario comprender sus motivaciones, así como los recursos que disponen y las restricciones que les afectan. Harper y Eastman (1980) demuestran la factibilidad de desarrollar un orden jerárquico de objetivos en pequeñas explotaciones estadounidenses, destacando la preferencia por la calidad de vida familiar sobre los beneficios económicos de la explotación. Cary y Holmes (1982) exponen la importancia de conocer los objetivos de los agricultores para entender sus prioridades a la hora de elegir una estrategia de manejo en sus explotaciones. Rehman y Romero (1993) realizan una revisión de los principales métodos de toma de decisiones multicriterio aplicados a la toma de decisiones agrarias, incidiendo en los aspectos teóricos y prácticos de los mismos. Gómez-Limón y Berbel (1995) estiman la importancia relativa de los objetivos de los agricultores del regadío cordobés, destacando la aversión al riesgo mostrada por los mismos, quienes no consideran la maximización del beneficio como objetivo prioritario. Sumpsi *et al.* (1996) concluyen que la conducta de los agricultores de la Vega de Córdoba se explica por un compromiso entre múltiples objetivos.

Aceptando pues la existencia de diversos objetivos que intentan abordar los empresarios (en el presente estudio, agricultores regantes) de forma simultánea, debe analizarse el problema económico dentro del entorno de un nuevo paradigma de elección: el paradigma multicriterio.

6.2. El paradigma multicriterio

El análisis de problemas decisionales con criterios múltiples constituye quizás el área de desarrollo más activo en los últimos años en el campo de la Teoría de decisión (Berbel *et al.*, 1999).

Como primer paso para la exposición de la estructura del paradigma multicriterio se introducen una serie de conceptos (Romero, 1993):

Atributos: valores del centro decisor relacionados con una realidad objetiva. Se expresan como una función matemática $f(x)$ de las variables de decisión.

Objetivos: direcciones de mejora de los atributos. Implican la maximización o minimización de las funciones que corresponden a los atributos que reflejan los valores del centro decisor. En general, toman la forma $Max f(x)$ o $Min f(x)$.

Niveles de aspiración: representan un nivel aceptable de logro para el correspondiente atributo. Se representa por el símbolo t .

Metas: restricciones blandas que pueden dejar de cumplirse sin que por ello se generen soluciones imposibles, generadas por la combinación de un atributo con un nivel de aspiración. Así pues, se representa por expresiones del tipo $f(x) > t$, $f(x) \geq t$, $f(x) = t$, $f(x) \leq t$, $f(x) < t$, etc.

Criterios: constituyen los atributos, objetivos o metas que se consideran relevantes para un cierto problema decisional.

A la vista de estas definiciones cabe preguntarse si existe alguna diferencia entre las metas y las restricciones tradicionales. La respuesta es que sí, pues mientras que en una meta el nivel de aspiración representa un valor deseado por el centro decisor que puede o no ser alcanzado, en una restricción tradicional el término de la derecha de la desigualdad debe de alcanzarse o nos encontraremos con una solución no factible o inalcanzable.

La cantidad de incumplimiento de una meta puede medirse introduciendo dos variables de desviación, una negativa (n) y la otra positiva (p):

$$f(x) + n - p = t \quad [1]$$

Donde n cuantifica la falta de logro de una meta y p el exceso de logro de una meta.

Otros conceptos destacables dentro del paradigma multicriterio son definidos por Arias (1990):

Solución factible: aquella que cumple las restricciones a que está sometido el problema; es decir, son todos los puntos del subconjunto de soluciones alcanzables o posibles.

Solución óptima: aquella en la que se alcanza, simultáneamente, el valor ideal para todas las aspiraciones del decisor (máximo o mínimo, según la dirección de los objetivos). En decisiones multicriterio, dado el posible conflicto entre objetivos, no cabe esperar una única solución óptima, estableciéndose en su lugar el concepto de solución eficiente.

Solución eficiente o no-dominada: se obtiene una solución eficiente cuando, dado un problema multicriterio, el valor de un criterio no se puede mejorar sin que se produzca un empeoramiento en, al menos, otro de los criterios.

Solución preferida: es la solución eficiente seleccionada por el decisor.

Tasa de intercambio o trade-off: expresa la relación de intercambio entre dos criterios, reflejando la cantidad de logro que debe sacrificarse en uno de ellos para mejorar una unidad el otro. Es un buen índice para medir el coste de oportunidad de un criterio en términos de los otros criterios considerados.

Tabla de pay-offs: matriz cuadrada de dimensiones ($p \times p$), siendo p el número de criterios y cuyos elementos son los valores alcanzados por los criterios cuando se optimiza de forma aislada cada uno de ellos. El mejor valor es su ideal y su peor valor el antiideal.

A partir de estas definiciones previas se puede realizar una primera aproximación metodológica a los diferentes enfoques multicriterio. Las distintas técnicas suelen clasificarse en función del número de alternativas a considerar: por una parte existen los métodos multicriterio que trabajan en contexto continuo (considerando un número infinito de alternativas) y por otra los métodos multicriterio discretos (en los que se evalúan un número finito de alternativas). Aparte de estos métodos, existen otros basados en la interactividad entre modelo y centro decisor, modulada por el analista: se trata del enfoque interactivo multicriterio.

A) La programación multiobjetivo:

La programación multiobjetivo, también denominada optimización vectorial, constituye un enfoque multicriterio de gran potencialidad cuando el contexto decisional está definido por una serie de objetivos a optimizar que deben de satisfacer un determinado conjunto de restricciones (Romero, 1993).

Como la optimización simultánea de todos los objetivos es habitualmente imposible, lo que se pretende es establecer el conjunto de soluciones eficientes o Pareto óptimas¹.

Este conjunto de soluciones se obtiene a través de un programa multiobjetivo con una estructura general como la que aparece a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Eff } f(x) &= [f_1(x), \dots, f_i(x), \dots, f_q(x)] \\ \text{Sujeto a } x &\in F \end{aligned} \quad [2]$$

Siendo:

Eff : búsqueda de soluciones eficientes

$f_i(x)$: expresión matemática del atributo i -ésimo

x : vector de variables de decisión

F : conjunto de restricciones que definen el conjunto de soluciones posibles.

Para la obtención de este conjunto eficiente suele ser conveniente el cálculo previo de la *matriz de pagos*. La mecánica operativa para obtener la matriz de pagos puede resumirse de la siguiente manera: se optimiza cada objetivo por separado y seguidamente se calculan los valores alcanzados por los demás objetivos en cada solución óptima. De esta forma, se obtiene una matriz cuadrada cuya dimensión coincide con el número de objetivos:

¹ En 1986 Vilfredo Pareto introdujo dentro del marco de la economía del bienestar un concepto de optimalidad que ha recibido su nombre. Pareto considera que una colectividad se encuentra en un estado óptimo si ninguna persona de esta colectividad puede mejorar su situación sin que empeore la situación de alguna otra persona.

Dentro del campo multicriterio se considera que un conjunto de soluciones es Pareto óptima cuando está formado por soluciones factibles tales que no existe otra solución factible que proporcione una mejora en un atributo sin producir un empeoramiento en al menos otro de los atributos.

Puede decirse que la eficiencia paretiana es una condición exigida como necesaria para poder garantizar la racionalidad de las soluciones generadas por los diferentes enfoques multicriterio (Romero, 1993).

$$\begin{pmatrix} f_{11}^* & \dots & f_{1i} & \dots & f_{1q} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{i1} & \dots & f_i^* & \dots & f_{iq} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{q1} & \dots & f_{q2} & \dots & f_q^* \end{pmatrix} \quad [3]$$

En esta matriz los elementos f_{ij} representan el valor alcanzado por el objetivo de la columna j ($f_j(x)$) cuando se optimiza el objetivo de la fila i ($f_i(x)$). Así, el valor f_i^* se corresponderá con el valor óptimo del objetivo i (es decir, el valor alcanzado por el objetivo i cuando se optimiza el mismo). Se dice que dos objetivos a y b están en conflicto cuando el valor óptimo f_a^* y el valor alcanzado por el objetivo a al optimizar b (f_{ba}) son muy distintos, mientras que f_b^* y f_{ab} también difieren considerablemente.

Los elementos de la diagonal principal de la matriz de pagos suelen recibir el nombre de *punto ideal*; es decir, la solución en la que todos los objetivos alcanzan su valor óptimo. Dicho punto es inalcanzable puesto que en la mayoría de los contextos decisionales reales, los objetivos a considerar entran en conflicto entre sí.

El propósito de la programación multiobjetivo consiste en segregarse del conjunto de soluciones posibles un subconjunto cuyos elementos gocen de optimalidad paretiana. Tal tarea se aborda utilizando una información estrictamente técnica y matemática, sin incorporar al análisis ninguna información sobre las preferencias del decisor. Por tanto, la operatividad de la programación multiobjetivo consistirá en desarrollar una serie de técnicas que permitan, a partir de la estructura de modelos como el expuesto en [2], generar el conjunto de soluciones eficientes o Pareto óptimas.

Algunos de estos métodos son el *método de las restricciones*, el *método de las ponderaciones*, el *NISE (noninferior set estimation)* y el *simplex multicriterio*.

Para ampliar información sobre programación multiobjetivo se puede consultar Romero (1993). Para ver aplicaciones prácticas, además del texto citado se puede consultar Romero y Rehman (1989) y Alonso e Iruretagoyena (1989).

Para continuar avanzando en el proceso decisional, el siguiente paso será elegir de entre las soluciones eficientes aquellas que resulten óptimas para el centro decisor. Un procedimiento que aborda esta tarea es la *programación compromiso* (Berbel et al., 1999).

B) La programación compromiso:

En la programación compromiso propuesta por Yu (1973) y Zeleny (1973), se utiliza el punto ideal como un punto de referencia para el centro decisor. Como en dicho punto cada objetivo alcanza su valor óptimo, un comportamiento racional lógico sería elegir el punto eficiente más próximo al punto ideal. Mediante este enfoque se irá reduciendo el tamaño del conjunto eficiente, determinando aquellos subconjuntos más próximos al punto ideal. Los subconjuntos encontrados representan políticas equilibradas entre objetivos en conflicto, pero sin subordinar un objetivo a otro. A estos subconjuntos se les denomina solución compromiso y entre ellos se encontrará, con toda probabilidad, la elección por la que opta el centro decisor. Finalmente debe ser el centro decisor quien elija la opción más adecuada a la resolución del problema.

La programación multiobjetivo, enfocada como una técnica que permite segregar del conjunto de soluciones las eficientes desde el punto de vista de Pareto, complementada con la forma de introducir las preferencias del centro decisor que propone la programación compromiso, hace que la unión de ambos enfoques constituya un potente instrumento para analizar problemas decisionales. Pero en problemas de tamaño relativamente elevado disminuye considerablemente la utilidad de este enfoque, ya que por una parte se dificulta la determinación del conjunto eficiente, y por otra parte este conjunto eficiente puede estar formado por tantos puntos extremos eficientes que su aprovechamiento práctico sea casi nulo (Romero, 1993).

Así pues, en problemas complejos que conllevan la formulación de modelos de cierto tamaño, los enfoques multicriterio expuestos han de dejar paso a otros enfoques quizás con una solidez teórica inferior pero con una operatividad muy superior, como la *programación por metas* (Berbel *et al.*, 1999).

Más información sobre programación compromiso se puede hallar en Romero (1993). En Romero y Rehman (1989) y Alonso e Iruretagoyena (1989) se pueden consultar aplicaciones prácticas de la misma.

C) La programación por metas:

En organizaciones complejas, en las que existirá información incompleta, multiplicidad de objetivos y conflictos de intereses, se considera que un centro decisor, como difícilmente podrá optimizar nada, lo que hará es intentar que una serie de metas relevantes se aproximen lo más posible a unos niveles de aspiración fijados de antemano (Berbel *et al.*, 1999). En este sentido puede decirse que la programación por metas se aleja de la filosofía de optimización, entroncándose con la filosofías satisficentes en la línea propuesta por el economista Herbert Simon (Romero, 1993).

La programación por metas fue introducida por Charnes *et al.* (1955). En esta técnica, el primer paso en la formulación de un modelo consiste en fijar los atributos que se consideran relevantes para el problema. Luego se pasa a determinar el nivel de aspiración que corresponde a cada atributo. Seguidamente se relaciona el atributo con el nivel de aspiración, mediante la introducción de las variables de desviación negativa (n_i) y positiva (p_i). Lógicamente, como mínimo una de estas dos variables debe ser 0.

El paso siguiente consiste en proceder a la minimización de dichas variables de desviación. Según el proceso de minimización adoptado se origina una de las posibles variantes de la programación por metas. Algunas de dichas variantes son la *programación por metas lexicográficas*, la *programación por metas ponderadas*, la *programación por metas MINIMAX* y la *programación multimetras*.

Romero (1993) expone detalladamente estas metodologías. En Romero y Rehman (1989) se pueden hallar aplicaciones prácticas.

D) Los métodos multicriterio discretos:

Mientras que los métodos analizados anteriormente son aplicables a problemas decisionales que parten de un conjunto factible de soluciones continuo, este enfoque se aplica en problemas decisionales discretos, es decir, con un número de alternativas a considerar finito y normalmente no muy elevado, que deben evaluarse en base a varios atributos (contexto

de decisión de atributos múltiples). Aunque la mayoría de los métodos anteriores son aplicables a problemas multicriterio discretos, los que se describen en este apartado están especialmente diseñados para el contexto discreto.

La base de un problema decisional multicriterio discreto consiste en plantear una *matriz decisional*, en la que se representan los resultados (R_{ij}) alcanzados por cada alternativa o elección (E_i) en cada uno de los atributos considerados (A_j).

$$\begin{matrix}
 & A_1 & \dots & A_j & \dots & A_n \\
 E_1 & \left(\begin{matrix} R_{11} & \dots & R_{1j} & \dots & R_{1n} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 E_i & R_{i1} & \dots & R_{ij} & \dots & R_{in} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 E_m & R_{m1} & \dots & R_{mj} & \dots & R_{mn} \end{matrix} \right) & & & & & & [4]
 \end{matrix}$$

Para abordar este tipo de problemas decisionales el método de las *funciones de utilidad con atributos* múltiples determina para cada atributo la correspondiente función de utilidad para el centro decisor. Conocidas las funciones de utilidad individuales, se formula una función de utilidad multiatributo con un número de argumentos igual al número de atributos que se consideren relevantes para el problema decisional a analizar. Este enfoque asocia un número real (que representa la utilidad) a cada una de las alternativas a evaluar. Así se consigue una ordenación completa de estas alternativas según las preferencias del centro decisor.

Este método constituye un enfoque sólido desde un punto de vista teórico, pero su aplicabilidad está llena de dificultades tanto teóricas como empíricas (Romero, 1993). Su utilidad se centra en contextos decisionales en los que el número de alternativas factibles es muy reducido.

Las dificultades tanto conceptuales como operativas han conducido al desarrollo de otros métodos multicriterio discretos, menos sólidos teóricamente pero más fáciles de aplicar a problemas reales, entre los que destaca el *ELECTRE (Elimination and (et) Choice Algorithm)*.

Para profundizar en los métodos de programación multicriterio discreta se recomienda consultar Romero (1993) y Barba-Romero y Pomerol (1997).

E) Los métodos multicriterio interactivos:

En un proceso interactivo participan tres agentes: el centro decisor, el analista y el modelo. En este contexto el analista hace de enlace entre el modelo y el decisor. A partir del modelo, el analista obtiene una solución inicial que se presenta al centro decisor para su evaluación. En este proceso no se pide al centro decisor información sobre sus preferencias absolutas: no se le pregunta por el valor de los pesos relativos a asociar a cada objetivo, sino sólo por sus preferencias relativas con respecto a la solución expuesta por el analista. Éste introduce las preferencias locales del decisor en el modelo, generándose una nueva solución con respecto a la cual el decisor vuelve a mostrar sus preferencias locales. El proceso iterativo e

interactivo continúa hasta que se alcanza una solución que el centro decisor considera suficientemente buena.

Alonso e Iruretagoyena (1989) y Arias (1990) emplean métodos interactivos para modelizar procesos de toma de decisiones agrarias.

6.3. La modelización de la toma de decisiones de los agricultores en la bibliografía

A continuación, y a modo de ejemplo de la diversidad de enfoques aplicados al tema, se recopilan algunos de los muchos trabajos existentes en la bibliografía que emplean técnicas de modelización mediante programación matemática para estimar el comportamiento de los agricultores a nivel de toma de decisiones productivas, comentando el método empleado en cada uno de los estudios:

Alonso e Iruretagoyena (1989) plantean la optimización de una alternativa de cultivos mediante el uso de distintos métodos multicriterio.

Zekri y Romero (1992a) realizan un análisis socioeconómico del uso del agua de riego en Tauste (Zaragoza), mediante la programación por metas ponderadas y la programación multiobjetivo.

Millán (1992) estudia la planificación de cultivos en el Valle Medio del Guadalquivir empleando un modelo multicriterio con restricciones probabilísticas.

Zekri y Romero (1992b) estudian la asignación óptima de agua de riego en Tauste (Zaragoza) mediante programación por metas lexicográficas.

Berbel y Vitalina (1993) modelizan la gestión de empresas agroganaderas de las Islas Azores usando la programación compromiso y el método NISE.

Alarcón (1994) evalúa un plan de desarrollo en la zona de Tierra de Campos, empleando métodos multiobjetivo NISE y ponderados.

Millán y Berbel (1994) analizan la planificación del riego en el Valle Medio del Guadalquivir aplicando un modelo multicriterio con restricciones probabilísticas.

Garrido (1995) estudia la asignación de agua mediante mercados en el valle del Guadalquivir, aplicando programación no lineal a tres niveles: regante individual, regantes de una misma Comunidad y distintas Comunidades.

Gómez-Limón y Berbel (1995) estiman los objetivos de los agricultores de regadío de la provincia de Córdoba mediante la programación multiobjetivo.

Gómez-Limón *et al.* (1996) analizan el impacto socioeconómico de la sequía en los regadíos de la Campiña Baja (Córdoba), usando técnicas de programación por metas ponderadas.

Rodríguez-Ocaña (1996) analiza la toma de decisiones de los agricultores del regadío extensivo cordobés, mediante la programación por metas ponderadas.

Sumpsi *et al.* (1996) modelizan el comportamiento de los regantes de la Vega de Córdoba empleando la programación por metas ponderadas.

Sánchez Madrid *et al.* (1997) determinan la curva de demanda del agua de riego en el Municipio de Fuente Palmera (Valle Medio del Guadalquivir) empleando la programación multiobjetivo.

Amador *et al.* (1998) determinan el comportamiento de los regantes de la Vega de Córdoba mediante programación por metas ponderadas.

Berbel *et al.* (1998) analizan las repercusiones económicas y sociales de la tarificación del agua de riego en tres Comunidades de Regantes de Sevilla, Córdoba y Palencia empleando programación lineal.

Berbel y Rodríguez-Ocaña (1998) realizan un modelo del comportamiento decisional de los regantes de dos sectores de riego del Medio Guadalquivir utilizando la programación por metas ponderadas.

López y Albiac (1998) modelizan las decisiones respecto al uso del suelo en distintos escenarios, en cuatro municipios de la zona del Flumen (Aragón), empleando programación lineal.

Reca *et al.* (1998) realizan un modelo de optimización temporal de aplicación de agua al cultivo aplicado en el Margen Izquierdo del Bembézar (cuenca del Guadalquivir), basado en programación dinámica.

Sumpsi *et al.* (1998) analizan el comportamiento de los regantes ante distintos escenarios en quince Comunidades de Regantes de Andalucía, Castilla-León, Comunidad Valenciana y Castilla-La Mancha, utilizando un modelo dinámico.

Varela-Ortega *et al.* (1998) analiza las implicaciones de distintas políticas de aguas sobre los regantes de seis distritos de riego en Castilla, Andalucía y Valencia, empleando un modelo dinámico.

Berbel *et al.* (1999) determinan el impacto de distintas políticas de precios del agua de riego en seis Comunidades de Regantes del Alto, Medio y Bajo Guadalquivir (Córdoba y Sevilla), aplicando la programación por metas ponderadas.

Calatrava-Requena y Martínez-Paz (2000) analizan las consecuencias de la tarificación de agua aplicada a la horticultura del Campo de Dalías (Almería), usando métodos de programación lineal.

Gómez-Limón y Berbel (2000) estudian el impacto de diferentes precios del agua en el regadío de una Comunidad de Regantes del Medio Duero, empleando la programación por metas ponderadas.

Gómez-Limón *et al.* (2000) analizan el impacto socioeconómico y ambiental de la tarificación del agua de riego en una Comunidad de Regantes de Palencia, aplicando la programación por metas ponderadas.

Carey y Zilberman (2002) estudian la actitud del regante ante la adopción de nuevas tecnologías de riego mediante un modelo dinámico estocástico. Este modelo se aplica en zonas regables de California, y en él se plantea la influencia de los mercados de aguas en esta toma de decisiones.

Otros autores emplean metodologías no basadas en modelos de programación matemática para analizar problemas de toma de decisiones. Por ejemplo, Garrido *et al.* (1996) estudian la actitud de los regantes ante el establecimiento de políticas de precios públicos y mercados de agua en cuatro zonas regables de la cuenca del Guadalquivir, mediante un análisis econométrico de los resultados de encuestas. También Ibáñez *et al.* (1998) emplean técnicas econométricas para analizar el impacto de políticas de restricción del consumo hídrico en una serie de regadíos dependientes de un mismo acuífero, aunque en este caso se trata de técnicas dinámicas.

Así pues, en la modelización del comportamiento de los regantes se suelen emplear dos tipos de enfoques: la programación matemática y los modelos econométricos. Kingwell (1996) destaca dos ventajas de la programación matemática sobre los modelos econométricos. En primer lugar, la programación matemática no requiere largas series de datos; en segundo lugar, permite considerar la interacción entre actividades alternativas y restricciones de forma simultánea. Estas consideraciones se han tenido en cuenta en el desarrollo metodológico del presente estudio.

Cooper (1999) propone trabajar conjuntamente con técnicas de investigación operativa y herramientas estadísticas. El autor afirma que este enfoque conjunto puede aportar las ventajas de ambos métodos obviando algunos de sus inconvenientes. Así, mientras que los métodos estadísticos proporcionan resultados muy precisos pero necesitan datos de partida de gran calidad y que frecuentemente implican un coste de obtención elevado, los métodos basados en investigación operativa son capaces de ofrecer resultados menos precisos pero a un coste muy inferior. El uso de una metodología combinada permite un incremento de precisión respecto la utilización única de métodos de investigación operativa, a un coste inferior al resultante de emplear exclusivamente métodos estadísticos. El presente trabajo, que utiliza elementos estadísticos (análisis clúster y AFC) y de programación, coincide con este planteamiento.

6.4. Elección del método a aplicar en el modelo: la programación por metas ponderadas

En el proceso de selección de la metodología a utilizar en el modelo se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

Respecto a los modelos multicriterio discretos: se ha descartado su uso por considerar que el problema a tratar es continuo y no discreto (se utilizarán como variables del modelo las superficies que el agricultor destina a cada cultivo).

Respecto a los métodos multicriterio interactivos: se han tenido en cuenta las ventajas e inconvenientes descritos por Romero (1993). Como ventajas se consideran:

- 1.- Implican un proceso de aprendizaje para el centro decisor, pues le permite un mejor entendimiento del sistema que se está analizando.
- 2.- La información demandada por estos métodos exige únicamente conocer las preferencias del centro decisor respecto a una cierta solución o un cierto conjunto de tasas de intercambio.
- 3.- Los supuestos necesarios para validar un método interactivo son, en general, mucho menos restrictivos de los que demanda un método convencional no interactivo.

4.- Cada entidad implicada en el proceso juega el papel que realmente le corresponde: el analista analiza y el decisor decide.

Pese a estas ventajas, existen también dificultades:

1.- Se exige al centro decisor un esfuerzo muy superior al que corresponde a un modelo convencional.

2.- El supuesto de que el centro decisor toma sus decisiones de una manera consistente es bastante cuestionable; en muchos contextos decisionales los centros decisores pueden generar inconsistencias después de un interrogatorio intensivo.

3.- Algunos métodos exigen un número importante de interacciones para converger a una solución.

A destacar que el método interactivo más adecuado para afrontar un determinado problema decisional dependerá de las características del centro decisor, tales como su base cultural, habilidades matemáticas, entrenamiento, y educación económica.

La aplicación de esta metodología en el presente estudio se ha descartado por varias razones. La primera es el elevado coste y la dificultad que implica el proceso de interacción en profundidad sobre una muestra representativa de la población de regantes de la zona analizada. Esta posibilidad se ha considerado inviable con el nivel de recursos disponible. Otro motivo son las reticencias, detectadas en estudios previos, mostradas por dicho colectivo a responder a cuestiones de temática económica, así como su insistencia en minimizar el tiempo dedicado a responder a cuestionarios.

Respecto a los distintos métodos multicriterio en contexto continuo y no interactivos: se ha tomado en consideración el análisis de Romero (1993), quien compara distintos métodos en función de la potencia computacional necesaria, la cantidad y precisión de la información demandada al centro decisor y la cantidad de información producida por el modelo. En referencia a la potencia computacional, la programación por metas es el enfoque más potente, pues es el que requiere menos operaciones del ordenador. Por lo que se refiere a la información demandada al centro decisor, entonces la programación por metas resulta el método menos atractivo, puesto que debe aportar información más precisa que los demás enfoques; en el otro extremo se halla la programación multiobjetivo, que no requiere ningún tipo de información acerca de las preferencias del decisor, mientras que la programación compromiso requiere un nivel de información intermedio (información sobre los pesos asociados a las discrepancias entre objetivos y valores ideales). Por último, si se realiza la evaluación sobre la base de la cantidad de información producida por el modelo, los enfoques basados en metas proporcionan una única solución, mientras que los restantes enfoques proporcionan un abanico más amplio de soluciones y por tanto, más información. Sin embargo, la realización de análisis de sensibilidad puede paliar este problema.

El mismo autor afirma que estas consideraciones no permiten establecer de manera concluyente la superioridad de un método multicriterio respecto a otros. En la elección del método multicriterio más adecuado influyen considerablemente las características del problema objeto de estudio. Un problema multicriterio con pocos atributos y un conjunto de restricciones no demasiado complejo, la programación por metas se halla en situación de inferioridad con respecto a otros enfoques. Ahora bien, un problema en cuyo planteamiento intervengan muchos atributos y un conjunto de restricciones de cierta complejidad es

perfectamente abordable por medio de la programación por metas, mientras que las ventajas antes comentadas de otros métodos prácticamente desaparecen.

El problema objeto de estudio en esta investigación se plantea, a priori, como un proceso decisonal en el que intervendrán un número de atributos y restricciones elevado, con lo que se justifica el empleo de la programación por metas. Esta elección está avalada por su aplicación con éxito por parte de distintos autores, como Zekri y Romero (1992a), Sumpsi *et al.* (1993), Rehman y Romero (1993), Gómez-Limón y Berbel (1995 y 2000), Gómez-Limón *et al.* (1996), Rodríguez-Ocaña (1996), Sumpsi *et al.* (1996), Amador *et al.* (1998), Berbel y Rodríguez-Ocaña (1998), Berbel *et al.* (1999), y Gómez-Limón *et al.* (2000), que han utilizado la programación por metas, en su variante de programación por metas ponderadas, para modelizar el comportamiento de los regantes de distintas zonas de España.

6.5. Base matemática del modelo

El modelo empleado se basa en simular el comportamiento de los regantes mediante sus funciones de utilidad, obtenidas mediante la programación por metas ponderadas.

El proceso de formulación de dicho modelo comienza definiendo matemáticamente cada atributo como una función del vector de decisiones x (área dedicada a cada cultivo): $f_i = f_i(x)$. Estos atributos se proponen de forma apriorística, como posibles objetivos tenidos en cuenta por el centro decisor, en este caso, los regantes de las Comunidades estudiadas, a la hora de tomar sus decisiones de cultivo. Para determinar estos objetivos se recurre al sentido común y a la experiencia de estudios anteriores.

Estos objetivos deben someterse a ponderación, identificando su importancia porcentualmente con respecto al total de las decisiones. Con la estimación de estas ponderaciones se podrá observar cuáles de estos objetivos son realmente tenidos en cuenta por los agricultores y cuáles no (los correspondientes a valores de las ponderaciones iguales a cero).

A continuación se calculará la matriz de pagos, tal y como se expuso en [3]. Gracias a esta matriz se podrá cuantificar el nivel de conflicto existente entre los objetivos considerados.

Una vez obtenida la matriz de pagos, se estará en condiciones de formar el siguiente sistema de ecuaciones, expresado en forma matricial:

$$\begin{pmatrix} f_{11}^* & \dots & f_{1i} & \dots & f_{1q} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{i1} & \dots & f_{ii}^* & \dots & f_{iq} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{q1} & \dots & f_{qi} & \dots & f_{qj}^* \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ \dots \\ w_i \\ \dots \\ w_q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_1 \\ \dots \\ f_i \\ \dots \\ f_q \end{pmatrix} \quad [5]$$

Siendo:

w_i : valor de la ponderación o peso del i -ésimo objetivo

f_{ij}^* : valor ideal del i -ésimo objetivo

f_i : valor observado para el i -ésimo objetivo

f_{ij} : valor logrado por el i -ésimo objetivo cuando se optimiza el j -ésimo objetivo.

Si este sistema tiene una solución no negativa, representará el conjunto de pesos que tiene cada uno de los objetivos en la realidad. Sin embargo, en la mayoría de casos no existe un conjunto de pesos $w_1, \dots, w_j, \dots, w_q$ realmente capacitado para representar el comportamiento real de los productores. En estos casos habrá que buscar la mejor solución mediante la resolución del siguiente programa lineal:

$$\min \sum_{i=1}^q \frac{n_i + p_i}{f_i}$$

[6]

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^q w_j * f_{ij} + n_i - p_i = f_i, \quad i = 1, 2, \dots, q$$

$$\sum_{j=1}^q w_j = 1$$

Donde n_i y p_i son respectivamente las desviaciones negativas y positivas respecto al valor alcanzado en la realidad por el atributo en cuestión.

Dyer (1977) ha demostrado que los pesos obtenidos en la resolución anterior son consistentes con la siguiente expresión de la función de utilidad separable y aditiva:

$$U = \sum_{i=1}^q \frac{w_i}{k_i} * f_i \quad [7]$$

Donde k_i es un factor normalizador, como por ejemplo, la diferencia entre el valor máximo y mínimo del atributo i en la matriz de pagos (Zeleny, 1982), o bien el valor que toma este atributo en la realidad (Gómez-Limón y Arriaza, 2000).

A este respecto, debe comentarse que es muy frecuente la aceptación de la aditividad de las funciones de utilidad en contexto multiatributo, especialmente en el ámbito agrario, cuando uno de los criterios considerados es el riesgo. En este caso, la valoración de las distintas alternativas resulta de sumar las contribuciones de cada uno de los atributos considerados adecuadamente ponderados en función de su importancia (función de utilidad). Como los diferentes atributos están medidos en diferentes unidades, se requiere la normalización correspondiente.

Fishburn (1982) expone los requerimientos matemáticos necesarios para suponer una función de utilidad aditiva. Desde un punto de vista práctico, dos son las condiciones que deben satisfacerse (Hardaker *et al.*, 1997): primero, que los atributos integrantes de la función deben ser preferentemente independientes o, lo que es lo mismo, que el nivel de un criterio no afecte a la preferencia entre otros dos criterios; segundo, que el valor de utilidad de un criterio debe ser independiente del nivel de otro.

Aunque estas condiciones pueden llegar a ser realmente restrictivas, Edwards (1977) y Farmer (1987) han demostrado que la función aditiva permite una aproximación sumamente cercana a la función de utilidad verdadera, incluso cuando las anteriores condiciones no son

satisfechas. Según Hwang y Yoon (1981): “la teoría, cómputos de simulación y experiencia sugieren que el método aditivo permite acercamientos sumamente próximos a formas no lineales mucho más complicadas, mientras que las primeras son mucho más fáciles de usar y comprender”.

Una variante del método expuesto anteriormente es el empleado por Gómez-Limón *et al.* (2002b), en el que se plantea resolver el problema:

$$\min \sum_{i=1}^q n_i + p_i$$

[8]

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^q w_j * x_{kj} + n_k - p_k = x_k \quad , \quad k = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^q w_j = 1$$

Donde x_{kj} es la superficie dedicada al cultivo k (suponiendo la existencia de m cultivos) cuando se optimiza el j -ésimo objetivo, y n_k y p_k son respectivamente las desviaciones negativas y positivas respecto al valor alcanzado en la realidad por el cultivo en cuestión.

En resumen, se trata de una metodología similar a la anterior pero en lugar de calcular las ponderaciones para minimizar las diferencias entre atributos reales y los determinados por el modelo, este método minimiza las diferencias entre las superficies dedicadas a cada cultivo en la realidad y en el modelo.

Los defensores de este método esgrimen como ventajas del mismo los siguientes tres argumentos. En primer lugar, existe la posibilidad de mejorar el ajuste, ya que el número de actividades, m , suele ser superior al número de objetivos considerados, q . En segundo lugar, con este método se trabaja siempre con las variables dependientes observadas en la realidad (superficie de los cultivos) y es innecesario estimar los valores que las funciones objetivo toman en la realidad (valores no observados sino deducidos a partir de las superficies cultivadas). Por último, es innecesaria la normalización de las desviaciones n y p porque siempre se trabaja con las mismas unidades (de superficie).

En general, el objetivo fundamental perseguido mediante la aplicación de estas metodologías se puede resumir de la siguiente forma: dado un conjunto de objetivos definidos a priori como los más importantes para un determinado decisor, se quiere definir el peso relativo de cada uno de ellos, de manera que se explique su comportamiento real. Lo que se pretende no es otra cosa que calcular la *función de utilidad subrogada* para cada agricultor seleccionado en el muestreo (Berbel *et al.*, 1999).

En el presente trabajo, el análisis se basará en datos procedentes de una muestra representativa de la población de regantes de la zona de estudio. Como operar con tantas funciones de utilidad como agricultores entrevistados resulta inoperante, se propone la formación de grupos homogéneos, cuyo proceso de obtención se explica en un apartado posterior. Para cada grupo considerado se calcularán las correspondientes funciones de utilidad, representativas del comportamiento de los regantes que forman el grupo.

Posteriormente estas funciones de utilidad se emplearán para estimar el comportamiento del regante en los distintos escenarios hipotéticos que se proponen. Así, para cada escenario se podrán analizar las diferencias existentes entre la situación actual y la situación propuesta, a distintos niveles: demanda del recurso, renta del regante, recaudación de la Administración, empleo generado, y otros.

7. DESARROLLO METODOLÓGICO

La metodología del presente estudio contempla 9 fases distintas, las cuales se resumen a continuación:

- 1.- Selección de las Comunidades de Regantes objeto de estudio.
- 2.- Determinación de la información necesaria.
- 3.- Obtención de los datos necesarios para formular el modelo.
- 4.- Análisis de datos y determinación de las tipologías de explotaciones.
- 5.- Formulación del modelo. Determinación de las funciones de utilidad.
- 6.- Estimación de las funciones de demanda por grupos homogéneos de regantes. Efecto de posibles incrementos de precio del recurso.
- 7.- Simulación de las decisiones de cultivo ante situaciones de restricción de la cantidad de recurso disponible.
- 8.- Simulación del efecto de mercados intracomunitarios e intercomunitarios de agua de riego.
- 9.- Simulación de las decisiones de cultivo ante distintos escenarios de política agraria.

En los apartados siguientes se desarrollan en detalle cada una de estas fases.

7.1. Selección de Comunidades de Regantes

Como se ha indicado en el apartado 3.5.1 (delimitación del área de estudio), esta investigación centra su interés en los regantes del río Muga y del tramo medio y final del río Ter. En lugar de trabajar con regantes individuales, se ha optado por la selección de una serie de Comunidades de Regantes, responsables de la mayor parte del riego en la zona (de hecho, los agricultores individuales no pertenecientes a ninguna Comunidad sólo pueden regar si disponen de pozos propios o bien tienen una concesión administrativa para utilizar agua de cursos de agua públicos). Este método permite, para cada Comunidad,

situar las explotaciones en el mismo contexto territorial, socioeconómico y de situación del regadío.

Se han seleccionado para su estudio las Comunidades de Regantes del río Muga y las existentes en el río Ter a partir de su paso por la ciudad de Girona. Estas Comunidades se listan en la Tabla 5 en la que además se recogen las superficie regables de cada una de ellas. En la Figura 7 se muestra su localización.

Tabla 5.- Comunidades de Regantes seleccionadas.

Comunidad de Regantes	Zona	Superficie regable (ha)
Marge Esquerre del Riu Muga	Río Muga	3.720
Marge Dret del Riu Muga	Río Muga	1.500
Reg del Molí de Pals	Bajo Ter	3.500
Presa de Colomers Marge Esquerre del Riu Ter	Bajo Ter	3.600
Zona de Cervià de Ter, Sant Jordi Desvalls i Colomers	Medio Ter	700
Sèquia Vinyals	Medio Ter	800
TOTAL		13.820

Fuente: elaboración propia, a partir de datos suministrados por las propias Comunidades

La superficie regable de los regadíos del Muga y del Ter supone más del 65% de la superficie regable total de la provincia de Girona (DARP, 1999). Sin embargo, y según esta misma fuente, la superficie regable del Muga es de 6.345 ha, y la del Bajo-Medio Ter, de 11.545 ha. Comparando estas cifras con las declaradas por los responsables de las distintas Comunidades estudiadas se observan unas diferencias muy notables. Se podría suponer que estas diferencias se deben a la existencia en la misma zona de otras Comunidades de Regantes, o de regadíos no pertenecientes a ninguna Comunidad; aunque esto es así en una pequeña proporción, la mayor parte de esta diferencia es debida a la existencia de zonas dentro de las Comunidades cuya transformación en regadío estaba prevista pero no se ha realizado o se está realizando. Por ejemplo, la Comunidad de Regantes Presa de Colomers declaraba en el año 2000 una superficie regable de 3.600 ha reales, frente a las 4.500 teóricas que las cifras oficiales le otorgaban. Esta situación se repite en la zona del Muga.

Es de destacar la importancia de la superficie total estudiada, no sólo respecto al regadío total del Bajo Ter y del Muga, sino respecto al riego de toda la provincia de Girona.

De las seis Comunidades de Regantes seleccionadas, la del Reg del Molí de Pals, la Presa de Colomers y la Sèquia Vinyals tienen la consideración de regadíos históricos, con lo que se les exime del pago del canon de regulación y de la tarifa de utilización del agua. Los regadíos de las tres Comunidades restantes se realizaron con la ayuda de la Administración, no gozando de dichos privilegios tributarios.

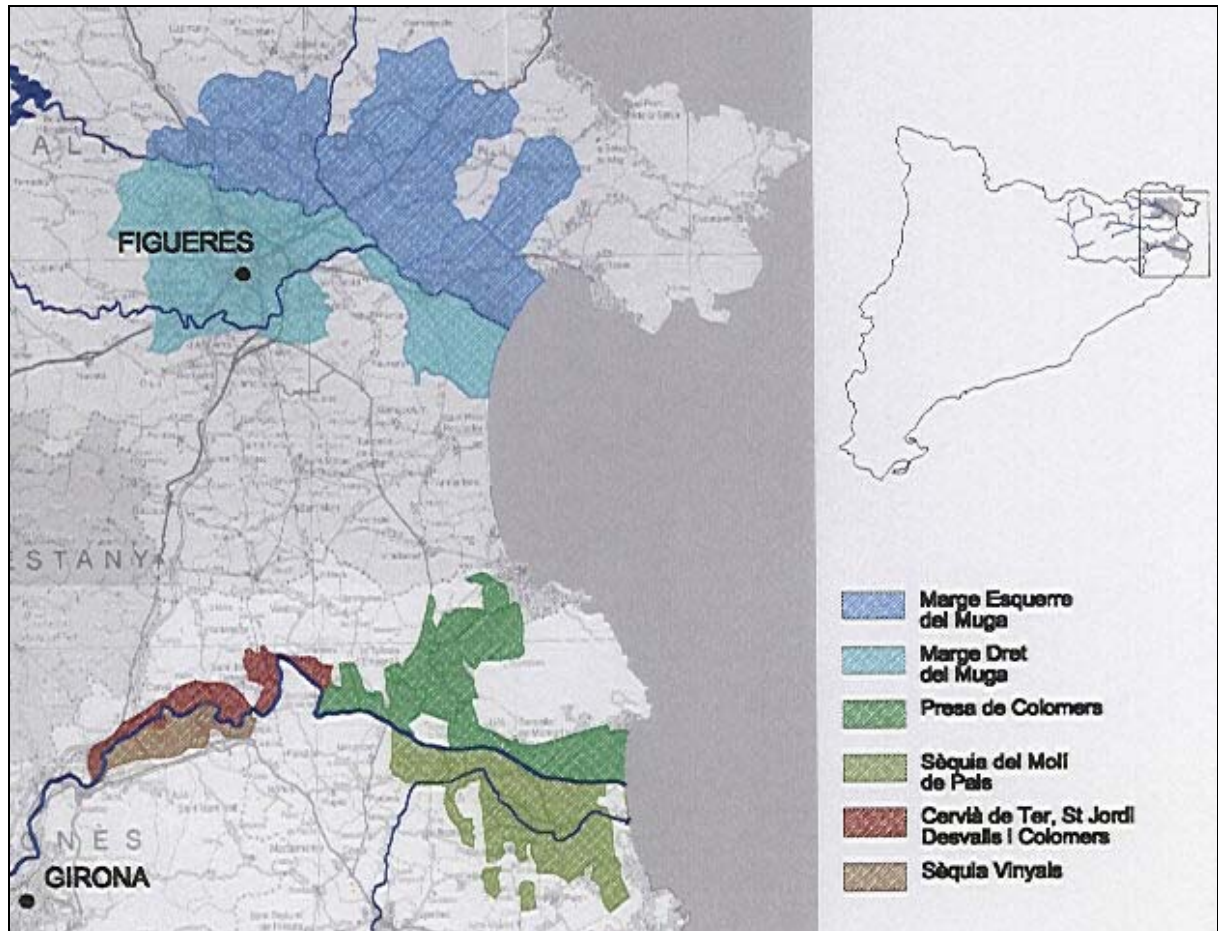


Figura 7.- Localización de las Comunidades de Regantes estudiadas.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de las Comunidades de Regantes implicadas

7.2. Determinación de la información necesaria para desarrollar la investigación

Los datos que se han empleado en este estudio se pueden englobar en dos categorías distintas:

- 1.- Datos empleados en la caracterización descriptiva de las Comunidades de Regantes y de las explotaciones y agricultores que las forman.
- 2.- Datos necesarios para la formulación del modelo. Destacan los utilizados para realizar la clasificación de las explotaciones en tipologías y los empleados en la formulación de la matriz de pagos para cada tipología.

7.2.1. Datos descriptivos

Para caracterizar las Comunidades de Regantes se ha intentado profundizar en distintos aspectos de su estructura y funcionamiento. Esta información se ha obtenido de entrevistas realizadas a los responsables de dichas Comunidades.

Por lo que se refiere a la caracterización de los regantes y de sus explotaciones se han tenido en cuenta los siguientes grupos de variables, que incluyen aspectos de estructura, socioeconómicos y de opinión:

- 1.- Variables de caracterización socioeconómica del agricultor.
- 2.- Variables de estructura de las explotaciones.
- 3.- Variables de decisión de producción bajo distintos supuestos.
- 4.- Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en la gestión del agua encaminadas a disminuir su consumo o a mejorar su eficiencia.
- 5.- Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en el precio del agua.

Estas variables se han obtenido de entrevistas a una muestra de regantes representativa de la población estudiada. Los elementos constitutivos de cada grupo de variables se detallan en el apartado 7.3.4.3.

7.2.2. Datos necesarios para la determinación de tipologías de explotaciones

Para realizar la clasificación de explotaciones en tipologías debe tenerse en cuenta la escala del análisis; en el presente estudio se plantea trabajar a una escala intermedia entre región e individuo; al nivel que se realiza el trabajo se puede reducir la variabilidad existente entre los agricultores de una zona agrupándolos en tipologías, pero se considera innecesario tener que considerar otras fuentes de variación como el suelo, el clima o los condicionantes de mercado (Berbel y Rodríguez-Ocaña, 1998). También se podría llegar a considerar un solo grupo de regantes, pero se considera que al realizar subgrupos homogéneos se puede particularizar más en las características de dichos regantes. Para determinar las variables a utilizar en la determinación de estas tipologías se ha consultado la bibliografía referente a estudios similares, para observar los procedimientos empleados por distintos autores.

Existen estudios que consideran los datos de forma agregada, sin establecer tipologías de explotaciones, o bien que consideran una sola explotación-tipo-media representativa de las explotaciones del área de estudio, o como mucho, las separan según su pertenencia a distintas Comunidades de Regantes. Como ejemplos de los casos descritos puede citarse a Zekri y Romero (1992a y 1992b), Millán (1992), Millán y Berbel (1994), Gómez-Limón y Berbel (1995, 2000), Gómez-Limón *et al.* (1996, 2000), Amador *et al.* (1998) y Berbel *et al.* (1998, 1999).

Otros autores, en cambio, establecen tipologías más o menos complejas: Alarcón (1994) clasifica las explotaciones en tipologías según su superficie y su orientación productiva; Garrido (1995) considera fincas-tipo, basadas en la Comunidad de Regantes de pertenencia, la superficie y el sistema de riego empleado; Gleyses y Morardet (1997), en la modelización de un modelo de toma de decisiones de los regantes de la cuenca del Adour, emplean una clasificación compleja basada en la orientación productiva, la diversificación de los cultivos y el tamaño de las explotaciones; Sumpsi *et al.* (1998) definen las explotaciones-tipo a partir de la dimensión de las explotaciones, su orientación productiva, el porcentaje de superficie en regadío, la técnica y equipamiento de riego, la dotación de agua, la eficiencia técnica, la calidad de los suelos y el porcentaje de superficie en arrendamiento; Berbel y Rodríguez-Ocaña (1998) se basan en variables socio-económicas, de estructura de

la explotación, decisiones productivas, criterios de gestión y sistema de valores del agricultor.

En este apartado debe hacerse hincapié en la importancia de trabajar con grupos homogéneos de explotaciones para establecer un modelo representativo de la población. Aunque tradicionalmente la determinación de tipologías de explotaciones se ha basado fundamentalmente en las variables de estructura (sobretudo el tamaño de la explotación), consideradas como la principal fuente de heterogeneidad en las decisiones de producción (Berbel y Rodríguez-Ocaña, 1998), algunos estudios consideran que estos criterios no garantizan la formación de grupos con un comportamiento similar en un escenario concreto.

Rodríguez-Ocaña (1996) y Rodríguez-Ocaña *et al.* (1998) destacan que en la formación de grupos homogéneos no es suficiente la consideración de las características estructurales de las explotaciones, sino que en la toma de decisiones de éstos también influyen los valores personales de los regantes.

Partiendo de esta idea, se propone emplear la toma de decisiones productivas de estos regantes como elemento definitorio de las tipologías a considerar.

Las variables de decisión productiva se han obtenido de entrevistas a una muestra de regantes representativa de la población estudiada.

7.2.3. Datos necesarios para la obtención de las matrices de pagos

En este caso los datos dependerán de los cultivos considerados, de los objetivos de los regantes y de las restricciones existentes.

Para la determinación de los cultivos a considerar, se ha tenido en cuenta tanto los datos de estadísticas oficiales (agregados a nivel de provincia) como los resultados de entrevistas a una selección de expertos conocedores de la situación agraria de la zona de estudio.

En el establecimiento de los objetivos de los regantes se han tenido en cuenta tanto los objetivos considerados en la bibliografía consultada como las sugerencias de los expertos entrevistados.

En referencia a la bibliografía, los objetivos más habitualmente considerados son:

- 1.- Maximizar algún parámetro relacionado con los resultados económico-financieros del agricultor (beneficio, margen bruto, VAN, índice margen bruto/inversión).
- 2.- Minimizar el riesgo (maximin del beneficio, minimizar el riesgo estimado mediante MOTAD, minimizar la varianza de los beneficios).
- 3.- Minimizar la mano de obra (ajena o total).
- 4.- Otros objetivos (minimizar la estacionalidad, el capital circulante y otros).

Por último, a nivel de las restricciones a emplear, también se han tenido en cuenta tanto las consideradas en la bibliografía consultada como las sugeridas por los expertos.

Así pues, los datos necesarios para formular el modelo se pueden resumir en:

1.- Principales cultivos de la zona.

2.- Datos relacionados con estos cultivos necesarios para la formulación de las funciones objetivo y de las restricciones (series temporales de precios de venta, subvenciones, costes de producción, rendimientos, necesidades de mano de obra, necesidades de riego, restricciones existentes, etc.).

Estos datos se detallan en el siguiente apartado, donde además se expone el proceso de obtención para cada uno de ellos.

7.3. Obtención de la información

La información necesaria para la realización de esta investigación se ha extraído de fuentes de información secundarias o ha sido obtenida en el transcurso del estudio mediante encuestas.

En el presente trabajo se emplea la distinción terminológica entre entrevista y encuesta expuesta en UPC (2001): se considera como **encuesta** la técnica de recogida de información sobre uno o diversos temas, con la ayuda de un cuestionario, mientras que la **entrevista** es el proceso de intercambio de información entre dos o más personas. Así, la técnica general empleada ha sido la encuesta, y las respuestas a las preguntas de los cuestionarios se han obtenido mediante entrevistas.

El hecho de emplear la encuesta implica tener en cuenta sus limitaciones intrínsecas, de entre las que destaca la posibilidad de incurrir en un error sistemático o sesgo. Clop (2000) profundiza en este tema, desde un punto de vista teórico y práctico, en este último caso aplicado a un trabajo sobre determinación de funciones de densidad del rendimiento de distintos cultivos. La autora destaca el papel de la psicología para explicar el proceso de razonamiento del individuo, que le puede llevar a cometer errores en todos los contextos: certidumbre, riesgo e incertidumbre². Además, destaca la importancia del concepto de heurística para comprender este hecho: en condiciones de incertidumbre las personas no siguen criterios de probabilidades o estadísticas para emitir juicios, sino que se limitan a utilizar un conjunto de reglas de inferencia muy generales (heurísticas), que simplifican el proceso en comparación con las reglas formales de teoría de la decisión. El uso de estas reglas simplificadas conduce a numerosos errores sistemáticos o sesgos (tendencia sistemática a tener en cuenta factores irrelevantes o a ignorar otros relevantes).

Se han realizado encuestas a tres niveles, en función del tipo de información deseada. En la Tabla 6 se resumen algunas de las principales características técnicas de estas encuestas.

² En general, se distinguen tres contextos de decisión. En el primero, llamado contexto de certidumbre, se supone que se conoce que cada acción (decisión) produce un único resultado. En el segundo, llamado contexto de riesgo, se supone que cada acción puede producir varios resultados distintos, cada uno de ellos asociados a un estado de la naturaleza y una probabilidad de que el mismo se manifieste. En el tercero, llamado contexto de incertidumbre, la situación es similar a la de riesgo, excepto que se desconoce la probabilidad de que se manifieste cada estado de la naturaleza.

Tabla 6.- Algunas de las características de los tres tipos de encuestas realizadas.

Encuesta	Población	Muestra	Tipo de muestreo	Objetivo
A los responsables de las CR	Comunidades de Regantes: 6	Comunidades de Regantes: 6	Exhaustivo	Caracterizar las CR
A expertos en la situación agraria de la zona	Expertos: indefinido	Expertos: 24	Según criterio responsables CR	Obtener información de la agricultura de la zona (costes, mano de obra...)
A los regantes	Regantes: 3.970 (aprox.) (13.820 ha)	Regantes: 170 (3.571 ha)	Por cuotas	Obtener datos para el modelo y para clasificar los regantes en tipologías

Fuente: elaboración propia. Datos poblacionales suministrados por las Comunidades de Regantes.

En los apartados siguientes se describen en detalle cada una de las fuentes de información empleadas en el estudio, destacando el tipo de datos obtenidos, el proceso de obtención, y la utilidad de esta información en la investigación.

Debe remarcarse la considerable falta de información referente a distintos aspectos relacionados con el regadío presente en muchas de las fuentes consultadas, en las que además no faltan las informaciones contradictorias. Este extremo también ha sido destacado por otros autores (como Carles *et al.*, 1999 y Aguilera, 1999).

7.3.1. Datos procedentes de fuentes de información secundarias

Las fuentes de información secundarias se definen como aquellas que proporcionan datos ya elaborados previamente. De este tipo de fuentes, en el presente estudio se han empleado estadísticas oficiales (impresas y *on-line*), tanto nacionales como autonómicas, elaboradas por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), y por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca (DARP), respectivamente.

La información hallada en estas fuentes han sido las series temporales (de 1996 al 2000) de los siguientes datos, para cada cultivo:

- 1.- Precios cobrados por los agricultores (PTA/kg).
- 2.- Rendimientos por hectárea (kg/ha), en regadío y en secano.
- 3.- Subvenciones percibidas (kg/ha), en regadío y en secano.

En el caso concreto de dos tipos de producciones, las plantas leñosas ornamentales y las plantaciones de chopos, estos datos no se han hallado en las estadísticas oficiales y se han obtenido de otras fuentes (productores y Llotja de Girona).

7.3.2. Datos procedentes de la encuesta a los responsables de las Comunidades de Regantes

Para caracterizar de la forma más realista posible la situación presente de cada una de las Comunidades estudiadas, se han entrevistado los responsables de todas ellas. Por responsables se entiende al presidente de la Comunidad, a su secretario, o a ambos.

Las cuestiones realizadas se agrupan en cinco bloques:

- 1.- Datos generales de la estructura agraria de la zona de la Comunidad: superficie de la Comunidad, aprovechamientos principales, estructura mayoritaria de las explotaciones y número de regantes.
- 2.- Datos sobre el funcionamiento económico de la Comunidad de Regantes: tipo de tarifa, cuantía, gastos de la Comunidad.
- 3.- Datos sobre el agua en la Comunidad: concesión, garantía de suministro, infraestructuras existentes, organización y sistemas mayoritarios de riego.
- 4.- Datos sobre inversiones: inversiones realizadas por la Comunidad en infraestructuras y por los regantes en mejoras del riego.
- 5.- Cuestionario de opinión: problemas de la Comunidad, posibilidad real de ahorro de agua, actitud frente a mercados de aguas y posición respecto posibles incrementos de precio del recurso.

También se ha solicitado a estos responsables que, en la medida de sus posibilidades, informasen a los regantes de sus respectivas Comunidades sobre la existencia de este estudio, y pidiesen su cooperación para facilitar la realización de la encuesta a los regantes.

El cuestionario de la encuesta se puede consultar en el Anejo 4.

Se han realizado seis entrevistas a los responsables de las Comunidades, una en cada Comunidad. Los resultados obtenidos no se han sometido a ningún tratamiento estadístico, sino que se han empleado para caracterizar las distintas Comunidades, comprobar la representatividad de las muestras seleccionadas y obtener información que pueda contribuir a la formulación del modelo (a nivel de objetivos de los regantes y restricciones a considerar en cada Comunidad).

7.3.3. Datos procedentes de la encuesta a los expertos en la situación agraria de la zona

Ha habido datos cuya obtención a través de fuentes de información secundaria no ha sido posible (al menos, referidos específicamente a la zona de estudio), y que se han considerado podrían generar dificultades de respuesta en la encuesta realizada a los regantes. Para obtener dicha información se ha entrevistado a una selección de expertos, es decir, personas con un conocimiento privilegiado de las características de la agricultura de la zona de estudio.

Entre estos expertos se incluyen agricultores profesionales, técnicos encargados de la dirección de explotaciones extensivas, técnicos de cooperativas frutícolas, empresarios viveristas, empresarios dedicados a la producción de chopos, técnicos de Asociaciones de Defensa Vegetal, empresarios de servicios agrarios y profesores de la titulación de Ingeniería Técnica Agrícola de la Universidad de Girona.

Como es lógico, estas personas han contribuido a aportar datos de sus campos de conocimiento personales, muy amplios en algunos casos y muy específicos en otros.

La selección de estos expertos se ha realizado teniendo en cuenta las sugerencias de los responsables de cada Comunidad de Regantes, así como las necesidades de información sobre temas específicos.

La información a obtener mediante esta encuesta ha sido:

- 1.- Objetivos de los regantes.
- 2.- Principales cultivos de la zona de estudio.
- 3.- Técnica de producción predominante para cada cultivo.

Y, para cada cultivo y su técnica de producción predominante:

- 1.- Costes de producción.
- 2.- Necesidades totales de mano de obra.
- 3.- Necesidades específicas de mano de obra para tareas de riego.
- 4.- Aportes habituales de abonado nitrogenado.
- 5.- Restricciones a considerar.

Debido al gran número de cultivos existentes, el primer paso ha sido seleccionar los cultivos más importantes de la zona a estudiar, que serán los que se consideren en el modelo.

El siguiente paso ha sido determinar, para cada cultivo, su técnica de producción predominante, incluyendo la definición de los parámetros variedad, aprovechamiento y tipo de riego, cuando ha sido necesario.

En el caso de ciertos cultivos, el hecho de considerar una variedad u otra podría modificar significativamente sus resultados económicos. Esto ocurre especialmente en el caso de la fruta dulce, en que las diferencias entre los costes de producción y sobretodo entre las producciones y los precios de venta de las distintas variedades pueden ser muy considerables. Las especies frutales más importantes de la zona de estudio son el manzano (con predominio de variedades Golden y presencia de variedades Red, bicolors y Granny Smith), el peral (con una presencia destacada de Passa Crassana y Conference, y en menor medida Decana del Comicio y General Leclerc), y el melocotonero (variedades rojas y nectarinas, de maduración entre julio y agosto). El hecho de que algunas de las variedades de una misma especie tuviesen comportamientos económicos tan diferenciados como los de dos especies distintas ha propiciado la decisión final de considerar como una sola actividad el cultivo de "fruta dulce". En esta actividad se han englobado las distintas especies y variedades mencionadas, considerando valores medios, tanto de costes como de precios de venta y producciones.

En el caso de los viveros de plantas leñosas ornamentales, se trata de una actividad que engloba el cultivo de especies muy diversas, pero que no tendría ningún sentido considerar por separado. Así, se ha realizado un esfuerzo por hallar datos económicos medios de la actividad (costes, ingresos, necesidad de mano de obra, etc.), aún siendo conscientes de la dificultad y las limitaciones que ello representa. Los datos se han obtenido consultando a empresarios profesionales del sector.

También los distintos aprovechamientos de un cultivo darían lugar a variaciones en los resultados económicos: por ejemplo, la alfalfa se puede aprovechar en verde, henificada, ensilada o deshidratada, y el maíz puede destinarse a grano o a forraje. En el modelo se ha considerado que el maíz se dedica a grano y que el aprovechamiento de las especies forrajeras se realiza en forma de henificado.

Lo mismo sucede con las distintas técnicas de producción empleadas: el hecho de regar una plantación de manzanos mediante riego superficial o por goteo haría variar las necesidades de mano de obra, las inversiones necesarias, etc.

Así pues, para cada cultivo se ha considerado una sola técnica de producción, la más habitual en la zona de estudio según el criterio de los expertos. A partir de este momento, cada vez que se hace referencia a un cultivo se supone que se trata del cultivo en cuestión producido mediante la técnica predominante.

Para cada cultivo y su técnica asociada se han obtenido de la encuesta datos sobre costes productivos, necesidades de mano de obra y aporte de abono nitrogenado. El coste se emplea en el cálculo del beneficio por unidad de superficie generado por cada cultivo, y junto con las necesidades de mano de obra, interviene en la formulación de los objetivos contemplados en el modelo. Por otra parte, el abonado nitrogenado se utiliza para calcular, en cada escenario, el aporte global de abono que implica una determinada decisión productiva por parte del regante, cuestión de gran importancia tratándose de zonas declaradas vulnerables en relación a la contaminación de nitratos procedentes de fuentes agrarias. Los costes se han considerado iguales para todas las Comunidades. El cuestionario empleado puede consultarse en el Anejo 5.

En total se han realizado 24 entrevistas de este tipo, repartidas entre expertos de las distintas Comunidades (de 3 a 5 expertos de cada Comunidad).

7.3.4. Datos procedentes de la encuesta a los regantes

Esta encuesta se ha realizado para obtener datos concretos de una muestra de regantes representativa del conjunto de regantes miembros de las Comunidades estudiadas. Dada su importancia en el desarrollo de la presente investigación, se dedican los subapartados siguientes a describir el método de muestreo empleado, el proceso de elaboración de la encuesta y las variables consideradas en la misma.

7.3.4.1. El muestreo en la encuesta a los regantes

El muestreo es una fase fundamental en la realización del estudio, pues de su representatividad dependerá la validez de la extrapolación a la población de los resultados obtenidos.

Ante la imposibilidad práctica de realizar un muestreo probabilístico estratificado, a causa de la falta de información sobre la totalidad de la población estudiada, se ha decidido emplear un muestreo no probabilístico. Como apuntan Grande y Abascal (1996), el muestreo no probabilístico es una técnica estadística que proporciona unos buenos resultados y que se emplea frecuentemente cuando la información de la cual se dispone es restringida.

Se ha empleado un muestreo por cuotas, en el que se escogen libremente las unidades muestrales que forman la muestra, pero de manera que haya un número fijado previamente

de sujetos de cada característica o grupo específico de población. Así, se supone que en la medida en que estén bien representados todos los grupos integrantes de la población, la muestra será representativa.

El criterio utilizado para establecer los distintos grupos ha de ser un atributo que se considere importante en relación con las distintas características de cada elemento muestral. Teniendo en cuenta las limitaciones impuestas por la información disponible se ha seleccionado la superficie de regadío de cada explotación como elemento diferenciador. Se han definido tres intervalos de superficies: de 1 a 10 hectáreas (no se han considerado las explotaciones con una superficie menor a 1 hectárea), de 10 a 50 y más de 50 hectáreas. Para cada Comunidad, en primer lugar se han analizado los datos de la población, calculando la importancia relativa de la superficie de regadío del conjunto de explotaciones de la población pertenecientes a cada uno de los tres intervalos de superficies.

En la Tabla 7 se muestra, de forma separada para cada Comunidad, la importancia relativa de cada cuota en cuestión, expresada en tanto por ciento.

Tabla 7.- Importancia relativa de la superficie de regadío del conjunto de explotaciones pertenecientes a cada intervalo de superficies respecto la superficie total.

Comunidad de Regantes	Intervalo de superficies (ha)			
	1-10	10-50	50-150	Total
Marge Dret Muga	14	57	29	100
Marge Esquerre Muga	32	58	10	100
Reg del Molí de Pals	36	39	25	100
Presa de Colomers Marge Esquerre del Riu Ter	19	48	33	100
Zona de Cervià de Ter, Sant Jordi Desvalls i Colomers	37	63	0	100
Sèquia Vinyals	62	30	8	100

Fuente: elaborado por el autor, a partir de datos de las propias Comunidades y del Censo Agrario de 1989 (IDESCAT, 1992).

Una vez determinada la importancia de cada cuota respecto al total, se han seleccionado las unidades muestrales a entrevistar, de forma que para la muestra seleccionada en cada Comunidad se mantenga la proporción entre las superficies de las unidades muestrales de cada cuota. El tamaño total de la muestra seleccionada en cada Comunidad ha tenido como principal limitación los recursos disponibles. Como expone Cochran (1980), "debe apreciarse el valor elegido de tamaño de la muestra, para que sea consistente con los recursos de muestreo disponibles; esto exige una estimación de costo, trabajo, tiempo y materiales que se necesitan para obtener la muestra del tamaño propuesto".

En el presente estudio, y aún con las limitaciones mencionadas, el tamaño muestral elegido en cada Comunidad ha sido un valor tal que incluyera un número de explotaciones y una superficie de las mismas que se considerara significativo respecto la población de cada Comunidad (se han empleado como cifra orientativa los valores empleados en otros trabajos de investigación en un entorno similar). También se ha tenido en cuenta que en la selección de las explotaciones de la muestra se aportase un margen de aleatoriedad, escogiendo explotaciones de distintas localizaciones geográficas dentro de cada Comunidad. Además, se ha pedido a expertos de las distintas Comunidades que colaborasen en la elección de las explotaciones destinadas a formar la muestra de cada grupo, para que tuviesen la máxima representatividad posible. En total, se han realizado 170 entrevistas válidas a los regantes.

Además, esta representatividad se ha verificado de forma posterior a la realización de la encuesta por el método de comparar la caracterización de la muestra a partir de los datos obtenidos en las entrevistas con algunos datos generales conocidos de las Comunidades estudiadas. En un apartado posterior se desarrolla esta cuestión.

7.3.4.2. Elaboración del cuestionario de la encuesta a los regantes

Esta encuesta se ha realizado para obtener datos necesarios para la formulación del modelo y también información para clasificar los regantes en tipologías. Los datos que se incluyen en el cuestionario de esta encuesta pueden agruparse en las siguientes categorías:

- 1.- Caracterización socioeconómica del agricultor.
- 2.- Estructura de las explotaciones.
- 3.- Decisiones de producción del regante bajo distintos supuestos.
- 4.- Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en la gestión del agua encaminadas a disminuir su consumo o a mejorar su eficiencia.
- 5.- Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en el precio del agua.

En el siguiente subapartado se incluye un listado de cada una de las variables estudiadas.

En referencia al tipo de cuestionario a emplear, se ha descartado la modalidad de cuestionario autoadministrado (aquellos en que los mismos encuestados, una vez recibido el cuestionario, lo responden sin intervención de un entrevistador). Aunque esta modalidad de encuesta tiene un coste de ejecución sensiblemente inferior, no se ha adoptado por considerar que su uso podría afectar negativamente a la calidad de la información obtenida. La presencia de un entrevistador facilita posibles aclaraciones a cualquier duda por parte del encuestado, y la experiencia demuestra que también aumenta el número de respuestas.

En la redacción de las preguntas se ha intentado que éstas estuviesen escritas de forma que se facilitase al máximo su cumplimentación, para así obtener una tasa alta de respuestas. Se han empleado tanto preguntas abiertas como semicerradas y cerradas, preguntas con múltiples respuestas, y también preguntas de control. En algunos casos, se han empleado escalas de Likert. Para facilitar los cálculos, las preguntas se han redactado empleando las unidades más utilizadas por los regantes de la zona. Por este motivo las unidades de superficie empleadas en la encuesta han sido las *vessanes*, aunque en la elaboración de datos se han convertido en hectáreas. Una hectárea equivale a 4,5725 *vessanes*.

En la estructuración del cuestionario se ha tenido especialmente en cuenta la inclusión de una introducción en la que se especifica que la encuesta se realiza para llevar a cabo un estudio por parte de la Universidad de Girona, y que previamente los responsables de la Comunidad de Regantes han sido informados del mismo. Con ello se pretende facilitar la colaboración del encuestado.

Por último, antes de la realización de las entrevistas a gran escala, se ha realizado una prueba realizando entrevistas a un número pequeño de regantes de cada Comunidad para detectar la existencia en el cuestionario de posibles deficiencias de comprensión, preguntas difíciles de responder y otros problemas.

Una vez corregidos los defectos detectados, se ha obtenido el cuestionario definitivo, que puede consultarse en el Anejo 6.

7.3.4.3. Variables consideradas en la encuesta a los regantes

La totalidad de variables empleadas en la encuesta se exponen a continuación, agrupadas según su naturaleza. De cada variable se identifica su grupo de pertenencia, se le otorga un número de identificación, se define su significado y entre paréntesis se le asigna una abreviación, que será la utilizada a partir de este momento en el presente estudio. Además se identifican las unidades de medida y los valores que puede tomar la variable.

Grupo 1: Variables de identificación de la entrevista.

Se trata de las variables que ayudan a identificar la encuesta y a verificar su correcta dispersión en el territorio objeto de estudio.

- 1: Número de identificación de la entrevista (NUMERO).
- 2: Comarca de pertenencia de la explotación (COMARCA).
- 3: Municipio de pertenencia de la explotación (MUNICIPIO).

Grupo 2: Variables de caracterización socioeconómica del agricultor.

Se trata de variables que aportan datos socioeconómicos sobre el regante.

- 4: Edad del agricultor (EDAD). Unidad: años.
- 5: Proporción del valor de la renta agraria sobre el valor total de la renta familiar (RENTA).
- 6: Estado de jubilado (JUBILADO). Valores de 0 a 1, correspondientes a 0 = No, 1 = Sí.
- 7: Nivel general de estudios (ESTUDIOS). Valores de 1 a 5, correspondientes a: 1 = Sin estudios, 2 = Primarios, 3 = Secundarios (bachillerato, formación profesional), 4 = Universitarios de grado medio, 5 = Universitarios de grado superior.
- 8: Nivel de formación en temas agrarios (FORM_AGR). Valores de 1 a 5, correspondientes a: 1 = Sin estudios agrarios, 2 = Capacitación agraria, 3 = Formación profesional agraria, 4 = Universitarios agrarios de grado medio, 5 = Universitarios agrarios de grado superior.
- 9: Frecuencia de lectura sobre temas agrarios (LECTURA). Valores de 1 a 5, correspondientes a: 1 = Muy frecuentemente, 2 = Frecuentemente, 3 = Regular, 4 = Poco frecuentemente, 5 = Nunca.
- 10: Fuentes de información sobre temas agrarios (INFORMAC). Valores de 1 a 7, correspondientes a: 1 = Administración, 2 = Sindicatos, 3 = Medios de comunicación de masas, 4 = Otros agricultores o asociaciones, 5 = Otras fuentes, 6 = No le interesa, 7 = Varias fuentes de las anteriores.
- 11: Frecuencia de asistencia a seminarios (SEMINARIO). Valores de 1 a 5, correspondientes a: 1 = Muy frecuentemente, 2 = Frecuentemente, 3 = Regular, 4 = Poco frecuentemente, 5 = Nunca.
- 12: Empleo de la contabilidad en la gestión de la explotación (CONTABIL). Valores de 0 a 1, correspondientes a 0 = No, 1 = Sí.
- 13: Empleo de la informática en la gestión de la explotación (INFORMAT). Valores de 0 a 1, correspondientes a 0 = No, 1 = Sí.

Grupo 3: Variables de estructura de las explotaciones.

En este grupo se incluyen las variables que definen el sistema de producción de la explotación.

- 14: Superficie de secano de la explotación (SECANO). Unidad: ha.
- 15: Superficie de regadío de la explotación (REGADÍO). Unidad: ha.
- 16: Superficie equivalente de regadío (SUPREGEQ). Unidad: ha. Variable de cálculo, no incluida en la encuesta. Es una variable que resulta de sumar a la superficie de regadío real el equivalente en regadío de la superficie de secano real, teniendo en cuenta la ratio de rendimientos comarcales del secano sobre los rendimientos en regadío. Se obtiene así la superficie de explotación equivalente a la real si todo fuese regadío.
- 17: Proporción de la superficie total en regadío (PROP_REG). Variable de cálculo, no incluida en la encuesta. Se obtiene mediante el cálculo de la siguiente fórmula.

$$PROP_REG_i = \frac{REGADÍO_i}{REGADÍO_i + SECANO_i} \times 100 \quad [9]$$

- 18: Tamaño medio de parcela de la explotación (PARCELA). Unidad: ha.
- 19: Porcentaje de la superficie de la explotación cultivada en régimen de arrendamiento (ARRENDAM).
- 20: Sistema de riego principal (RIEGO). Valores de 1 a 5, correspondientes a: 1 = A manta, 2 = Superficial con manguera flexible, 3 = Por inundación, 4 = Por aspersión y 5 = Por goteo.
- 21: Porcentaje de la superficie cultivada dedicada a la alimentación animal de la propia explotación (SUP_ALIM).
- 22: Propiedad de la maquinaria (PROP_MAQ). Valores de 1 a 3, correspondientes a: 1 = Propia, 2 = Alquilada, 3 = Mixta (parte propia y parte alquilada).
- 23: Tipo de trabajo que realiza la maquinaria alquilada (TRAB_MAQ). Valores de 1 a 5, correspondientes a: 1 = Todos los trabajos, 2 = Recolección y otros, 3 = Sólo recolección, 4 = Otros trabajos y 5 = Ningún trabajo.
- 24: Potencia de tracción propia (POT). Unidad: CV.
- 25: Empleo de mano de obra familiar (MO_FAM). Unidad: trabajadores a tiempo completo/año. Valores decimales indican dedicación a tiempo parcial.
- 26: Empleo de mano de obra no familiar, contratada (MO_CONTR). Unidad: trabajadores a tiempo completo/año. Valores decimales indican dedicación temporal.
- 27: Unidades ganaderas (U_GANAD). Variable de cálculo, no incluida en el cuestionario. Se obtiene mediante la metodología empleada en las estadísticas oficiales, aplicando un coeficiente a cada una de las especies y tipos para poder presentar en una misma unidad de equivalencia las distintas especies. Estos coeficientes son: vaca de leche: 1; otras vacas: 0,8; bovino macho de 24 meses o más: 1; novilla de 24 meses y más: 0,5; bovino de 12 a menos de 24 meses: 0,7; bovino de menos de 12 meses: 0,4; ovino: 0,1; caprino: 0,1; porcino reproductor: 0,5; porcino reproductor para reposición: 0,5; lechón: 0,027; otros porcinos: 0,3; equino: 0,6; gallina: 0,014; gallina destinada a puesta: 0,014; pollo y gallo: 0,007; pavo y pato: 0,03; otros tipos de aves: 0,03; coneja madre: 0,015. Se exceptúan las colmenas y los avestruces (IDESCAT, 2001).

Grupo 4: Variables de decisión de producción bajo distintos supuestos.

En este grupo cada variable expresa la proporción de una dedicación productiva concreta respecto la superficie total de la explotación. En total, se consideran 14 posibles

aprovechamientos, separando los cultivos de regadío de los mismos en secano, e incluyendo la superficie en retirada.

Se incluyen dos subgrupos de variables:

A) Variables que reflejan las decisiones reales de producción de los distintos agricultores en una serie temporal de campañas de siembra:

A.1.- Decisiones productivas de la campaña 1999-2000.

A.2.- Decisiones productivas de la campaña 1998-1999.

A.3.- Decisiones productivas de la campaña 1997-1998.

A.4.- Decisiones productivas medias de la serie temporal considerada. Este grupo de variables se obtiene a partir de los tres grupos de variables anteriores y es el que realmente se utiliza en el estudio. Incluye las siguientes posibilidades productivas:

- 28: Maíz en regadío (MAIZ)
- 29: Girasol en regadío (GIRASOL)
- 30: Cereal-grano en regadío (CEREAL)
- 31: Forraje de invierno en regadío (FORR_INV)
- 32: Alfalfa en regadío (ALFALFA)
- 33: Arroz en regadío (ARROZ)
- 34: Fruta dulce en regadío (FRUTA)
- 35: Planta leñosa ornamental en regadío (ORNAMENT)
- 36: Árboles de ribera en regadío (CHOPO)
- 37: Superficie de regadío en retirada (RETIRADA)
- 38: Girasol en secano (GIR_SEC)
- 39: Cereal-grano en secano (CER_SEC)
- 40: Forraje de invierno en secano (FORR_SEC)
- 41: Alfalfa en secano (ALF_SEC)

B) Variables que reflejan las decisiones de producción de los regantes en una situación hipotética en que en el momento previo a siembra existen previsiones de restricciones en el suministro, de forma que a lo largo de la campaña sólo se dispondrá del agua necesaria para regar, en las dosis normales empleadas, la mitad de la superficie.

- 42: Maíz en regadío (R_MAIZ)
- 43: Girasol en regadío (R_GIR)
- 44: Cereal-grano en regadío (R_CEREAL)
- 45: Forraje de invierno en regadío (R_FORR)
- 46: Alfalfa en regadío (R_ALF)
- 47: Arroz en regadío (R_ARROZ)
- 48: Fruta dulce en regadío (R_FRUTA)
- 49: Planta leñosa ornamental en regadío (R_ORNAM)
- 50: Árboles de ribera en regadío (R_CHOPO)
- 51: Superficie de regadío en retirada (R_RETIR)
- 52: Girasol en secano (R_GIR_S)
- 53: Cereal-grano en secano (R_CER_S)
- 54: Forraje de invierno en secano (R_FORR_S)

- 55: Alfalfa en seco (R_ALF_S)

Grupo 5: Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en la gestión del agua encaminadas a disminuir su consumo o a mejorar su eficiencia.

En este apartado se han incluido dos grupos de variables: el primer grupo está formado por variables destinadas a conocer la opinión del regante frente a algún tema concreto que pudiese contribuir a la mejora de la eficiencia o a la disminución de la demanda de agua; el segundo grupo incluye variables destinadas a conocer la disposición del regante a contribuir económicamente a la aplicación de la medida de mejora anteriormente propuesta.

En la Tabla 8 se exponen los números de variable correspondientes a cada caso.

Tabla 8.- Identificadores de variables de opinión sobre aspectos de gestión de agua.

	Opinión que le merece la medida propuesta	Disposición a contribuir económicamente a la aplicación de la medida
Instalación de medidores de caudal y pago según consumo	56 (OPICONTA)	65 (CONTCONTA)
Mejoras en las conducciones de la Comunidad	57 (OPICONDU)	66 (CONTCONDU)
Fomento de la formación del regante	58 (OPIFORM)	67 (CONTFORM)
Implantación de servicios de asesoramiento	59 (OPIASES)	68 (CONTASES)
Fomento del cambio de los sistemas de riego	60 (OPIRIEG)	69 (CONTRIEG)
Construcción de nuevos pantanos y balsas	61 (OPICONST)	70 (CONTCONST)
Primas a renuncias a las concesiones de agua de los regantes	62 (OPICONC)	71 (CONTCONC)
Prohibición de la implantación de nuevos regadíos	63 (OPIPROHIB)	72 (CONTPROHIB)
Fomento del riego con aguas residuales	64 (OPIRESID)	73 (CONTRESID)

Fuente: elaboración propia; las preguntas de este grupo se basan en el cuestionario empleado por Rodríguez-Ocaña *et al.* (1996).

Cada variable toma un valor de 1 a 5. En el caso de las opiniones sobre las propuestas los valores corresponden a: 1 = Muy mala opinión, 2 = Mala opinión, 3 = Opinión regular, 4 = Buena opinión, 5 = Muy buena opinión. En el caso de la disposición a contribuir económicamente los valores corresponden a: 1 = Muy poca disposición, 2 = Poca disposición, 3 = Disposición regular, 4 = Buena disposición, 5 = Muy buena disposición.

Grupo 6: Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en el precio del agua.

Las preguntas de este grupo se basan en el cuestionario empleado por Garrido *et al.* (1996). Este grupo incluye cinco subgrupos de variables:

A) Reacciones declaradas por los regantes ante un incremento de 1.000 pesetas/vessana (4.572 PTA/ha o 27,48 €/ha) en lo que paga a la Comunidad por continuar recibiendo la misma cantidad de agua. Se han considerado 10 posibles respuestas, cada una de las cuales se trata como una variable binaria, con valores de 0 a 1, correspondientes a 0 = No, 1 = Sí:

- 74: Cambiar los cultivos manteniendo la misma superficie en regadío (1CAMB_CULT).
- 75: Aplicar menos agua sin cambiar los cultivos (1MENOS_AGUA).

- 76: Invertir en equipo de riego para ahorrar agua (1MEJORA_EQ).
- 77: Poner más atención al aplicar el riego, para consumir menos (1ATENCION).
- 78: Dejar una parte del antiguo regadío en seco (1PARTE_SEC).
- 79: Solicitar a su Comunidad de Regantes que haga inversiones en mejoras de conducciones, acequias y un mejor control de los consumos (1INV_CR).
- 80: Abandonar totalmente la agricultura de regadío (1ABAND_RIEG).
- 81: Otras opciones (1OTROS).
- 82: Aceptar pagar y no realizar ningún cambio (1NO_CAMBIA).
- 83: Solamente regar lo que sus pozos le permitan (1SOLO_POZO).

B) Reacciones declaradas por los regantes ante un incremento de precio de 2.000 pesetas/vessana (9.145 PTA/ha o 54,96 €/ha), considerando las mismas posibles respuestas.

- Se generan las variables de la 84 a la 93. Los nombres de las variables son los mismos que en el apartado anterior sustituyendo la parte numérica del nombre por "2" (ejemplo 84: 2CAMB_CULT).

C) Reacciones declaradas por los regantes ante un incremento de precio de 3.000 pesetas/vessana (13.717 PTA/ha o 82,44 €/ha), considerando las mismas posibles respuestas.

- Se generan las variables de la 94 a la 103. Los nombres de las variables son los mismos que en el apartado anterior sustituyendo la parte numérica del nombre por "3" (ejemplo 94: 3CAMB_CULT).

D) Otras variables relacionadas con el precio del agua.

- 104: Incremento máximo estaría dispuesto a pagar para continuar recibiendo la misma dosis de agua (PAGO_MAX). Unidad: pesetas/vessana.
- 105: Opinión sobre si en un futuro se tendrá que pagar por el agua consumida (PAGO_FUT). Valores de 1 a 3, correspondientes a 1 = Sí, 2 = No, 3 = No lo sabe.

E) Variables relacionadas con el establecimiento de mercados de aguas.

- 106: Cantidad máxima que estaría dispuesto a pagar por la compra de agua a otro regante (COMPRA). Unidad: pesetas/vessana.
- 107: Comentarios a la compra de agua (COM_COMP). Variable empleada en caso de respuesta no numérica a la pregunta anterior.
- 108: Cantidad mínima a la que estaría dispuesto a ceder parte de su concesión a otro regante (VENTA). Unidad: pesetas/vessana.
- 109: Comentarios a la cesión de agua (COM_VENT). Variable empleada en caso de respuesta no numérica a la pregunta anterior.

Grupo 7: Variables identificadoras de las Comunidades de Regantes de pertenencia

Este grupo incluye dos únicas variables, con los siguientes significados:

- 110: Identificación de las Comunidades de Regantes a nivel individual (6CR). Valores de 1 a 6, correspondientes a 1 = CR Marge Esquerre del Muga, 2 = CR Marge Dret del Muga, 3 = CR Reg del Molí de Pals, 4 = CR Presa Colomers Marge Esquerre del Riu

Ter, 5 = CR Zona de Cervià de Ter, Sant Jordi Desvalls i Colomers, 6 = CR Sèquia Vinyals.

- 111: Identificación de las Comunidades de Regantes por zonas (3CR): Valores: 1 = CCRR del Muga, 2 = CCRR del Bajo Ter, 3 = CCRR del Medio Ter.

7.3.4.4. Validación de la muestra de regantes seleccionada

En este apartado se comprueba la validez de la muestra de regantes seleccionada. Para ello, se tomarán en consideración dos factores: el propio conocimiento de las explotaciones existentes en la zona y la correspondencia entre los datos de la población de estudio aportados por las Comunidades de Regantes y los datos obtenidos en la encuesta a la muestra de explotaciones de dicha población.

Se han eliminado las entrevistas que no han respondido alguna de las cuestiones que se utilizarán en el establecimiento de tipologías, puesto que la metodología empleada (el análisis clúster) no admite ninguna variable sin valor conocido. Por este motivo, por una parte no se han tenido en cuenta en la determinación de tipologías las preguntas a las que un número importante de regantes no ha respondido, mientras que en los casos en que sólo unos pocos regantes han dejado de responder una pregunta, son estas entrevistas las que se han suprimido. Al final el número de entrevistas válido ha sido de 170.

Comparando la población con las entrevistas válidas se obtiene la Tabla 9:

Tabla 9.- Comparación entre datos totales de la muestra y de la población.

	Población	Muestra
Número de regantes	3.970 regantes	170 regantes (4,3% del total de regantes)
Superficie	13.820 ha	3.571 ha (25,8% de la superficie total)

Fuente: elaborado por el autor; los datos poblacionales proceden de las Comunidades de Regantes.

Como se puede observar en la tabla, aunque el número de regantes de la muestra no es muy alto en relación a los regantes de la población, no ocurre lo mismo con la superficie representada, que es bastante elevada. Esto es debido a la gran cantidad de regantes con superficies muy pequeñas que pertenecen a las Comunidades de Regantes, que no se dedican profesionalmente a la agricultura pero trabajan huertos cuya producción se destina básicamente al autoconsumo. Se recuerda que en el muestreo no se han considerado los regantes con explotaciones de superficie inferior a 1 hectárea, puesto que aunque su número es elevado, su consumo global de agua es bastante reducido.

Por otra parte, en la Tabla 10 se muestran las superficies de los cultivos en la población y en la muestra. Los datos poblacionales se han elaborado a partir de las declaraciones de los responsables de las Comunidades de regantes y de los datos suministrados por el DARP. Comparando dichos datos, se observa una notable coincidencia entre ellos. En el Muga, la principal discordancia se encuentra en un exceso de maíz en la muestra, que en la población se sustituye por otros cultivos herbáceos. En el Bajo Ter la muestra presenta un exceso de frutales y un déficit de cereal-grano y girasol. Y en el Medio Ter, la muestra incluye un exceso de maíz y de girasol, mientras es deficitaria en alfalfa, cereal-grano y forraje de invierno.

Aún teniendo en cuenta las diferencias observadas, se considera que la muestra tiene un elevado grado de representatividad de la población, y por tanto, se considera válida.

Tabla 10.- Comparación entre el porcentaje de superficie dedicada a cada cultivo en la población y en la muestra.

Cultivos en regadío	Muga		Bajo Ter		Medio Ter	
	Población	Muestra	Población	Muestra	Población	Muestra
Maíz	54	61	34	38	32	40
Girasol	10	7	7	1	5	12
Cereal-grano	10	6	16	8	5	0
Forraje de invierno	2	5	4	5	3	0
Alfalfa	10	8	13	14	6	1
Arroz	2	2	7	8	0	0
Frutales	5	3	13	20	4	4
Leñosas ornamentales	0	0	0	0	22	20
Árboles de ribera	1	1	2	2	20	20
Retirada	5	5	4	4	3	3
Total	100	100	100	100	100	100

Fuente: elaborado por el autor, a partir de datos de las Comunidades, del DARP (datos no publicados) y de los resultados de la encuesta realizada.

7.4. Análisis de los datos de la encuesta a los regantes

Para intentar comprobar la existencia de relaciones entre los distintos grupos de variables obtenidos de la encuesta a los regantes, se propone seguir el siguiente proceso, basado en parte en la metodología propuesta por Rodríguez-Ocaña (1996):

- 1.- Agrupar las variables obtenidas de la encuesta a los regantes en grupos según la naturaleza de las mismas.
- 2.- Clasificar las explotaciones en grupos según sus similitudes. Esta clasificación se realiza para cada grupo de variables, asignando a cada explotación una variable nominal definida como "clúster de pertenencia" para cada uno de los grupos de variables considerados. Así se obtendrán las modalidades de explotaciones existentes para cada grupo de variables.
- 3.- Estudiar las relaciones de independencia entre los distintos grupos de variables mediante un test χ^2 aplicado a las variables nominales determinadas en cada grupo por el análisis de clasificación. En este punto se añade una nueva variable nominal, que es el grupo de Comunidades de Regantes de pertenencia (con 3 posibles valores correspondientes al Muga, al Medio Ter y al Bajo Ter, valores conocidos para cada explotación).

Esta variable nominal, que se ha definido directamente sin necesidad de ningún análisis de clasificación (en realidad no procede de un grupo de variables como el resto, sino que es una variable individual), se utilizará para estudiar las relaciones entre las modalidades de cada grupo y los tres grupos de Comunidades de Regantes.

- 4.- Profundizar en las relaciones existentes entre modalidades mediante el análisis de correspondencias.

Estos puntos se desarrollan en profundidad en los apartados siguientes.

7.4.1. Análisis de clasificación

7.4.1.1. Generalidades

El análisis de clasificación comprende un conjunto de métodos que obtienen grupos de objetos o de individuos semejantes de acuerdo con algún criterio. Estos objetos están descritos por cierto número de variables o características y es necesario definir una medida de homogeneidad a partir de la cual se detectan los grupos. Estos métodos de clasificación se conocen también por el nombre de análisis clúster (Grande y Abascal, 1996).

La utilización de estos métodos permite obtener grupos homogéneos considerando simultáneamente un gran número de variables o características para describir a los elementos que componen la población que se clasifica (Grande y Abascal, 1996).

El análisis clúster es una técnica estadística descriptiva en el sentido que esta técnica no se apoya sobre una distribución teórica y sobre ella no se han desarrollado tests de significación, y así la aplicación está ligada íntimamente a la muestra elegida (Everitt, 1993). Este autor destaca del método clúster su capacidad para resumir información de la muestra y construir hipótesis sobre los grupos realizados.

Para obtener más información acerca de los fundamentos y técnicas de aplicación de esta metodología puede consultarse, entre otros, Aldenderfer y Blashfield (1984), Júdez (1989), Everitt (1993), García (1994), Grande y Abascal (1996), Baró y Alemany (1996) y Hair *et al.* (1999).

7.4.1.2. Metodología del análisis de grupo

La aplicación de la metodología del análisis de grupo se basa en las siguientes etapas:

Fase 1.- Obtención de la matriz de datos

El punto de partida de las técnicas de clasificación es una matriz de tamaño $m \times n$, donde las m filas representan los individuos y las n columnas, las variables que los definen.

Así, un elemento cualquiera de la matriz X_{ij} es el valor que toma la variable j para el individuo i .

En el presente estudio, la matriz contiene 170 filas y tantas columnas como variables consideradas, con los distintos datos obtenidos de la encuesta a los agricultores. Esta matriz se ha dividido en 5 submatrices, cada una de ellas con 170 filas, agrupando las variables de una misma naturaleza para su análisis por separado.

Fase 2.- Transformación previa de las variables

Se trata de una etapa opcional, en la que los valores iniciales de las variables se transforman en otros valores. Cuando se trabaja con variables medidas en unidades heterogéneas puede ser conveniente realizar alguna operación previa para homogeneizar los datos. Esto se puede conseguir realizando un análisis de componentes principales sobre

las observaciones que se desea homogeneizar. Una vez realizado este análisis se puede proceder a realizar el análisis clúster sobre los componentes seleccionados, asumiendo el coste de la pérdida de una parte de la información inicial.

Otra posibilidad es la de trabajar con datos estandarizados, con lo que se elimina la escala de medida y se puede realizar el análisis clúster sobre variables que presentan una misma media y una misma desviación típica.

Esta estandarización se obtiene aplicando la fórmula:

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_j} \quad [10]$$

Siendo:

Z_{ij} : valor estandarizado para el individuo i de la variable j .

X_{ij} : valor original para el individuo i de la variable j .

\bar{X}_j : media aritmética de la variable j .

S_j : desviación estándar de la variable j .

Esta estandarización permite eliminar los efectos arbitrarios de las distintas unidades de medida sobre las semejanzas entre individuos. Asimismo se iguala el grado de contribución de las distintas variables en el cálculo de semejanzas.

En el presente trabajo la estandarización se ha empleado sobre los grupos de variables de estructura y socioeconómicas, que comprenden multitud de variables expresadas inicialmente en unidades muy distintas.

Otro tipo de transformación que puede realizarse sobre las variables originales es proceder a su ponderación, es decir, que el investigador otorgue pesos distintos a las variables clasificadoras para atribuir más importancia a alguna de ellas sobre las demás o al revés. Esta posibilidad es empleada por Rodríguez-Ocaña (1996) en su metodología para establecer tipologías de agricultores.

En este estudio no se ha ponderado ninguna variable de forma distinta a las demás.

Fase 3.- Elección de una medida de desemejanza o distancia

Una vez obtenidos los datos definitivos a analizar en la matriz de datos, debe procederse a observar las diferencias existentes entre los individuos. Esto se realiza mediante las medidas de semejanza o desemejanza.

Las posibilidades de elección de medidas de semejanza son múltiples, y el hecho de escoger una forma de medida u otra proporcionará resultados puntuales del análisis distintos, aunque generalmente lleven a conclusiones finales similares (Baró y Alemany, 1996).

En el presente estudio se ha empleado la distancia euclídea al cuadrado porque es la que corresponde a la estrategia de agregación seleccionada (Minitab Inc., 1995; SPSS Inc., 1988):

1.- Para variables cardinales, la distancia entre dos elementos es la suma de las diferencias al cuadrado entre los valores de los diferentes elementos.

2.- Para variables binarias, se calcula el número de casos discordantes. Su valor mínimo es 0 y no tiene límite superior.

Fase 4.- Obtención de la matriz de semejanzas

La matriz de semejanzas o de proximidades expresa las distancias entre cada par de casos. Es una matriz cuadrada, en la que cada columna identifica el primer caso de un par y cada fila identifica el segundo caso. La celda formada por la intersección de una columna y una fila contiene el valor del coeficiente de similitud para un par dado de casos.

Fase 5.- Elección de una estrategia de agregación

Con las distancias calculadas debe elegirse un algoritmo que permita clasificar los elementos en clusters o grupos. Los más rápidos y sencillos son los métodos jerárquicos, que a su vez pueden ser acumulativos (se forman grupos cada vez mayores) o disminutivos (partiendo de un solo grupo, se separan los elementos en grupos cada vez más pequeños).

En este trabajo se han empleado algoritmos acumulativos. En éstos, los elementos individuales forman unos primeros grupos; en un proceso de diversas etapas estos grupos se van uniendo entre sí, formando nuevos grupos. Así, va disminuyendo el número de grupos o clusters y de forma simultánea, éstos van aumentando de tamaño al incorporar subclusters de la fase anterior (Baró y Alemany, 1996).

Existen múltiples estrategias de agregación. De la utilización de distintas estrategias, resultarán generalmente distintas jerarquías (Júdez, 1989). Aldenderfer y Blashfield (1984) destacan que la clave en el uso del análisis clúster es conocer cuando los grupos formados son reales y no simplemente impuestos por el método de agregación escogido.

Por este motivo en este trabajo se han realizado una serie de pruebas con los distintos métodos de agregación disponibles para determinar la idoneidad del método escogido de forma empírica. Como afirman algunos autores, la prueba verdadera sobre la idoneidad del método elegido es la obtención de resultados finales lógicos (Minitab Inc., 1995).

Finalmente se ha escogido el método de Ward o método de agrupamiento de casos como estrategia de agregación. En este método se suman los cuadrados de las distancias euclídeas entre cada caso y las medias de los conglomerados. En cada etapa del análisis de conglomerados los dos casos o conglomerados que se funden son los que producen el menor incremento en la suma total de los cuadrados de las distancias intra-conglomerados.

Algunos autores destacan que en ciertos casos concretos este método puede llevar a conclusiones erróneas, pero esta situación no se ha detectado con los datos empleados. Además, cuando se necesita una clasificación exhaustiva de los individuos (todos deben asignarse a un grupo) y en los datos hay relativamente pocos valores atípicos, el método de Ward proporciona una mayor recuperación de estructuras de clúster conocidas, respecto los demás métodos (Kuiper y Fisher, 1975; Mojena, 1977). Júdez (1989) afirma que las propiedades de este algoritmo hacen de esta estrategia de agregación la preferida en muchos casos.

Para un desarrollo en profundidad sobre la problemática de éste y de los demás métodos de agregación se recomienda consultar Aldenderfer y Blashfield (1984) y Everitt (1993).

Fase 6.- Obtención del dendograma

Partiendo de la matriz de semejanzas entre pares de observaciones, y aplicando el criterio de agregación seleccionado, se puede construir la jerarquía indexada de las observaciones estudiadas, que gráficamente se representan por un árbol que se denomina dendograma.

Al comienzo del proceso, cada objeto se considera incluido en un clúster propio. Cada una de las sucesivas etapas consistirá en mezclar dos de los clusters existentes, formando uno nuevo, según la estrategia de agregación empleada. Así pues, en cada fase del proceso se reduce el número de clusters existentes.

En el dendograma, en el eje vertical se representan las distancias. Así pues, la altura del clúster o grupo dentro del árbol indica la distancia (similitud entre grupos) a la que cada agrupación se ha formado. Por otro lado, en el eje horizontal se muestran los distintos casos analizados. La Figura 8 muestra un ejemplo de dendograma.

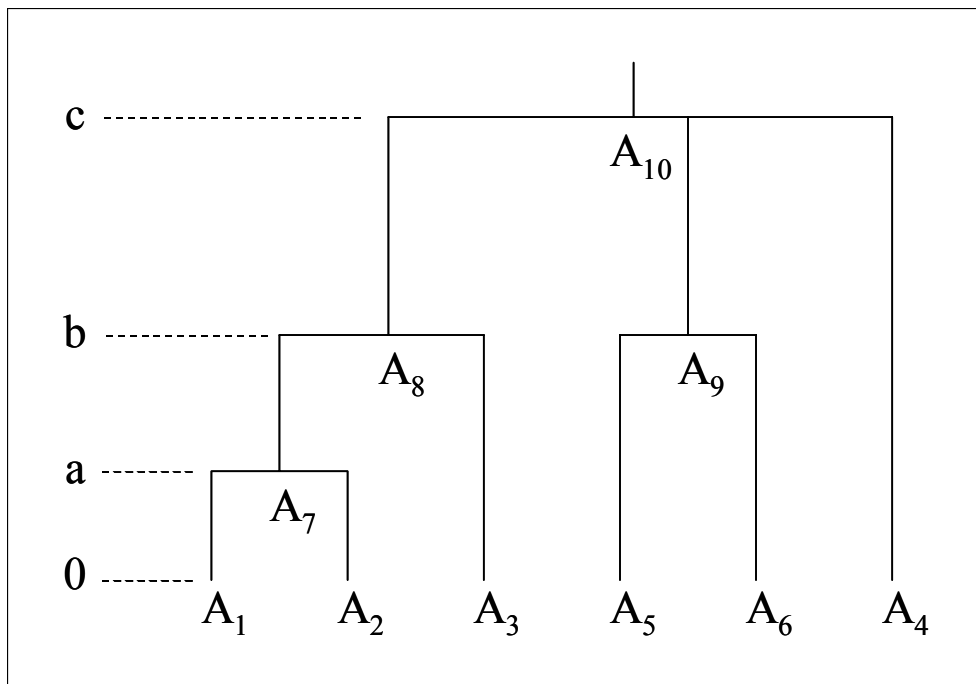


Figura 8.- Ejemplo de árbol de semejanzas o dendograma. Las letras A_i indican los distintos grupos formados en el proceso de agregación, mientras que las minúsculas indican distancias entre grupos.

Fuente: elaboración propia

Los grupos situados en la parte inferior están formados por un solo elemento, y a medida que se asciende en el gráfico se van formando nuevos grupos, por agregaciones entre ellos. El grupo A_7 , por ejemplo, está formado por la agregación de A_1 y A_2 a una distancia (similitud entre grupos) de “ a ”.

Fase 7.- Corte del árbol

A partir del dendograma se puede obtener una partición del conjunto total efectuando un corte sobre él, al nivel que se desee. Cuanto mayor sea el nivel al que se efectúe el corte más heterogéneas serán las observaciones en el interior de los distintos clusters obtenidos.

La decisión sobre el nivel al que debe realizarse el corte es importante. Conforme se adoptan valores de corte más altos, se admite más tolerancia y se consideran semejantes objetos entre los que existen ciertas diferencias. Cuando se llega al nivel superior de distancia existente en el dendograma, se toleran todas las diferencias existentes y se consideran todos los elementos pertenecientes al mismo grupo o clúster.

Aquí entra en juego la decisión del investigador, que cortará el árbol horizontalmente para obtener el número de grupos que desee (Rodríguez-Ocaña, 1996). En este proceso se juega con:

- 1.- La apariencia del dendograma, que aporta información sobre las distancias entre los posibles grupos.
- 2.- El número de grupos que, aproximadamente, se pretenden obtener en función de los objetivos buscados.
- 3.- El conocimiento previo en la materia objeto de estudio.

Estos criterios son compartidos por otros autores, como Hair *et al.* (1999), quienes añaden a los mismos la posibilidad de utilizar otros procedimientos, como los basados en tests estadísticos, de los que destacan su elevada complejidad en relación a la información que aportan.

Se debe buscar el término medio entre un conocimiento detallado y un conocimiento esquemático; el primero puede dificultar el análisis por exceso de información, y el segundo puede ser insuficiente.

En este estudio se ha primado la lógica de los resultados obtenidos, teniendo en cuenta el conocimiento previo de las explotaciones existentes en la zona de estudio.

Como se ha mencionado anteriormente, el análisis de clasificación se ha realizado de forma separada para cada grupo de variables considerado. Cada grupo se considera una variable nominal. En cada grupo se han identificado una serie de subgrupos o clusters, que son las distintas modalidades que toma la variable nominal en cuestión.

7.4.1.3. Variables empleadas en el análisis de clasificación

No todas las variables estudiadas en la encuesta o generadas a partir de las mismas se han empleado en el análisis de clasificación. Algunas de ellas no aportaban datos de importancia (como las del grupo 1, variables de identificación). Como grupos a analizar mediante el análisis de clasificación se han seleccionado los siguientes:

- 1.- Variables de caracterización socioeconómica.
- 2.- Variables de estructura de las explotaciones.

3.- Variables de decisión de producción en la serie temporal estudiada (proporción de superficie dedicada a cada cultivo).

4.- Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en la gestión del agua encaminadas a disminuir su consumo o a mejorar su eficiencia.

5.- Variables que reflejan aspectos relativos al comportamiento de los regantes frente a variaciones en el precio del agua.

Incluso dentro de estos grupos, algunas variables que sí podían aportar información se han eliminado a causa de su bajo nivel de respuesta (sobre todo las relacionadas con precios a pagar o a cobrar por el agua). Otras variables, en lugar de tratarse individualmente, se han empleado para generar nuevas variables.

Por último, otra dificultad ligada a la metodología ha limitado el número de variables a emplear. Como la realización de un análisis clúster se facilita mucho si todas sus variables son numéricas o todas son categóricas, se han eliminado de cada grupo de variables las que tenían una naturaleza distinta a la de la mayoría del grupo. Así, todos los grupos de variables han incluido solo variables numéricas, excepto el grupo de variables de comportamiento de los regantes frente a variaciones en el precio del agua, sólo con variables de naturaleza categórica.

El resumen de los métodos de análisis de clasificación empleados en el análisis de cada grupo de variables (método de agregación, distancia y normalización), así como las variables realmente analizadas, se exponen a continuación:

Aplicación del análisis de grupo a las variables de caracterización socioeconómica

- Método de agregación: Ward
- Distancia empleada: distancia euclídea al cuadrado
- Normalización de datos: sí (variables de muy distintas magnitudes y unidades)
- Variables empleadas: EDAD, RENTA, ESTUDIOS, FORM_AGR, LECTURA, SEMINARIO

Aplicación del análisis de grupo a las variables de estructura de las explotaciones

- Método de agregación: Ward
- Distancia empleada: distancia euclídea al cuadrado
- Normalización de datos: sí (variables de muy distintas magnitudes y unidades)
- Variables empleadas: ARRENDAM, PROP_REG (calculada a partir de REGADÍO y SECANO), SUPREGEQ, MO_CONTR, MO_FAM y U_GANAD.

Aplicación del análisis de grupo a las variables de decisión de producción

- Método de agregación: Ward
- Distancia empleada: distancia euclídea al cuadrado
- Normalización de datos: no (siempre se trabaja con magnitudes semejantes, porcentaje de superficie dedicada a cada producción).
- Variables empleadas: decisiones productivas medias del período estudiado (campañas de 1997-98 a 1999-2000, excepto para la zona del Muga, en que sólo se considera la campaña 1997-98, la única sin restricciones excepcionales en el suministro), MAIZ, GIRASOL, CEREAL, FORR_INV, ALFALFA, ARROZ, FRUTA,

ORNAMENT, CHOPO, RETIRADA, GIR_SEC, CER_SEC, FORR_SEC, ALF_SEC. La suma de superficies dedicadas a los distintos cultivos forrajeros (alfalfa y forraje de invierno, en regadío y en seco) genera la variable denominada FORRAJE.

En este caso concreto, y dada la importancia del resultado de este análisis por su posterior utilización en la definición de las tipologías de explotaciones, se ha realizado un análisis clúster diferenciado para las explotaciones de cada grupo de Comunidades de Regantes, con el ánimo de obtener unas tipologías ajustadas al máximo a la realidad de cada Comunidad.

Aplicación del análisis de grupo a las variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en la gestión del agua encaminadas a disminuir su consumo o a mejorar su eficiencia

- Método de agregación: Ward
- Distancia empleada: distancia euclídea al cuadrado
- Normalización de datos: no (siempre se trabaja con magnitudes semejantes)
- Variables empleadas: OPICONTA, OPICONDU, OPIFORM, OPIASES, OPIRIEG, OPICONST, OPICONC, OPIPROHIB, OPIRESID, CONTCONTA, CONTCONDU, CONTFORM, CONTASES, CONTRIEG, CONTCONST, CONTRESID.

Aplicación del análisis de grupo a las variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en el precio del agua

Se trata de variables cualitativas, sin propiedades ordinales.

- Método de agregación: Ward
- Distancia empleada: distancia euclídea al cuadrado binaria
- Normalización de datos: no (siempre se trabaja con magnitudes semejantes, variables binarias de presencia/ausencia)
- Variables empleadas: 1CAMB_CULT, 1MENOS_AGUA, 1MEJORA_EQ, 1ATENCIÓN, 1PARTE_SEC, 1INV_CR, 1ABAND_RIEG, 1OTROS, 1NO_CAMBIA, 1SOLO_POZO, 2CAMB_CULT, 2MENOS_AGUA, 2MEJORA_EQ, 2ATENCIÓN, 2PARTE_SEC, 2INV_CR, 2ABAND_RIEG, 2OTROS, 2NO_CAMBIA, 2SOLO_POZO, 3CAMB_CULT, 3MENOS_AGUA, 3MEJORA_EQ, 3ATENCIÓN, 3PARTE_SEC, 3INV_CR, 3ABAND_RIEG, 3OTROS, 3NO_CAMBIA, 3SOLO_POZO

7.4.2. Estudio de las relaciones de independencia entre los distintos grupos de variables

Una vez obtenidos los clusters correspondientes a cada una de las categorías de datos analizadas, se pretende comprobar la independencia o no entre estas categorías. Este análisis se realizará mediante el uso del test χ^2 . A continuación se desarrollan las etapas básicas para la aplicación de este análisis:

Fase 1.- Identificación de las variables nominales

Una variable es nominal cuando la propiedad estudiada no se mide en escalas ordinales, de intervalo o métricas, es decir, la escala de medida no posee ni orden, ni distancia ni origen (Grande y Abascal, 1996). Estas escalas se emplean para medir aspectos cualitativos.

En el presente trabajo el resultado del análisis clúster de cada grupo o categoría de variables individuales se considera una variable nominal. Cada una de estas variables nominales toma tantos valores como grupos finales se consideran en su análisis clúster correspondiente. Por ejemplo la variable A (ver resultados) corresponde a "clusters obtenidos a partir del análisis de las variables de caracterización socioeconómica", y puede tomar tres valores (nominales) 1, 2 y 3, cada uno de los cuales identifica a uno de los grupos obtenidos. Debe destacarse que los valores numéricos que puede adoptar esta variable no tienen propiedades de orden, distancia ni origen; sólo actúan de códigos de identificación.

Fase 2.- Formulación de las tablas de contingencia

Para la realización del test χ^2 es necesario expresar los resultados de las variables nominales obtenidas del análisis clúster en tablas de contingencia. Las tablas de contingencia o tablas cruzadas resultan de clasificar una población (o muestra) con arreglo a dos características o variables, particionadas en clases. Estas tablas se utilizan cuando se trabaja con variables nominales o con variables agrupadas en intervalos.

En la Tabla 11 se muestra un ejemplo de una tabla de contingencia. En ella, se representan en columnas las modalidades de una variable y en filas las de la otra. La casilla que cruza la fila i con la columna j recoge la frecuencia con que se presentan simultáneamente ambas características.

Es costumbre presentar también las frecuencias marginales para cada valor de la variable fila y para cada valor de la variable columna, así como la total (en negrita en la tabla ejemplo).

Tabla 11.- Ejemplo de tabla de contingencia.

Variable	B_1	B_2	...	B_j	...	B_m	
A_1	f_{11}	f_{12}	...	f_{1j}	...	f_{1m}	f_{1*}
A_2	f_{21}	f_{22}	...	f_{2j}	...	f_{2m}	f_{2*}
...
A_i	f_{i1}	f_{i2}	...	f_{ij}	...	f_{im}	f_{i*}
...
A_n	f_{n1}	f_{n2}	...	f_{nj}	...	f_{nm}	f_{n*}
	f_{*1}	f_{*2}	...	f_{*j}	...	f_{*m}	f_{**}

Fuente: elaborado por el autor

Las casillas A_i (con i variando de 1 a n) y B_j (con j variando de 1 a m) identifican los distintos valores a tomar por las dos variables analizadas.

Las casillas f_{ij} indican el número de observaciones (frecuencia) en las que la variable A ha tomado el valor i y la variable B el valor j .

Las casillas f_{i*} indican la frecuencia marginal de la variable A para el valor i , y se obtiene:

$$f_{i*} = \sum_{j=1}^m f_{ij} \quad [11]$$

De forma análoga se definen las frecuencias marginales de la variable B, expresadas por f_{*j}

Estas tablas de doble entrada permiten examinar si existe o no independencia entre las dos características, o variables nominales. Si hubiera independencia, o si los dos grupos fueran homogéneos, sus distribuciones de frecuencias relativas estarían próximas entre sí. Estadísticamente para detectar esta situación se emplea un contraste de hipótesis.

Fase 3.- Selección del contraste de hipótesis adecuado

Una hipótesis estadística es una afirmación o conjetura con respecto a alguna característica de interés. Contrastar una hipótesis estadística es decidir si la afirmación se encuentra apoyada por la evidencia muestral. El contraste se aplica a los resultados de la muestra para aceptar o rechazar la hipótesis o la confirmación básica. Para realizar este contraste se emplea un estadístico obtenido con los resultados muestrales (Grande y Abascal, 1996).

Una prueba de hipótesis comienza estableciendo la hipótesis de contraste denominada hipótesis nula H_0 , y la hipótesis alternativa H_1 . Esta última será la que se aceptará en caso de que se pueda rechazar la hipótesis nula, por la existencia de suficiente evidencia en contra. En caso contrario, la hipótesis nula se considerará como verdadera.

Cuando se realiza una prueba de estas características se pueden tomar dos decisiones: rechazar la hipótesis nula H_0 , y no rechazar la hipótesis nula. Las decisiones están asociadas a un riesgo. Se pueden tomar decisiones erróneas y cometer dos tipos de errores:

1.- Error tipo I. Es el error cometido al rechazar la hipótesis nula H_0 cuando en realidad es cierta.

2.- Error tipo II. Es el error cometido al no rechazar la hipótesis nula H_0 cuando en realidad es falsa.

Las probabilidades de error dependen del tamaño de la muestra. Generalmente disminuyen al aumentar éste, pero también dependen de la región crítica o región de rechazo. Para diseñar una prueba se suele comenzar estableciendo el nivel de error tipo I máximo que se está dispuesto a aceptar, denominado nivel de significación de la prueba (α), y se fija la región crítica de manera que el error tipo I no sobrepase esa cota. Habitualmente se emplea la frase "se rechaza la hipótesis nula con riesgo α ".

Generalmente el nivel de significación se fija en un 5% o 1%, incluso en 1‰. Es decir, se diseñan pruebas de manera que si se rechaza la hipótesis, la probabilidad de equivocarse es pequeña (Grande y Abascal, 1996).

Aunque existen varios contrastes que pueden utilizarse, el test χ^2 es el más empleado para analizar la independencia entre variables nominales (Rodríguez-Ocaña, 1996), y será el que se utilizará en este trabajo. Otras medidas de asociación que podrían emplearse son el coeficiente C de contingencia y el coeficiente de Cramer, entre otros.

Fase 4.- Aplicación del contraste Chi-cuadrado

El contraste Chi-cuadrado (χ^2) permite contrastar la hipótesis de que dos variables o características son independientes, es decir, no están relacionadas. Las hipótesis de partida son:

1.- H_0 (hipótesis nula): existe independencia entre las variables.

2.- H_1 (hipótesis alternativa): existe dependencia entre las variables, es decir, existe relación entre ellas.

En esta prueba se contrasta la distribución de frecuencias observadas entre dos variables (formando una tabla de contingencia) con la distribución teórica correspondiente a la hipótesis de independencia. La probabilidad de la clase ij , en el supuesto de independencia, corresponde al producto de probabilidades marginales de los valores correspondientes de las dos variables dividido por el número total de observaciones.

El estadístico se calcula como:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{\left(f_{ij} - \frac{f_{i*} * f_{*j}}{f_{**}} \right)^2}{\frac{f_{i*} * f_{*j}}{f_{**}}} \quad [12]$$

Siendo:

f_{ij} : frecuencia observada en la fila i , columna j

f_{i*} : frecuencia marginal de la fila i

f_{*j} : frecuencia marginal de la columna j

f_{**} : frecuencia marginal total

n : número de modalidades de la variable fila

m : número de modalidades de la variable columna.

Es decir, el estadístico corresponde a la suma de los cocientes entre los cuadrados de las diferencias entre frecuencias observadas y esperadas, y las propias frecuencias esperadas.

El valor crítico es el valor de la distribución χ^2 con $(n - 1) * (m - 1)$ grados de libertad para el nivel de significación correspondiente.

El coeficiente χ^2 es siempre un número positivo, que tiende a hacerse nulo en los casos en que no hay asociación entre variables. Este coeficiente presenta el inconveniente de no poder comparar niveles de asociación entre variables, ya que el valor del coeficiente depende del tamaño muestral y del número de modalidades de las variables consideradas.

Este inconveniente se supera considerando el error de tipo I asociado al coeficiente. Ello permite ordenar relaciones de dependencia entre variables nominales según la fuerza de la asociación que puede ser medida por el valor de α de cada relación de dependencia (Rodríguez-Ocaña, 1996).

También debe destacarse el hecho de que se exige la inexistencia de frecuencias esperadas con valores inferiores a 0,5 (Cochran, 1954).

Aplicando el test χ^2 sobre las modalidades de cada par de variables nominales considerado, se obtiene tabla de probabilidades de cometer el error de tipo I para cada test χ^2 , con lo que se puede deducir el sistema de relaciones de dependencia entre estas variables.

Este análisis se realizará sobre las 5 variables nominales definidas a partir del análisis de clasificación, a las que se añadirá una nueva variable correspondiente al grupo de

Comunidades de Regantes de pertenencia (con 3 posibles modalidades: Muga, Bajo Ter y Medio Ter).

7.4.3. Estudio de las relaciones entre modalidades

Para profundizar en el estudio de las relaciones existentes entre modalidades de distintos grupos de variables se propone el uso del análisis factorial de correspondencias.

Los métodos factoriales o de análisis factorial (AF) constituyen un conjunto de técnicas descriptivas que analizan simultáneamente la información proporcionada por varias variables (método de análisis multivariante). Estos métodos combinan las variables buscando elementos comunes y eliminan las redundancias. Así, convierten las variables iniciales en un pequeño número de variables artificiales o factores que explican un alto porcentaje de la información que contienen las variables iniciales (Grande y Abascal, 1996). Se utilizan solos o conjuntamente con métodos de clasificación (Escofier y Pagès, 1992).

Existen varios métodos de análisis factorial adaptados a diferentes tipos de datos: el Análisis de Componentes Principales (ACP) trata tablas que cruzan individuos y variables numéricas, el Análisis Factorial de Correspondencias (AFC) trata tablas de frecuencias, y el Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) se aplica a tablas de variables cualitativas codificadas (Escofier y Pagès, 1992). Hay otros tipos de análisis, como el Análisis Factorial Múltiple (AFM), que se aplica a tablas que recogen varios grupos de variables numéricas y/o cualitativas.

El principio de estos métodos es único: se construyen y se representan sobre gráficos dos nubes de puntos correspondientes respectivamente a las filas y a las columnas de la tabla estudiada. Las representaciones de filas y de columnas se relacionan fuertemente entre sí (Escofier y Pagès, 1992).

Existen muchos textos que desarrollan este tipo de análisis. Entre muchos otros cabe citar Escofier y Pagès (1992), Calvo (1993), García (1994), Uriel (1995) y Grande y Abascal (1996).

El objetivo del análisis factorial de los datos (que forman una matriz rectangular) es encontrar una representación simplificada de los individuos en un espacio de dimensión menor a la inicial. Estas dimensiones no son una selección de algunas de las variables iniciales, sino variables artificiales, obtenidas como combinaciones lineales de las variables iniciales.

Estos ejes, llamados factores, se buscan de forma que la calidad de descripción de los individuos a través de ellos sea próxima a la obtenida con las variables originales.

La importancia de los ejes es decreciente. El primero contiene más información que el segundo, éste que el tercero y así sucesivamente. El número de factores considerados será tal que proporcione el porcentaje de información que se considere suficiente en cada caso.

En una gráfica se representa la posición de las variables e individuos considerados respecto los factores sintéticos obtenidos. Estas proyecciones, tanto de los individuos como de las variables, son deformaciones de la realidad. Para una interpretación correcta es necesario tener en cuenta una medida de la calidad de representación denominada coseno cuadrado o contribución relativa. Cuando esta medida tome un valor próximo a uno sobre el eje o sobre el plano, indica buena calidad de representación sobre ellos (Grande y Abascal, 1996).

En concreto, el Análisis Factorial de Correspondencias (AFC) ha sido diseñado para el análisis de tablas de contingencia y de frecuencias. Se aplica cuando dos conjuntos se encuentran relacionados (Grande y Abascal, 1996), motivo por el cual es el método elegido para analizar la relación existente entre las distintas modalidades de cada par de variables relacionadas entre sí.

Se parte de los datos de una tabla de contingencia en la que se expresan los efectivos obtenidos cruzando las modalidades de dos variables cualitativas definidas sobre una misma población. Las modalidades de una variable se expresan en filas, y las de la otra variable, en columnas.

El análisis intenta obtener una tipología de las filas, una tipología de las columnas y relacionar éstas entre sí. Se desea hallar las filas cuya distribución se desvía más de la del conjunto de la población, aquéllas que se asemejan entre sí y las que se oponen. Para relacionar la tipología de las filas con el conjunto de las columnas, se caracteriza cada grupo de filas por las columnas a las que este grupo se asocia demasiado o demasiado poco con respecto a la situación de independencia (analizado mediante la distancia χ^2). El estudio de las columnas es totalmente análogo (Escofier y Pagès, 1992).

El análisis de correspondencias posee una medida denominada "inercia" que se divide en componentes atribuibles a cada dimensión (el número máximo de dimensiones es el menor entre el número de filas menos uno y el número de columnas menos uno). En este estudio se ha empleado el método de normalización canónica, que dispersa simétricamente la inercia sobre las filas y sobre las columnas.

Los resultados de un AFC incluyen, para cada elemento-fila y elemento-columna, sus coordenadas, sus contribuciones absolutas y sus contribuciones relativas respecto las distintas dimensiones consideradas. La contribución absoluta de una modalidad indica la influencia de ésta sobre la formación de la dimensión considerada. Por otra parte, la contribución relativa indica la calidad de representación de una modalidad sobre un eje o dimensión.

También se obtiene la representación gráfica de los distintos elementos sobre las dimensiones consideradas; la dimensión con la cantidad mayor de inercia se muestra en el eje horizontal y la dimensión con la segunda más grande se muestra en el eje vertical.

Sobre esta gráfica, los puntos alejados del origen representan los elementos más diferentes del elemento medio. Cuanto mayor sea la diferencia entre elementos, mayor será la distancia entre los puntos del diagrama.

El análisis de estas representaciones gráficas debe realizarse teniendo en cuenta las contribuciones absolutas y relativas de cada elemento respecto cada dimensión.

En el presente trabajo el análisis factorial de correspondencias se ha aplicado sobre las modalidades de cada par de grupos de variables analizados, analizando posteriormente los distintos valores obtenidos (porcentaje explicado por cada dimensión, y contribuciones absolutas y relativas de cada modalidad de cada variable).

Asimismo se han representado gráficamente, sobre los dos ejes correspondientes a las dos dimensiones más significativas, la ubicación de las distintas modalidades.

La aplicación de esta metodología se realiza mediante el empleo del paquete estadístico SPSS 7.5.

7.4.4. Selección de las tipologías de explotaciones aplicables al modelo

Las tipologías de explotaciones se han determinado a partir de la aplicación del análisis de grupo a las variables de decisión productiva de los regantes de cada uno de los tres grupos de Comunidades considerados. Así para cada uno de estos grupos se definen una serie de tipologías de explotaciones, sobre cada una de las cuales se desarrolla un modelo específico de toma de decisiones.

7.5. Formulación del modelo básico

7.5.1. Planteamiento del modelo

A continuación se describen los distintos elementos de partida del modelo: variables de decisión, objetivos y restricciones.

7.5.1.1. Variables de decisión

Las variables de decisión consideradas son las superficies dedicadas a cada una de las producciones posibles: maíz, girasol, cereal-grano, forraje de invierno, alfalfa, arroz, fruta dulce, planta leñosa ornamental, árboles de ribera y superficie destinada a retirada. Asimismo, se considera la posibilidad de cultivar algunos de estos cultivos en secano, concretamente el girasol, los cereales-grano, los forrajes de invierno y la alfalfa.

En el caso del cereal-grano se considera el sorgo, el trigo y la cebada (naturalmente, se excluye el maíz). En el grupo del forraje de invierno destacan el ray-grass y el cereal de invierno de aprovechamiento forrajero (sobretudo avena). La fruta dulce agrupa manzano, peral y melocotonero. En el apartado de los árboles de ribera predomina el chopo, aunque también se incluye el plátano.

7.5.1.2. Objetivos

En el modelo se ha planteado la optimización de tres grupos de objetivos: resultado económico, mano de obra empleada y riesgo asumido.

En el caso de los resultados económicos se han considerado como posibles objetivos:

- 1.- Maximizar el beneficio anual.
- 2.- Minimizar los costes anuales.
- 3.- Maximizar el índice beneficio/coste.

En este apartado es necesario hacer un comentario respecto los objetivos considerados. Si bien en muchos estudios se prefiere considerar el margen bruto como posible objetivo del agricultor, por su mayor facilidad de cálculo, en el presente trabajo se ha considerado el beneficio para tener así en cuenta los costes de amortización inherentes a los cultivos plurianuales.

En este sentido, y para un análisis a medio-largo plazo (a corto plazo no tiene mucho sentido considerar la posibilidad de cambiar cultivos leñosos con muchos años de vida útil por delante por otras producciones), Bazzani *et al.* (2002a) consideran tres posibles planteamientos:

- *Steady State*: el modelo asume una adaptación a largo plazo hasta un estado final constante. Para un determinado modelo, los coeficientes técnicos y la dotación de recursos son fijos para todo el período estudiado. El objetivo de la explotación es maximizar el beneficio teniendo en cuenta los costes fijos.
- Programación dinámica: el modelo asume que el agricultor realiza un plan de reestructuración productiva según un programa multianual. La longitud de este programa puede determinarse endógenamente según el horizonte temporal asumido. La solución debe reflejar la viabilidad técnica así como la disponibilidad de capital, de mano de obra y otros recursos. Los flujos de caja generados anualmente deben cubrir las necesidades de recursos de la explotación. En este caso el objetivo de la explotación es maximizar el flujo de caja. Dada la complejidad que puede entrañar el modelo, puede ser necesario simplificar los escenarios respecto los considerados en el caso anterior.
- Programación recurrente: modelo similar al anterior, con la diferencia que el escenario al que se enfrenta el tomador de decisiones varía año tras año. Estas decisiones se toman desde una perspectiva a largo plazo, pero cada año se reconsideran y modifican en función de los resultados del año anterior y de las expectativas futuras. El modelo aumenta de complejidad respecto los anteriores.

Teniendo en cuenta la disponibilidad de datos, la escala del análisis a realizar (a nivel de Comunidad), la economía de recursos disponibles, la posibilidad de obtener resultados de suficiente calidad para los objetivos de esta investigación y el hecho de tratarse del método más generalizado de análisis y sobre el que se tiene más experiencia propia y cercana, se decide adoptar un planteamiento similar a la primera opción considerada.

En este caso, en el cálculo del beneficio se han considerado como ingresos los precios obtenidos por el agricultor por la venta de su producción más las subvenciones procedentes de la Política Agraria Comunitaria. Como costes se han considerado los productos empleados, el coste de la maquinaria, la mano de obra, el coste de amortización de la plantación en los cultivos plurianuales y otros gastos (entre ellos, las cuotas a pagar a la Comunidad de Regantes). No se han considerado costes de arrendamiento de la tierra ni costes de oportunidad del capital.

Una vez hallados los beneficios de cada cultivo para cada una de las campañas de la serie temporal analizada (del año 1996 al 2000), se ha procedido a inflactarlos para expresarlos en unidades monetarias constantes del año 2000. Como estimador de la inflación se ha empleado el índice de precios al consumo.

En este estudio se han considerado las siguientes posibilidades de evaluación del riesgo:

- 1.- Minimizar el índice MOTAD.
- 2.- Maximizar el beneficio mínimo.

3.- Minimizar la varianza de beneficios.

Hazell (1971) propuso el método del MOTAD (*Minimization of Total Absolute Deviation*) como una alternativa lineal para modelizar el riesgo. Las desviaciones anuales del beneficio empresarial pueden expresarse de la siguiente forma:

$$\sum X_i * (B_{ij} - B_i) + n_j - p_j = 0, \text{ para cada año } j \quad [13]$$

Siendo:

X_i : superficie ocupada por el cultivo i .

B_{ij} : beneficio del cultivo i en el año j .

B_i : beneficio medio del cultivo i .

n_j : desviación negativa por debajo de la media.

p_j : desviación positiva por encima de la media.

Hazell demostró que es suficiente con minimizar las desviaciones por debajo de la media (o alternativamente, por encima). Por tanto, la función objetivo considerada será:

$$\min \sum n_j \quad [14]$$

Siendo:

n_j : desviación del beneficio por debajo de la media.

Otra posibilidad es aplicar la teoría de juegos, considerando como estados de la naturaleza los resultados económicos de los distintos años. El criterio de Wald o *maximin* permite tomar la decisión que asegura el máximo beneficio, aceptando como función objetivo la maximización del peor resultado de los estados de la naturaleza en la serie temporal considerada.

$$\text{Max} \left\{ \min \left(\sum_i X_i * B_{ij} \right), \text{ para cada año } j \right\} \quad [15]$$

Siendo:

X_i : superficie ocupada por el cultivo i .

B_{ij} : beneficio del cultivo i en el año j .

En el caso de la minimización de la varianza de beneficios se ha considerado el siguiente objetivo (empleado por Gómez-Limón y Arriaza, 2000):

$$\min [X]' * [Cov] * [X] \quad [16]$$

Siendo:

$[X]'$: matriz fila de superficies dedicadas a cada cultivo.

$[Cov]$: matriz de varianza-covarianza del beneficio de los cultivos considerados a lo largo del período analizado.

$[X]$: matriz columna de superficies dedicadas a cada cultivo.

Existen otros métodos de evaluación del riesgo; en Clop (2000) se halla una recopilación de distintos métodos de programación en condiciones de riesgo, planteando los principios en que se basan, sus principales ventajas e inconvenientes, así como una revisión bibliográfica de la aplicación de cada modelo en la literatura económica agraria.

En relación con la mano de obra se ha planteado:

- 1.- Minimizar las necesidades de mano de obra total
- 2.- Minimizar las necesidades de mano de obra de riego

El hecho de plantear la minimización de la mano de obra se realiza desde distintos puntos de vista: se disminuyen los costes de producción, las dificultades organizativas y también aumenta el tiempo libre disponible. Los objetivos considerados son:

$$\min \sum X_i * MO_i \quad [17]$$

Siendo:

X_i : superficie ocupada por el cultivo i .

MO_i : necesidades anuales de mano de obra del cultivo i .

$$\min \sum X_i * MOR_i \quad [18]$$

Siendo:

X_i : superficie ocupada por el cultivo i .

MOR_i : necesidades anuales de mano de obra de riego del cultivo i .

En el proceso de resolución del modelo se van dilucidando cuáles son los objetivos realmente considerados por el regante en su proceso decisonal, con lo que se va reduciendo el número de objetivos finalmente considerados en las funciones de utilidad.

7.5.1.3. Restricciones

En los casos en que las restricciones han requerido algún dato concreto de las tipologías estudiadas, se ha recurrido a los datos obtenidos de la encuesta a los regantes, correspondientes a la serie temporal de las últimas tres campañas. Así se han obtenido datos medios de las superficies dedicadas a cada producción. En el caso de las Comunidades del Muga, no se han considerado los años con restricciones por considerar que provocarían desviaciones en la media, no atribuibles a cambios en los criterios de toma de decisiones de regante, sino producidas por restricciones extraordinarias.

En referencia a las restricciones, éstas se han planteado a distintos niveles: generales (se toma como referencia una superficie máxima de cultivo de 100 ha), agronómicas (frecuencia de producción de alfalfa y no sucesión de maíz detrás de arroz), impuestas por la política agraria comunitaria (mínima superficie de retirada obligatoria, máxima superficie de retirada voluntaria y frecuencia de producción de girasol), de comercialización y mercado (referidas al sector frutícola y ornamental), de tradición y costumbre en la zona (referidas al cultivo del arroz en determinadas zonas de humedales y al de los árboles de ribera en zonas marginales), y otros tipos de restricciones (distribución del trabajo entre cultivos de verano y de invierno y producción mínima de forraje en las tipologías agropecuarias).

Todas estas restricciones se desarrollan en profundidad en el apartado de resultados correspondiente.

7.5.2. Obtención de las funciones de utilidad

Partiendo de las variables de decisión, los objetivos y las restricciones antes citados, se aplica el modelo de programación por metas ponderadas expuesto en el apartado 6.5., concretamente el correspondiente a la expresión [6]. Mediante este método se obtienen las ponderaciones de cada uno de los objetivos considerados en cada una de las tipologías estudiadas.

Teniendo en cuenta la naturaleza los objetivos y restricciones considerados, para la resolución del problema se han empleado técnicas de programación lineal. El software empleado para la resolución de los problemas de optimización ha sido el módulo Solver incluido en la hoja de cálculo Excel 2000 y el programa GAMS 2.0.13.0.

7.5.3. Normalización

Dado que cada objetivo se mide en una unidad diferente, es necesaria la normalización correspondiente.

Para realizar esta normalización se sigue la propuesta de Zeleny (1982) de dividir el coeficiente de ponderación de cada objetivo por la diferencia entre el valor ideal y el antiideal de cada uno de los objetivos considerados.

Las expresiones resultantes pueden considerarse funciones subrogadas de las funciones de utilidad que miden las preferencias reales de las tipologías de agricultores. Estas funciones serán la base de la simulación que se realizará a continuación.

7.5.4. Validación general del modelo

Antes de proceder a la simulación, conviene validar el modelo empleado. Con este fin se comparan los resultados obtenidos a partir de las funciones de utilidad generadas por el modelo con los resultados observados en la realidad.

7.6. Estimación de las funciones de demanda por grupos homogéneos de regantes. Simulación frente a una hipotética tarificación del agua de riego

La siguiente fase de la metodología consiste en simular las curvas de demanda de agua de riego en la zona de estudio, para cada grupo de Comunidades de Regantes y para cada tipología de agricultores considerada.

Para ello se maximizan las funciones de utilidad, incorporando en el cálculo del beneficio un coste variable extra: el precio del agua.

El método de simulación del comportamiento de los regantes consiste en parametrizar posibles incrementos en la tarifa a pagar por el agua de riego, comenzando con el valor 0 €/m³, correspondiente a la situación actual.

Progresivamente se aumenta el precio del agua, provocando cambios en los costes variables, en el beneficio y en los planes de cultivo, que variarán adaptándose a las nuevas situaciones consideradas.

La simulación permite determinar el consumo de agua respecto al precio (curva de demanda del agua de riego). Además, y para cada nivel tarifario, se obtiene el plan de cultivo eficiente, la renta del regante, los ingresos totales generados por la actividad agrícola, la recaudación de la Administración por el cobro del agua, el empleo generado y el nivel de fertilizantes nitrogenados empleado.

Uno de los aspectos interesantes de este apartado es comprobar el efecto de la aplicación de políticas de precio en el consumo hídrico de los regantes de la zona. Este tipo de políticas están contempladas en la actual Ley de aguas, que establece la posibilidad de aplicar correcciones en los cánones y tarifas en función de que la cantidad de agua consumida sea superior o inferior a una dosis estándar para el uso en cuestión (rango de coeficientes previsto de 0,5 a 2 respecto a la tarifa actual). También la Directiva marco de aguas de la Unión Europea contempla la introducción de políticas de precios del agua para incentivar un uso racional de los recursos hidráulicos.

7.7. Simulación ante restricciones en la cantidad de recurso disponible

A partir de las funciones de utilidad obtenidas se analizan las decisiones productivas esperadas por parte de los regantes ante restricciones en el suministro. Estas restricciones podrían ser debidas a políticas de cambios en las asignaciones concesionales que redujeran la cantidad de agua disponible por parte de los regantes, o bien a limitaciones en las disponibilidades físicas del recurso.

En la zona las concesiones de las Comunidades de Regantes del río Ter están supeditadas al caudal excedente del sistema de presas Sau-Susqueda-Pasteral, después de que una parte importante del mismo (8 m³/s) se desvíe para abastecer el área metropolitana de Barcelona, cuyas necesidades en la actualidad aún no están plenamente cubiertas. Una posibilidad para satisfacer estas necesidades sería derivar un caudal superior, aunque en la actualidad se contemplan otras soluciones (como el transvase del Ebro contemplado en el PHN o el transvase del Ródano propuesto por la Generalidad de Cataluña).

Otra posibilidad a considerar son las limitaciones físicas del agua disponible en un año seco. Esta situación de déficit de oferta respecto al suministro previsto se ha repetido varias veces en los últimos años en el caso de las Comunidades del Muga, con lo que puede ser interesante comprobar las predicciones del modelo respecto a las producciones en la zona ante tal eventualidad, así como en el supuesto de restricciones también en la zona del Ter.

La campaña de 2002 ha sido una de las que ha empezado con previsiones de restricción en el suministro para las Comunidades del Ter y del Muga. Aunque al final no ha habido restricciones, para compensar las posibles pérdidas de renta de los regantes derivadas de tal situación, excepcionalmente se ha permitido aumentar la retirada de tierras de regadío hasta el 75%. De esta forma, los regantes sometidos a retirada obligatoria podían dejar el 10% de la superficie de cultivos COP como retirada obligatoria y otro 65% como retirada voluntaria, mientras que los regantes sin esta obligación podían dejar hasta el 75% de dicha superficie como retirada. Esta posibilidad se recoge en la **Orden ARP/54/2002, de 4 de marzo, por la cual se amplía el plazo de presentación de las solicitudes de ayudas asociadas a la declaración única agraria (DUN) y se concreta la aplicación del artículo 8 de la Orden ARP/24/2002, de 30 de enero (DOGC núm. 3590, de 7 de marzo de 2002)**, y se ha incorporado en el modelo que simula esta situación.

Este modelo se basa en la maximización de las funciones de utilidad anteriormente halladas para cada tipología, añadiendo a las restricciones anteriores una nueva restricción a nivel de

la cantidad de agua disponible, considerando asimismo el consumo medio de agua para cada una de las producciones consideradas. Así, se van suponiendo distintas dotaciones de agua disponibles (sucesivas reducciones de un 10%, partiendo de la dotación correspondiente al consumo actual) y se obtiene el plan productivo óptimo para cada uno de estos casos.

7.8. Simulación de mercados intracomunitarios e intercomunitarios de agua de riego

La Ley de aguas vigente en España autoriza la compraventa de derechos de uso del agua (bajo ciertas condiciones), es decir, la creación de los popularmente llamados mercados de aguas. Esta práctica, permitida a partir de la aprobación de la Ley de 1999, permite disponer de una nueva herramienta que presumiblemente puede mejorar la eficiencia de asignación del recurso. Para comprobar qué efecto tendría esta práctica en la zona de estudio se ha simulado la existencia de estos mercados, a dos niveles: a nivel intracomunitario para cada uno de los tres grupos de Comunidades estudiados, y a nivel intercomunitario considerando los dos grupos de Comunidades pertenecientes al mismo río, es decir, entre las del Medio Ter y las del Bajo Ter.

Para modelizar un mercado intracomunitario, se sigue la metodología establecida por Gómez-Limón y Arriaza (2000). El punto de partida son las curvas de demanda de agua de cada una de las tipologías de productores consideradas para dicho grupo de Comunidades. En primer lugar se obtiene la curva de demanda total de la Comunidad mediante la correspondiente agregación. La oferta de agua es un factor exógeno, que depende de las precipitaciones del año anterior y el stock de agua embalsada. Así pues, la oferta es rígida a corto plazo.

Según el régimen concesional existente, cada regante dispone de una misma cantidad de agua por hectárea. Al considerar la existencia de un mercado de aguas, los regantes pueden actuar como oferentes o demandantes, según las decisiones productivas que tomen. Existirán unos costes de transacción, aunque en el modelo se asume que dichos costes son nulos.

Si se acepta un comportamiento del mercado de competencia perfecta, habrá transacciones hasta llegar a la situación de equilibrio, que se corresponde con la intersección de la curva de oferta (agua disponible) con la curva de demanda global de la Comunidad. Este equilibrio se alcanza a un determinado precio del agua, precio al cual se realizan las operaciones de compraventa.

Conociendo el punto de equilibrio del mercado y relacionándolo con las curvas de demanda de cada tipología de regantes, se puede deducir el origen y el destino del agua intercambiada. Así se puede estudiar la cantidad de agua objeto de intercambio para cada nivel de oferta del recurso, así como el volumen de negocio generado, y el comportamiento de cada grupo de regantes. Los oferentes serán aquellos que, para una cantidad de agua por hectárea determinada, su utilidad marginal sea inferior al precio de equilibrio, mientras que los demandantes serán los que presenten una utilidad marginal del agua superior a dicho precio.

7.9. Simulación de escenarios futuros de evolución de la política agraria comunitaria

Teniendo en cuenta la evidente influencia entre las políticas agrarias y las políticas de gestión de agua, se ha considerado conveniente analizar el efecto de posibles evoluciones futuras de dichas políticas agrarias sobre los regantes de la zona de estudio.

En primer lugar se han definido dos escenarios, cada uno de los cuales describe una hipotética evolución futura de la política agraria. Estos escenarios representan evoluciones a partir de la situación de plena aplicación de la Agenda 2000, y se han definido a partir del trabajo de Gómez-Limón *et al.* (2002a). Así, la situación de partida se caracteriza por la vigencia de los precios actuales de los cultivos y las subvenciones previstas en la Agenda 2000, que presentan ciertas variaciones respecto el contexto considerado en el modelo inicial, correspondiente a una situación previa a la aplicación de esta reforma. Los principales cambios hipotéticos considerados en situación de plena aplicación de la Agenda 2000 radican en una disminución de los precios de intervención para los cereales (en un 15%), lo que implica un descenso en los precios de mercado y una mayor competitividad internacional, y un incremento de los pagos compensatorios para compensar la disminución de ingresos de los agricultores. En el caso de las oleaginosas, los pagos por hectárea se van ajustando a los de los cereales. También varían los rendimientos medios de los cultivos por zonas, establecidos según el Plan de regionalización productiva.

Los dos escenarios considerados se basan en suponer, por una parte, la posibilidad de una disminución de los pagos directos de los cultivos, estimada en un 50% de los mismos para cada producción afectada. En esta situación se considera que los precios actuales se mantienen. Esta hipótesis se basa en un posible resultado de las presiones de las rondas de negociaciones de la Organización Mundial del Comercio y de la situación resultante de la ampliación de miembros de la Unión Europea.

El otro escenario considerado supone la hipótesis de una liberalización de medidas implementada como respuesta a presiones internas y externas que fuerzan a la Unión Europea a la disminución del precio de intervención, pero sin modificar los pagos directos para compensar las pérdidas de ingresos previstas en la Agenda 2000. Se supone que los precios de intervención se reducen en un 15%, trasladándose dicho descenso íntegramente a los precios del mercado interno comunitario, de forma que estos precios se vayan igualando con los del mercado mundial. Las principales características de estos escenarios se resumen en la Tabla 12.

Tabla 12.- Características de los escenarios considerados.

	Escenario 1	Escenario 2
Variación de precios de los cultivos	Situación Agenda 2000	-15%
Variación de pagos directos	-50%	Situación Agenda 2000

Fuente: elaboración propia, a partir de Gómez-Limón *et al.* (2002a)

Todas estas medidas se consideran aplicadas sólo sobre los productos sujetos actualmente a subvenciones de la PAC. En el resto de casos se supone que se mantiene el precio actual. Se acepta que los costes se mantienen constantes a lo largo del período de estudio.

Para cada uno de estos dos escenarios y para distintos precios del agua se maximiza la función de utilidad correspondiente a cada tipología de cultivos, obteniendo las nuevas funciones de demanda y las nuevas decisiones productivas correspondientes a cada caso.

8. CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE REGANTES

En este apartado se exponen las características de las Comunidades de Regantes estudiadas, a partir de los datos obtenidos mediante la encuesta realizada a los responsables de dichas Comunidades (presidentes y/o secretarios). Estas respuestas se muestran agrupadas según expresen características generales y objetivas de las Comunidades (Tabla 13, Tabla 14 y Tabla 15) u opiniones subjetivas de sus responsables (Tabla 16, Tabla 17 y Tabla 18) sobre temas de especial interés para este estudio.

En las tablas se agrupan las Comunidades por zonas: Muga, Bajo Ter y Medio Ter.

Respecto los resultados obtenidos en las características generales de las Comunidades es destacable el mal estado de una parte importante de sus infraestructuras, que provoca importantes pérdidas de agua en la distribución.

Un aspecto en el que todas estas Comunidades coinciden es en la inexistencia de mecanismos de medición y control del volumen de agua consumido. En todas ellas las posibilidades de control de consumos se reducen (aparte del control aguas arriba desde los pantanos que regulan el caudal suministrado) a la existencia de aforadores en el inicio de los canales principales de cada Comunidad, instalados por la Junta de Aguas (actual Agencia Catalana del Agua). Aparte, no existen otros sistemas de control del volumen de agua consumido, ni a nivel individual ni a nivel agregado (tampoco existen sistemas de medición en las conducciones secundarias).

Por otro lado, ninguna Comunidad dispone en el momento actual de sistemas de regulación propios, aunque existe una propuesta para emplear como balsa de regulación la presa de Colomers, una infraestructura construida en los años 60 que nunca entró en servicio. Si esta iniciativa se lleva a cabo beneficiará a las Comunidades del Bajo Ter, que podrán ver mejorado su suministro de agua. Asimismo, también las Comunidades del Muga tienen en estudio la construcción de una balsa de regulación propia.

Respecto a las tablas de opiniones subjetivas, debe destacarse que en ellas se han reflejado directamente las respuestas obtenidas en el momento de la entrevista. Aunque de su lectura individualizada quizás no se obtenga esa impresión, lo cierto es que en todas las Comunidades existe un sentimiento bastante común sobre los principales problemas relacionados con el agua a los que se enfrentan, las posibilidades reales de ahorro del recurso, y la posición frente a cualquier posible subida tarifaria. Básicamente se opina que el problema del agua es una baja oferta del recurso (en el Ter se opina que se trasvasa demasiada agua al área metropolitana de Barcelona desde el sistema de pantanos Sau-

Susqueda-Pasteral), y que las posibilidades de ahorro prácticamente se limitan a la mejora de infraestructuras. Así, la mayor parte de la responsabilidad sobre el ahorro se concentra en la fase de distribución, dejando libre de la misma a la fase de aplicación (y por tanto, al regante). Otra posibilidad comentada (aunque mucho menos defendida que la anterior) es la posibilidad de cambio de sistema de riego, implementando sistemas más eficientes, para lo cual se considera imprescindible la existencia de importantes ayudas económicas por parte de la Administración. Por otra parte, existe una mayoritaria oposición a cualquier incremento en las tarifas del agua de riego (excepto en una Comunidad que admite la posibilidad de cierto incremento).

Tabla 13.- Características generales de las Comunidades de Regantes del río Muga.

	Comunidad de Regantes del Marge Esquerre del Riu Muga	Comunidad de Regantes del Marge Dret del Riu Muga
Superficie regable	3.720 ha.	1.500 ha (aprox.).
Municipios	Pont de Molins, Cabanes, Masarac, Peralada, Mollet de Peralada, Castelló d'Empúries, Pedret i Marzà, Garriguella, Vilajuïga y Palau-saverdera.	Pont de Molins, Llers, Vilafant, Figueres, Peralada, Cabanes y Vilabertran.
Aprovechamientos agrícolas principales	Principal: maíz. Secundarios: girasol, cereal de invierno, alfalfa, frutales, sorgo. Importancia marginal: hortalizas, viñedo (Marge Dret). En campañas con restricciones aumenta el girasol a costa del maíz.	
Número de regantes	700 (aprox.).	500 (aprox.), de los cuales 150 son agricultores profesionales.
Tarificación (cantidades aprox.)	Tarifa por superficie regable, independientemente que se riegue o no. Se cobra a los regantes a año vencido.	
	Tarifa anual regante: 36,06 €/ha. Tarifa inferior para los regantes que deben bombear el agua.	Tarifa anual regante: 28,85 €/ha.
Gastos anuales de la CR (aprox.)	Suma canon de regulación y gastos propios de la CR: labores de limpieza, conservación, salarios (guarda y secretario) y otros.	
	Gastos propios: 120.000 €; canon de regulación: 54.000 €.	Gastos propios: 27.000 €; canon de regulación: 12.000 €.
Concesión	No existe concesión oficial. La CR considera que son unos derechos adquiridos. Se recibe el agua excedente del pantano de Boadella, una vez satisfechos los otros usos prioritarios (consumo urbano de Figueres y de la Costa Brava, y "caudal ecológico").	
	Agua suministrada año 1997 (sin restricciones): 16 hm ³ ; año 1998: 12 hm ³ ; año 1999: 0 hm ³ ; año 2000: 10 hm ³ . Necesidades estimadas por CR: de 13 a 20 hm ³ .	Agua suministrada año sin restricciones: 10 hm ³ ; año 1999: 0 hm ³ ; año 2000: 5 hm ³ . Necesidades estimadas por CR: alrededor de los 10 hm ³ .
Infraestructuras	Canales de hormigón y tuberías de hormigón y PVC. Canal principal de 31 km de longitud, en mal estado.	Canal principal de 8,5 km de longitud, y más de 22 km de acequias secundarias.
Organización del riego	Canal principal sin caudal continuo. Demanda de caudal al pantano cuando se requiere. Riego por turnos. Control de los regantes mediante observación del número de riegos. Para la campaña 2000, se limitó el riego de cada regante a 2 riegos para la totalidad de su superficie (o el doble de riegos en la mitad de su superficie, etc.).	
Sistema de riego	El riego es superficial, mayoritariamente.	
Abandono de regadíos	Sólo en casos particulares de agricultores de edad avanzada y sin relevo generacional a la vista.	No detectado.
Inversiones recientes en infraestructura de la Comunidad	Entubamiento zona de Castelló: 108.000 €, cofinanciado en un 60% por la Junta d'Aigües. Entubamiento canal en mal estado: 216.000 €, financiado íntegramente por el DARP.	Entubamiento de antiguos tramos de canal abierto: 361.000 €, cofinanciado en un 60% por la Administración. Reparaciones de canales.
Inversiones de regantes	Prácticamente no existen inversiones de regantes en mejoras del riego.	

Fuente: elaboración propia

Tabla 14.- Características generales de las Comunidades de Regantes del Bajo Ter.

	Comunidad de Regantes del Reg del Molí de Pals	Comunidad de Regantes Presa de Colomers
Superficie regable	3.500 ha (aprox.), de las que en 1999 se regaron 1.350 ha.	3.600 ha (aprox.) reales (4.500 ha teóricas), de las que en el año 2000 se regaron 2.658 ha.
Municipios	Pals, Gualta, Torroella, Palau-Sator, Fontanilles, Ullastret y Serra de Daró.	Colomers, Jafre, Verges, La Tallada, Albons, Bellcaire, Ullà, Torroella de Montgrí y L'Escala.
Aprovechamientos agrícolas principales	Principal: maíz. Secundarios: otros cultivos herbáceos (alfalfa, sorgo, cereal de invierno, arroz) y frutales (manzano, peral y melocotón). Importancia marginal: hortícolas, chopos.	
Número de regantes	650 (aprox.); sólo unos 100 son agricultores profesionales.	1.492 regantes.
Tarifación (cantidades aprox.)	Tarifa por superficie regada, con dos componentes: Canon de arrendamiento del canal principal: 5,08 €/ha Gastos CR: 54,69 €/ha.	Tarifa por superficie regable, variable según Colectividad: de 6,18 €/ha en la zona entubada a 50,47 €/ha en otras zonas. En el último caso si no se riega disminuye la tarifa en 5,49 €/ha.
Gastos anuales de la CR (aprox.)	Incluyen salarios (un guarda y dos trabajadores a media jornada en Molí de Pals y un guarda y una secretaria en Presa Colomers), conservación y limpieza. No se paga canon de regulación. En Pals se paga el alquiler del canal principal.	
	120.000 €.	18.000 €.
Concesión	Canal principal y su concesión de propiedad particular, que la CR alquila. Concesión de 2,9 m ³ /s, en el período comprendido entre el 15 de abril y el 30 de septiembre (1999: entre 2 y 2,8 m ³ /s). Necesidades máximas estimadas por CR: 2,8 m ³ /s.	Concesión de propiedad particular y en proceso de expropiación. Caudal de 3 m ³ /s de marzo a octubre, y de 5 m ³ /s del 15/6 al 15/9. Sin problemas de garantía de suministro. Circulación continua de agua en canales principales (empleados para evacuar aguas residuales de poblaciones).
Infraestructuras	Unos 50 km entre canales y tuberías (incluyendo los 5 km del canal principal, el Reg del Molí), además de una longitud indeterminada de pequeños ramales.	Unos 40 km de canales principales mayoritariamente de tierra (una parte entubados), además de acequias de tierra como distribución secundaria.
Organización del riego	Si no existen restricciones, es a la demanda; si no, por turnos.	Riego normal (diurno) por turnos. Riego nocturno libre.
Sistema de riego	El riego superficial, mayoritariamente. En frutales también se utiliza goteo y aspersión.	
Abandono de regadíos	Mínimo.	No existe.
Inversiones recientes en infraestructura de la Comunidad	Mejoras de la red de riego realizadas: por valor de 631.000 €; en curso (año 2000): 541.000 €; previstas: 3.606.000 €. Cofinanciado por Administración. Entubamiento progresivo del canal abierto: 30.000 €/año.	Entubado local de acequias, financiado por la Administración y por los regantes de la zona afectada. Desguaces financiados íntegramente por Administración. Obras previstas de instalación de 4 km de tubería principal.
Inversiones de regantes	Implantación de riego por goteo en frutales y uso de manguera flexible en maíz, mejorando el manejo del riego superficial.	

Fuente: elaboración propia

Tabla 15.- Características generales de las Comunidades de Regantes del Medio Ter.

	CR Zona de Cervià de Ter, Sant Jordi Desvalls i Colomers	Comunidad de Regantes Sèquia Vinyals
Superficie regable	700 ha (aprox.).	800 ha (aprox.).
Municipios	Sant Julià de Ramis, Cervià de Ter, Sant Jordi Desvalls, Colomers y Jafre.	Celrà, Bordils, Sant Joan de Mollet, Flaçà y Juià.
Aprovechamientos agrícolas principales	Principal: maíz (Cervià) y viveros de plantas leñosas de jardinería y ornamentales (Sèquia Vinyals). Secundarios: otros cultivos herbáceos (cereal de invierno, girasol, sorgo, alfalfa) y chopos. Importancia marginal: frutales, hortícolas.	
Número de regantes	125 regantes en 1999 (un 50% agricultores profesionales).	500 regantes (unos 50 explotan el 60% de superficie de la CR).
Tarifación (cantidades aprox.)	Se cobra una tarifa por superficie regada, entre los 54,09 €/ha de 1999 y los 82,34 €/ha en el año 2000.	Se cobra una tarifa por superficie regable. La tarifa se desglosa en tres partes: la correspondiente a obras del canal principal, la de la limpieza de los canales de cada municipio y el coste de bombeo (sólo en Juià). En 1999, en zonas sin bombeo la tarifa variaba entre los 120,92 €/ha y los 71,45 €/ha. En Juià (zona elevada) la tarifa era de 49,19€/ha más 2,64 €/hora de bombeo.
Gastos anuales de la CR (aprox.)	Incluyen limpieza, mantenimiento, salarios (Sèquia Vinyals: 3 guardas y 1 secretario, todos a tiempo parcial) y otros. No se paga canon de regulación ni tarifa de utilización (Sèquia Vinyals está exenta y Cervià pendiente de juicio por tal motivo). 24.000 €.	69.000 €.
Concesión	Concesión de la CR de 1.238,4 l/s, durante todo el año (canal usado como desagüe las aguas residuales de diversos núcleos habitados). Restricciones en 1999 (550 l/s).	Concesión de la CR de 800,1 l/s, durante todo el año (canal usado como desagüe las aguas residuales de diversos núcleos habitados). Restricciones en 1999.
Infraestructuras	Canal principal de hormigón de sección decreciente a lo largo de su recorrido, mal diseñado y en mal estado. Canales secundarios de hormigón.	Canal principal de 9 km de longitud, de tierra, con un tramo enterrado en piedra. Distribución secundaria de unos 55 km, mediante acequias de tierra (con alguna zona entubada).
Organización del riego	En teoría, por turnos establecidos por la CR. En la práctica frecuentemente no se cumplen los turnos.	Por turnos, según orden de solicitud.
Sistema de riego	El riego es superficial, mayoritariamente.	
Abandono de regadíos	No hay abandono de regadíos.	
Inversiones recientes en infraestructura de la Comunidad	Nueva acequia secundaria en 1998 (incremento en 12-15 ha la superficie regable), financiada íntegramente por el DARP.	Inversiones en desagües, compuertas y reparaciones. Estudios para la reconstrucción del canal principal (cofinanciado 60% por la Administración), no realizado por el excesivo coste a asumir por los regantes (240.000 €).
Inversiones de regantes	Inversiones muy reducidas. Como mucho, se introduce la manguera flexible para mejorar el manejo del riego por gravedad.	

Fuente: elaboración propia

Tabla 16.- Opiniones subjetivas expresadas por los responsables de las Comunidades de Regantes del río Muga.

	Comunidad de Regantes del Marge Esquerre del Riu Muga	Comunidad de Regantes del Marge Dret del Riu Muga
Principales problemas de la Comunidad	Problema principal: la garantía de suministro (riego nulo en el año 1999 y restricciones en el 2000). Posible solución: construcción de un nuevo embalse en el Alt Empordà (tema en estudio por parte de la Administración).	
	Otros problemas: 1.- Falta de participación del regante en tareas de gestión de la CR. 2.- Incapacidad financiera de la CR para afrontar mejoras de las infraestructuras. 3.- Existencia de algunos regantes que querrían renunciar al riego y no pagan a la CR; como ésta tampoco les permite darse de baja, se les corta el suministro de agua y se incrementa cada año la deuda pendiente de la finca en cuestión con la Comunidad. Si en el futuro alguien compra estas parcelas, se encontrará con una deuda considerable con la Comunidad.	Otros problemas: 1.- Conservación de las infraestructuras; aunque el canal principal se halla en buen estado, algunos tramos secundarios de hormigón se encuentran en muy malas condiciones. 2.- Excesiva cuantía del canon de regulación. 3.- Existencia de muchos pequeños huertos, con su propia forma de regar y sus propias necesidades, frecuentemente distintas a las de los agricultores profesionales.
Posibilidades de ahorro del recurso	Se considera que ya se ahorra agua, a partir de la experiencia de las restricciones pasadas. Otras posibilidades: 1.- Transformar la red de distribución para permitir el riego por aspersión. Problema: aunque esta inversión pudiera acometerse, no todos los agricultores estarían dispuestos a asumir la inversión particular necesaria para poder regar cada explotación por aspersión. 2.- Construcción de una red de balsas de regulación para facilitar el manejo y mejorar la eficiencia del riego.	No se opina.
Posición respecto la implantación de mercados de aguas	Existe oposición a la idea de poder comprar y vender agua. Año 2000: prohibición expresa por parte de la CR de la venta o incluso cesión gratuita del agua de un regante a otro, para evitar la especulación.	Primera impresión negativa: "el sector agrícola es el que dispone de menos capital y por tanto menos control final sobre el recurso en caso de compraventa".
Opinión sobre tarifas que recuperen el coste íntegro del recurso	Oposición a cualquier incremento en el coste del agua a asumir por el regante.	

Fuente: elaboración propia

Tabla 17.- Opiniones subjetivas expresadas por los responsables de las Comunidades de Regantes del Bajo Ter.

	Comunidad de Regantes del Reg del Molí de Pals	Comunidad de Regantes Presa de Colomers
Principales problemas de la Comunidad	<p>1.- Canal principal (cuyos orígenes se remontan al año 1500) y algunos canales secundarios (con más de 50 años sin reparaciones en profundidad) muy envejecidos.</p> <p>2.- Falta de información para la previsión de necesidades de agua y la programación del suministro (datos sobre las superficies dedicadas a cada cultivo, sobre los consumos de los mismos...). Se está elaborando un censo de regantes con información sobre las parcelas que cultiva cada uno de ellos.</p>	<p>1.- Escasez general del recurso.</p> <p>2.- Estado deficiente de parte de la red de distribución, muy envejecida.</p> <p>3.- Nuevas obras mal construidas: un tramo del canal de regadío de la colectividad Mas Durán, que entró en servicio en julio de 1996, construido en tubo de hormigón, ha sufrido importantes fugas, tanto en el mismo 1996 como posteriormente en el año 2000, incluso después de ser sometido a reparaciones.</p>
Posibilidades de ahorro del recurso	<p>1.- Sustitución de las acequias de tierra por acequias abiertas de obra o por tuberías (reducción de las pérdidas de distribución).</p> <p>2.- Concienciación del regante.</p>	<p>1.- Sustitución de las acequias de tierra por acequias abiertas de obra o por tuberías (se estima un posible ahorro del 40% por disminución de pérdidas).</p>
Posición respecto la implantación de mercados de aguas	<p>El tema no se conoce en detalle. No se comprende el sentido de hablar de mercados de agua si en la situación actual no se paga por ella.</p>	<p>La venta de agua por parte de la Comunidad sólo tendría que poder realizarse si sobrara realmente agua, y no si un regante individual decidiera vender parte de su dotación que en caso contrario utilizaría para regar.</p> <p>Debe priorizarse el uso agrícola del agua.</p>
Opinión sobre tarifas que recuperen el coste íntegro del recurso	<p>El agua destinada al riego no debe pagarse.</p> <p>Sólo es aceptable un canon destinado a amortizar los costes de las nuevas obras dedicadas al regadío realizadas por la Administración.</p>	
Actitud frente a usos recreativos del agua de la CR	<p>En la zona de la CR existen varios campos de golf en funcionamiento. La CR afirma dudar sobre si legalmente estos campos pueden pertenecer a la misma. Sin embargo, éstos colaboran económicamente con la Comunidad a cambio de un suministro de agua.</p>	<p>La CR ha rechazado las solicitudes de suministro de agua procedentes de antiguos regadíos pertenecientes a la Comunidad transformados en campos de golf.</p>

Fuente: elaboración propia

Tabla 18.- Opiniones subjetivas expresadas por los responsables de las Comunidades de Regantes del Medio Ter.

	CR Zona de Cervià de Ter, Sant Jordi Desvalls i Colomers	Comunidad de Regantes Sèquia Vinyals
Principales problemas de la Comunidad	<p>1.- Sobreexplotación del río Ter (desvío de aguas para consumo urbano de Barcelona).</p> <p>2.- Funcionamiento deficiente del canal principal de la Comunidad por defectos graves de proyecto y construcción (en el año 1999 una tormenta provocó el derrumbe de 40 m de canal).</p>	Estado del canal principal, muy deteriorado.
Posibilidades de ahorro del recurso	<p>1.- Reducción de las pérdidas en el canal principal</p> <p>2.- Sustitución de los sistemas de riego actuales por otros más eficientes. Problema: implican inversiones que los agricultores no pueden acometer sin ayudas de la Administración.</p>	Se considera muy difícil conseguir ahorrar agua.
Posición respecto la implantación de mercados de aguas	Opinión positiva si los mercados permiten al regante recibir compensaciones económicas en periodos de restricciones.	Se desconoce por completo el tema.
Opinión sobre tarifas que recuperen el coste íntegro del recurso	El coste actual del recurso es el correcto, aunque se podría llegar a pagar algo más.	Lo que se paga ahora es lo correcto.
Otros comentarios	En el año 1999, el primero con restricciones, se alertó a los agricultores para que planificasen sus cultivos de acuerdo con la nueva situación. Se esperaba que todos empleasen una parte de su superficie en cultivos menos exigentes en agua. Sin embargo, algunos de ellos mantuvieron los mismos cultivos que en un año normal, mientras que otros hicieron caso de la advertencia y dedicaron parte de sus campos a cultivos menos exigentes (y menos rentables). Como al final la restricción no fue tan severa como se preveía, todos pudieron regar, pero los que habían hecho caso de las advertencias de principio de temporada vieron disminuidas sus ganancias, mientras que el resto no. Así pues, de cara a nuevas campañas con restricciones, es difícil prever el comportamiento de los agricultores y la eficacia de las advertencias de la Administración.	

Fuente: elaboración propia

9. CARACTERIZACIÓN DE LOS REGANTES

A continuación se exponen los resultados de la encuesta de caracterización de los regantes, agrupados por zonas.

9.1. Resultados descriptivos de los regantes de las Comunidades del río Muga

9.1.1. Variables de caracterización socioeconómica del agricultor

Los resultados socioeconómicos se resumen en la Tabla 19.

Tabla 19.- Resultados de las variables de caracterización socioeconómica de los agricultores de las CCRR del Muga.

	Medida de tendencia central: media (Me) o mediana (Mn)	Medida de dispersión: desviación típica (Dt) o máximo y mínimo (M/m)	Respuestas válidas
Edad (años)	Me = 52	Dt = 13	65
Renta procedente de la agricultura (%)	Me = 88	Dt = 28	65
Proporción de jubilados	Un 15 % son jubilados		65
Nivel de estudios generales ¹	Mn = 2	M = 4, m = 1	65
Nivel de estudios agrarios ²	Mn = 1	M = 4, m = 1	65
Frecuencia de lectura ³	Mn = 3	M = 5, m = 1	65
Fuentes de información agraria	Un 55 % de otros agricultores o asociaciones, un 23 % de los medios de comunicación, un 12 % de los sindicatos, un 5 % de otras fuentes y el resto manifiesta no interesarle		65
Frecuencia de asistencia a seminarios ³	Mn = 3	M = 5, m = 1	65
Uso de contabilidad	Un 75 % llevan contabilidad		65
Uso de informática	Un 23 % emplean informática		65

En las variables ordinales las categorías consideradas son:¹ 1 = Sin estudios, 2 = Primarios, 3 = Secundarios, 4 = Universitarios de grado medio, 5 = Universitarios de grado superior; ² 1 = Sin estudios agrarios, 2 = Capacitación agraria, 3 = Formación profesional agraria, 4 = Universitarios agrarios de grado medio, 5 = Universitarios agrarios de grado superior; ³ 1 = Muy frecuentemente, 2 = Frecuentemente, 3 = Regular, 4 = Poco frecuentemente, 5 = Nunca. Fuente: elaboración propia

Los elementos más destacables son la elevada edad media de los regantes, la elevada proporción de renta familiar procedente de la agricultura, así como los bajos niveles de estudios. La frecuencia de lectura sobre temas agrarios, así como la asistencia a seminarios se califica como regular. Como dato curioso, ningún regante señala a la Administración como fuente principal de información en temas agrarios. Cabe resaltar el elevado uso de la contabilidad en contraposición a la baja utilización de la informática en tareas de gestión.

9.1.2. Variables de estructura de las explotaciones

Los resultados de estructura se exponen en la Tabla 20.

Tabla 20.- Resultados de las variables de estructura de las explotaciones en las CCRR del río Muga.

	Media	Desviación típica	Respuestas válidas
Sup. seco (ha)	11,82	34,74	65
Sup. regadío (ha)	23,67	21,61	65
Sup. regadío equivalente (ha)	31,35	32,49	65
Proporción de sup. de regadío (%)	81,88	23,83	65
Sup. parcela (ha)	2,46	1,72	65
Proporción de sup. arrendada (%)	39,37	35,43	65
Sistema de riego	Todos los regantes riegan por gravedad		65
Sup. dedicada a alimentación animal (%)	33,00	45,54	65
Propiedad de la maquinaria	Un 31 % usa sólo maquinaria propia, un 2 % sólo alquilada y el resto combina ambas posibilidades		65
Trabajos que realiza la maquinaria alquilada	Un 2 % realiza todos los trabajos con maquinaria alquilada, un 38 % los trabajos de recolección y otros, un 25 % sólo la recolección, y un 5 % otros trabajos		65
Potencia de la maquinaria (CV)	234	232	65
Mano de obra familiar (trabajadores/año)	1,98	0,94	65
Mano de obra contratada (trabajadores/año)	0,24	0,91	65
Unidades ganaderas (UG)	98,51	147,79	65

Fuente: elaboración propia

La superficie media de regadío de estas explotaciones duplica la de seco. La proporción de superficie arrendada no es muy elevada pero sí considerable. El riego por gravedad es el generalizado. La ganadería tiene una presencia importante. La mayor parte de los agricultores dispone de maquinaria propia, pero también alquila maquinaria sobretodo para trabajos de recolección. La contratación de mano de obra es casi insignificante.

9.1.3. Variables de decisión de producción bajo distintos supuestos

En la Figura 9 y la Figura 10 se compara la distribución de cultivos real correspondiente a una campaña sin restricciones con la distribución declarada en una campaña hipotética con restricciones de un 50% en el suministro.

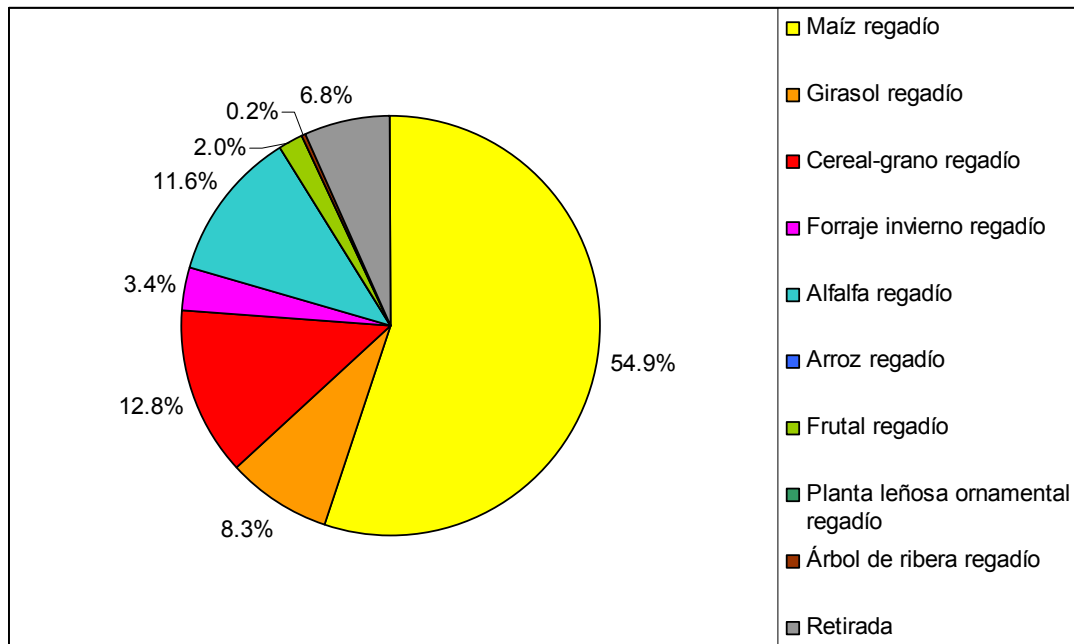


Figura 9.- Distribución de cultivos en un año sin previsión de restricciones de agua en las CCRR del río Muga.

Fuente: elaboración propia

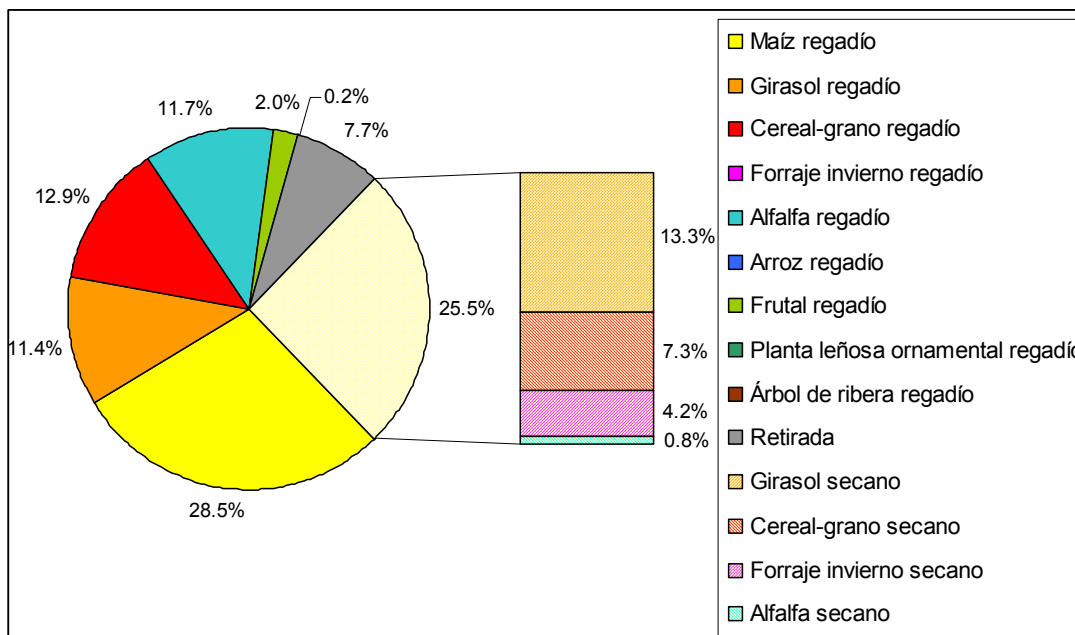


Figura 10.- Distribución de cultivos estimada en un año con una previsión antes de siembra de restricciones del 50% del agua disponible en las CCRR del río Muga.

El sector circular desglosado en un gráfico de columna apilada corresponde a los cultivos de seco. Fuente: elaboración propia

Al comparar las dos distribuciones de cultivo, lo más destacable es la sustitución de parte de los cultivos de regadío (sobretudo maíz, y en menor medida forrajes) por cultivos de secano (cereales-grano, forrajes y girasol) y por girasol de regadío. Según estos datos, un 30% de la superficie total experimenta un cambio de cultivos en el caso una restricción importante (del 50%) en el suministro del recurso.

9.1.4. Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en la gestión del agua encaminadas a disminuir su consumo o a mejorar su eficiencia de uso

En la Figura 11 se muestra la opinión del regante y su voluntad de contribuir a hipotéticos cambios en la gestión y aplicación del agua para ahorrar y mejorar la eficiencia en el uso del recurso.

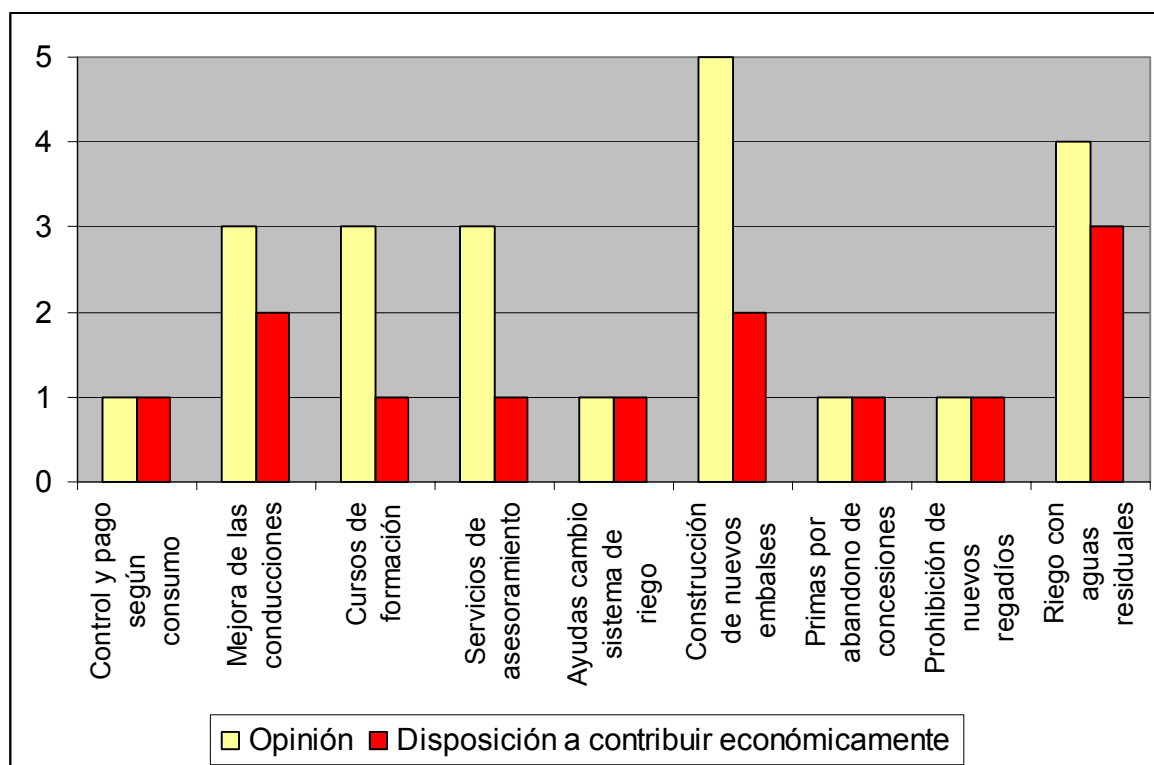


Figura 11.- Resultados de opiniones y disposición a contribuir de los regantes sobre medidas encaminadas a disminuir el consumo de agua y mejorar la eficiencia de su uso, en las CCRR del río Muga.

En el caso de las opiniones sobre las propuestas los valores corresponden a: 1 = Muy mala opinión, 2 = Mala opinión, 3 = Opinión regular, 4 = Buena opinión, 5 = Muy buena opinión. En el caso de las disposiciones a contribuir económicamente los valores corresponden a: 1 = Muy poca disposición, 2 = Poca disposición, 3 = Disposición regular, 4 = Buena disposición, 5 = Muy buena disposición. Fuente: elaboración propia

Como puede observarse, en general las propuestas se han recibido con poco entusiasmo. La construcción de balsas de regulación y el uso de aguas residuales para el regadío son las medidas mejor valoradas. La posible contribución económica a estas medidas ha seguido una distribución relativamente similar a la opinión, aunque aún con un grado de disposición inferior, destacando los buenos resultados del riego con aguas residuales.

9.1.5. Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en el precio del agua

En la Figura 12 se resumen las reacciones de los regantes ante distintos incrementos de sus cuotas de riego.

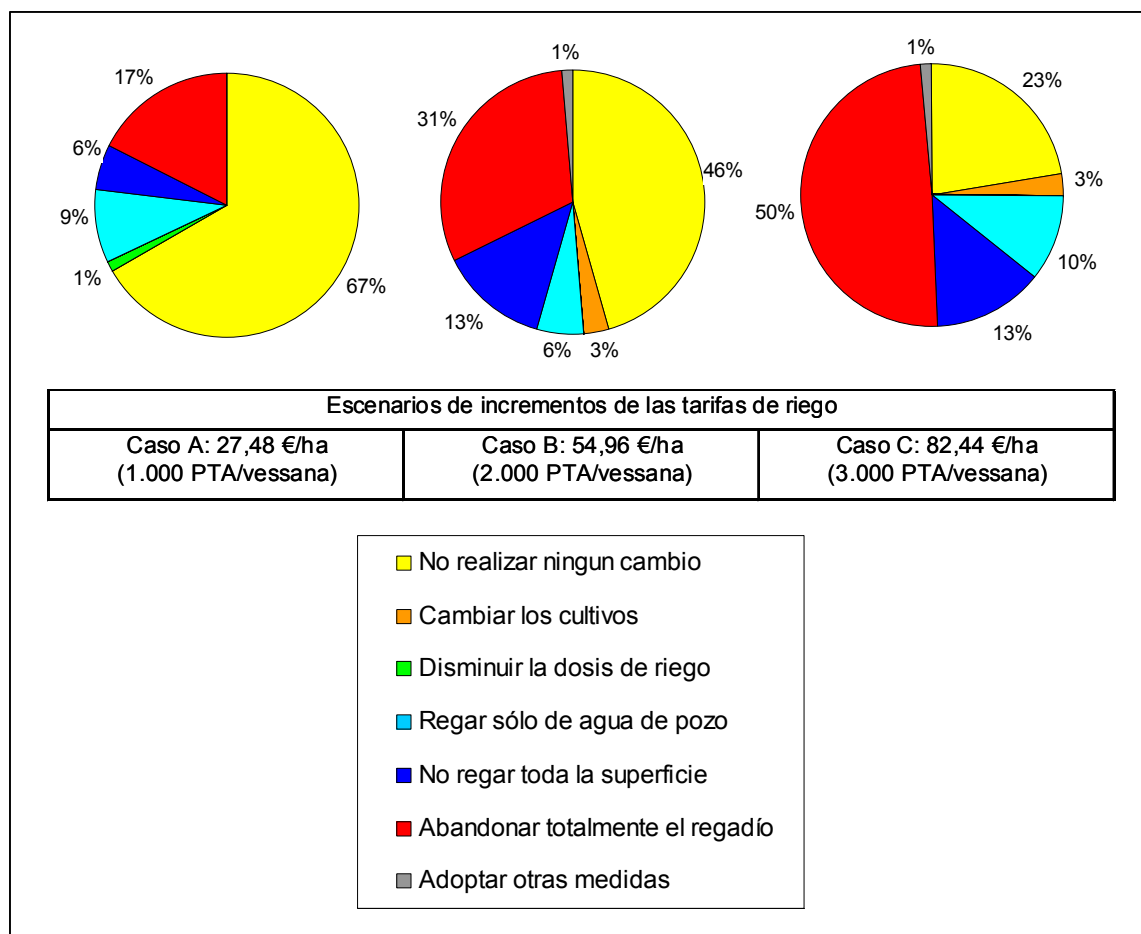


Figura 12.- Reacciones de los regantes de las CCRR del río Muga ante distintos incrementos de su cuota de riego.

Fuente: elaboración propia

La comparación de los tres gráficos circulares permite observar la actitud declarada por el agricultor a medida que aumenta la cuota de riego; ante un incremento de 1.000 PTA/vessana, un 67% de regantes no cambia sus cultivos ni sus dosis de riego; por el contrario, un 17% abandona la agricultura de regadío. A medida que la cuota aumenta, disminuyen los agricultores que se mantienen inamovibles mientras que aumenta el abandono del regadío. Otro efecto es el aumento de regantes que declaran regar sólo una parte de su superficie regable, así como los que riegan sólo la superficie que pueden abastecer con el agua procedente de pozos propios.

La Tabla 21 resume otros resultados sobre el precio del agua y la posibilidad de establecer mercados.

Tabla 21.- Resultados sobre precios y mercados de agua en las CCRR del río Muga.

	Media	Desviación típica	Respuestas válidas
Incremento máximo que pagaría por el agua que consume actualmente	1.189 PTA/vessana (32,67 €/ha)	996	53
¿Se tendrá que pagar por el volumen de agua consumida en el futuro?	Un 72 % cree que sí, un 17 % opina que no y el resto no sabe/no contesta		
Cantidad máxima que pagaría por comprar agua a otro regante	647 PTA/vessana (17,78 €/ha)	743	19
Comentarios a la compra de agua	Un 5 % declara estar dispuesto a comprar “a un precio tal que le permitiese obtener beneficios”; el resto, sin comentarios		
Cantidad mínima por la que cedería parte de su agua a otro regante	2.000 PTA/vessana (54,96 €/ha)	1.414	2
Comentarios a la venta de agua	Un 12 % declara no estar dispuesto a vender a ningún precio, un 5 % la regalaría si a él le sobrara, un 3 % la vendería “al mismo precio que paga por ella”, y el resto, sin comentarios		

Fuente: elaboración propia

En primer lugar, destacar el bajo número de respuestas obtenido a estas cuestiones. En segundo lugar, se puede ver que aunque de promedio se estaría dispuesto a pagar un incremento de unos 33 €/ha sobre la cuota actual para continuar recibiendo la misma dotación, si se habla de comprar agua a otros regantes tanto el número de respuestas válidas como el precio disminuyen considerablemente: los regantes (los pocos que han respondido) sólo pagarían unos 18 €/ha para recibir más agua. Este bajo precio de compra (en comparación con el incremento tarifario que se declaran dispuestos a aceptar) llama poderosamente la atención por tratarse de unas Comunidades que en ocasiones han sufrido restricciones muy severas en el suministro, hecho que a priori podría inducir a pensar que en general estos regantes aceptarían de buen grado cualquier mecanismo que permitiese aumentar su dotación en los años de sequía. En lo referente a precios de venta, la cifra obtenida tiene una representatividad ínfima (es la opinión de 2 regantes). Los regantes afirman que, o no venderían el agua, o la regalarían si a ellos les sobrara. De hecho, esta opinión contraria a la compraventa del agua también fue expresada por los presidentes de estas Comunidades, tal como se ha mencionado anteriormente.

9.2. Resultados descriptivos de los regantes de las Comunidades del Bajo Ter

9.2.1. Variables de caracterización socioeconómica del agricultor

Los resultados socioeconómicos se resumen en la Tabla 22.

Es de destacar que el porcentaje de renta procedente de la agricultura de estas Comunidades es el más elevado de entre los grupos de Comunidades estudiadas. Los niveles de estudios de los regantes se muestran bajos, y tanto la frecuencia de lectura sobre temas agrarios como de asistencia a seminarios es “frecuente”. Continúa la tendencia observada en las Comunidades del Muga de considerar como principal fuente de información sobre temas agrarios los otros agricultores y las asociaciones de los mismos. Es la Comunidad que mayor uso hace de la informática.

Tabla 22.- Resultados de las variables de caracterización socioeconómica de los agricultores de las CCRR del Bajo Ter.

	Medida de tendencia central: media (Me) o mediana (Mn)	Medida de dispersión: desviación típica (Dt) o máximo y mínimo (M/m)	Respuestas válidas
Edad (años)	Me = 49	Dt = 12	60
Renta procedente de la agricultura (%)	Me = 78	Dt = 36	60
Proporción de jubilados	Un 12 % son jubilados		60
Nivel de estudios generales ¹	Mn = 2	M = 5, m = 1	60
Nivel de estudios agrarios ²	Mn = 2	M = 5, m = 1	60
Frecuencia de lectura ³	Mn = 2	M = 5, m = 1	60
Fuentes de información agraria	Un 45% de otros agricultores o asociaciones, un 10 % de la Administración, otro 10 % de los sindicatos, un 7% de los medios de comunicación, un 10 % de varias de las fuentes anteriores y el resto de otras fuentes		60
Frecuencia de asistencia a seminarios ³	Mn = 2	M = 4, m = 1	60
Uso de contabilidad	Un 75 % llevan contabilidad		60
Uso de informática	Un 43 % emplean informática		60

En las variables ordinales las categorías consideradas son:¹ 1 = Sin estudios, 2 = Primarios, 3 = Secundarios, 4 = Universitarios de grado medio, 5 = Universitarios de grado superior; ² 1 = Sin estudios agrarios, 2 = Capacitación agraria, 3 = Formación profesional agraria, 4 = Universitarios agrarios de grado medio, 5 = Universitarios agrarios de grado superior; ³ 1 = Muy frecuentemente, 2 = Frecuentemente, 3 = Regular, 4 = Poco frecuentemente, 5 = Nunca. Fuente: elaboración propia

9.2.2. Variables de estructura de las explotaciones

Los resultados de referentes a la estructura de las explotaciones se resumen en la Tabla 23.

Las explotaciones de la Comunidad tienen mucha más superficie de regadío que de secano. La superficie media de las parcelas es muy pequeña, y la proporción de superficie arrendada es baja, con un promedio del 16%. La mayor parte del riego es por gravedad, destacando un pequeño porcentaje de regantes arroceros que utilizan el riego por inundación. La ganadería tiene un papel poco importante en esta Comunidad. La importancia de la mano de obra contratada, es de las más elevadas de entre las Comunidades estudiadas, por la presencia de plantaciones de frutales. La mayoría de los regantes utiliza maquinaria propia y alquilada o sólo propia, destacando la importancia de la maquinaria de alquiler en los trabajos de recolección.

Tabla 23.- Resultados de las variables de estructura de las explotaciones de las CCRR del Bajo Ter.

	Media	Desviación típica	Respuestas válidas
Sup. seco (ha)	3,67	11,85	60
Sup. regadío (ha)	23,36	22,42	60
Sup. regadío equivalente (ha)	25,74	24,63	60
Proporción de sup. de regadío (%)	90,55	17,94	60
Sup. parcela (ha)	0,79	0,23	59
Proporción de sup. arrendada (%)	16,17	28,60	60
Sistema de riego	Un 93 % de los regantes emplea el riego por gravedad (incluyendo un 3 % que aplica riego por inundación), el 5 % aspersión y el resto goteo		60
Sup. dedicada a alimentación animal (%)	10,92	30,27	60
Propiedad de la maquinaria	Un 37 % usa sólo maquinaria propia, un 5 % sólo maquinaria alquilada y el resto usa tanto maquinaria propia como alquilada		60
Trabajos que realiza la maquinaria alquilada	Un 5 % usa maquinaria alquilada para todos los trabajos, un 11 % para la recolección y otros, y un 47 % sólo para los de recolección. El resto no alquila maquinaria		60
Mano de obra familiar (trabajadores/año)	1,52	0,97	60
Mano de obra contratada (trabajadores/año)	1,53	2,89	60
Unidades ganaderas (UG)	17,62	52,24	60

Fuente: elaboración propia

9.2.3. Variables de decisión de producción bajo distintos supuestos

En la Figura 13 y la Figura 14 se compara la distribución de cultivos real correspondiente a una campaña sin restricciones con la distribución declarada en una campaña hipotética con restricciones de un 50% en el suministro.

Al comparar las dos distribuciones de cultivo estimadas, lo más destacable es que en condiciones de previsión de restricciones se sustituye parte del maíz de regadío por otros cultivos con necesidades hídricas inferiores, de entre los cuales destaca por su importancia los cereales-grano y el girasol, ambos de regadío.

Analizando los cultivos habituales de la zona destaca por su importancia económica la presencia de frutales. También debe comentarse la existencia de una área muy concreta donde se cultiva arroz, siendo este un cultivo con una destacable tradición de la zona. En condiciones normales, el maíz es el principal cultivo por superficie cultivada, seguido por los cereales-grano, los frutales y la alfalfa.

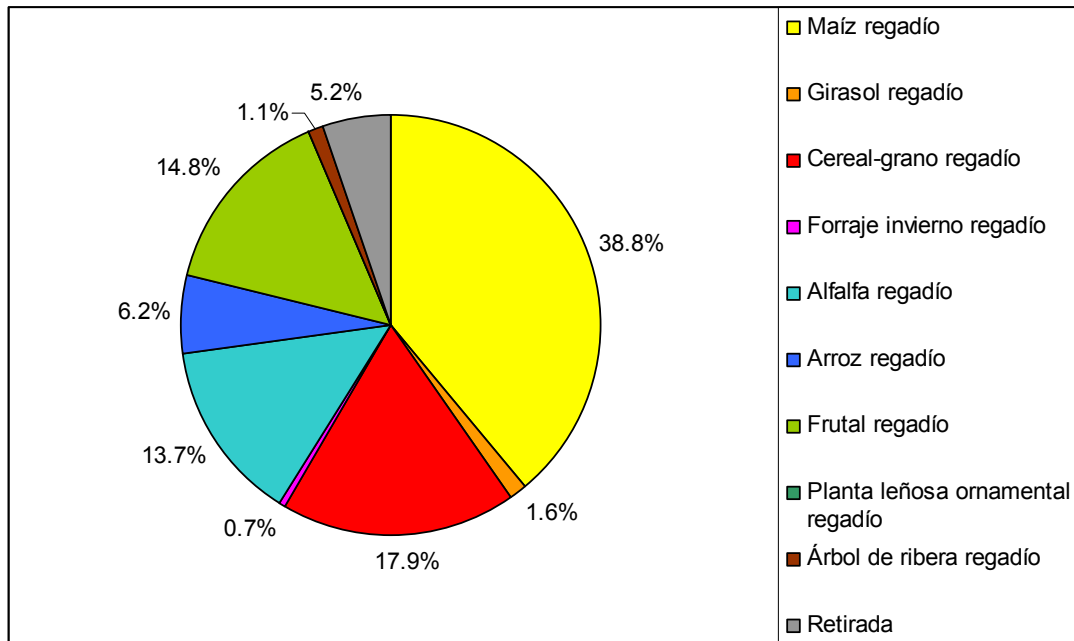


Figura 13.- Distribución de cultivos en un año sin previsión de restricciones de agua en las CCRR del Bajo Ter.

Fuente: elaboración propia

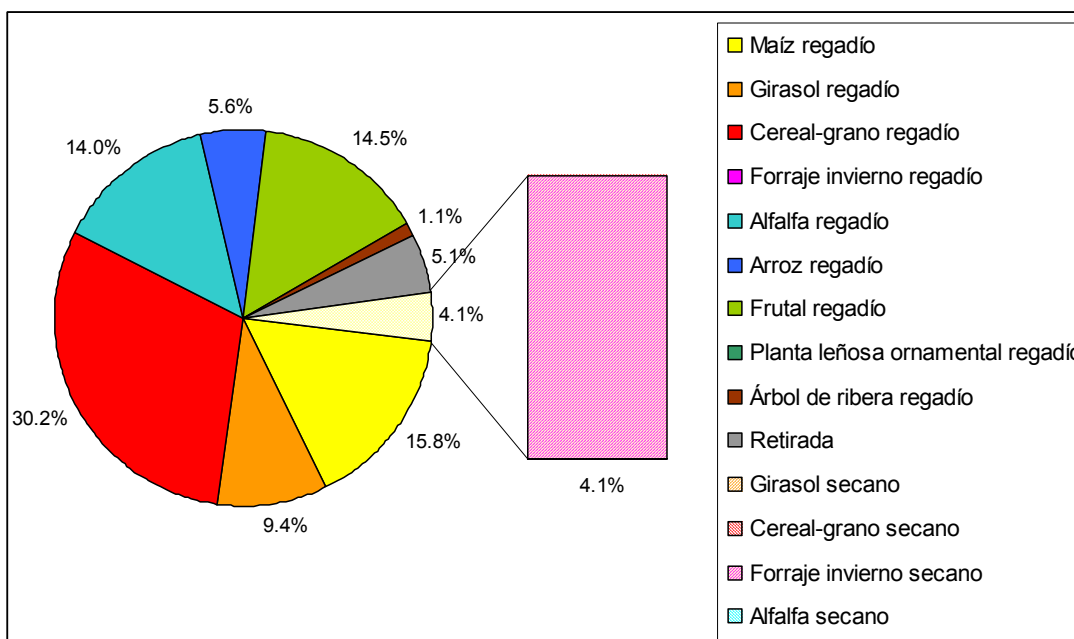


Figura 14.- Distribución de cultivos estimada en un año con una previsión antes de siembra de restricciones del 50% del agua disponible en las CCRR del Bajo Ter.

El sector circular desglosado en un gráfico de columna apilada corresponde a los cultivos de seco.
Fuente: elaboración propia

9.2.4. Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en la gestión del agua encaminadas a disminuir su consumo o a mejorar su eficiencia de uso

En la Figura 15 se muestra la opinión del regante y su voluntad de contribuir a hipotéticos cambios en la gestión y aplicación del agua para ahorrar y mejorar la eficiencia en el uso del recurso.

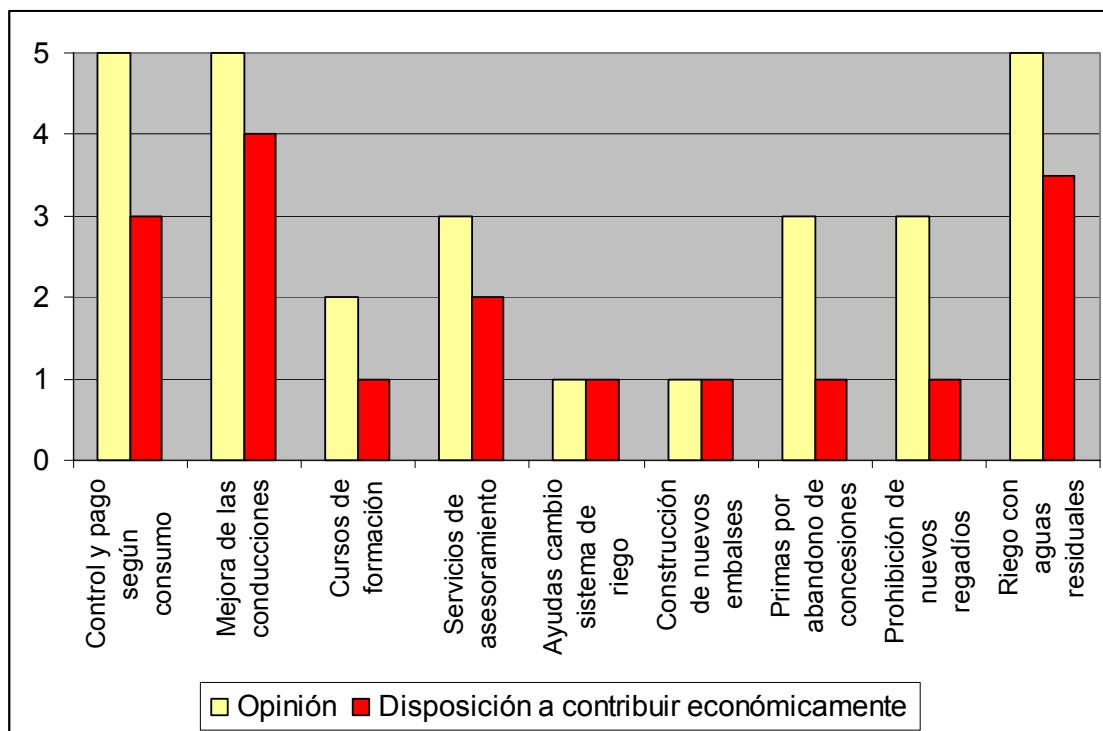


Figura 15.- Resultados de opiniones y disposición a contribuir de los regantes sobre medidas encaminadas a disminuir el consumo de agua y mejorar la eficiencia de su uso, en las CCRR Presa del Bajo Ter.

En el caso de las opiniones sobre las propuestas los valores corresponden a: 1 = Muy mala opinión, 2 = Mala opinión, 3 = Opinión regular, 4 = Buena opinión, 5 = Muy buena opinión. En el caso de las disposiciones a contribuir económicamente los valores corresponden a: 1 = Muy poca disposición, 2 = Poca disposición, 3 = Disposición regular, 4 = Buena disposición, 5 = Muy buena disposición. Fuente: elaboración propia

En este grupo de Comunidades las propuestas se han valorado en general bastante positivamente, destacando entre las más valoradas la mejora de las conducciones, el riego con aguas residuales y el control del agua consumida y pago según la misma. Por lo que respecta a la disposición a contribuir económicamente, también estas mismas propuestas han sido las que han mostrado más apoyo de los regantes.

9.2.5. Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en el precio del agua

En la Figura 16 se resumen las reacciones de los regantes ante distintos incrementos de sus cuotas de riego.

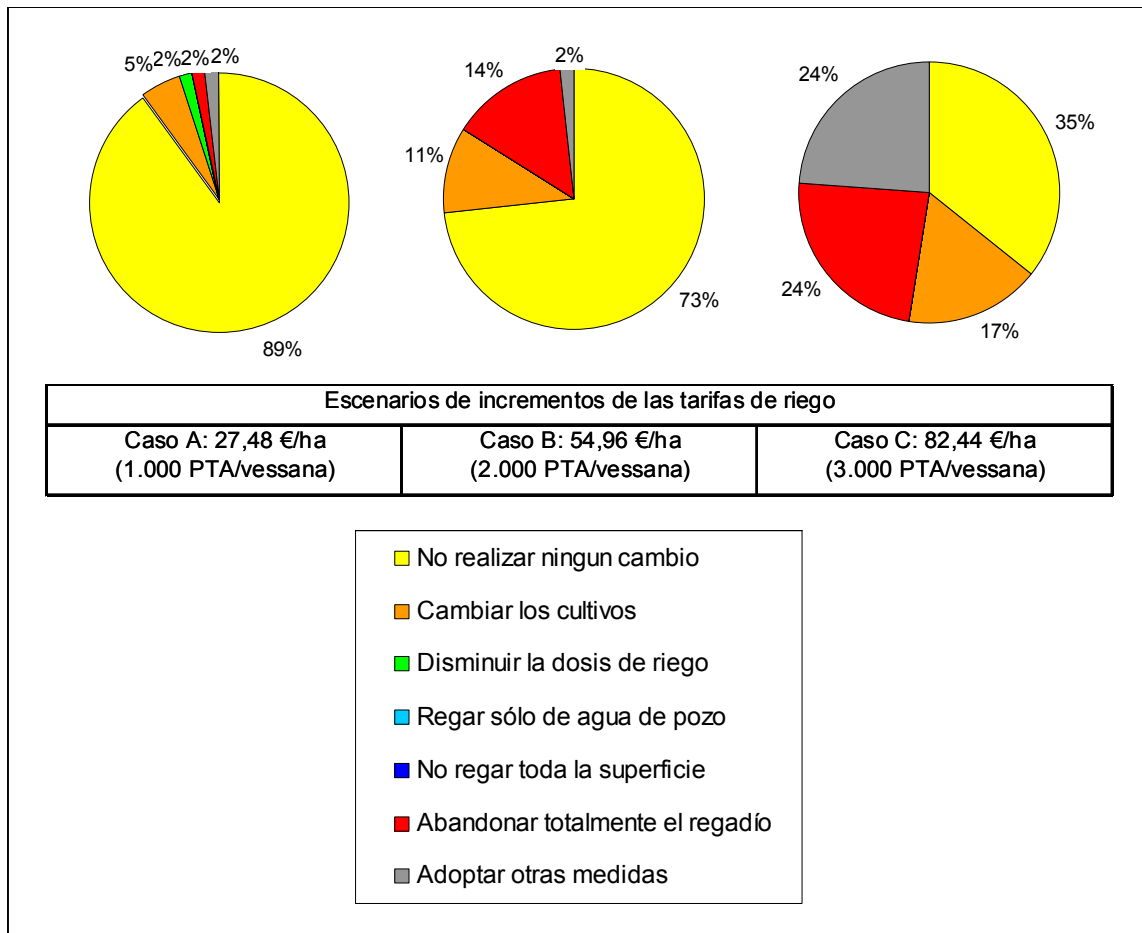


Figura 16.- Reacciones de los regantes de las CCR del Bajo Ter ante distintos incrementos de su cuota de riego.

Fuente: elaboración propia

La comparación de los tres gráficos circulares permite observar la actitud declarada por el agricultor ante distintos aumentos de la cuota del agua; ante un incremento de 1000 PTA/vessana la gran mayoría de agricultores (89%) declara no cambiar sus cultivos ni sus dosis de riego, y sólo un 2% abandona el regadío. A medida que la cuota aumenta, disminuyen los agricultores que se mantienen inamovibles mientras que aumenta el abandono total y la sustitución de cultivos por otros con inferiores necesidades hídricas.

A destacar que la reacción es mucho más importante al pasar de 2.000 a 3.000 PTA/vessana que al pasar de 1.000 a 2.000. Mientras que en el último caso disminuyen en un 16% los agricultores que se no adoptan ninguna medida, en el primer caso disminuyen en un 38%, al pasar del 73% al 35%.

La Tabla 24 resume otros resultados sobre el precio del agua y la posibilidad de establecer mercados.

Tabla 24.- Resultados sobre precios y mercados de agua en las CCRR del Bajo Ter.

	Media	Desviación típica	Respuestas válidas
Incremento máximo que pagaría por el agua que consume actualmente	2.017 PTA/vessana (55,42 €/ha)	892	60
¿Se tendrá que pagar por el volumen de agua consumida en el futuro?	Un 88 % cree que sí y el resto opina que no		
Cantidad máxima que pagaría por comprar agua a otro regante	0	0	60
Comentarios a la compra de agua	Sin comentarios		
Cantidad mínima por la que cedería parte de su agua a otro regante	Sin respuestas	Sin respuestas	0
Comentarios a la venta de agua	Un 8 % declaran que venderían “a un precio que les saliese rentable”; el resto, sin comentarios		

Fuente: elaboración propia

Puede observarse que aunque de promedio se estaría dispuesto a pagar un incremento de unos 55 €/ha sobre la cuota actual para continuar recibiendo la misma agua (una cantidad superior que en las Comunidades de Muga), si se habla de comprar o vender agua a otros regantes la cuestión cambia considerablemente. De las respuestas se deduce que los regantes desean mantener sus dotaciones actuales, y como no han tenido problemas de restricciones graves, no se plantean la compraventa de agua.

9.3. Resultados descriptivos de los regantes de las Comunidades del Medio Ter

9.3.1. Variables de caracterización socioeconómica del agricultor

Los resultados socioeconómicos se resumen en la Tabla 25.

Es de destacar que el porcentaje de renta procedente de la agricultura es relativamente bajo. Los niveles de estudios se muestran bajos, y la frecuencia de lectura sobre temas agrarios es “regular”, mientras que la frecuencia de asistencia a seminarios sobre temas agrarios se califica como “poco frecuente”. No se destaca una única fuente de información como principal, sino que la mayoría de regantes obtienen información agraria de varias fuentes. Como en el resto de Comunidades, el uso de contabilidad está mucho más extendido que el de la informática.

Tabla 25.- Resultados de las variables de caracterización socioeconómica de los agricultores en las CCRR del Medio Ter.

	Medida de tendencia central: media (Me) o mediana (Mn)	Medida de dispersión: desviación típica (Dt) o máximo y mínimo (M/m)	Respuestas válidas
Edad (años)	Me = 51	Dt = 10	45
Renta procedente de la agricultura (%)	Me = 61	Dt = 39	45
Proporción de jubilados	Un 11 % son jubilados		45
Nivel de estudios generales ¹	Mn = 2	M = 5, m = 1	45
Nivel de estudios agrarios ²	Mn = 1	M = 4, m = 1	45
Frecuencia de lectura ³	Mn = 2	M = 5, m = 1	45
Fuentes de información agraria	Un 64 % de varias de las fuentes estudiadas, un 18 % de los sindicatos, un 11 % de los medios de comunicación, un 4 % de la Administración y el resto de otras fuentes		45
Frecuencia de asistencia a seminarios ³	Mn = 4	M = 5, m = 1	45
Uso de contabilidad	Un 78 % llevan contabilidad		45
Uso de informática	Un 38 % emplean informática		45

En las variables ordinales las categorías consideradas son:¹ 1 = Sin estudios, 2 = Primarios, 3 = Secundarios, 4 = Universitarios de grado medio, 5 = Universitarios de grado superior; ² 1 = Sin estudios agrarios, 2 = Capacitación agraria, 3 = Formación profesional agraria, 4 = Universitarios agrarios de grado medio, 5 = Universitarios agrarios de grado superior; ³ 1 = Muy frecuentemente, 2 = Frecuentemente, 3 = Regular, 4 = Poco frecuentemente, 5 = Nunca. Fuente: elaboración propia

9.3.2. Variables de estructura de las explotaciones

Los resultados de estructura se resumen en la Tabla 26.

Las explotaciones de estas Comunidades tienen la superficie repartida bastante equitativamente entre regadío y secano. La superficie media de las parcelas es muy pequeña, y la proporción de superficie arrendada es alta, la más elevada de todas las Comunidades estudiadas. La mayor parte del riego se realiza por gravedad, con una pequeña presencia del riego por aspersión (2% de los regantes). La ganadería tiene una importancia intermedia. La mano de obra contratada es considerable en comparación con los casos de otras Comunidades, sobretudo por la presencia de viveros dedicados a la producción de planta leñosa ornamental. La mayoría de los regantes utiliza a la vez maquinaria propia y alquilada, destacando la importancia de esta última en los trabajos de recolección.

Tabla 26.- Resultados de las variables de estructura de las explotaciones en las CCRR del Medio Ter.

	Media	Desviación típica	Respuestas válidas
Sup. seco (ha)	9,28	14,47	45
Sup. regadío (ha)	10,08	16,69	45
Sup. regadío equivalente (ha)	16,11	24,45	45
Proporción de sup. de regadío (%)	60,03	23,77	45
Sup. parcela (ha)	0,69	0,49	35
Proporción de sup. arrendada (%)	46,96	32,82	45
Sistema de riego	El 98 % de los regantes utiliza el riego por gravedad y el resto, aspersión		45
Sup. dedicada a alimentación animal (%)	36,51	47,30	45
Propiedad de la maquinaria	Un 29 % usa sólo maquinaria propia, un 9 % sólo maquinaria alquilada y el resto usa tanto maquinaria propia como alquilada		45
Trabajos que realiza la maquinaria alquilada	Un 9 % usa maquinaria alquilada para todos los trabajos, un 17 % para la recolección y otros, un 37 % sólo para los de recolección y un 8 % sólo para otros trabajos. El resto no alquila maquinaria		45
Potencia de la maquinaria	144	146	45
Mano de obra familiar (trabajadores/año)	1,58	0,69	45
Mano de obra contratada (trabajadores/año)	1,15	5,03	45
Unidades ganaderas (UG)	38,71	61,72	45

Fuente: elaboración propia

9.3.3. Variables de decisión de producción bajo distintos supuestos

En la Figura 17 y la Figura 18 se compara la distribución de cultivos real correspondiente a una campaña sin restricciones con la distribución declarada en una campaña hipotética con restricciones de un 50% en el suministro.

Al comparar las dos distribuciones de cultivo estimadas, lo más destacable es que en condiciones de previsión de restricciones se sustituye una gran parte del maíz de regadío por girasol de regadío, que pasa a ser el cultivo dominante, y en mucha menor medida por los otros cereales-grano de regadío y algunos cultivos de seco.

En condiciones de suministro de agua sin restricciones, los cultivos más importantes por superficie cultivada son el maíz, las plantas leñosas ornamentales, los árboles de ribera (sobre todo chopos) y el girasol.

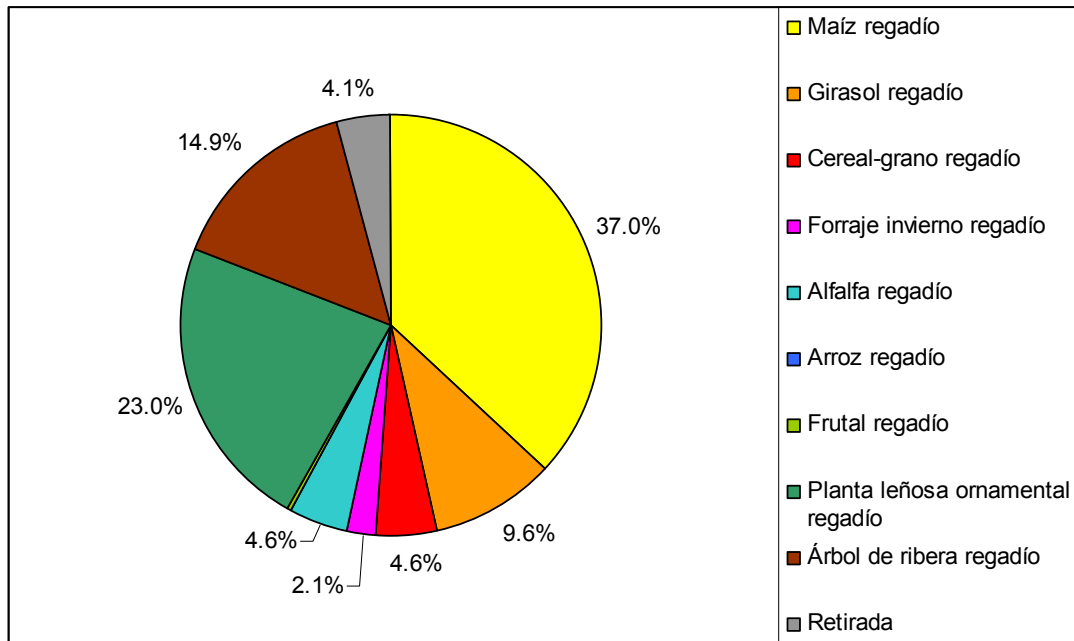


Figura 17.- Distribución de cultivos en un año sin previsión de restricciones de agua en las CRR del Medio Ter.

Fuente: elaboración propia

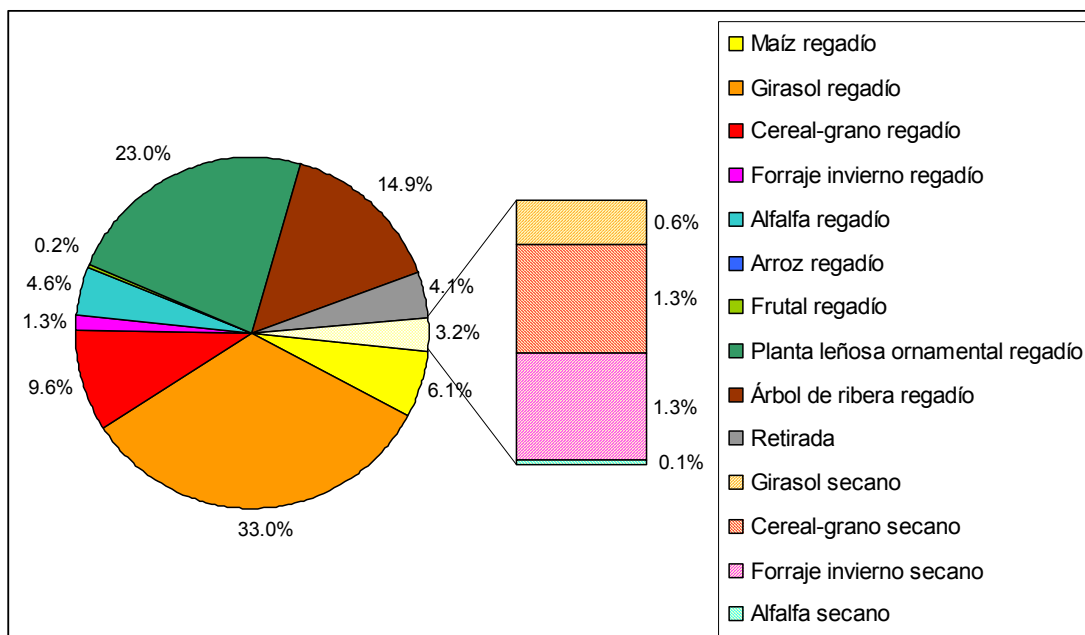


Figura 18.- Distribución de cultivos estimada en un año con una previsión antes de siembra de restricciones del 50% del agua disponible en las CRR del Medio Ter.

El sector circular desglosado en un gráfico de columna apilada corresponde a los cultivos de secano.
Fuente: elaboración propia

9.3.4. Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en la gestión del agua encaminadas a disminuir su consumo o a mejorar su eficiencia de uso

En la Figura 19 se muestra la opinión del regante y su voluntad de contribuir a hipotéticos cambios en la gestión y aplicación del agua para ahorrar y mejorar la eficiencia en el uso del recurso.

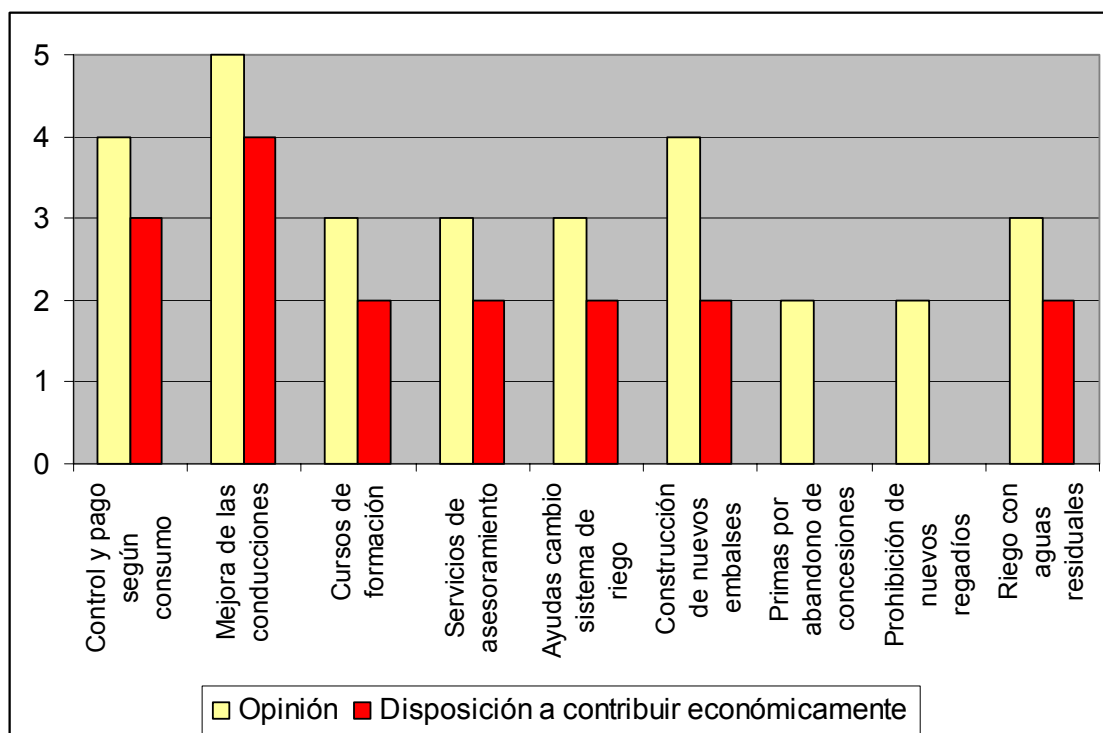


Figura 19.- Resultados de opiniones y disposición a contribuir de los regantes sobre medidas encaminadas a disminuir el consumo de agua y mejorar la eficiencia de su uso, en las CCRR del Medio Ter.

En el caso de las opiniones sobre las propuestas los valores corresponden a: 1 = Muy mala opinión, 2 = Mala opinión, 3 = Opinión regular, 4 = Buena opinión, 5 = Muy buena opinión. En el caso de las disposiciones a contribuir económicamente los valores corresponden a: 1 = Muy poca disposición, 2 = Poca disposición, 3 = Disposición regular, 4 = Buena disposición, 5 = Muy buena disposición. Fuente: elaboración propia

En estas Comunidades las propuestas se han valorado en general bastante positivamente, destacando entre las más valoradas la mejora de las conducciones, y en segundo término el control y pago según el consumo de agua, la construcción de balsas de regulación, los cursos de formación de los regantes, la instauración de servicios de asesoramiento, las ayudas al cambio del sistema de riego y el riego con aguas residuales. Por lo que respecta a la disposición a contribuir económicamente, la mejora de conducciones, seguida por el cambio de sistema de riego y el control del consumo han sido las propuestas que han mostrado más apoyo de los regantes.

9.3.5. Variables que reflejan aspectos relativos a variaciones en el precio del agua

En la Figura 20 se resumen las reacciones de los regantes ante distintos incrementos de sus cuotas de riego.

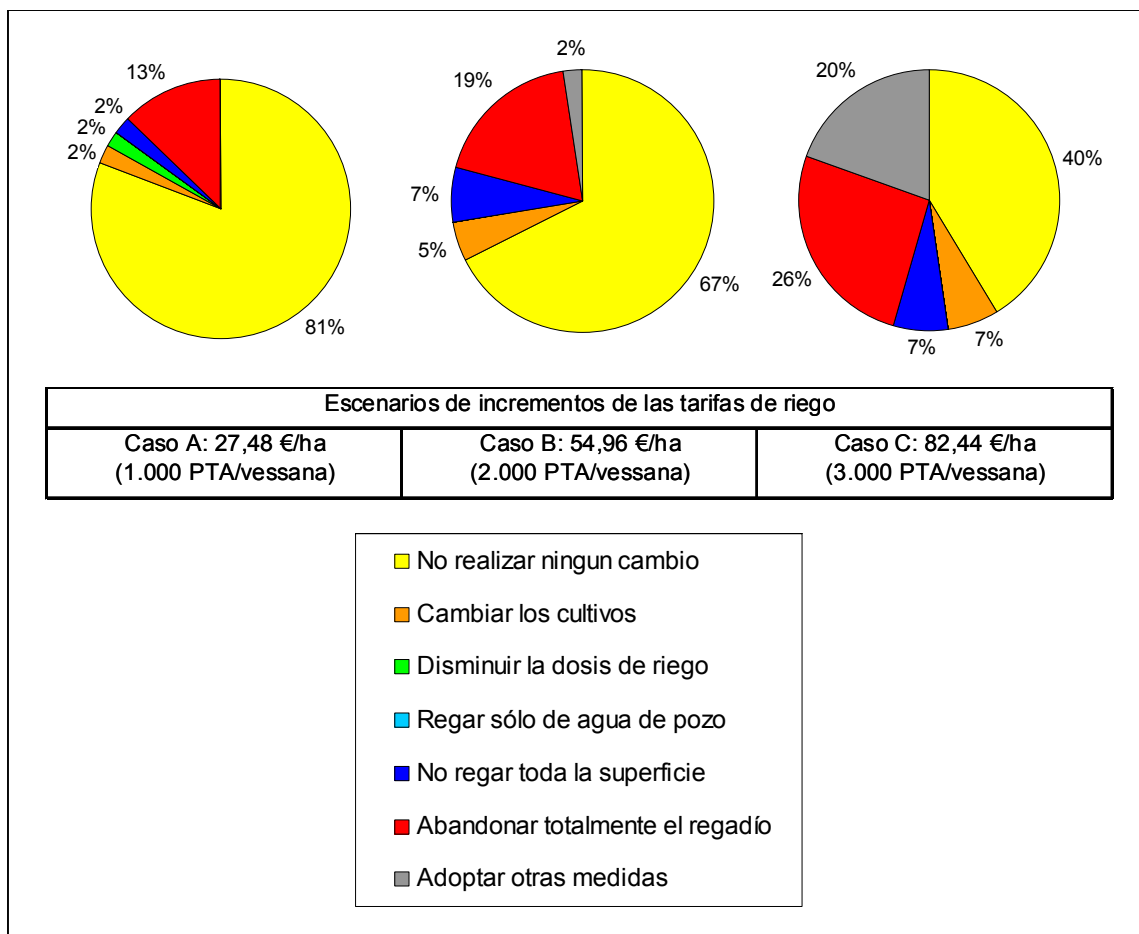


Figura 20.- Reacciones de los regantes de las CCRR del Medio Ter ante distintos incrementos de su cuota de riego.

Fuente: elaboración propia

La comparación de los gráficos circulares permite observar la actitud declarada por el agricultor a medida que aumenta la cuota del agua; ante un incremento de 1.000 PTA/vessana la gran mayoría de agricultores (81%) declara no cambiar sus cultivos ni sus dosis de riego, y sólo un 13% abandona el regadío. A medida que la cuota aumenta, disminuyen los agricultores que se mantienen inamovibles mientras que aumenta el abandono total del regadío (hasta un 26%), la sustitución de cultivos por otros con inferiores necesidades hídricas y el riego de solamente una parte del total de superficie regable.

La Tabla 27 resume otros resultados sobre el precio del agua y la posibilidad de establecer mercados.

Puede observarse que de promedio se estaría dispuesto a pagar un incremento de unos 42 €/ha sobre la cuota actual para continuar recibiendo la misma agua (más que en las Comunidades del Muga pero menos que en las del Bajo Ter). Si se habla de comprar o vender agua, el número de respuestas que proporcionan un resultado numérico válido disminuye mucho, con lo que estos datos no se consideran fiables. A nivel de opiniones, destacar la importancia que se da a la existencia de control y fijación de precios en las operaciones de compraventa por parte de la Administración.

Tabla 27.- Resultados sobre precios y mercados de agua en las CCRR del Medio Ter.

	Media	Desviación típica	Respuestas válidas
Incremento máximo que pagaría por el agua que consume actualmente	1.542 PTA/vessana (42,37 €/ha)	1.744	24
¿Se tendrá que pagar por el volumen de agua consumida en el futuro?	Un 73 % cree que sí, un 16 % opina que no y el resto, no sabe/no contesta		
Cantidad máxima que pagaría por comprar agua a otro regante	1.467 PTA/vessana (40,31 €/ha)	2.066	15
Comentarios a la compra de agua	Un 22 % cree que el precio debería estar regulado por la Administración, un 31 % la compraría "a un precio tal que le permitiese obtener beneficios" y un 6 % no compraría agua a ningún precio; el resto, sin comentarios		
Cantidad mínima por la que cedería parte de su agua a otro regante	1.000 PTA/vessana (27,48 €/ha)	0	3
Comentarios a la venta de agua	Un 31 % cree que el precio debería estar regulado por la Administración, un 13 % la vendería "al mismo precio que paga por ella", un 11 % la vendería "a un precio que le saliese rentable" y un 26 % "la regalaría si a él le sobrara"		

Fuente: elaboración propia

9.4. Resultados del análisis de clasificación

Los resultados del análisis de clasificación se presentan por separado según los distintos grupos de variables considerados. Los dendogramas correspondientes a cada grupo de variables se adjuntan en el Anejo 7.

9.4.1. Aplicación del análisis de grupo a las variables de caracterización socioeconómica

La aplicación del análisis de grupo a las variables de caracterización socioeconómica del agricultor genera la variable A de tipo nominal. Los resultados del análisis clúster se exponen en la Tabla 28. Estos resultados, como los de los demás tipos de variables, incluyen una medida de posición para cada variable (la media cuando se trata de una variable numérica continua, la mediana cuando se trata de una variable categórica ordinal, y la moda en el caso de variables binarias) así como una medida de dispersión (la desviación típica) en los casos en que se considera interesante. Las unidades y escala de cada variable, así como el significado de las abreviaciones empleadas, se han expuesto en el apartado de material y métodos.

El resultado del análisis de grupo para este conjunto de variables es la creación de tres grupos (clusters).

Tabla 28.- Resultados del análisis de grupo aplicado a las variables de caracterización socioeconómica.

Grupo	Variable	Nº elementos	Media (Me) o mediana (Mn)	Desviación típica
Clúster A.1	EDAD	101	Me = 52,44	9,32
	RENTA	101	Me = 95,40	11,85
	ESTUDIOS	101	Mn = 2	0,20
	FORM_AGR	101	Mn = 1	0,40
	LECTURA	101	Mn = 2	1,15
	SEMINARIO	101	Mn = 2	1,07
Clúster A.2	EDAD	42	Me = 40,88	12,49
	RENTA	42	Me = 73,12	35,07
	ESTUDIOS	42	Mn = 3	0,55
	FORM_AGR	42	Mn = 2	1,16
	LECTURA	42	Mn = 2	0,79
	SEMINARIO	42	Mn = 2	1,26
Clúster A.3	EDAD	27	Me = 59,70	10,78
	RENTA	27	Me = 15,04	18,80
	ESTUDIOS	27	Mn = 2	0,48
	FORM_AGR	27	Mn = 1	0,40
	LECTURA	27	Mn = 3	1,29
	SEMINARIO	27	Mn = 5	1,28

Fuente: elaboración propia

El grupo A.1. se caracteriza por estar formado por agricultores con las siguientes características medias:

- Su renta familiar proviene casi exclusivamente de la agricultura.
- Su edad media es elevada.
- Tienen estudios primarios.
- No tienen estudios específicos agrarios.
- Leen frecuentemente sobre temas agrarios.
- Asisten frecuentemente a seminarios

Los agricultores de este grupo presentan una edad intermedia respecto los de los otros grupos, y su nivel de formación también es intermedio. Por la procedencia de su renta se trata de agricultores profesionales a dedicación completa.

El grupo A.2. se caracteriza por estar formado por agricultores con las siguientes características medias:

- Una parte importante de su renta familiar procede de la agricultura, aunque no es su fuente de ingresos exclusiva.
- Su edad media es inferior a la del resto de los grupos.
- Tienen estudios generales secundarios.
- Tienen estudios de capacitación agraria.
- Leen frecuentemente sobre temas agrarios.
- Asisten frecuentemente a seminarios.

Este grupo está formado por agricultores más jóvenes, con más formación. Se trata de agricultores profesionales (la mayor parte de su renta procede de la agricultura), pero con dedicación no exclusiva a la agricultura.

El grupo A.3. está formado por agricultores caracterizados por:

- La agricultura es una fuente de ingresos secundaria, con un peso específico poco importante respecto a las demás fuentes.
- Su edad media es muy elevada.
- Tienen estudios primarios.
- No tienen estudios específicos agrarios.
- Leen sobre temas agrarios de forma regular.
- Asisten poco frecuentemente a seminarios.

Es el grupo de edad más elevada, que incluye la mayoría de jubilados. También es el grupo con menor formación y con menos interés por aumentarla. Por la procedencia de su renta se trata de agricultores con dedicación parcial y/o no profesional.

9.4.2. Aplicación del análisis de grupo a las variables de estructura de las explotaciones

La aplicación del análisis de grupo a las variables de estructura de la explotación genera la variable B de tipo nominal. Los resultados del análisis clúster se exponen en la Tabla 29.

El resultado del análisis clúster para este conjunto de variables es la creación de 4 grupos.

Tabla 29.- Resultados del análisis de grupo aplicado a las variables de estructura de las explotaciones.

Grupo	Variable	Nº elementos	Media	Desv. típica
Clúster B.1	ARRENDAM	93	26,81	33,30
	PROP_REG	93	93,97	12,13
	SUPREGEQ	93	18,10	14,60
	MO_CONTR	93	0,63	1,29
	MO_FAM	93	1,86	1,04
	U_GANAD	93	22,13	35,99
Clúster B.2	ARRENDAM	27	42,51	35,66
	PROP_REG	27	71,96	27,53
	SUPREGEQ	27	67,77	41,74
	MO_CONTR	27	0,53	1,35
	MO_FAM	27	1,89	0,80
	U_GANAD	27	208,78	186,18
Clúster B.3	ARRENDAM	45	40,67	34,32
	PROP_REG	45	51,50	17,94
	SUPREGEQ	45	12,92	13,24
	MO_CONTR	45	0,16	0,49
	MO_FAM	45	1,31	0,56
	U_GANAD	45	33,49	58,41
Clúster B.4	ARRENDAM	5	34,20	46,99
	PROP_REG	5	91,32	11,89
	SUPREGEQ	5	42,48	18,49
	MO_CONTR	5	16,00	6,28
	MO_FAM	5	1,60	0,55
	U_GANAD	5	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia

El grupo B.1. se caracteriza por estar formado por explotaciones con las siguientes características medias:

- Superficie equivalente de regadío pequeña.
- Alta proporción de regadío sobre el total de la superficie de la explotación.
- Bajo porcentaje de arrendamiento sobre el total de tierras cultivadas.
- Baja contratación de mano de obra no familiar.
- Ocupación de mano de obra familiar superior a la media.
- Baja presencia de ganado en la explotación.

Se trata de pequeñas explotaciones que poseen en propiedad la mayor parte de tierra que cultivan.

El grupo B.2. se caracteriza por estar formado por explotaciones con las siguientes características medias:

- Superficie equivalente de regadío elevada.
- Alta proporción de regadío sobre el total de la superficie de la explotación.
- Alto porcentaje de arrendamiento sobre el total de tierras cultivadas.
- Baja contratación de mano de obra no familiar.
- Ocupación de mano de obra familiar superior a la media.
- Importancia muy grande del ganado en la explotación.

Este grupo incluye grandes explotaciones agropecuarias, que además son las que ocupan más mano de obra familiar.

El grupo B.3. se caracteriza por estar formado por explotaciones con las siguientes características medias:

- Superficie equivalente de regadío baja (comparada con los otros grupos).
- Proporción de regadío mediana sobre el total de la superficie de la explotación.
- Alto porcentaje de arrendamiento sobre el total de tierras cultivadas.
- Muy baja contratación de mano de obra no familiar.
- Baja ocupación de mano de obra familiar.
- Cierta importancia del ganado en la explotación.

Son explotaciones pequeñas, con cierta presencia de ganado y gran importancia del arrendamiento.

El grupo B.4. se caracteriza por estar formado por explotaciones con las siguientes características medias:

- Superficie equivalente de regadío elevada.
- Muy alta proporción de regadío sobre el total de la superficie de la explotación.
- Importancia media del arrendamiento sobre el total de tierras cultivadas.
- Muy importante contratación de mano de obra no familiar.
- Ocupación de mano de obra familiar media.
- Nula presencia del ganado en la explotación.

Este grupo es el que presenta una mayor contratación de mano de obra no familiar. Incluye explotaciones frutales (que en el momento de poda y recolección necesitan abundante mano

de obra temporal) y de viveros de plantas leñosas ornamentales (que necesitan todo el año de personal contratado fijo).

9.4.3. Aplicación del análisis de grupo a las variables de decisión de producción en la serie temporal estudiada.

La aplicación del análisis de grupo a las variables de decisiones productivas genera la variable C de tipo nominal. Estas clasificaciones son las que determinarán las tipologías sobre las que se realizará la modelización. Así pues, por su importancia y con el ánimo de ajustarse al máximo a la realidad de cada agrupación de Comunidades, este análisis se ha realizado por separado para cada uno de los tres grupos de comunidades considerados.

Los resultados del análisis clúster se exponen en la Tabla 30.

En las Comunidades del río Muga se han obtenido tres grupos de explotaciones según sus decisiones productivas:

- C.Mu.1: Orientación productiva “extensiva-maíz”. El maíz es el principal cultivo del grupo, con gran diferencia del resto.
- C.Mu.2: Orientación productiva “agropecuaria”. Tiene una producción importante de maíz, y en segundo término también de forraje de invierno y de alfalfa. Un porcentaje muy elevado de dicha producción se destina a obtener alimento para el ganado.
- Cu.Mu.3: Orientación productiva “extensiva-mixta”. Los principales cultivos son el maíz (en una proporción muy inferior a los casos anteriores), otros cereales destinados a la obtención de grano, el girasol y la alfalfa.

En las Comunidades del Bajo Ter se han obtenido cuatro grupos de explotaciones según sus decisiones productivas:

- C.BT.1: Orientación productiva “extensiva-mixta”. Se produce cereal para grano, alfalfa, maíz y arroz. El maíz no es predominante.
- C.BT.2: Orientación productiva “frutícola”. Casi un 80% de la superficie se dedica a plantaciones de frutales (manzano, peral y melocotonero). Se trata de un tipo de producción muy importante en la zona de estudio.
- C.BT.3: Orientación productiva “agropecuaria”. La práctica totalidad de los cultivos se dedican a la alimentación del ganado. Destaca la producción de maíz y de alfalfa.
- C.BT.4: Orientación productiva “extensiva-maíz”. El maíz es el cultivo predominante. El destino de las producciones como pienso es prácticamente nulo.

En las Comunidades del Medio Ter se han obtenido cuatro grupos de explotaciones según sus decisiones productivas:

- C.MT.1: Orientación productiva “extensiva-maíz”. El maíz es el cultivo absolutamente predominante.
- C.MT.2: Orientación productiva “extensiva-mixta”. Se trata de una producción mixta de cultivos anuales (sobretudo girasol y maíz) y plurianuales (plantaciones de árboles de ribera, sobretudo chopo, para aprovechamiento maderero).
- C.MT.3: Orientación productiva “agropecuaria”. La práctica totalidad de la producción se dedica a la alimentación del ganado. Predomina el maíz, el cereal para grano y la alfalfa.
- C.MT.4: Orientación productiva “leñosa ornamental”. La totalidad de la superficie se dedica a la producción de planta leñosa ornamental. Es la orientación productiva propia de los viveros de planta ornamental existentes en la zona.

Tabla 30.- Resultados del análisis de grupo aplicado a variables de decisión de producción.

MUGA	C.Mu.1	C.Mu.2	C.Mu.3
Nº elementos	27	21	17
Variable	Media	Media	Media
MAIZ	83	66	36
GIRASOL	2	0	16
CEREAL	3	5	22
FORR_INV	1	10	0
ALFALFA	3	13	14
ARROZ	0	0	0
FRUTA	0	0	4
ORNAMENT	0	0	0
CHOPO	0	0	0
RETIRADA	8	6	7
SUP_ALIM	2	96	4

BAJO TER	C.BT.1	C.BT.2	C.BT.3	C.BT.4
Nº elementos	16	23	6	15
Variable	Media	Media	Media	Media
MAIZ	14	12	72	66
GIRASOL	4	1	0	0
CEREAL	35	4	3	14
FORR_INV	0	2	3	0
ALFALFA	27	3	15	6
ARROZ	12	0	0	6
FRUTA	0	78	0	0
ORNAMENT	0	0	0	0
CHOPO	3	0	0	0
RETIRADA	5	0	7	7
SUP_ALIM	2	1	100	0

MEDIO TER	C.MT.1	C.MT.2	C.MT.3	C.MT.4
Nº elementos	12	15	16	2
Variable	Media	Media	Media	Media
MAIZ	85	13	65	0
GIRASOL	0	33	0	0
CEREAL	0	0	12	0
FORR_INV	0	1	5	0
ALFALFA	0	0	12	0
ARROZ	0	0	0	0
FRUTA	2	0	0	0
ORNAMENT	0	0	0	100
CHOPO	10	48	0	0
RETIRADA	3	5	6	0
SUP_ALIM	2	5	99	0

Fuente: elaboración propia

9.4.4. Aplicación del análisis de grupo a las variables que reflejan actitudes ante variaciones en la gestión del agua para disminuir su consumo o mejorar su eficiencia.

La aplicación del análisis de grupo a las variables de actitud ante variaciones en la gestión del agua genera la variable D de tipo nominal. Los resultados se exponen en la Tabla 31.

Tabla 31.- Resultados del análisis de grupo aplicado a variables de opinión respecto cambios en la gestión del agua para disminuir su consumo o mejorar su eficiencia.

Grupo	Variable	Nº elementos	Mediana	Desv. típica
Clúster D.1	OPICONTA	65	1	1,71
	OPICONDU	65	5	1,62
	OPIFORM	65	3	1,36
	OPIASES	65	3	1,27
	OPIRIEG	65	3	1,52
	OPICONST	65	5	1,15
	OPICONC	65	1	1,08
	OPIPROHIB	65	1	1,36
	OPIRESID	65	4	1,46
	CONTCONTA	65	1	1,21
	CONTCONDU	65	3	1,51
	CONTFORM	65	2	1,14
	CONTASES	65	2	1,13
	CONTRIEG	65	2	1,30
	CONTCONST	65	3	1,25
CONTRESID	65	2	1,31	
Clúster D.2	OPICONTA	64	5	0,99
	OPICONDU	64	5	0,32
	OPIFORM	64	2	1,27
	OPIASES	64	3	1,02
	OPIRIEG	64	3	1,79
	OPICONST	64	2	1,24
	OPICONC	64	3	1,52
	OPIPROHIB	64	3	1,21
	OPIRESID	64	5	0,91
	CONTCONTA	64	4	1,45
	CONTCONDU	64	4	1,34
	CONTFORM	64	1	0,80
	CONTASES	64	2	0,88
	CONTRIEG	64	1	1,15
	CONTCONST	64	1	0,58
CONTRESID	64	4	1,57	
Clúster D.3	OPICONTA	41	2	1,44
	OPICONDU	41	4	1,34
	OPIFORM	41	1	0,87
	OPIASES	41	1	0,87
	OPIRIEG	41	1	0,72
	OPICONST	41	1	1,07
	OPICONC	41	1	1,27
	OPIPROHIB	41	1	1,47
	OPIRESID	41	3	1,59
	CONTCONTA	41	1	1,00
	CONTCONDU	41	3	1,47
	CONTFORM	41	1	0,63
	CONTASES	41	1	0,55
	CONTRIEG	41	1	0,50
	CONTCONST	41	1	0,47
CONTRESID	41	1	1,15	

Fuente: elaboración propia

El resultado del análisis de grupo para este conjunto de variables es la creación de 3 grupos (clusters).

El grupo D.1. se caracteriza por estar formado por agricultores con las siguientes actitudes medias, frente a posibles medidas de disminución de la demanda y mejora del aprovechamiento del agua:

- Opinión muy contraria al control del consumo y pago según el mismo.
- Opinión muy favorable a la mejora de las conducciones de agua para disminuir pérdidas.
- Opinión neutra respecto al fomento de la formación de los regantes como herramienta para mejorar el manejo del agua de riego.
- Opinión neutra respecto la instauración de servicios de asesoramiento al regante.
- Opinión neutra respecto la instauración de medidas para fomentar el cambio de los sistemas de riego en búsqueda de una mayor eficiencia en la aplicación del agua.
- Opinión muy favorable frente a la construcción de nuevos embalses y depósitos para mejorar la capacidad de regulación de la distribución del agua.
- Opinión muy contraria a la instauración de primas a la renuncia de concesiones por parte de los regantes.
- Opinión muy contraria a la prohibición de nuevos regadíos.
- Opinión favorable al uso de aguas residuales para el riego.
- Muy poca disposición a contribuir económicamente a la instalación de contadores.
- Disposición media a contribuir económicamente a la mejora de conducciones.
- Poca disposición a contribuir económicamente al fomento de la formación.
- Poca disposición a contribuir económicamente a la instauración de servicios de asesoramiento al regante.
- Poca disposición a contribuir económicamente al cambio de sistemas de riego.
- Disposición media a contribuir económicamente a la construcción de embalses y depósitos de regulación.
- Poca disposición a contribuir económicamente al uso de aguas residuales para el riego.

En resumen, se trata de un grupo de regantes caracterizado por mostrarse favorable a la mejora de conducciones, la construcción de balsas de regulación y el riego con aguas residuales. Las medidas a las que estaría más dispuesto a contribuir económicamente (en todo caso con un nivel moderado de interés) son las dos primeras medidas mencionadas. Se trata de unos regantes claramente decantados por las medidas encaradas a aumentar la oferta de agua antes que las medidas destinadas a disminuir su demanda.

El grupo D.2. se caracteriza por estar formado por agricultores con las siguientes actitudes medias, frente a posibles medidas de disminución de la demanda y mejora del aprovechamiento del agua:

- Opinión muy favorable al control del consumo y pago según el mismo.
- Opinión muy favorable a la mejora de las conducciones de agua para disminuir pérdidas.
- Opinión contraria al fomento de la formación de los regantes como herramienta para mejorar el manejo del agua de riego.
- Opinión neutra a la instauración de servicios de asesoramiento al regante.
- Opinión neutra a la instauración de medidas para fomentar el cambio de los sistemas de riego en búsqueda de una mayor eficiencia en la aplicación del agua.
- Opinión contraria a la construcción de nuevos embalses y depósitos para mejorar la capacidad de regulación de la distribución del agua.
- Opinión neutra a la instauración de primas a la renuncia de concesiones por parte de los regantes.
- Opinión neutra a la prohibición de nuevos regadíos.
- Opinión muy favorable respecto el uso de aguas residuales para el riego.
- Disposición favorable a contribuir económicamente a la instalación de contadores.

Caracterización de los regantes

- Disposición favorable a contribuir económicamente a la mejora de conducciones.
- Disposición muy desfavorable a contribuir económicamente al fomento de la formación.
- Disposición desfavorable a contribuir económicamente a la instauración de servicios de asesoramiento al regante.
- Disposición muy desfavorable a contribuir económicamente al cambio de sistemas de riego.
- Disposición muy desfavorable a contribuir económicamente a la construcción de embalses y depósitos de regulación.
- Disposición favorable a contribuir económicamente al uso de aguas residuales para el riego.

Se trata de unos regantes que acogen de forma muy favorable el control y cobro por agua consumida, la mejora de conducciones y el uso de aguas residuales para riego. De hecho, no se muestran contrarios a casi ninguna de las medidas propuestas, con excepción del fomento de la formación de los regantes y la construcción de balsas de regulación. Ven con buenos ojos casi cualquier medida que contribuya a mejorar la gestión del agua.

A nivel de su disposición a contribuir económicamente, las medidas a las que se declaran más dispuestos a contribuir coinciden con las que han recibido mejor acogida a nivel de opinión. Es el grupo que ha mostrado un nivel más elevado de predisposición a contribuir económicamente con alguna de las medidas propuestas.

En general parecen agricultores más concienciados del problema de la gestión del agua, y más abiertos a posibles soluciones que los del grupo anterior.

El grupo D.3. se caracteriza por estar formado por agricultores con las siguientes actitudes medias, frente a posibles medidas de disminución de la demanda y mejora del aprovechamiento del agua:

- Opinión desfavorable al control del consumo y pago según el mismo.
- Opinión favorable a la mejora de las conducciones de agua para disminuir pérdidas.
- Opinión muy desfavorable al fomento de la formación de los regantes como herramienta para mejorar el manejo del agua de riego.
- Opinión muy desfavorable a la instauración de servicios de asesoramiento al regante.
- Opinión muy desfavorable a la instauración de medidas para fomentar el cambio de los sistemas de riego en búsqueda de una mayor eficiencia en la aplicación del agua.
- Opinión muy desfavorable a la construcción de nuevos embalses y depósitos para mejorar la capacidad de regulación de la distribución del agua.
- Opinión muy desfavorable a la instauración de primas a la renuncia de concesiones por parte de los regantes.
- Opinión muy desfavorable a la prohibición de nuevos regadíos.
- Opinión neutra frente al uso de aguas residuales para el riego.
- Disposición muy desfavorable a contribuir económicamente a la instalación de contadores.
- Disposición media a contribuir económicamente a la mejora de conducciones.
- Disposición muy desfavorable a contribuir económicamente al fomento de la formación.
- Disposición muy desfavorable a contribuir económicamente a la instauración de servicios de asesoramiento al regante.
- Disposición muy desfavorable a contribuir económicamente al cambio de sistemas de riego.
- Disposición muy desfavorable a contribuir económicamente a la construcción de embalses y depósitos de regulación.

- Disposición muy desfavorable a contribuir económicamente al uso de aguas residuales para el riego.

Se trata de regantes favorables a la mejora de conducciones y tolerantes con el riego con aguas residuales. Cualquier otra medida les parece mal. Su disposición a contribuir económicamente es media en el caso de la mejora de conducciones y nula en cualquier otro caso.

9.4.5. Aplicación del análisis de grupo a las variables de actitud ante variaciones en el precio del agua

La aplicación del análisis de grupo a las variables de actitud ante variaciones en el precio del agua genera la variable E de tipo nominal. Los resultados del análisis clúster se exponen en la Tabla 32.

El resultado del análisis de grupo para este conjunto de variables es la creación de 4 grupos (clusters).

El grupo E.1. se caracteriza por estar formado por agricultores con las siguientes actitudes mayoritarias, frente a posibles incrementos del precio del agua:

- Frente a incrementos de 1.000 PTA/vessana sobre el precio que pagan actualmente a la Comunidad de Regantes por recibir el agua que les corresponde, no hay una actitud clara definida.
- A partir de incrementos de 2.000 PTA/vessana, abandonarían la agricultura de regadío.

El grupo E.2. se caracteriza por estar formado por agricultores con las siguientes actitudes mayoritarias, frente a posibles incrementos del precio del agua:

- Frente a incrementos de 1.000 PTA/vessana sobre el precio que pagan actualmente a la Comunidad de Regantes por recibir el agua que les corresponde, no cambiarían de cultivos.
- Frente a incrementos de 2.000 PTA/vessana continuarían sin variar su programación de cultivos.
- A partir de incrementos de 3.000 PTA/vessana, no presentan una actitud clara definida.

El grupo E.3. se caracteriza por estar formado por agricultores con las siguientes actitudes mayoritarias, frente a posibles incrementos del precio del agua:

- Frente a incrementos de 1.000 PTA/vessana sobre el precio que pagan actualmente a la Comunidad de Regantes por recibir el agua que les corresponde, no cambiarían de cultivos.
- A partir de incrementos de 2.000 PTA/vessana sobre el precio que pagan actualmente a la Comunidad de Regantes, no presentan una actitud clara definida.

El grupo E.4. se caracteriza por estar formado por agricultores con las siguientes actitudes mayoritarias, frente a posibles incrementos del precio del agua:

- Frente a incrementos de hasta 3.000 PTA/vessana sobre el precio que pagan actualmente a la Comunidad de Regantes por recibir el agua que les corresponde, no cambiarían su programación de cultivos.

Tabla 32.- Resultados del análisis de grupo aplicado a las variables de actitud ante variaciones en el precio del agua.

Grupo	Nº elementos	Variable	Moda	Variable	Moda	Variable	Moda
Clúster 1	39	1CAMB_CULT	0	2CAMB_CULT	0	3CAMB_CULT	0
	39	1MENOS_AGUA	0	2MENOS_AGUA	0	3MENOS_AGUA	0
	39	1MEJORA_EQ	0	2MEJORA_EQ	0	3MEJORA_EQ	0
	39	1ATENCION	0	2ATENCION	0	3ATENCION	0
	39	1PARTE_SEC	0	2PARTE_SEC	0	3PARTE_SEC	0
	39	1INV_CR	0	2INV_CR	0	3INV_CR	0
	39	1ABAND_RIEG	0	2ABAND_RIEG	1	3ABAND_RIEG	1
	39	1OTROS	0	2OTROS	0	3OTROS	0
	39	1NO_CAMBIA	0	2NO_CAMBIA	0	3NO_CAMBIA	0
	39	1SOLO_POZO	0	2SOLO_POZO	0	3SOLO_POZO	0
Clúster 2	57	1CAMB_CULT	0	2CAMB_CULT	0	3CAMB_CULT	0
	57	1MENOS_AGUA	0	2MENOS_AGUA	0	3MENOS_AGUA	0
	57	1MEJORA_EQ	0	2MEJORA_EQ	0	3MEJORA_EQ	0
	57	1ATENCION	0	2ATENCION	0	3ATENCION	0
	57	1PARTE_SEC	0	2PARTE_SEC	0	3PARTE_SEC	0
	57	1INV_CR	0	2INV_CR	0	3INV_CR	0
	57	1ABAND_RIEG	0	2ABAND_RIEG	0	3ABAND_RIEG	0
	57	1OTROS	0	2OTROS	0	3OTROS	0
	57	1NO_CAMBIA	1	2NO_CAMBIA	1	3NO_CAMBIA	0
	57	1SOLO_POZO	0	2SOLO_POZO	0	3SOLO_POZO	0
Clúster 3	26	1CAMB_CULT	0	2CAMB_CULT	0	3CAMB_CULT	0
	26	1MENOS_AGUA	0	2MENOS_AGUA	0	3MENOS_AGUA	0
	26	1MEJORA_EQ	0	2MEJORA_EQ	0	3MEJORA_EQ	0
	26	1ATENCION	0	2ATENCION	0	3ATENCION	0
	26	1PARTE_SEC	0	2PARTE_SEC	0	3PARTE_SEC	0
	26	1INV_CR	0	2INV_CR	0	3INV_CR	0
	26	1ABAND_RIEG	0	2ABAND_RIEG	0	3ABAND_RIEG	0
	26	1OTROS	0	2OTROS	0	3OTROS	0
	26	1NO_CAMBIA	1	2NO_CAMBIA	0	3NO_CAMBIA	0
	26	1SOLO_POZO	0	2SOLO_POZO	0	3SOLO_POZO	0
Clúster 4	48	1CAMB_CULT	0	2CAMB_CULT	0	3CAMB_CULT	0
	48	1MENOS_AGUA	0	2MENOS_AGUA	0	3MENOS_AGUA	0
	48	1MEJORA_EQ	0	2MEJORA_EQ	0	3MEJORA_EQ	0
	48	1ATENCION	0	2ATENCION	0	3ATENCION	0
	48	1PARTE_SEC	0	2PARTE_SEC	0	3PARTE_SEC	0
	48	1INV_CR	0	2INV_CR	0	3INV_CR	0
	48	1ABAND_RIEG	0	2ABAND_RIEG	0	3ABAND_RIEG	0
	48	1OTROS	0	2OTROS	0	3OTROS	0
	48	1NO_CAMBIA	1	2NO_CAMBIA	1	3NO_CAMBIA	1
	48	1SOLO_POZO	0	2SOLO_POZO	0	3SOLO_POZO	0

Fuente: elaboración propia

9.4.6. Resumen de los resultados del análisis de clasificación

En la Tabla 33 se exponen los grupos obtenidos del análisis clúster. Se ha añadido la variable F, correspondiente a la identificación de los grupos de Comunidades analizadas.

Tabla 33.- Resumen de los clusters identificados en los distintos grupos de variables.

VARIABLE	GRUPO	RESUMEN
Características socioeconómicas	A.1	Agricultores profesionales a dedicación completa
	A.2	Agricultores profesionales con dedicación no exclusiva (más preparados y de menor edad media)
	A.3	Agricultores con dedicación parcial y/o no profesional (incluye jubilados)
Estructura de las explotaciones	B.1	Pequeñas explotaciones que poseen en propiedad la mayor parte de la tierra que cultivan.
	B.2	Grandes explotaciones agropecuarias (ocupación de mano de obra familiar superior a la media)
	B.3	Explotaciones pequeñas, con cierta presencia de ganado y gran importancia del arrendamiento.
	B.4	Explotaciones con abundante mano de obra ajena (frutales y viveros de leñosas ornamentales)
Decisiones productivas en la serie temporal estudiada	C.Mu.1	Muga: Orientación productiva "extensiva-maíz"
	C.Mu.2	Muga: Orientación productiva "agropecuaria"
	C.Mu.3	Muga: Orientación productiva "extensiva-mixta"
	C.BT.1	Bajo Ter: Orientación productiva "extensiva-mixta"
	C.BT.2	Bajo Ter: Orientación productiva "frutícola"
	C.BT.3	Bajo Ter: Orientación productiva "agropecuaria"
	C.BT.4	Bajo Ter: Orientación productiva "extensiva-maíz"
	C.MT.1	Medio Ter: Orientación productiva "extensiva-maíz"
	C.MT.2	Medio Ter: Orientación productiva "extensiva-mixta"
	C.MT.3	Medio Ter: Orientación productiva "agropecuaria"
Actitud ante aspectos relativos a variaciones en la gestión del agua	D.1	Regantes decantados por las medidas encaminadas a aumentar la oferta de agua
	D.2	Regantes que aceptan políticas de aumento de oferta y de disminución de demanda. Más dispuestos que los otros grupos a contribuir económicamente a las mejoras propuestas
	D.3	Regantes que sólo ven con buenos ojos la mejora de las conducciones
Actitud ante posibles incrementos en el precio del agua	E.1	Un incremento de 1.000 PTA/vessana no provoca reacciones definidas. A 2.000 PTA/vessana, abandonan el regadío
	E.2	Un incremento de 2.000 PTA/vessana no provoca cambios en sus cultivos. A 3.000 PTA/vessana, no se observa una actitud clara definida
	E.3	Un incremento de 1.000 PTA/vessana no provoca cambios de cultivos. A 2.000 PTA/vessana, no se observa una actitud clara definida
	E.4	Un incremento de 3.000 PTA/vessana no provoca cambios en sus cultivos
Comunidades de Regantes (por zonas)	F.1	Zona del Muga
	F.2	Zona del Bajo Ter
	F.3	Zona del Medio Ter

Fuente: elaboración propia

9.5. Resultados del contraste de independencia entre las variables nominales generadas

Para analizar las relaciones de dependencia existentes entre las variables nominales obtenidas en el análisis clúster, se han realizado tests χ^2 entre todos los pares de variables. En el caso de la variable C (decisión de producción) en lugar de considerar orientaciones productivas distintas para cada grupo de Comunidades, se han considerado 5 tipologías comunes: “extensiva-maíz”, “agropecuaria”, “extensiva-mixta”, “frutícola” y “leñosa ornamental”.

Los resultados se expresan en las tablas siguientes (Tabla 34, Tabla 35 y Tabla 36).

Tabla 34.- Valor del estadístico χ^2 para cada par de variables nominales.

	A	B	C	D	E	F
A	---	11,034	27,938	18,177	21,260	23,466
B	---	---	103,825	5,858	19,739	58,344
C	---	---	---	30,302	20,666	60,162
D	---	---	---	---	8,088	72,047
E	---	---	---	---	---	12,492
F	---	---	---	---	---	---

Fuente: elaboración propia

Tabla 35.- Grados de libertad correspondientes a la prueba χ^2 para cada par de variables nominales.

	A	B	C	D	E	F
A	---	6	8	4	6	4
B	---	---	12	6	9	6
C	---	---	---	8	12	8
D	---	---	---	---	6	4
E	---	---	---	---	---	6
F	---	---	---	---	---	---

Fuente: elaboración propia

Tabla 36.- Probabilidad de cometer error de tipo I en el test de independencia χ^2 para cada par de variables nominales.

	A	B	C	D	E	F
A	---	0,087	0,000	0,001	0,002	0,000
B	---	---	0,000	0,439	0,020	0,000
C	---	---	---	0,000	0,055	0,000
D	---	---	---	---	0,232	0,000
E	---	---	---	---	---	0,052
F	---	---	---	---	---	---

Fuente: elaboración propia

En negrita se marcan los valores de α menores de 0,05 (que es el nivel de confianza límite adoptado). Aparte, se han sombreado los valores que se consideran que indican de forma

concluyente relación entre variables; estos valores coinciden con los marcados en negrita excepto en algunos casos en que interviene la variable C. En estos casos, los resultados no se han considerado concluyentes, puesto que alguna de las frecuencias esperadas en el supuesto de independencia, empleadas en el test χ^2 , es menor que 0,5 (y para valores de frecuencias esperadas tan bajos los resultados del test no son estadísticamente fiables).

Así pues, se observa de forma concluyente que para un nivel de confianza del 95% no existe independencia (es decir, existe relación) entre la variable de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes y el resto de variables consideradas (excepto la variable de actitud ante incrementos tarifarios del agua; en este caso, se demostraría relación si se aceptase un error un poco superior al valor límite elegido). Esto indica que los grupos de Comunidades considerados realmente presentan características distintas entre sí, y justifican el análisis por separado de los distintos grupos de Comunidades.

También se observa que existe relación entre la variable de caracterización socioeconómica y las variables de actitud ante mejoras en la gestión del agua y ante incrementos de tarifa. Asimismo, la variable de estructura y la de actitud ante incrementos tarifarios también muestran relación.

9.6. Resultado del análisis de correspondencias

Una vez determinadas estadísticamente las variables dependientes entre sí, se pretende conocer mejor las relaciones entre las distintas modalidades que comprenden estas variables. Para ello se emplea el análisis de correspondencias.

Todos los resultados obtenidos se expresan mediante tablas y figuras, que a continuación son analizados. Cada tabla incluye 3 subtablas, una referida a los resultados generales del análisis, y 2 más con los resultados del análisis aplicados a cada una de las variables estudiadas.

En la subtabla general se incluyen 4 columnas:

- Dimensión: denominación de la variable sintética generada en el análisis (también denominada factor o eje).
- Valor propio: expresión de la inercia de la nube de puntos considerada sobre un factor. Es proporcional a la distancia χ^2 .
- Porcentaje explicado: porcentaje de la información total aportada por los datos iniciales que el factor es capaz de explicar.
- Porcentaje acumulado: porcentaje de la información total aportada por los datos iniciales que el factor considerado, más los factores anteriores, son capaces de explicar.

En cada una de las 2 subtablas correspondientes a cada variable se incluyen 4 columnas:

- Modalidad: denominación de los distintos valores que puede tomar la variable considerada (son números que identifican los valores que toma una variable nominal).
- Coordenadas: posición de la modalidad respecto las dimensiones obtenidas en el análisis de correspondencias.
- Contribuciones: tanto por uno con que una modalidad contribuye a la formación de una dimensión. También reciben el nombre de contribuciones absolutas. La suma de las contribuciones de todas las modalidades a una dimensión es 1. Cuanto mayor sea la contribución, más influencia tiene la modalidad sobre la dimensión considerada.
- Contribuciones relativas: tanto por uno de la información de la modalidad explicada por la dimensión en cuestión. También denominadas cosenos cuadrados. Son indicadores, en resumen, de la calidad de representación de una modalidad sobre un eje o

dimensión. La suma de las contribuciones relativas de un individuo en todas las dimensiones es la unidad.

A cada par de variables le asocia una figura, correspondiente a la representación gráfica de las distintas modalidades de las variables analizadas respecto las dos dimensiones consideradas en el análisis.

9.6.1. Relación entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de actitud ante mejoras en la gestión del agua:

Los resultados del análisis se resumen en la Tabla 37 y en la Figura 21.

Tabla 37.- Resultados del análisis de correspondencias entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de actitud ante mejoras en la gestión del agua.

Dimensión	Valor propio	Porcentaje explicado	Porcentaje acumulado
1	0,32	0,96	0,96
2	0,07	0,04	1,00

Variable: caracterización socioeconómica (A)						
Modalidad	Coordenadas		Contribuciones		Contribuciones relativas	
	1	2	1	2	1	2
1	-0,26	0,18	0,13	0,28	0,91	0,09
2	-0,21	-0,45	0,03	0,72	0,49	0,51
3	1,30	0,02	0,84	0,00	1,00	0,00

Variable: opinión medidas de gestión del agua (D)						
Modalidad	Coordenadas		Contribuciones		Contribuciones relativas	
	1	2	1	2	1	2
1	-0,33	0,30	0,13	0,49	0,85	0,15
2	-0,31	-0,31	0,11	0,51	0,82	0,18
3	1,00	0,01	0,76	0,00	1,00	0,00

Fuente: elaboración propia

Se observa que la dimensión 1 explica más del 96% del total de datos.

De las variables de caracterización socioeconómica, las modalidades 3 y en menor proporción la 1 son las que forman la dimensión 1, y la 2 y la 1, las que contribuyen a la formación de la dimensión 2.

De las variables de actitud ante mejoras en la gestión, a la dimensión 1 contribuye sobretodo la modalidad 3, y en menor grado la 1 y la 2; y a la 2, las modalidades 1 y 2 exclusivamente.

La calidad de representación de las modalidades 1 y 3 de las variables de caracterización socioeconómica es muy elevada en la dimensión 1, mientras que para la modalidad 2, se reparte entre las dimensiones 1 y 2.

Para las variables de actitud ante mejoras en la gestión, todas las modalidades gozan de una muy buena representación en la dimensión 1.

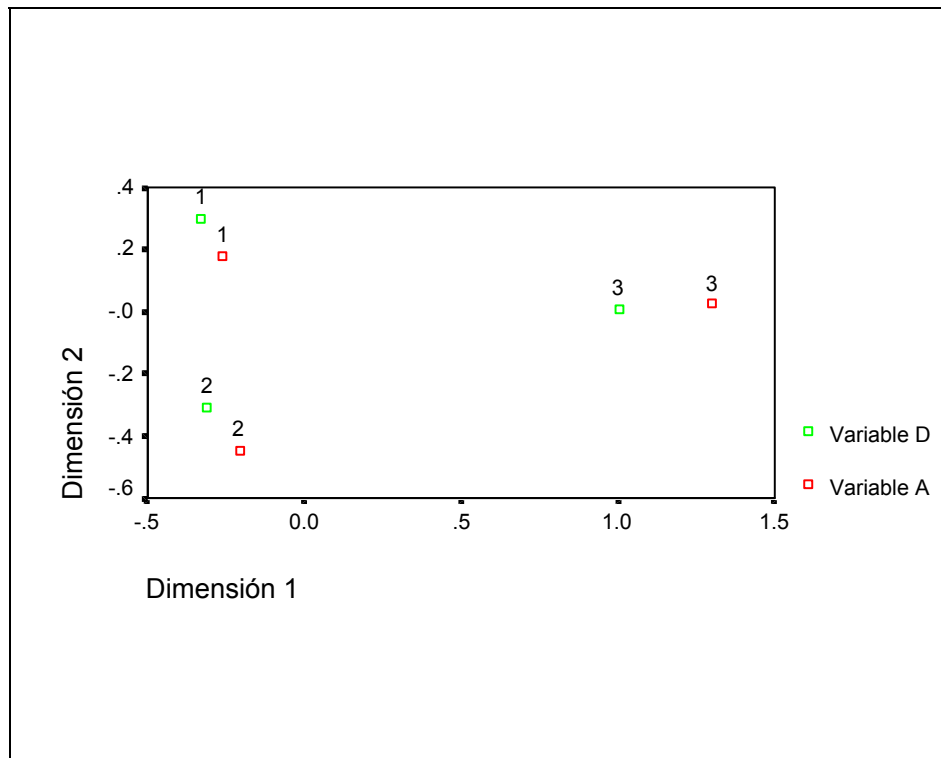


Figura 21.- Representación gráfica del análisis de correspondencias entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de actitud ante mejoras en la gestión del agua.

Fuente: elaboración propia

La dimensión 1 opone las modalidades 1 y 2 socioeconómicas y las 1 y 2 de opinión sobre mejoras en la gestión, contra las modalidades 3 de las dos variables. Precisamente estas modalidades 3 son las que más contribuyen a la formación de la dimensión. Así pues este eje opone agricultores profesionales a no profesionales, así como regantes abiertos a distintas mejoras en la gestión a regantes con mentalidad más cerrada, que sólo aceptan como medida positiva la mejora de conducciones.

Por otra parte las contribuciones a la dimensión 2 se centran en las modalidades 1 y 2 de cada variable. Así pues, este eje opone los agricultores profesionales a dedicación completa a los agricultores profesionales con dedicación no exclusiva. Y también opone los regantes que aceptan propuestas de mejoras en la gestión encaminadas exclusivamente a aumentar la oferta, a los regantes que aceptan estas medidas además de otras de reducción de demanda.

La dimensión 1 representa bien todas las modalidades (aunque la dimensión 2 juega un papel importante en la representación de la modalidad socioeconómica 2). Así pues, se observa que los agricultores profesionales a dedicación completa aceptan de buen grado las distintas propuestas de mejoras en la gestión encaminadas a aumentar la oferta del recurso. Los agricultores profesionales con dedicación no exclusiva, grupo de menor edad media y mayor preparación, también aceptan medidas de reducción de demanda. Por último, los agricultores no profesionales (grupo que incluye jubilados) son más radicales y sólo hallan apropiada la solución de mejorar las conducciones de distribución del agua para evitar pérdidas.

9.6.2. Relación entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de actitud ante incrementos de la tarifa del agua:

Los resultados del análisis se resumen en la Tabla 38 y en la Figura 22.

Tabla 38.- Resultados del análisis de correspondencias entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de actitud ante incrementos de la tarifa del agua.

Dimensión	Valor propio	Porcentaje explicado	Porcentaje acumulado
1	0,31	0,77	0,77
2	0,17	0,23	1,00

Variable: caracterización socioeconómica (A)						
Modalidad	Coordenadas		Contribuciones		Contribuciones relativas	
	1	2	1	2	1	2
1	-0,02	0,34	0,00	0,40	0,01	0,99
2	0,73	-0,47	0,43	0,32	0,81	0,19
3	-1,06	-0,54	0,57	0,27	0,87	0,13

Variable: opinión incrementos tarifa (E)						
Modalidad	Coordenadas		Contribuciones		Contribuciones relativas	
	1	2	1	2	1	2
1	-0,87	-0,33	0,56	0,15	0,93	0,07
2	0,46	0,13	0,23	0,03	0,96	0,04
3	-0,40	0,84	0,08	0,63	0,29	0,71
4	0,37	-0,34	0,13	0,19	0,69	0,31

Fuente: elaboración propia

Se observa que la dimensión 1 explica el 77% del total de datos, y la 2 el 23% restante.

De las variables de caracterización socioeconómica, las modalidades 3 y 2 son las que forman la dimensión 1, mientras que todas contribuyen a la formación de la dimensión 2.

De las variables de actitud ante incrementos de tarifa, a la formación de la dimensión 1 contribuye fundamentalmente la modalidad 1, y en menor grado la 2 y la 4; y a la dimensión 2, la modalidad 3, y en menor grado la 4 y la 1.

La calidad de representación de las modalidades 2 y 3 de las variables de caracterización socioeconómica es muy elevada en la dimensión 1, mientras que para la modalidad 1 la calidad de representación se concentra en la dimensión 2.

Para las variables de actitud ante incrementos de tarifa, las modalidades 1 y 2, y en menor grado la 4, están bien representadas en la dimensión 1. La dimensión 2 juega un papel importante en la representación de la modalidad 3 (y un papel secundario en la representación de la 4).

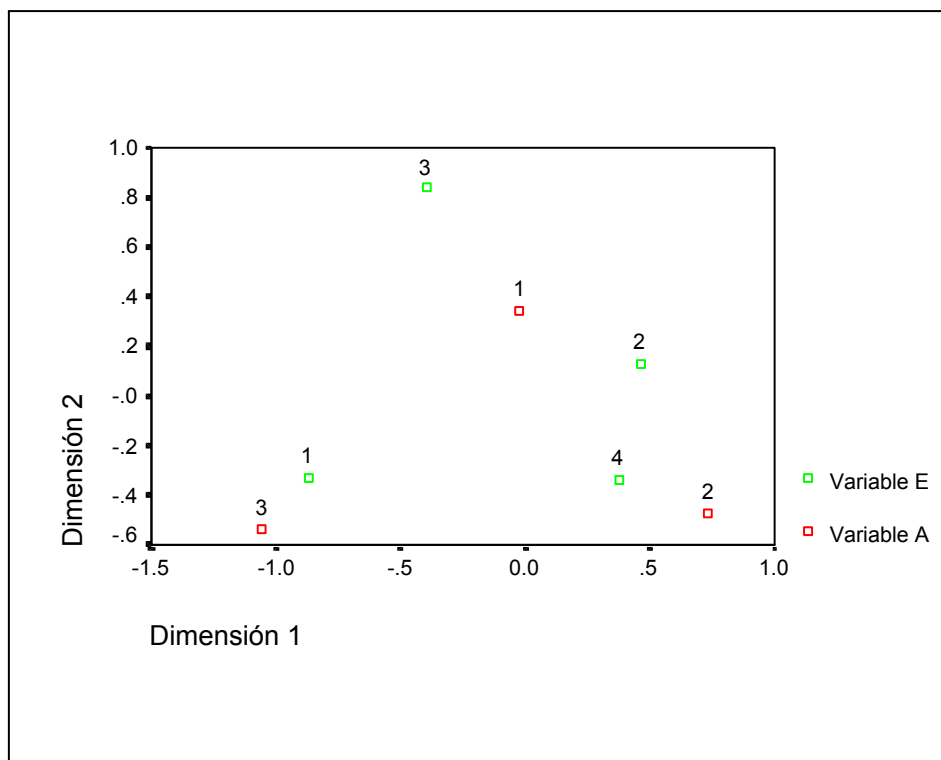


Figura 22.- Representación gráfica del análisis de correspondencias entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de actitud ante incrementos de la tarifa del agua.

Fuente: elaboración propia

Eligiendo las modalidades con una contribución superior a la dimensión 1, se observa que ésta dimensión opone las modalidades 3 de caracterización socioeconómica y la 1 de actitud ante incrementos de tarifas frente a la modalidad 2 de caracterización socioeconómica. Es decir, el eje opone agricultores no profesionales (junto con la opinión de que un incremento de 2.000 PTA/vessana provocaría el abandono del regadío) a los agricultores profesionales con dedicación no exclusiva (estos últimos asociados a la idea de que un incremento de 3.000 PTA/vessana no provocaría cambios en el cultivo). Todas las modalidades comentadas gozan de una buena calidad de representación en esta dimensión.

Por otra parte de entre las modalidades que más contribuyen a formar dimensión 2 el caso más destacable es el de la modalidad 3 de actitud ante incrementos de tarifas, asociada a la modalidad socioeconómica 1 (agricultores profesionales a dedicación completa), en una situación de clara oposición a las modalidades 2 y 3 de caracterización socioeconómica. Es decir, se opone la idea de que hasta 1.000 PTA/vessana no se dan cambios en el regadío, y a partir de 2.000 PTA/vessana no se observa una reacción definida, contra las modalidades de regantes profesionales con dedicación no exclusiva y los regantes no profesionales. La calidad de representación en este eje sólo es alta en las modalidades 1 socioeconómica y en la 3 (y en menor grado la 4) de opinión respecto el incremento de tarifas.

El resumen es que la dimensión 1 opone los casos más extremos de actitud frente a incremento de tarifas; es una medida de la resistencia al cambio frente un incremento del precio de recurso. En este sentido, la edad parece ser un factor muy importante, ya que los regantes de menor edad media (grupo de profesionales con dedicación no exclusiva) son los

que más aceptarían un aumento de precio sin cambiar su elección de cultivos, mientras que los regantes de más edad (grupo no profesional) no estarían dispuestos a continuar con su actividad actual ni en el caso de pequeños aumentos de precio. Los agricultores profesionales a dedicación completa, con una edad media situada entre las de los otros dos grupos, aceptarían unos incrementos de precios intermedios antes de abandonar el regadío.

9.6.3. Relación entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes:

Los resultados del análisis se resumen en la Tabla 39 y en la Figura 23.

Tabla 39.- Resultados del análisis de correspondencias entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes.

Dimensión	Valor propio	Porcentaje explicado	Porcentaje acumulado
1	0,37	0,98	0,98
2	0,05	0,02	1,00

Variable: caracterización socioeconómica (A)						
Modalidad	Coordenadas		Contribuciones		Contribuciones relativas	
	1	2	1	2	1	2
1	-0,49	-0,04	0,39	0,01	1,00	0,00
2	0,58	0,34	0,22	0,53	0,95	0,05
3	0,94	-0,39	0,38	0,46	0,98	0,02

Variable: grupo de Comunidades (F)						
Modalidad	Coordenadas		Contribuciones		Contribuciones relativas	
	1	2	1	2	1	2
1	-0,53	-0,21	0,29	0,32	0,98	0,02
2	-0,16	0,30	0,02	0,62	0,65	0,35
3	0,97	-0,10	0,68	0,05	1,00	0,00

Fuente: elaboración propia

En este caso la dimensión 1 explica un 98% del total de datos.

De las variables de caracterización socioeconómica, todas las modalidades contribuyen a la formación de la dimensión 1; mientras que las modalidades 2 y 3 son las que mayoritariamente forman la 2.

De las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades, las modalidades 3 y en menor grado la 1 forman la dimensión 1. La dimensión 2 está formada por la modalidad 2 y en menor grado por la 1.

La calidad de representación de todas las modalidades de las variables analizadas es muy elevada en la dimensión 1; la dimensión 2 sólo juega un papel relevante en la representación de la modalidad 2 de la variable pertenencia a un grupo de Comunidades.

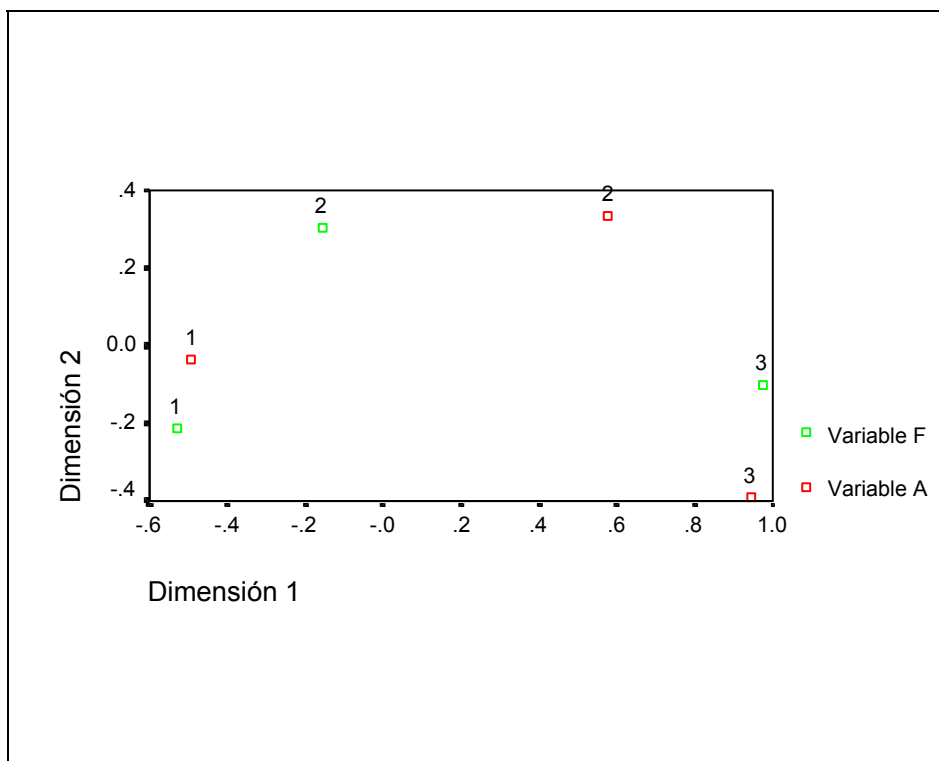


Figura 23.- Representación gráfica del análisis de correspondencias entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes.

Fuente: elaboración propia

Todas las modalidades intervienen de forma considerable en la formación de la dimensión 1, con la excepción de la modalidad 2 de la variable grupo de Comunidades. En este eje se observa una clara oposición entre las modalidades 1 de las dos variables y las modalidades 3, también de las dos variables. Es decir, se oponen los agricultores profesionales con dedicación completa (relacionados con las Comunidades del Muga) a los agricultores no profesionales (relacionados con el Medio Ter). El Bajo Ter se relaciona con los agricultores no profesionales y, en menor medida, con los agricultores profesionales con dedicación no exclusiva. Todas las modalidades gozan de una buena calidad de representación en esta dimensión.

La dimensión 2 opone los agricultores profesionales con dedicación no exclusiva a los agricultores no profesionales. La calidad de representación de este eje es, en general, muy baja.

9.6.4. Relación entre las variables de estructura de la explotación y las variables de actitud ante incrementos de la tarifa del agua:

Los resultados del análisis se resumen en la Tabla 40 y en la Figura 24.

Tabla 40.- Resultados del análisis de correspondencias entre las variables de estructura de la explotación y las variables de actitud ante incrementos de la tarifa del agua.

Dimensión	Valor propio	Porcentaje explicado	Porcentaje acumulado
1	0,32	0,88	0,88
2	0,10	0,08	0,96
	0,07	0,04	1,00

Variable: estructura (B)						
Modalidad	Coordenadas		Contribuciones		Contribuciones relativas	
	1	2	1	2	1	2
1	-0,45	-0,11	0,35	0,07	0,98	0,02
2	0,99	-0,04	0,49	0,00	0,97	0,00
3	0,21	0,40	0,04	0,43	0,41	0,44
4	1,15	-1,28	0,12	0,50	0,66	0,25

Variable: opinión incrementos tarifa (E)						
Modalidad	Coordenadas		Contribuciones		Contribuciones relativas	
	1	2	1	2	1	2
1	-0,31	0,54	0,07	0,69	0,53	0,47
2	0,23	-0,18	0,05	0,12	0,61	0,12
3	-1,10	-0,35	0,58	0,19	0,96	0,03
4	0,58	-0,03	0,30	0,00	0,94	0,00

Fuente: elaboración propia

En este análisis la dimensión 1 explica por sí sola un 88% del total de datos; la suma de las dimensiones 1 y 2 explica el 96%.

De las variables de estructura, las modalidades que más contribuyen a la formación de las dimensiones son, ordenadas de mayor a menor importancia: 2, 1 y 4 para la dimensión 1; y fundamentalmente 4 y 3 para la dimensión 2.

De las variables de actitud ante incrementos en la tarifa, las modalidades 3 y 4 son las que contribuyen a la formación de la dimensión 1; y por lo que se refiere a la dimensión 2, las modalidades responsables son la 1 y en un segundo término la 3 y la 2.

Las modalidades 1 y 2 de estructura, y en menor grado la 4 y la 3, muestran una elevada calidad de representación en la dimensión 1. De la otra variable considerada, las modalidades 3 y 4 son las mejor representadas en la dimensión 1, aunque la 1 y la 2 también tienen calidades de representación superiores al 50%.

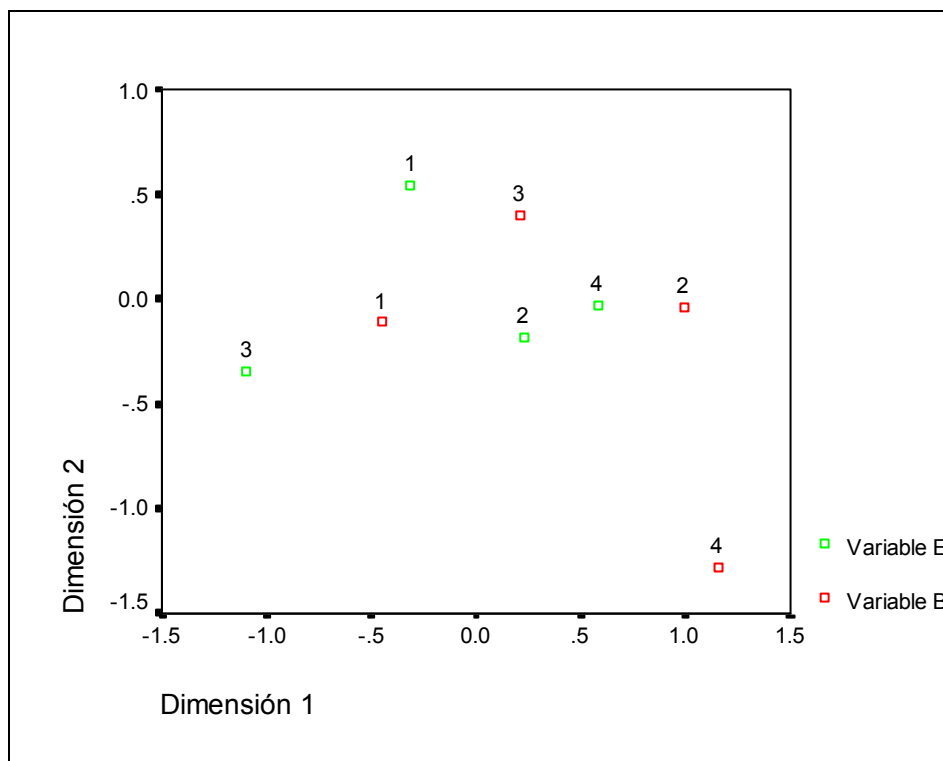


Figura 24.- Representación gráfica de los resultados del análisis de correspondencias entre variables de estructura de la explotación y las variables de actitud ante incrementos de la tarifa del agua

Fuente: elaboración propia

La dimensión 1 está formada por la oposición entre las modalidades 1 de estructura y 3 de opinión ante incrementos de tarifas, por una parte, y la modalidad 2 de estructura y 4 de tarifas por la otra (estas cuatro modalidades son las que contribuyen más a la formación de esta dimensión); es decir, las pequeñas explotaciones que cultivan suelos propios muestran cierta relación con la actitud de no cambiar de cultivos ante incrementos de precio de 1.000 PTA/vessana, mientras que su respuesta es indefinida ante incrementos superiores. En el extremo opuesto, las grandes explotaciones agropecuarias aceptan incrementos de tarifas de 3.000 PTA/vessana sin cambiar de cultivos, puesto que necesitan obtener alimento para mantener su ganado. Las explotaciones con abundante contratación de mano de obra (básicamente explotaciones frutícolas y viveros de plantas leñosas ornamentales) también aceptan estos incrementos sin adoptar cambios. De hecho, esta dimensión parece relacionarse con el tamaño de la explotación y con la sensibilidad al cambio de cultivos ante un incremento de las tarifas.

La dimensión 2, generada básicamente por las modalidades 3 y 4 de estructura y 1 de actitud ante incrementos tarifarios, opone las modalidades 1 de tarifas y 3 de estructura contra la modalidad 4 de estructura. Es decir, se oponen las explotaciones pequeñas, con cierta presencia de ganado y gran importancia del arrendamiento, a las explotaciones con abundante contratación de mano de obra. Parece ser que el factor contratación de mano de obra puede ser importante en la interpretación de la dimensión.

Como resumen, las explotaciones más pequeñas parecen ser más sensibles a incrementos de precio que las grandes, destacando entre estas últimas las agropecuarias, que necesitan

su producción agraria como fuente de alimentación de su ganado, y las frutícolas y leñosas ornamentales, productoras de cultivos de alto valor añadido.

9.6.5. Relación entre las variables de estructura de la explotación y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes:

Los resultados del análisis se resumen en la Tabla 41 y en la Figura 25.

Tabla 41.- Resultados del análisis de correspondencias entre las variables de estructura de la explotación y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes.

Dimensión	Valor propio	Porcentaje explicado	Porcentaje acumulado
1	0,54	0,84	0,84
2	0,23	0,16	1,00

Variable: estructura de las explotaciones (B)						
Modalidad	Coordenadas		Contribuciones		Contribuciones relativas	
	1	2	1	2	1	2
1	-0,39	0,28	0,16	0,19	0,82	0,18
2	-0,72	-0,88	0,15	0,53	0,60	0,40
3	1,17	-0,21	0,67	0,05	0,99	0,01
4	0,60	1,36	0,02	0,23	0,31	0,69

Variable: grupo de Comunidades (F)						
Modalidad	Coordenadas		Contribuciones		Contribuciones relativas	
	1	2	1	2	1	2
1	-0,59	-0,47	0,25	0,37	0,78	0,22
2	-0,26	0,63	0,04	0,60	0,28	0,72
3	1,20	-0,16	0,71	0,03	0,99	0,01

Fuente: elaboración propia

En este análisis la dimensión 1 explica por sí sola un 84% del total de datos. Dos dimensiones explican el 100%.

De las variables de estructura, las modalidades que más contribuyen a la formación de las dimensiones son, ordenadas de mayor a menor importancia: 3, 1 y 2 en el caso de la dimensión 1; y fundamentalmente 2, 4 y 1 en la dimensión 2.

De las variables de pertenencia a las Comunidades, la modalidad 3, seguida a distancia por la 1, son las que contribuyen a la formación de la dimensión 1; y por lo que se refiere a la dimensión 2, las modalidades responsables son la 2 y en un segundo término la 1.

Las modalidades 3, 1 y 2 de la variable de estructura de la explotación tienen una muy elevada calidad de representación en la dimensión 1. Lo mismo ocurre con las modalidades 3 y 1 de las Comunidades de Regantes.

La dimensión 2 ofrece una importante calidad de representación para las modalidades 4 y 2 de las variables de estructura, y sobretodo para la 2 de los grupos de Comunidades.

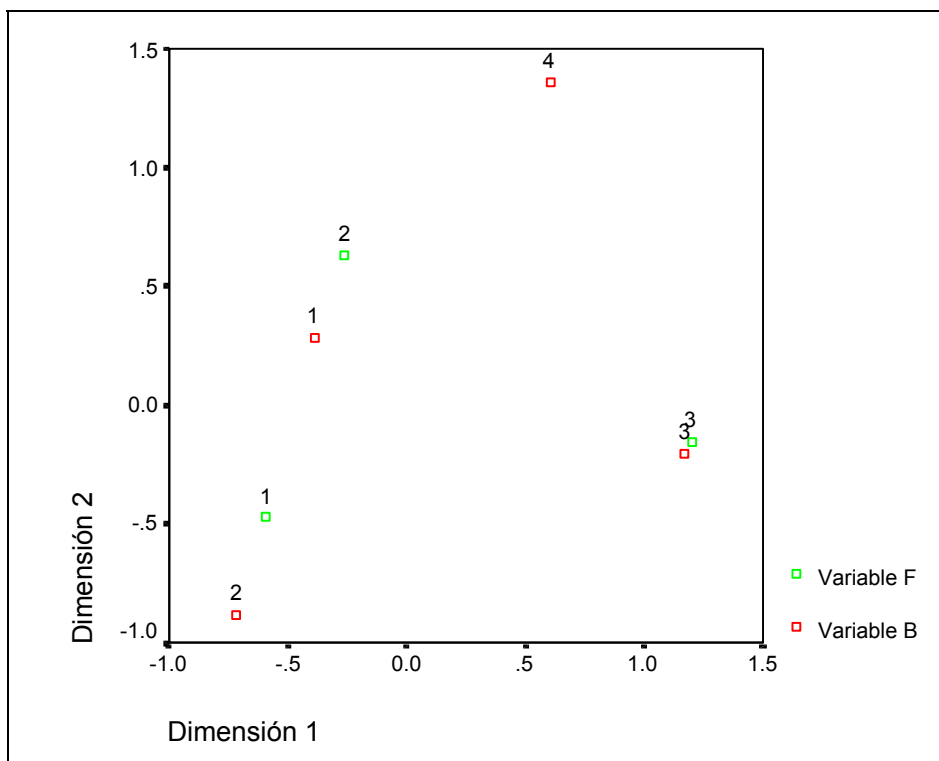


Figura 25.- Representación gráfica de los resultados del análisis de correspondencias entre variables de estructura de la explotación y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes.

Fuente: elaboración propia

Los elementos con mayor influencia en la formación de la dimensión 1 son la modalidad 3 de estructura y las 3 y 1 de grupos de Comunidades. En este sentido, el Muga y el Medio Ter se muestran como elementos opuestos. Un elemento próximo al Medio Ter es la modalidad 3 de estructura, correspondiente a explotaciones pequeñas, con gran importancia del arrendamiento.

Por lo que se refiere a la dimensión 2, se caracteriza por la oposición entre las modalidades 2 y 4 de estructura (grandes explotaciones agropecuarias por una parte y explotaciones con abundante contratación de mano de obra ajena por la otra; así pues se oponen la modalidad con mayor ocupación de mano de obra familiar contra la modalidad con mayor ocupación de mano de obra ajena).

Como resumen, analizando la dimensión 1, el Muga se asocia a pequeñas explotaciones con tierras en propiedad y a grandes explotaciones agropecuarias, el Medio Ter a pequeñas explotaciones con tierras en propiedad y en parte a explotaciones con abundante contratación de mano de obra (correspondientes a plantaciones de frutales), y el Bajo Ter a esta misma modalidad de estructura (aunque en este caso correspondiente a viveros de plantas ornamentales) y a explotaciones pequeñas con gran importancia del arrendamiento.

9.6.6. Relación entre las variables de orientación productiva y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes:

Los resultados del análisis se resumen en la Tabla 42 y en la Figura 26.

Tabla 42.- Resultados del análisis de correspondencias entre las variables de orientación productiva y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes.

Dimensión	Valor propio	Porcentaje explicado	Porcentaje acumulado
1	0,56	0,89	0,89
2	0,20	0,11	1,00

Variable: orientación productiva (C)						
Modalidad	Coordenadas		Contribuciones		Contribuciones relativas	
	1	2	1	2	1	2
1	-0,20	0,43	0,02	0,29	0,38	0,62
2	-0,60	-0,07	0,16	0,01	0,99	0,01
3	-0,06	-0,22	0,00	0,07	0,17	0,83
4	1,81	-0,12	0,79	0,01	1,00	0,00
5	-1,06	-3,27	0,02	0,63	0,23	0,77

Variable: grupo de Comunidades (F)						
Modalidad	Coordenadas		Contribuciones		Contribuciones relativas	
	1	2	1	2	1	2
1	-0,52	0,48	0,19	0,43	0,77	0,23
2	1,01	-0,02	0,65	0,00	1,00	0,00
3	-0,60	-0,66	0,17	0,57	0,70	0,30

Fuente: elaboración propia

En este caso la dimensión 1 explica el 89% de la información total.

De las variables de orientaciones productivas, las modalidades que contribuyen a la formación de la dimensión 1 son la 4 y en menor grado la 2. La otra dimensión se forma gracias a las modalidades 5 y en menor grado la 1.

De las variables de pertenencia a las Comunidades, la modalidad 2, seguida a distancia por la 1 y la 3, son las que contribuyen a la formación de la dimensión 1. La otra dimensión se forma mediante la contribución de las modalidades 3 y 1.

Las modalidades 4 y 2 de la variable orientación productiva gozan de una buena calidad de representación en la dimensión 1. El resto de modalidades se hallan mejor representadas en la dimensión 2.

Todas las modalidades de pertenencia a un grupo de Comunidades se hallan bien representadas en la dimensión 1.

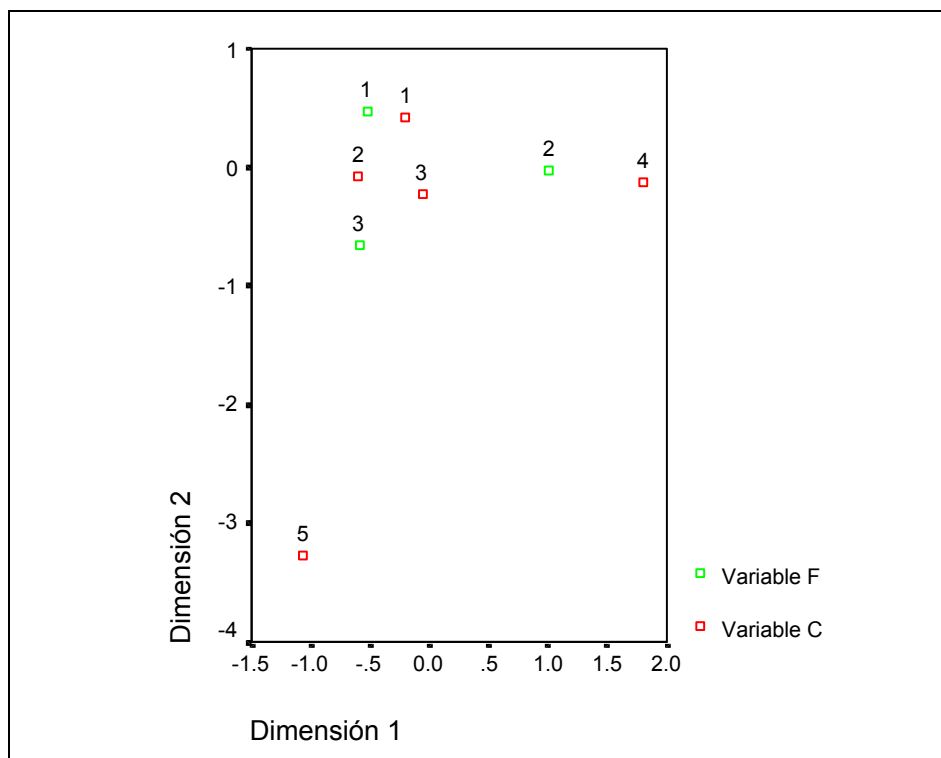


Figura 26.- Representación gráfica de los resultados del análisis de correspondencias entre las variables de orientación productiva y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes.

Fuente: elaboración propia

En la dimensión 1 destaca la importancia de la modalidad productiva 4 (“frutícola”) en oposición a las otras. Es la modalidad productiva que más afecta a la generación de la dimensión 1. Esta dimensión representa perfectamente esta modalidad. Otra modalidad bien representada y opuesta a la anterior es la 2 (“agropecuaria”). La variable de grupos de Comunidades opone la modalidad 2 (Bajo Ter) al resto.

La dimensión 2 se genera por la oposición entre las modalidades productivas 5 y 1 productivas (“leñosa ornamental” y “extensiva-maíz”), y también por la oposición de las modalidades 1 y 3 de grupos de Comunidades (Muga y Medio Ter, respectivamente).

En general se observa que la dimensión 1 opone una producción bastante específica, la frutícola, al resto. Lógicamente, el grupo de Comunidades más próximo es el del Medio Ter, donde la producción frutícola juega un papel muy importante. Por otra parte la dimensión 2 opone la producción de planta leñosa ornamental al resto. Las Comunidades más próximas a esta producción son las del Medio Ter, una zona en la que los viveros de planta leñosa ornamental son muy importantes. Las orientaciones productivas “extensiva-maíz”, “agropecuaria” y “extensiva-mixta” se hallan relacionadas con los tres grupos de Comunidades.

9.6.7. Relación entre las variables de actitud ante mejoras en la gestión del agua y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes:

Los resultados del análisis se resumen en la Tabla 43 y en la Figura 27.

Tabla 43.- Resultados del análisis de correspondencias entre las variables de actitud ante mejoras en la gestión del agua y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes.

Dimensión	Valor propio	Porcentaje explicado	Porcentaje acumulado
1	0,64	0,98	0,98
2	0,10	0,02	1,00

Variable: opinión medidas de gestión del agua (D)						
Modalidad	Coordenadas		Contribuciones		Contribuciones relativas	
	1	2	1	2	1	2
1	-0,79	0,25	0,37	0,25	0,99	0,01
2	1,01	0,09	0,59	0,03	1,00	0,00
3	-0,32	-0,54	0,04	0,72	0,70	0,30

Variable: grupo de Comunidades (F)						
Modalidad	Coordenadas		Contribuciones		Contribuciones relativas	
	1	2	1	2	1	2
1	-0,73	0,27	0,32	0,30	0,98	0,02
2	1,07	0,08	0,63	0,02	1,00	0,00
3	-0,36	-0,50	0,05	0,68	0,78	0,22

Fuente: elaboración propia

En este caso la dimensión 1 explica un 98% de los datos, con lo que el aporte de información de la dimensión 2 es prácticamente despreciable.

De las variables de opinión sobre medidas de gestión, la dimensión 1 está generada por las modalidades 2 y 1. La dimensión 2 está generada por la modalidad 3, y en menor medida, por la 1.

Las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades contribuyen a la formación de las dimensiones de la siguiente forma: las modalidades 2 y 1 forman la dimensión 1, mientras que la 3 y 1 generan la dimensión 2.

Todas las modalidades de las dos variables tienen una buena calidad de representación en la dimensión 1. Parte de la información de las modalidades 3 de las dos variables también se representa en la dimensión 2.

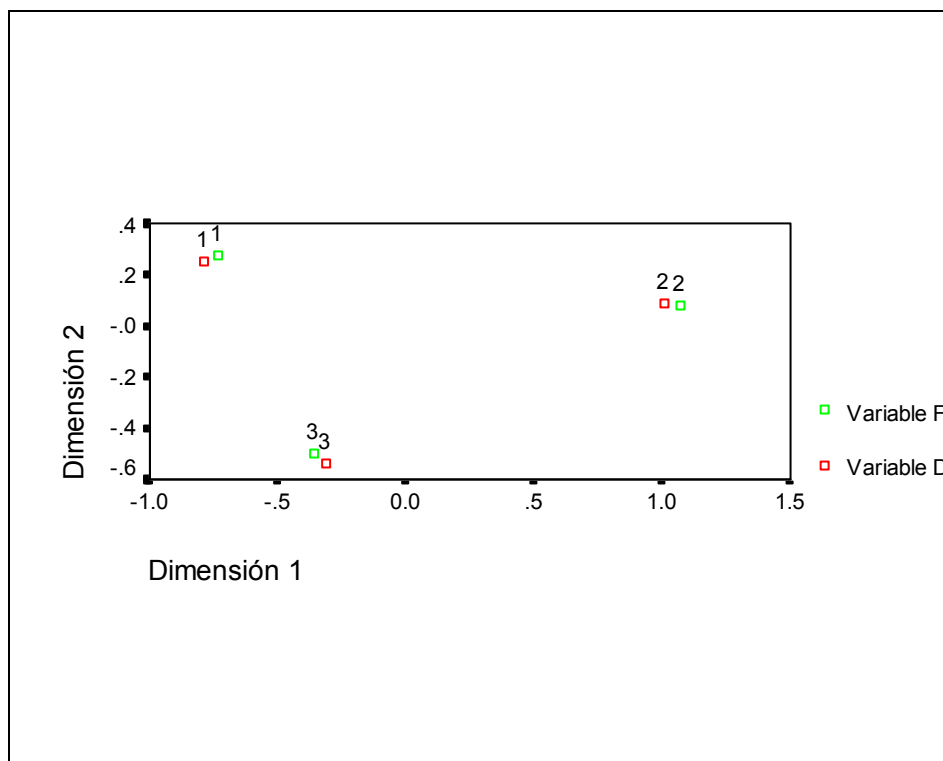


Figura 27.- Representación gráfica de los resultados del análisis de correspondencias entre las variables de actitud ante mejoras en la gestión del agua y las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes.

Fuente: elaboración propia

La dimensión 1 opone las modalidades 1 y 2 de cada variable. Así, de entre los regantes que se muestran abiertos a varias de las medidas de mejora de la gestión propuestas, se oponen los que defienden medidas encaminadas a mejorar la oferta (asociados a las Comunidades del Muga) contra los que también aceptan medidas de disminución de la demanda (asociados al Bajo Ter).

La dimensión 2, menos importante, aporta información sobre las modalidades 3 de ambas variables. Opone a las otras opiniones la opinión de aceptar como medidas de mejora de la gestión sólo la mejora de conducciones de transporte de agua (asociado a la zona del Medio Ter).

La explicación de estas asociaciones puede ser la siguiente. En la zona del Muga han sufrido restricciones severas en varias campañas que han provocado un importante déficit de oferta. Así pues, parece lógico pensar que estos regantes priorizan cualquier medida capaz de aumentar la oferta del recurso sobre cualquier otra posibilidad. Por lo que respecta a las otras Comunidades la explicación no es tan clara, puesto que si bien es cierto que en el Medio Ter existen problemas de mal estado de algunas conducciones, estos problemas se repiten en el resto de Comunidades. Quizás al ser la zona menos afectada por las restricciones hasta el momento, ni se plantean la posibilidad de otras medidas. El Bajo Ter es una zona que, a nivel de restricciones sufridas, se halla en una situación intermedia respecto las otras Comunidades. Sin embargo, sus regantes son los que se muestran más abiertos respecto a posibles mejoras en la gestión, aceptando políticas de aumento de oferta y de reducción de demanda.

9.7. Comentarios generales a las relaciones halladas entre grupos de variables

A continuación se destacan, a modo de resumen, los casos más relevantes analizados mediante el análisis de correspondencias.

Por una parte son destacables las relaciones descritas entre las variables de caracterización socioeconómica y las variables de actitud ante aspectos relativos a variaciones en la gestión del agua y también ante incrementos tarifarios.

Por otra parte son interesantes las relaciones halladas entre las variable de estructura de las explotaciones y las actitudes declaradas ante incrementos de precio.

Estos elementos indican las relaciones existentes entre los procesos de toma de decisiones del regante y una serie de elementos que forman parte de la naturaleza del agricultor y de su explotación. En este sentido es interesante consultar el trabajo de Rodríguez-Ocaña (1996), en el que se profundiza en el proceso decisional de los regantes del regadío cordobés. Este autor concluye que las variables socioeconómicas son el elemento más importante en las decisiones de los agricultores, superando a las variables de estructura. Aunque en el presente trabajo el análisis no se ha realizado al mismo nivel, por las relaciones observadas entre grupos de variables parecen confirmarse estos resultados, ya que las variables socioeconómicas muestran relación con más grupos de variables de actitud y comportamiento del regante que las variables de estructura.

También los grupos de Comunidades considerados presentan relaciones interesantes. Estos grupos están relacionados con la mayoría de las variables analizadas, lo que confirma el acierto de considerar por separado los tres grupos de Comunidades en la posterior modelización, puesto que cada uno de ellos tiene opiniones y actitudes diferenciadas.

Es importante destacar que en este trabajo las variables de orientación productiva sólo se han sometido al análisis de correspondencias con las variables de pertenencia a un grupo de Comunidades. Esto no significa que las variables de orientación productiva no tengan relación con el resto de grupos de variables, sino que lo que ocurre es que los resultados obtenidos en el test de independencia no han permitido extraer conclusiones definitivas acerca de la existencia o no de dichas relaciones, por incumplimiento de las hipótesis básicas de realización del test. Si los valores numéricos obtenidos en el test se hubiesen podido aceptar, confirmarían la existencia de relación con la mayoría de variables. El hecho de que las variables definitorias de las orientaciones productivas se hayan considerado específicamente para cada Comunidad, así como las similitudes existentes entre algunas variables de estructura y algunas orientaciones productivas, además de las referencias existentes en la literatura, sugieren una importante relación entre las distintas orientaciones productivas y el proceso de toma de decisiones de los regantes, por lo que se considera adecuada su selección como elemento definitorio de las distintas tipologías a considerar en el modelo.

Las relaciones comentadas entre los distintos grupos de variables se muestran en la Figura 28. En línea continua se representan relaciones confirmadas por el test de independencia realizado. En línea discontinua se reflejan posibles relaciones que el test realizado no ha podido confirmar (los valores del test reflejan la existencia de relación, pero estos resultados carecen de consistencia por incumplimiento de algunas de las condiciones que exige el test).

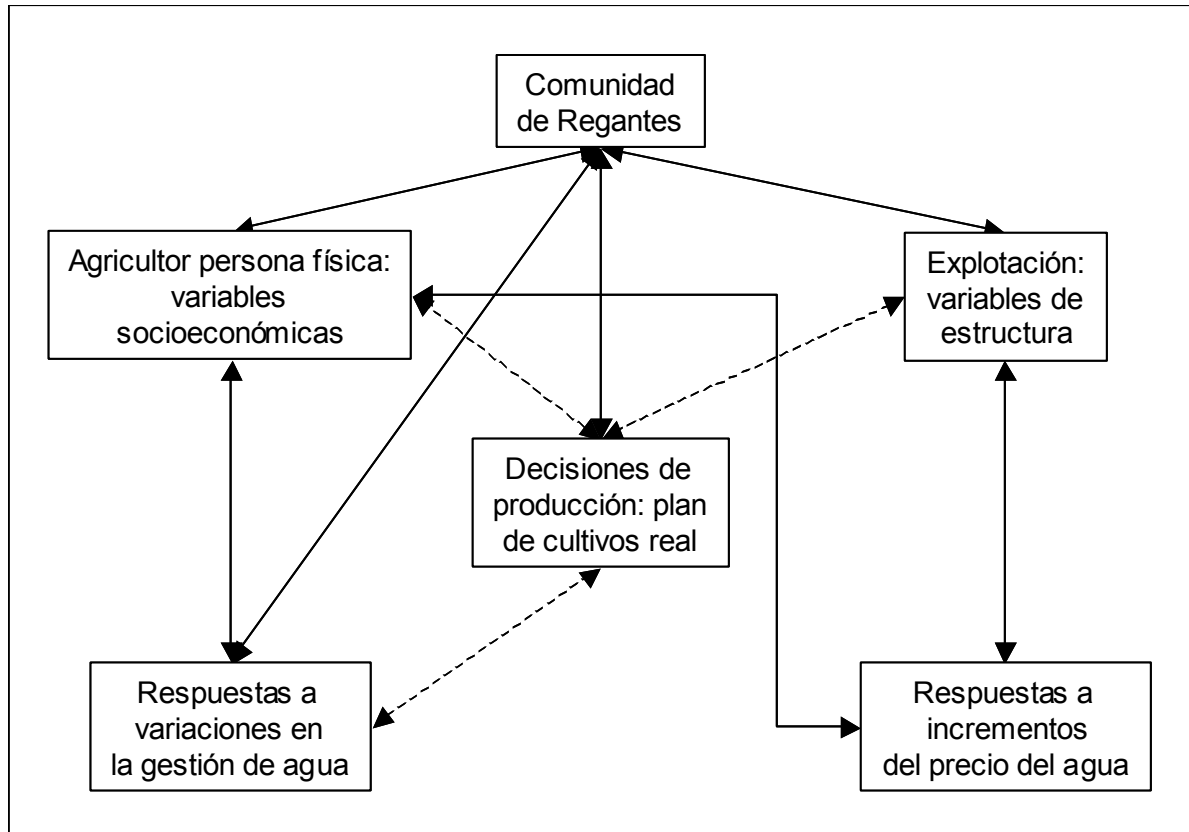


Figura 28.- Relaciones halladas entre los grupos de variables analizadas.

10. OBTENCIÓN DE LAS FUNCIONES DE UTILIDAD

A continuación se describen los elementos empleados en la formulación del modelo básico de toma de decisiones productivas de las distintas tipologías de regantes. Se presentan los datos iniciales de los cultivos considerados como variables de decisión, los objetivos considerados y las restricciones consideradas. El modelo se plantea individualmente para cada una de las tipologías de explotaciones presentes en cada grupo de Comunidades.

10.1.1. Datos de partida del modelo

Los datos referidos a los cultivos empleados en la formulación inicial del modelo se exponen en la Tabla 44.

En dicha tabla se muestran, para cada grupo de cultivos considerados, los datos correspondientes al excedente medio en la serie temporal considerada, las desviaciones de dicho excedente en cada campaña respecto al valor medio, las necesidades de mano de obra y el aporte de fertilizante nitrogenado que implica la producción del cultivo.

Los grupos de cultivos que se presentan en la tabla son los empleados en el modelo. Aunque en la situación inicial sólo se plantean cultivos de regadío, en los escenarios en los que se consideran situaciones de restricciones en el suministro o bien aumentos tarifarios también se da opción al regante a que elija cultivos de secano.

Aunque en la tabla los valores económicos se expresan en euros, en la formulación del modelo las unidades empleadas para valorar el excedente han sido pesetas.

Tabla 44.- Datos de partida de los cultivos del modelo.

	Excedente medio (€/ha)	Desviaciones en cada campaña del excedente respecto la media (€/ha)					Mano de obra (h/ha)	Consumo fertilizante N (UFN/ha)
		95-96	96-97	97-98	98-99	99-00		
Maíz regadío	733,63	331,74	76,62	-173,09	-165,14	-70,12	27,05	300
Girasol regadío	474,28	63,20	-56,43	138,24	-25,30	-119,72	9,40	75
Cereal grano regadío	343,53	217,57	18,91	-126,22	-68,23	-42,04	10,67	140
Forraje invierno regadío	145,82	61,37	8,68	-6,18	-27,65	-36,22	15,06	180
Alfalfa regadío	672,21	206,52	-19,80	-66,52	-98,48	-21,72	28,98	40
Arroz regadío	868,56	-126,58	-296,07	237,18	199,58	-14,11	12,00	130
Fruta dulce regadío	2.310,51	2.162,56	645,91	-8,28	121,45	-2.921,64	686,99	75
Planta leñosa ornamental regadío	2.464,17	-2.83,54	-78,29	154,65	206,52	0,66	867,00	60
Árboles ribera regadío	234,58	-55,60	-21,43	47,63	28,02	1,39	30,50	35
Retirada	349,85	111,65	-11,66	-20,41	-29,80	-49,78	1,00	0
Girasol seco	357,70	138,16	-0,82	-13,49	-33,21	-90,64	5,40	50
Cereal grano seco	227,89	197,70	-56,97	-61,86	-53,41	-25,46	5,33	80
Forraje invierno seco	80,30	49,43	0,98	-9,92	-21,19	-19,31	8,58	100
Alfalfa seco	294,48	-47,46	68,03	37,44	-49,80	-8,22	9,31	30

Fuente: elaboración propia

10.1.2. Objetivos y restricciones del modelo

Partiendo de todas las posibilidades expuestas en el apartado correspondiente de material y métodos, mediante una serie de pruebas de ajuste del modelo, se han seleccionado finalmente los siguientes tres objetivos:

- 1.- Maximización del excedente. Hasta ahora a este objetivo se le había denominado "maximización del beneficio". Sin embargo, como en sentido estricto en el cálculo del beneficio deben incluirse todos los costes, y en este análisis no se han considerado ni los costes de arrendamiento de tierras ni los costes de oportunidad, en adelante se utilizará el término excedente para evitar un uso incorrecto del concepto de beneficio.
- 2.- Minimización de las necesidades de mano de obra.
- 3.- Minimización del riesgo, expresado mediante el MOTAD.

Estos tres objetivos son los que han permitido un mayor ajuste entre las decisiones productivas previstas por el modelo y las decisiones productivas tomadas en la realidad por los regantes de la zona.

En referencia a las restricciones, se han planteado las siguientes (no todas son aplicables a todas las tipologías, sino que su aplicación depende de las características concretas de cada tipología estudiada):

1.- Máxima superficie total: la suma de superficies de los distintos cultivos se limita a 100 hectáreas.

2.- Mínima superficie de retirada obligatoria: un 10% de la superficie dedicada a cultivos COP, en los casos en que normativamente deba producirse retirada obligatoria (producción teórica superior a 92 toneladas).

3.- Máxima superficie de retirada voluntaria: un 20% de la superficie dedicada a cultivos COP en los casos en que normativamente deba producirse retirada obligatoria (producción teórica superior a 92 toneladas), y un 10% de la superficie en el resto de casos.

4.- Mínima superficie de forraje: se considera un mínimo de producción forrajera en las tipologías formadas por explotaciones agropecuarias, establecida a partir de las producciones forrajeras reales mínimas de estas tipologías en la serie temporal considerada. Como cultivos forrajeros se incluyen el maíz, la alfalfa y los forrajes de invierno.

5.- Mínima superficie de forraje de invierno: se considera un mínimo de producción forrajera de invierno en las tipologías formadas por explotaciones agropecuarias, establecida a partir de las producciones reales mínimas de estas tipologías en la serie temporal considerada.

6.- Mínima superficie de cultivos de invierno: para favorecer la distribución temporal del trabajo, se asume que existe un mínimo de superficie destinada a cultivos de invierno, coincidente con la superficie media dedicada en la práctica a los mismos en la serie temporal estudiada. En este grupo de cultivos se incluyen los forrajes de invierno y el 85% de la superficie de los cereales-grano, excepto maíz (el 25% restante corresponde a cereales-grano de verano, fundamentalmente sorgo).

7.- Máxima superficie de arroz: el arroz es un cultivo tradicional de ciertas zonas de húmedales, pero no se cultiva fuera de estos límites. Se considera esta superficie como restricción al aumento de la producción de arroz.

8.- Mínima superficie de árboles de ribera: se trata de un cultivo tradicional de zonas ribereñas de ríos y de terrenos de baja calidad, marginales, poco aptos para otros cultivos. Se considera como superficie mínima la que se cultiva en la actualidad. Sin embargo, al aumentar el precio del agua se permite la sustitución de los árboles de ribera por cereal grano en secano (para evitar forzar una producción con pérdidas).

9.- Máxima superficie de viveros de plantas leñosas ornamentales: se trata de una producción muy especializada y de elevado rendimiento económico, aunque se considera que existen restricciones de mercado a incrementos de la producción. Según algunos productores de la zona, el sector ha llegado a su máximo crecimiento.

10.- Máxima superficie de frutales: existen una serie de restricciones a la producción de fruta, sobretodo a nivel comercial. La mayor parte del proceso de comercialización está

centralizado en un número reducido de cooperativas, que limitan el acceso a nuevos socios. Se considera que, para cada tipología, la superficie dedicada a frutales no puede sobrepasar la superficie máxima que dicha tipología ha dedicado a este aprovechamiento en el período temporal estudiado.

11.- Frecuencia de producción de girasol: se impide la producción de girasol detrás de girasol, limitada por la normativa de la PAC.

12.- Frecuencia de producción de alfalfa: agrónomicamente no es aconsejable que se repita el cultivo de alfalfa en una misma parcela año tras año, y en la zona de estudio se evita esta práctica. Se considera que este cultivo permanece en una parcela durante cuatro años, y se limita que en la misma se vuelva a producir alfalfa en los cuatro años siguientes.

13.- Frecuencia de producción maíz: aunque agrónomicamente el cultivo de maíz después de maíz es una práctica desaconsejable, en realidad esta restricción tiene un cumplimiento desigual en la zona de estudio. Para cada tipología se ha considerado una proporción de maíz a la que no puede suceder maíz, y otra proporción en que esta práctica sí se permite. Los valores de estas proporciones se han obtenido a partir de los datos de la encuesta sobre el comportamiento real de los regantes pertenecientes a cada tipología.

14.- Sucesión arroz-maíz: agrónomicamente es desaconsejable que se produzca maíz detrás de arroz en un mismo suelo, y en la práctica se evita esta sucesión.

Los valores de distintas variables deducidos a partir de la serie temporal analizada y empleados en las restricciones del modelo se muestran en la Tabla 45.

Tabla 45.- Valores de variables deducidos de la serie temporal y empleados en las restricciones.

Tipologías	Valores límite empleados en el modelo							Coef. restricción frecuencia maíz
	Mínimo	Mínimo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Máximo	
	Forraje	Forraje invierno	Cultivo invierno	Arroz	Árboles ribera	Leñosa ornam.	Frutales	
C.Mu.1	0,00	0,00	3,72	0,00	0,11	0,00	0,14	0
C.Mu.2	88,90	9,86	14,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,6
C.Mu.3	0,00	0,00	18,70	0,00	0,34	0,00	4,16	1
C.BT.1	0,00	0,00	29,75	12,00	2,91	0,00	0,00	0
C.BT.2	0,00	0,00	5,34	0,00	0,00	0,00	78,02	0,5
C.BT.3	89,82	2,55	5,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,4
C.BT.4	0,00	0,00	11,92	6,00	0,30	0,00	0,00	0,4
C.MT.1	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	2,00	0
C.MT.2	0,00	0,00	0,77	0,00	48,00	0,00	0,00	1
C.MT.3	82,00	5,00	15,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,5
C.MT.4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0

El coeficiente empleado en la restricción referente a la frecuencia en el cultivo de maíz indica la proporción de la superficie de maíz sujeta a dicha restricción. El resto de superficie se considera exenta. Fuente: elaboración propia

En todas las restricciones se considera como superficie disponible para los cultivos herbáceos la no ocupada por cultivos leñosos, los cuales presentan una ocupación del suelo mucho más prolongada en el tiempo.

10.1.3. Funciones de utilidad correspondientes a cada tipología

A partir de la formulación del modelo se han obtenido, para cada tipología, los valores de las ponderaciones correspondientes a cada objetivo. Estos valores se muestran en la Tabla 46.

Tabla 46.- Valores de las ponderaciones de los objetivos considerados.

Zonas	Tipologías de explotaciones	Ponderaciones de cada objetivo		
		Maximización del excedente	Minimización de la mano de obra	Minimización del MOTAD
Zona del Muga	C.Mu.1	0,99833	0,00078	0,00089
	C.Mu.2	1,00000	0,00000	0,00000
	C.Mu.3	0,92985	0,00000	0,07015
Zona del Bajo Ter	C.BT.1	0,92154	0,00000	0,07846
	C.BT.2	0,99796	0,00000	0,00204
	C.BT.3	1,00000	0,00000	0,00000
	C.BT.4	1,00000	0,00000	0,00000
Zona del Medio Ter	C.MT.1	1,00000	0,00000	0,00000
	C.MT.2	0,76350	0,23650	0,00000
	C.MT.3	1,00000	0,00000	0,00000
	C.MT.4	1,00000	0,00000	0,00000

Fuente: elaboración propia

A continuación se ha procedido a su normalización, dividiendo cada coeficiente de ponderación por la diferencia entre el valor ideal y el antiideal del objetivo correspondiente. El resultado se expone en la Tabla 47.

Tabla 47.- Valores de las ponderaciones normalizadas de los objetivos considerados.

Zonas	Tipologías de explotaciones	Ponderaciones de cada objetivo		
		Maximización del excedente	Minimización de la mano de obra	Minimización del MOTAD
Zona del Muga	C.Mu.1	1,66	3,87	0,00
	C.Mu.2	19,66	0,00	0,00
	C.Mu.3	1,32	0,00	0,11
Zona del Bajo Ter	C.BT.1	3,11	0,00	0,37
	C.BT.2	0,34	0,00	0,00
	C.BT.3	29,55	0,00	0,00
	C.BT.4	1,21	0,00	0,00
Zona del Medio Ter	C.MT.1	1,54	0,00	0,00
	C.MT.2	1,76	3.520,90	0,00
	C.MT.3	18,86	0,00	0,00
	C.MT.4	0,28	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia

Así pues, se han obtenido las funciones de utilidad siguientes, para cada orientación productiva:

En la zona del Muga:

Orientación "extensiva-maíz":	$U = 1,66 E - 3,87 MO$
Orientación "agropecuaria":	$U = E$
Orientación "extensiva-mixta":	$U = 1,32 E - 0,11 MOTAD$

En el Bajo Ter:

Orientación "extensiva-mixta":	$U = 3,11 E - 0,37 MOTAD$
Orientación "frutícola":	$U = E$
Orientación "agropecuaria":	$U = E$
Orientación "extensiva-maíz":	$U = E$

En el Medio Ter:

Orientación "extensiva-maíz":	$U = E$
Orientación "extensiva-mixta":	$U = 1,76 E - 3.520 MO$
Orientación "agropecuaria":	$U = E$
Orientación "leñosa ornamental":	$U = E$

Siendo E el valor del excedente (en PTA/ha), MO el de la mano de obra (en h/ha) y el MOTAD la *Minimization of Total Absolute Deviation* (una estimación del riesgo).

En los casos en que la función de utilidad ha resultado depender de un solo objetivo no es necesario aplicar normalización alguna, puesto que en dicha función no intervienen objetivos medidos en distintas unidades.

Como puede observarse, el objetivo prioritario es el de maximización del excedente, de forma que después de la normalización, muchos coeficientes de ponderación toman valores cercanos a 0, quedando algunas funciones de utilidad multicriterio reducidas en la práctica a una función de utilidad ajustada al paradigma tradicional, es decir, con un solo objetivo. Según estos resultados, solamente alguna de las tipologías consideradas se plantea como objetivo la minimización de la mano de obra y la minimización del riesgo.

Este comportamiento no es el esperado ni coincide con los resultados de otros trabajos en los que se demuestra la existencia de una función de utilidad claramente multicriterio que afecta a las decisiones de los regantes. Entre estos trabajos pueden citarse Zekri y Romero (1992a), Sumpsi *et al.* (1993), Rehman y Romero (1993), Gómez-Limón y Berbel (1995 y 2000), Gómez-Limón *et al.* (1996, 2000 y 2002b), Rodríguez-Ocaña (1996), Sumpsi *et al.* (1996), Amador *et al.* (1998), Berbel y Rodríguez-Ocaña (1998), Berbel *et al.* (1999) y Bazzani *et al.* (2002b).

En general, en estos trabajos no se observa un peso tan importante de la maximización del excedente (o de elementos relacionados: beneficio o margen bruto), y en cambio la aversión al riesgo juega un mayor papel. En la mayoría de trabajos consultados, la totalidad de cultivos que forman parte de las posibilidades de elección del regante son cultivos herbáceos. La inclusión en el presente estudio de cultivos leñosos plurianuales puede haber afectado a la formulación de las funciones de utilidad.

Por ejemplo, en el caso de la orientación productiva "frutícola", el hecho de que un regante prefiera cultivar frutales antes que cualquier cultivo herbáceo ya muestra una posición de clara preferencia por la maximización del excedente y una casi total indiferencia por la

minimización del riesgo (se trata de los cultivos de la zona estudiada con unas oscilaciones de precio superiores) y por la minimización de la mano de obra (esta tipo de producción tiene unas necesidades muy elevadas de mano de obra, muy superiores a cualquier cultivo herbáceo). Un razonamiento similar es aplicable a la orientación "leñosa ornamental".

Por otra parte los resultados de las orientaciones "agropecuarias" están condicionados por el destino de sus producciones. Para representar la realidad de forma lo más fidedigna posible se han adoptado una serie de restricciones en estas explotaciones que condicionan en gran medida su producción, claramente encarada a satisfacer parte de las necesidades de alimentación del ganado que poseen. Un análisis más detallado de estas tipologías podría considerar los resultados conjuntos de la producción agrícola y ganadera de las mismas, ya que, por lógica, lo que estas explotaciones desean maximizar es el excedente de su producción conjunta agrícola y ganadera.

El resto de tipologías consideradas, las "extensivas", muestran un comportamiento diferenciado entre las que producen fundamentalmente maíz (y por tanto, su objetivo es maximizar el excedente, asumiendo que tendrán un nivel de riesgo y sobretodo unas necesidades de mano de obra superiores a las orientaciones dedicadas a otras producciones extensivas), y las que muestran una producción mixta. En este último caso sí que se observa cierta importancia de la minimización de mano de obra o de la minimización del riesgo como elementos a tener en cuenta por los regantes en sus decisiones productivas.

Estos resultados están condicionados por la definición de las tipologías y las restricciones impuestas a cada una de ellas. La máxima aspiración en la elaboración del modelo ha sido que éste se ajustase correctamente a la realidad, objetivo que se ha conseguido. Sin embargo, estas mismas restricciones han impuesto cierta rigidez al modelo, a nivel de la toma de decisiones de los regantes. Un ejemplo de esta rigidez es la limitación de la producción frutícola, que no admite incrementos respecto la superficie actual, y que sólo permite que las tipologías productoras continúen con su actual producción o disminuyan la misma. La base de esta limitación se basa en los comentarios realizados por los fruticultores y por los responsables de algunas de las cooperativas frutícolas de la zona, principal canal de comercialización de este producto.

Como ya se ha comentado en el apartado de material y métodos, antes de elegir los objetivos definitivos de los regantes, se han realizado numerosas pruebas con otros objetivos alternativos, no mejorando en ningún caso los resultados anteriores. Sin embargo, es probable que aún teniendo en cuenta el esfuerzo llevado a cabo, se hayan obviado algunos objetivos que el regante puede considerar. Tomando como ejemplo de nuevo la tipología "frutícola", comparándola con una tipología "extensiva", es obvio que la primera, además de más riesgo y superiores necesidades de mano de obra, asume una complejidad de gestión y comercialización superior al resto. Si esta aceptación o no de la complejidad de gestión se cuantificase de alguna forma y se incluyese como objetivo, se podría eliminar la restricción que limita la superficie frutícola cultivada, dotando de más libertad de movimientos al modelo. En este sentido Rodríguez-Ocaña (1996) apunta el previsible efecto positivo de incluir una función que recoja la dificultad de manejo del cultivo, y Arriaza y Gómez-Limón (2002) llegan a buenos resultados aplicando este método.

Debe destacarse que el hecho de que un agricultor decida dedicarse a la producción de fruta o a la ganadería son decisiones productivas de tipo estratégico (enfocadas al largo plazo y asociadas con su filosofía empresarial), que no se han simulado en el presente modelo y que se consideran elementos invariables. En la simulación desarrollada en este

trabajo se estudian las decisiones tácticas de cada agricultor, es decir, sus decisiones productivas a corto plazo, dentro del marco estratégico adoptado por cada uno de ellos.

10.1.4. Validación del modelo

Para validar el modelo se compara la distribución de cultivos observados en la realidad en cada tipología con la misma distribución simulada por el modelo. Los resultados de las desviaciones existentes entre estos valores se muestran en la Tabla 48.

Tabla 48.- Desviaciones entre valores reales y simulados de la proporción de superficie dedicada a cada cultivo, para cada una de las tipologías analizadas.

	C.Mu.1	C.Mu.2	C.Mu.3	C.BT.1	C.BT.2	C.BT.3	C.BT.4	C.MT.1	C.MT.2	C.MT.3	C.MT.4
Maíz	-3,21	3,24	-11,45	-3,53	-0,72	0,55	1,09	5,80	-13,00	-1,67	0,00
Girasol	2,32	0,00	12,60	4,34	0,93	0,00	0,14	0,00	13,10	0,00	0,00
Cereal grano	0,00	1,61	0,00	0,00	-2,18	0,98	-0,09	0,00	-0,90	2,47	0,00
Forraje de invierno	0,00	-1,37	0,00	0,00	1,85	-0,83	0,07	0,00	0,77	-2,10	0,00
Alfalfa	2,96	-1,87	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	3,76	0,00
Arroz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fruta dulce	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leñosa ornamental	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Árboles de ribera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Retirada	-2,07	-1,61	-1,15	-0,81	0,12	-0,98	-1,29	-5,61	-0,20	-2,23	0,00

Fuente: elaboración propia

Se observa en la mayor parte de los casos una considerable correspondencia entre los cultivos observados y los simulados por el modelo. Sin embargo, existen dos excepciones: en ambos casos se trata de orientaciones productivas “extensiva-mixta”, una correspondiente al Muga y la otra al Medio Ter. En ambos casos el modelo predice un exceso de maíz y un déficit de girasol. Esto indica cierta deficiencia en la simulación, puesto que el modelo no contempla algún objetivo que el regante sí tiene en cuenta en su toma de decisiones. Sin embargo, y a la vista de los resultados generales, se acepta que el modelo representa una buena aproximación a la realidad.

11. APLICACIÓN DEL MODELO DE TOMA DE DECISIONES PRODUCTIVAS DE LOS REGANTES

A continuación se exponen los resultados procedentes de las simulaciones realizadas empleando el modelo de toma de decisiones de los agricultores, basado en las funciones de utilidad halladas en el apartado anterior.

11.1. Simulación del comportamiento de los agricultores ante incrementos de la tarifa del agua de riego

En este apartado se analizan las variaciones de las decisiones productivas de los regantes ante distintos incrementos tarifarios. La situación actual, en que los regantes pagan una cuota por superficie (regada o regable, dependiendo de la Comunidad) es el nivel tarifario 0. A partir de este punto se considera la existencia de un pago adicional por volumen de agua consumida, y se estudia el efecto de sucesivos incrementos en esta tarifa volumétrica.

En este subapartado se exponen resultados a nivel de orientación productiva y de grupo de Comunidades. Estos resultados se complementan con los expuestos en el subapartado 11.4, donde se muestran los resultados a nivel agregado de toda la zona de estudio.

11.1.1. Análisis de las decisiones productivas y del consumo hídrico ante incrementos de la tarifa del agua de riego

A partir de las simulaciones del modelo, generadas al maximizar la función de utilidad de cada tipología bajo diferentes hipótesis de incremento de la tarifa del agua, se obtienen las siguientes curvas de demanda. Estas curvas permiten conocer las decisiones productivas de los regantes de cada tipología ante incrementos de la tarifa de riego. Se han introducido nuevas actividades, para incluir en la modelización la posibilidad de elección de cultivos de secano.

Junto a las curvas de demanda del agua se representan las variaciones en las decisiones productivas para los distintos niveles de precio del recurso. La elección de cultivos se muestra cada vez que un incremento de precio implica cambios significativos en las decisiones productivas del regante. Asimismo, también se obtiene la renta estimada para el regante, los ingresos totales generados por la actividad agrícola, la recaudación obtenida por el Estado gracias al cobro de la tarifa pagada por los regantes por el agua, el empleo directo generado, y el nivel de fertilizante nitrogenado que se emplea en cada caso.

En la mayoría de curvas de consumo de agua puede observarse cierta similitud de comportamiento entre tipologías y zonas. Casi todas estas curvas presentan tres tramos de comportamiento diferenciado, según la sensibilidad de las decisiones productivas del regante ante incrementos tarifarios del agua. Esta mayor o menor sensibilidad implicará variaciones más o menos grandes en las decisiones productivas y por tanto, en el consumo de agua. Es decir, la diferenciación de las curvas de consumo en zonas de comportamiento distinto depende de la elasticidad de la demanda de agua respecto al precio del recurso.

Empezando por niveles de precio 0, el comportamiento genérico de estas curvas de demanda es el siguiente: existe un primer tramo A o “inelástico inicial”, en que no existe variación en el consumo de agua ante incrementos de precio. Se trata de un tramo perfectamente inelástico. La forma de la curva en este primer tramo (vertical) es consecuencia de la invariabilidad del plan de cultivos para los precios considerados. En cambio, a partir de ciertos niveles de precio, incrementos del mismo provocan disminuciones más o menos elevadas en el consumo. Es el denominado tramo B o “elástico”, en el que se pueden apreciar los sucesivos cambios en las decisiones de los regantes. Finalmente, existe una tercera zona llamada tramo C o “inelástico final”, en que se repite una situación similar a la del tramo A. En este último tramo predominan los cultivos de secano en las decisiones productivas de los agricultores.

Este comportamiento se da en todas las tipologías, con excepción de la “extensiva-mixta” y la “extensiva-maíz”, ambas del Medio Ter. La primera de ellas se muestra tan sensible a incrementos de precio del agua que no muestra un tramo A diferenciado, mientras que la segunda muestra un pequeño tramo previo al A, con un comportamiento elástico. En ambos casos este efecto es debido al cultivo de los árboles de ribera, cuyas particularidades se exponen en los apartados correspondientes a estas tipologías.

Por otra parte son destacables las curvas de demanda de todas las tipologías “agropecuarias”, en las que el tramo perfectamente inelástico (A) sólo se mantiene para incrementos mínimos de precio (hasta 0,01 €/m³). A continuación aparece el tramo B, que en este caso concreto se caracteriza por presentar una zona inicial en la que la elasticidad se va incrementando de forma progresiva hasta llegar a zonas de comportamiento típicamente elástico.

En los subapartados siguientes se analiza el comportamiento individual de cada orientación productiva.

11.1.1.1. Curvas de demanda de las orientaciones productivas de la zona del Muga

En la Figura 29, la Figura 30 y la Figura 31 se muestran los resultados de las curvas de demanda del agua de riego para distintos incrementos tarifarios, en la zona del Muga.

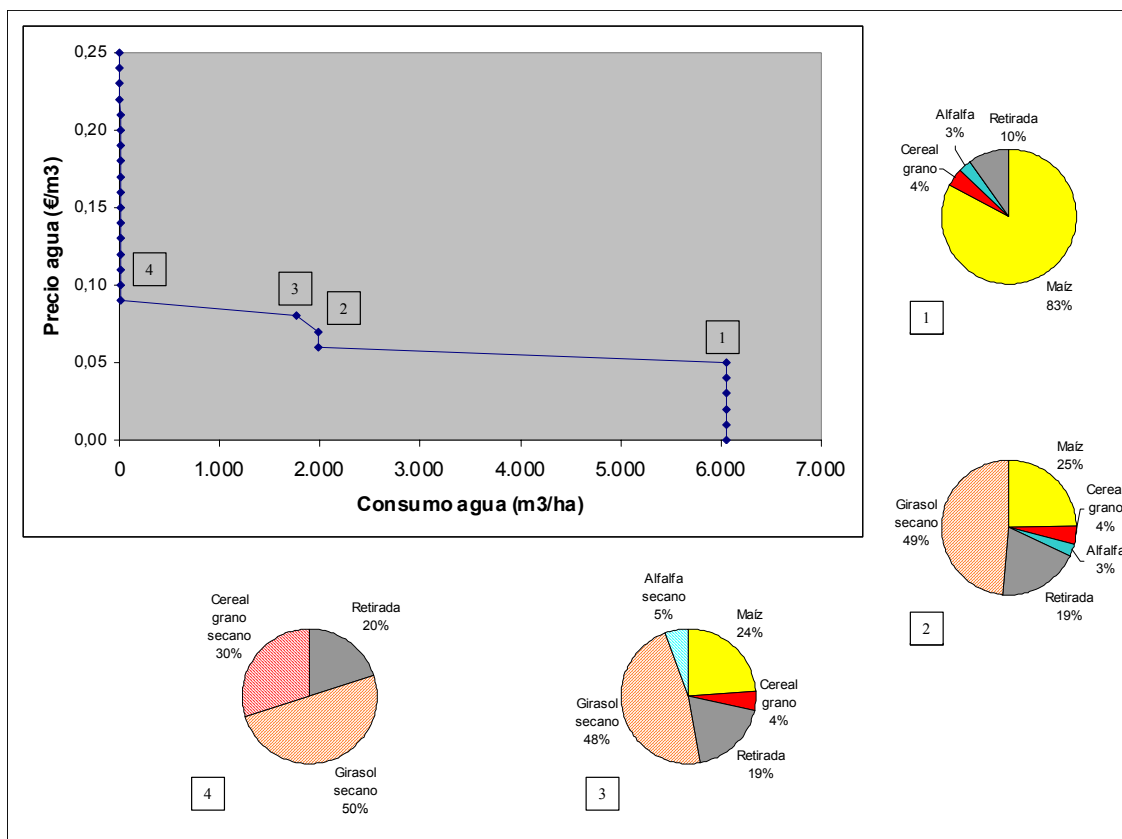


Figura 29.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “extensiva-maíz” de la zona del Muga.

Fuente: elaboración propia

Orientación productiva “extensiva-maíz”: En la situación inicial (incremento nulo de la tarifa) se parte de una situación de predominio absoluto del maíz (83%), acompañado de una superficie importante de retirada (10%) y algo de alfalfa y cereal grano. Esta situación corresponde al tramo A, y se mantiene hasta que la tarifa del agua de riego alcanza los 0,06 €/m³. A partir de este punto empieza el tramo B. Inicialmente se sustituye una parte del maíz por girasol de secano y por un aumento de la superficie de retirada. A los 0,08 €/m³ la alfalfa de regadío pasa a producirse en secano. Por último, a partir de los 0,09 €/m³ empieza el tramo C. A partir de este punto ya no se cultiva en regadío, sino sólo en secano, siendo los cultivos preferidos por el regante el girasol y el cereal grano; también es considerable la superficie dedicada a retirada (20%).

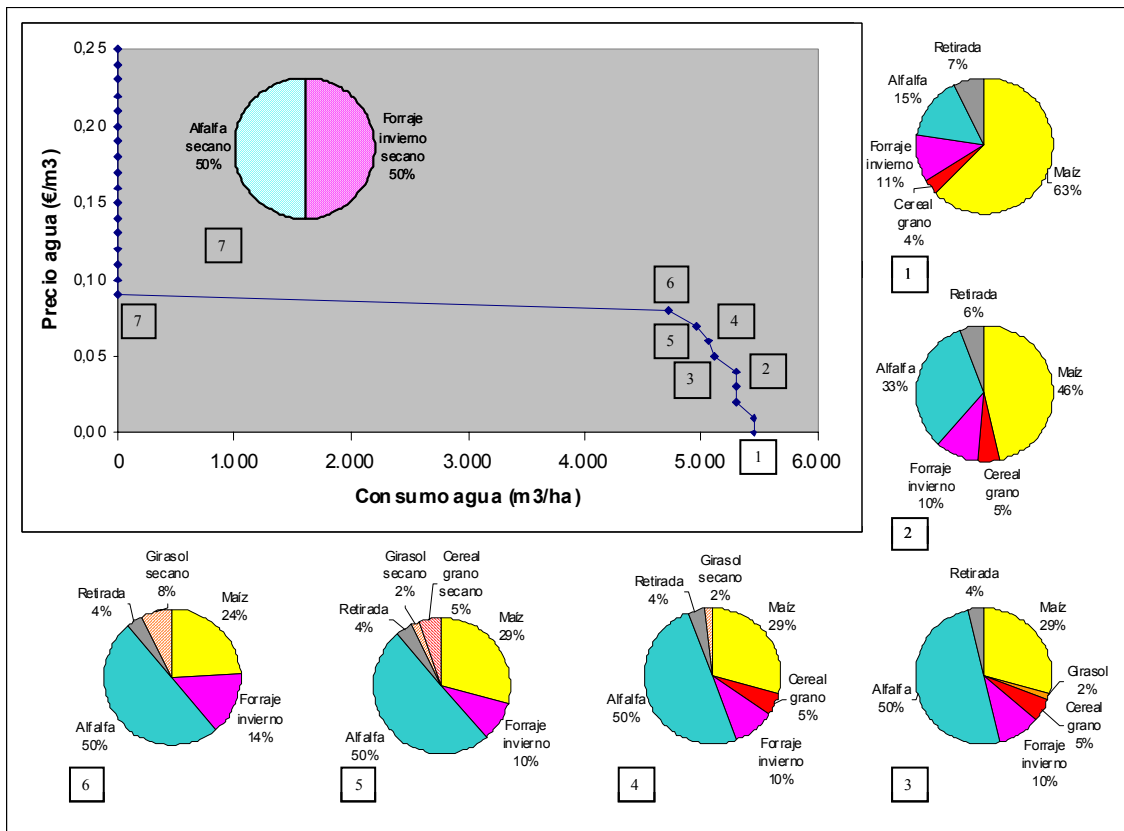


Figura 30.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “agropecuaria” de la zona del Muga.

Fuente: elaboración propia

Orientación productiva “agropecuaria”: Inicialmente el cultivo predominante es el maíz (63%), con una presencia importante de la alfalfa y del forraje de invierno. Una parte de la superficie se dedica a retirada y otra parte muy pequeña a producir cereal grano, siempre en regadío. En este caso el comportamiento perfectamente inelástico sólo se mantiene hasta los 0,01 €/m³ (tramo A). A partir de los 0,02 €/m³ (tramo B) disminuye la superficie dedicada a maíz, siendo sustituido por alfalfa. Esta tendencia se mantiene al llegar la tarifa a los 0,05 €/m³, apareciendo también el cultivo de girasol. A los 0,06 €/m³ el girasol deja de producirse en regadío y se cultiva en seco. A los 0,07 €/m³ es el cereal grano el que pasa a producirse en seco. A los 0,08 €/m³ disminuye un poco la superficie dedicada a maíz, que junto con el cereal grano en seco se sustituye por girasol de seco y forraje de invierno en regadío. A partir de los 0,09 €/m³ empieza el tramo C, en el que la totalidad de la producción se realiza en seco, repartida entre la alfalfa y el forraje de invierno.

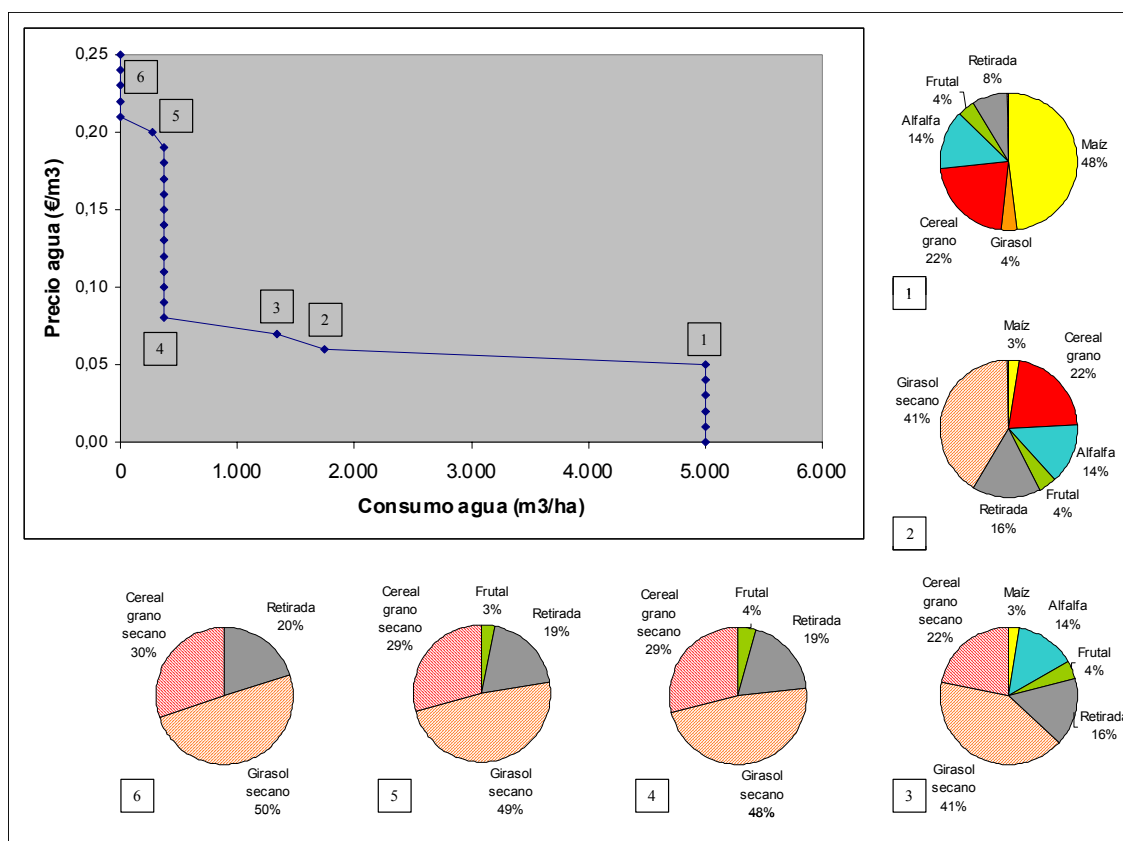


Figura 31.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “extensiva-mixta” de la zona del Muga.

Fuente: elaboración propia

Orientación productiva “extensiva-mixta”: Para un precio 0 del agua, correspondiente a un consumo de 5.000 m³/ha, casi la mitad de la superficie disponible se dedica a producir maíz. El siguiente cultivo en importancia es el cereal grano, seguido por la alfalfa, la superficie dedicada a retirada, el girasol, y una pequeña proporción de frutal. Esta situación se mantiene hasta superar los 0,05 €/m³ (tramo A). A partir de este punto se desarrolla el tramo B. En este tramo, a los 0,06 €/m³ el maíz casi desaparece. También el girasol de regadío deja de producirse. Ambos cultivos se sustituyen por girasol en secoano y por un aumento de la superficie de retirada. A los 0,07 €/m³ el cereal grano pasa a producirse en secoano. A los 0,08 €/m³ la alfalfa deja de producirse a favor de una aumento de la superficie de cereal grano en secoano. Esta situación se mantiene inmutable hasta los 0,19 €/m³, punto a partir del cual se observa la progresiva desaparición de los frutales, que empieza a los 0,20 €/m³ y es total a los 0,21 €/m³. En esta situación sólo se producen cultivos de secoano (además de destinar una parte de la superficie a retirada).

11.1.1.2. Curvas de demanda de las orientaciones productivas de la zona del Bajo Ter

En la Figura 32, la Figura 33, la Figura 34 y la Figura 35 se muestran los resultados de las curvas de demanda del agua de riego para distintos incrementos tarifarios, en la zona del Bajo Ter.

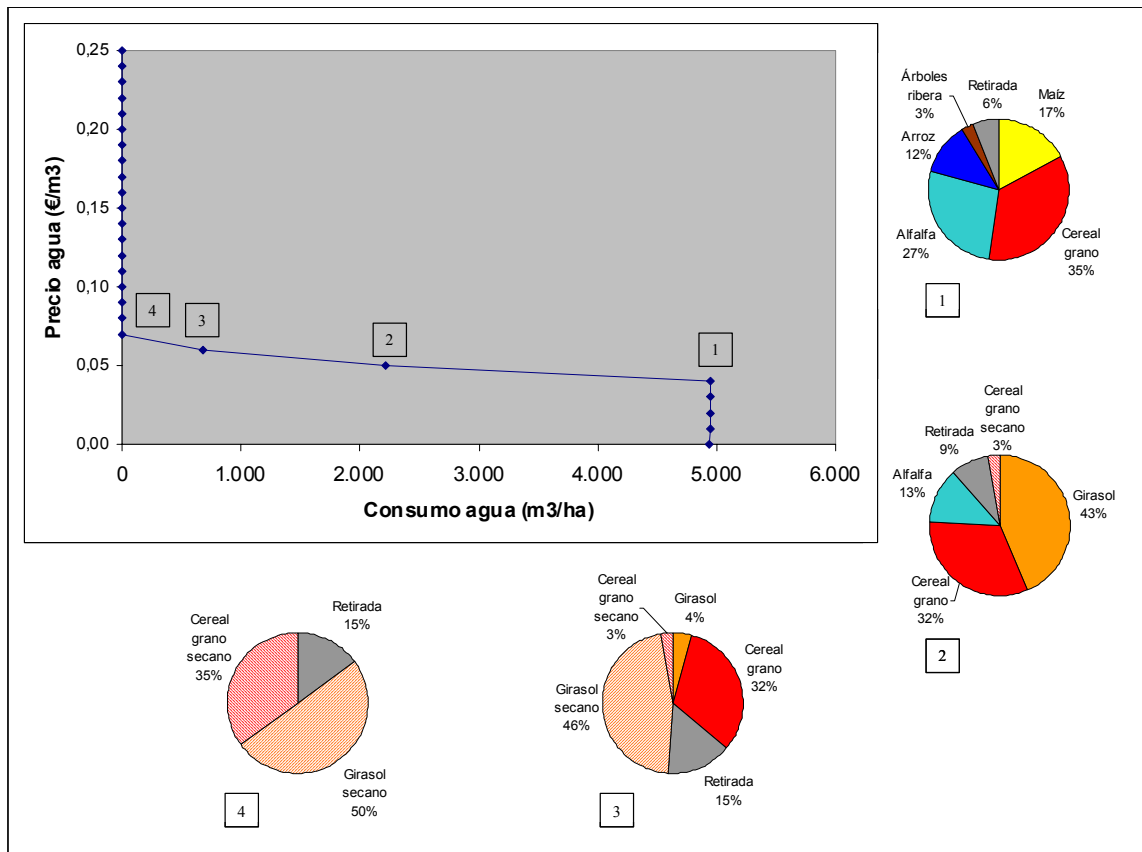


Figura 32.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “extensiva-mixta” de la zona del Bajo Ter.

Fuente: elaboración propia

Orientación productiva “extensiva-mixta”: Esta orientación productiva parte de una producción mayoritaria de cereal grano y alfalfa. También es destacable la presencia de maíz y arroz, este último un cultivo que sólo se encuentra en dos tipologías, de entre todas las analizadas. El resto de la superficie se dedica a retirada y a plantaciones de árboles de ribera. Esta producción se mantiene sin cambios hasta que se superan los 0,04 €/m³ (tramo A). A partir de este punto, y hasta los 0,07 €/m³ se desarrolla el tramo B. A los 0,05 €/m³ desaparece la producción de arroz (un cultivo con unas necesidades hídricas muy elevadas), así como la de maíz y la de árboles de ribera. Por otra parte, se reduce la producción de alfalfa y una pequeña parte de cereal grano pasa a producirse en seco. Asimismo, se empieza a producir girasol, que pasa a ser el cultivo predominante, y aumenta la superficie de retirada. A los 0,06 €/m³ la mayor parte del girasol pasa a cultivarse en seco, desaparece la alfalfa y aumenta la retirada. Los 0,07 €/m³ marcan el inicio del tramo C, y el abandono total del regadío. A partir de este punto sólo se produce girasol y cereal grano, ambos en seco, y el resto de la superficie se dedica a la retirada.

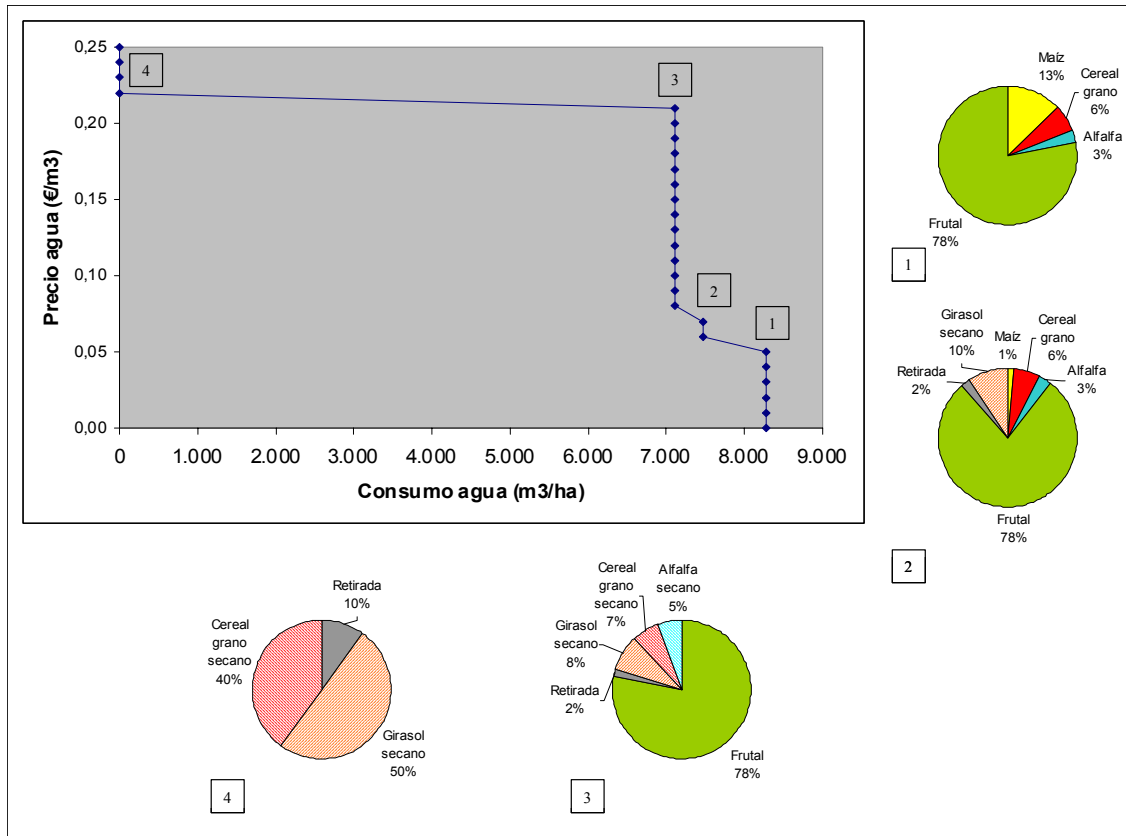


Figura 33.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “frutícola” de la zona del Bajo Ter.

Fuente: elaboración propia

Orientación productiva “frutícola”: Para un precio de agua 0 la producción de esta orientación productiva se basa en el cultivo de frutales (78%). También se produce maíz, cereal grano y alfalfa. Esta elección de cultivos se mantiene constante hasta los 0,05 €/m³ (tramo A). A los 0,06 €/m³ (inicio del tramo B) se reduce mucho la superficie dedicada a maíz, que se sustituye por girasol en seco y por superficie en retirada. A los 0,08 €/m³ dejan de producirse maíz, cereal grano y alfalfa en regadío, que se sustituyen por cereal grano y alfalfa en seco. El girasol en seco también sufre una pequeña disminución. A los 0,22 €/m³ (inicio del tramo C) los regantes dejan de cultivar frutales y pasan a definitivamente a dedicar toda su superficie a los cultivos de seco, concretamente a girasol, cereal grano y superficie en retirada.

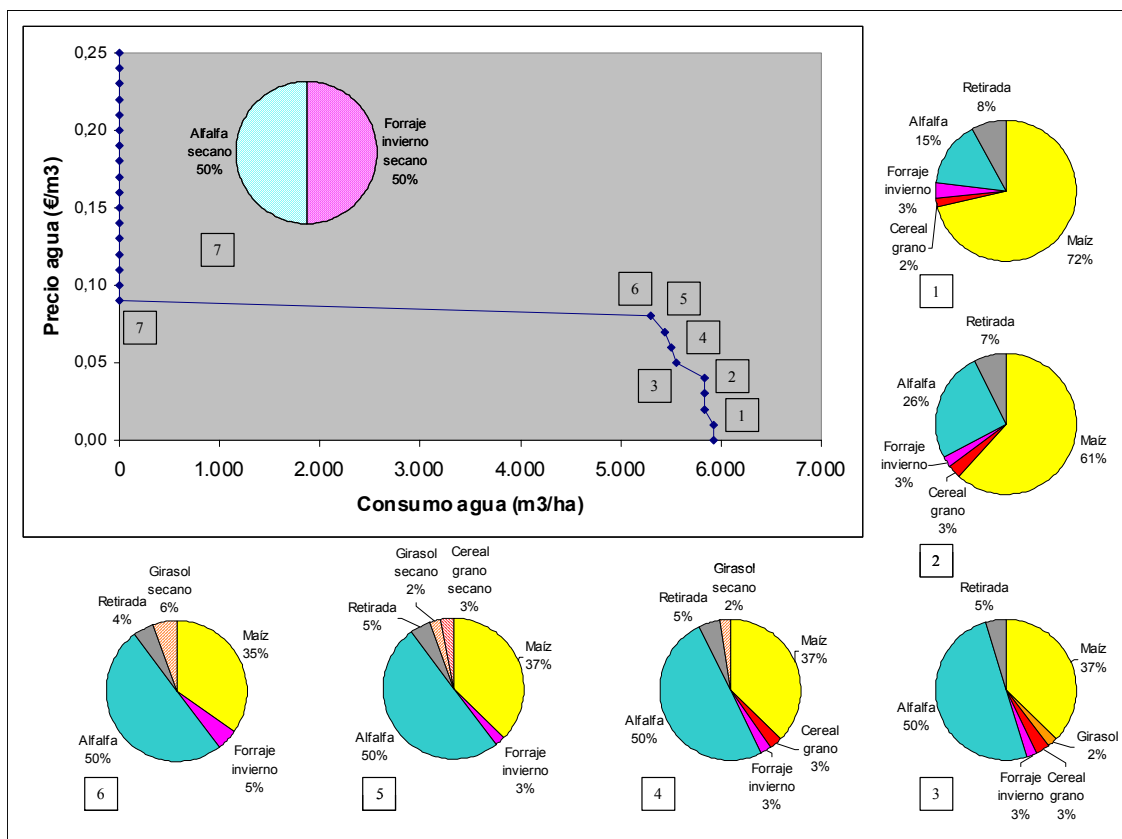


Figura 34.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “agropecuaria” de la zona del Bajo Ter.

Fuente: elaboración propia

Orientación productiva “agropecuaria”: El tramo A de esta curva va desde los 0 €/m³ hasta los 0,01 €/m³. Inicialmente el cultivo predominante es el maíz (72%), seguido por la alfalfa y la superficie en retirada. También hay presencia de forraje de invierno y cereal grano. A los 0,02 €/m³ (inicio del tramo B) se reduce la superficie de maíz, que se sustituye por alfalfa. A los 0,05 €/m³ continúa esta tendencia, pasando a ser la alfalfa el cultivo mayoritario. Aparece el girasol, aunque de forma poco significativa. A los 0,06 €/m³ se sustituye el girasol de regadío por el mismo cultivo en seco. A los 0,07 €/m³ pasa lo mismo con el cereal grano. A los 0,08 €/m³ el cereal grano de seco desaparece, aumentando la superficie de girasol en seco. A partir de los 0,09 €/m³ (tramo C), las decisiones productivas se mantienen constantes, dedicándose la mitad de la superficie a producir alfalfa y el resto a forraje de invierno, ambos en seco.

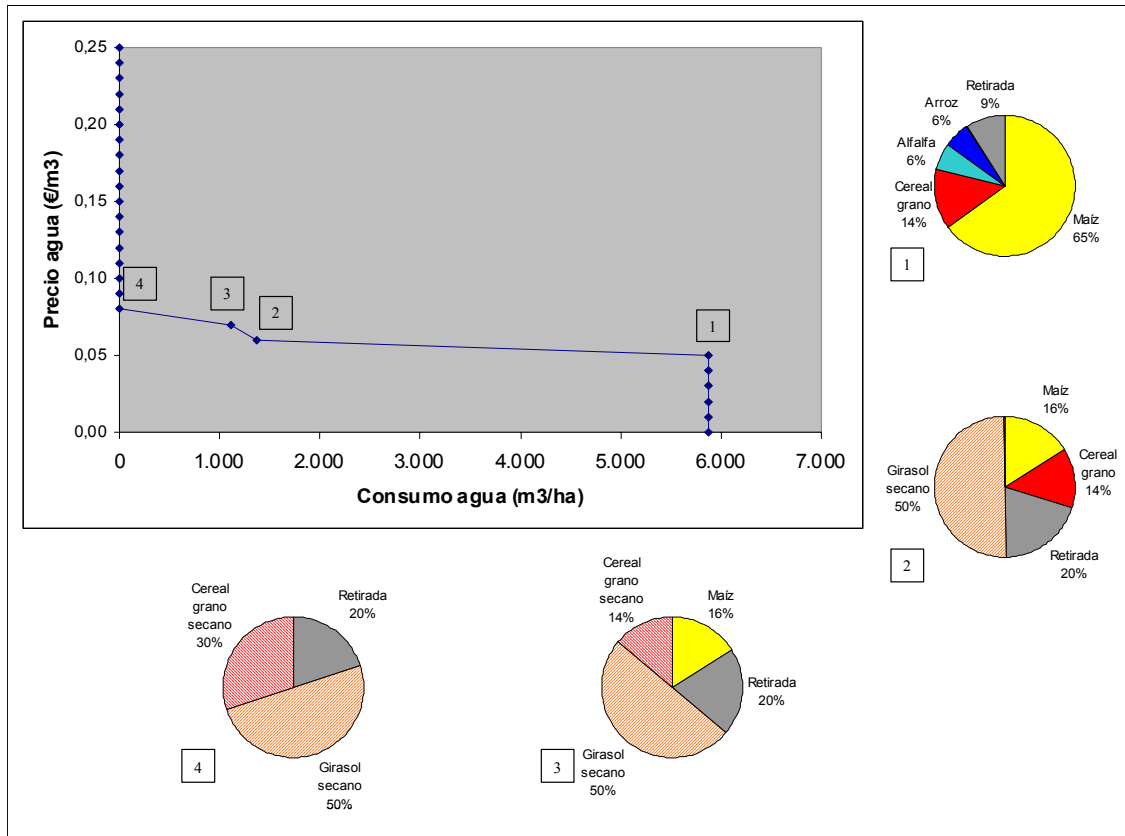


Figura 35.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “extensiva-maíz” de la zona del Bajo Ter.

Fuente: elaboración propia

Orientación productiva “extensiva-maíz”: Las decisiones productivas cuando el precio es 0 se basan en el predominio del maíz (69%), siendo cultivos secundarios el cereal grano, el arroz y la alfalfa, además de la superficie dedicada a retirada. Estos cultivos se mantienen hasta que el precio sobrepasa los 0,05 €/m³ (es decir, durante el tramo A). A partir de este momento empieza el tramo B. A los 0,06 €/m³ disminuye la superficie dedicada al maíz, desaparecen la alfalfa y el arroz, y se sustituyen por girasol en seco y por un aumento de la superficie dedicada a retirada. A los 0,07 €/m³ el cereal grano pasa a producirse en seco. Por último, a los 0,08 €/m³ (inicio del tramo C), el maíz desaparece, aumentando la superficie de cereal grano en seco.

11.1.1.3. Curvas de demanda de las orientaciones productivas de la zona del Medio Ter

En la Figura 36, la Figura 37, la Figura 38 y la Figura 39 se muestran los resultados de las curvas de demanda del agua de riego para distintos incrementos tarifarios, en la zona del Medio Ter.

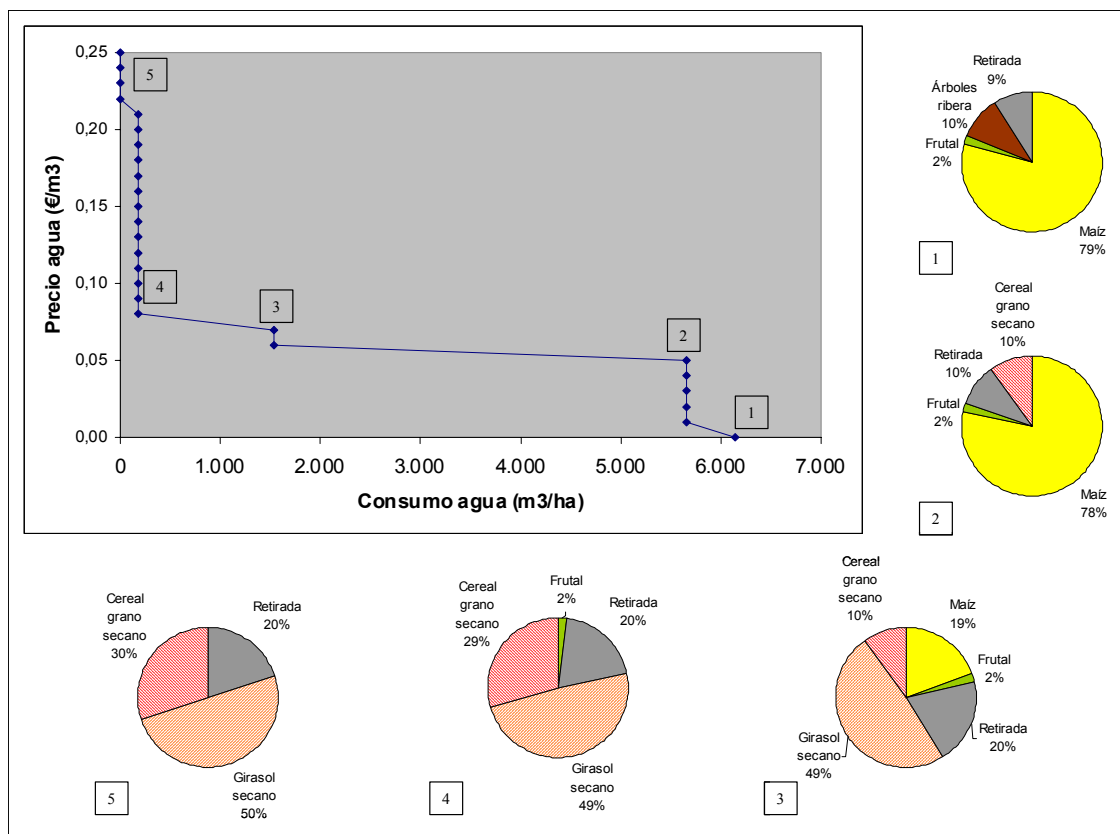


Figura 36.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “extensiva-maíz” de la zona del Medio Ter.

Fuente: elaboración propia

Orientación productiva “extensiva-maíz”: En este caso la curva no muestra tres tramos diferenciados, sino cuatro. La curva empieza con un tramo elástico, pasando a continuación a un tramo inelástico (equivalente al A), uno elástico (B) y otro inelástico (C). La existencia de un tramo inicial inelástico implica que una tarifa baja ya incide en el consumo de agua. Inicialmente la producción de esta tipología se centra en el maíz (79%), dedicándose el resto de superficie a la retirada, los árboles de ribera y los frutales. Al aumentar el precio a 0,01 €/m³, los árboles de ribera se sustituyen por cereal grano en secoano. Esta producción se mantiene hasta los 0,05 €/m³. A los 0,06 €/m³ el maíz disminuye, sustituyéndose por girasol de secoano y por un aumento de la superficie de retirada. A los 0,08 €/m³ desaparece el maíz, sustituyéndose por cereal grano en secoano. A los 0,22 €/m³ desaparecen los frutales, centrándose la producción exclusivamente en cultivos de secoano.

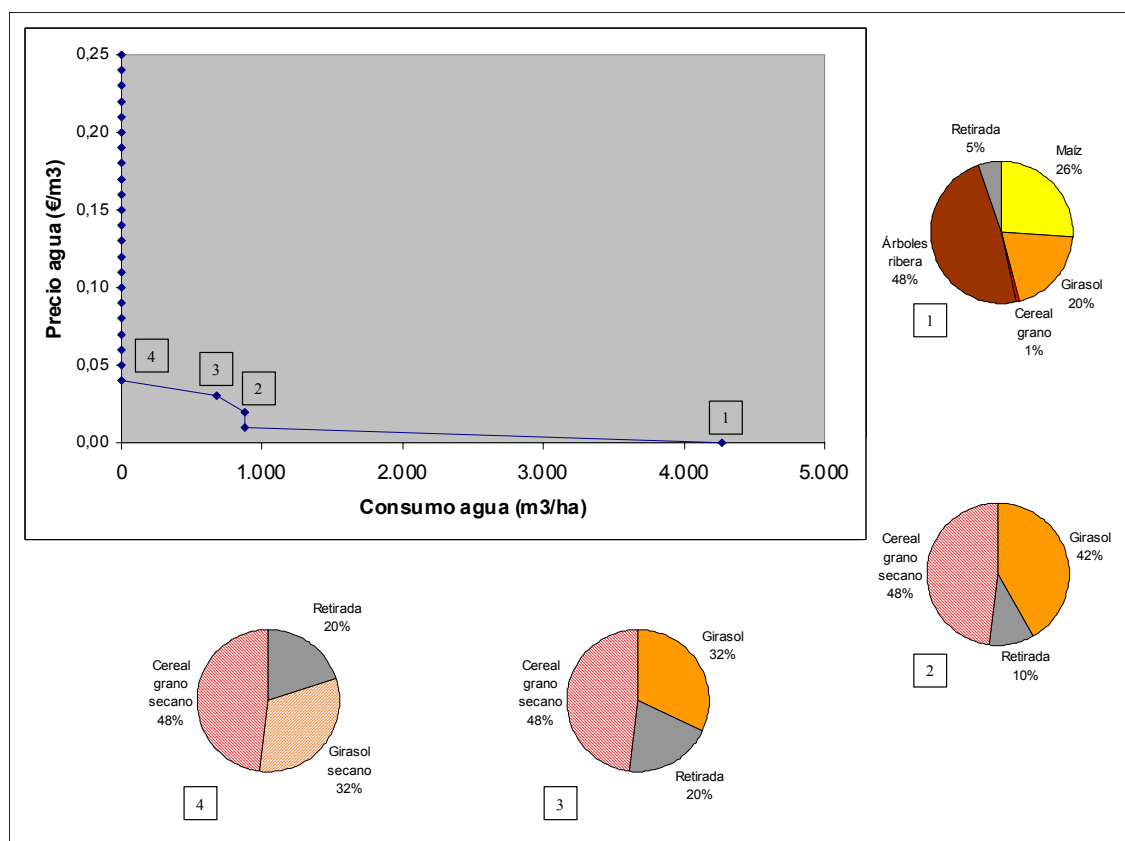


Figura 37.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “extensiva-mixta” de la zona del Medio Ter.

Fuente: elaboración propia

Orientación productiva “extensiva-mixta”: En este caso se ha obtenido una función de demanda atípica, en la que, como en el caso anterior, no aparece el tramo A. En la situación inicial existe una preponderancia de los árboles de ribera, seguidos por el maíz, el girasol, la superficie de retirada y una presencia testimonial de cereal grano. A los 0,01 €/m³, los árboles de ribera, un cultivo con una rentabilidad no muy elevada, se sustituyen por cereal grano en seco. Asimismo desaparece el maíz, aumentando la superficie de girasol y de retirada. A los 0,03 €/m³ una parte del girasol se sustituye por superficie en retirada. Por último, a los 0,04 €/m³ (inicio del tramo C) el girasol pasa a producirse en seco.

Esta curva, aunque en la situación inicial refleja fielmente el comportamiento de los regantes de la orientación productiva, a medida que se incrementa el precio es posible que no se ajuste totalmente a las decisiones productivas de estos regantes. La razón se halla en la dificultad de simulación del comportamiento de los agricultores en referencia al cultivo de árboles de ribera. En la zona de estudio existen abundantes explotaciones que dedican parte de su superficie a la producción de cultivos herbáceos extensivos, mientras que en el resto poseen plantaciones de árboles de ribera. Estas plantaciones son un cultivo tradicional de la zona, y se suelen realizar en terrenos marginales, poco aptos para otros cultivos. En la modelización se ha considerado que estos terrenos sólo tienen dos posibles usos (aparte de la retirada): la plantación de árboles de ribera o el cultivo de cereal grano en seco. Esta posibilidad provoca que ante pequeños incrementos de la tarifa del agua, inmediatamente

las plantaciones de árboles de ribera se sustituyan por estos cereales, que ofrecen un rendimiento económico superior.

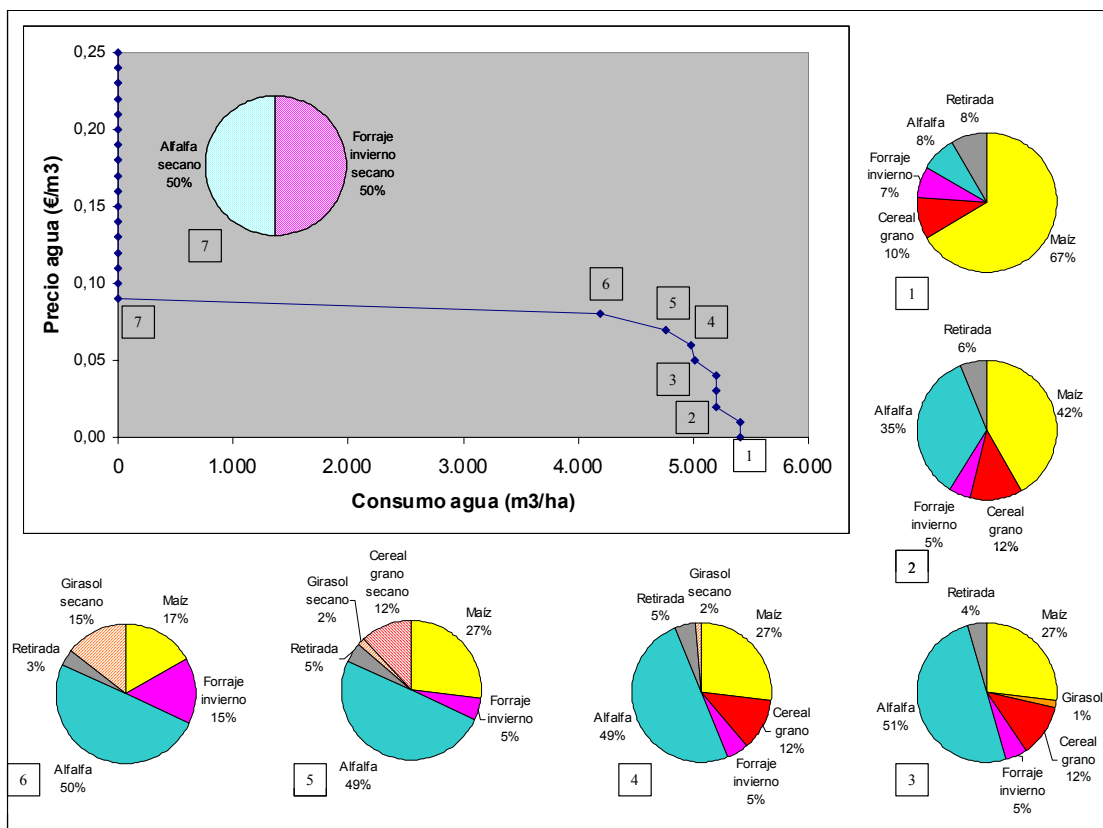


Figura 38.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “agropecuaria” de la zona del Medio Ter.

Fuente: elaboración propia

Orientación productiva “agropecuaria”: Cuando el precio del agua es 0, las decisiones productivas de los regantes de esta tipología se basan en un predominio del cultivo del maíz, con producciones complementarias de cereal grano, forraje de invierno, alfalfa, y una parte de la superficie dedicada a la retirada (tramo A). A los 0,02 €/m³ (inicio del tramo B) disminuye la superficie de maíz, la de forraje de invierno y la retirada, aumentando mucho la superficie de alfalfa y un poco la de cereal grano. A los 0,05 €/m³ disminuye más el maíz y la retirada, aumentando la alfalfa y apareciendo testimonialmente el girasol. A los 0,06 €/m³ disminuye ligeramente la alfalfa y desaparece el girasol de regadío, mientras aumenta la retirada y aparece el girasol en seco. A los 0,07 €/m³ el cereal grano pasa a cultivarse en seco. A los 0,08 €/m³ desaparece el cereal grano en seco, disminuye el maíz y la retirada, y aumenta el forraje de invierno, el girasol en seco y la alfalfa. A los 0,09 €/m³ empieza el tramo C. La alfalfa en regadío pasa a cultivarse en seco y el resto de cultivos se sustituyen por forraje de invierno, también en seco.

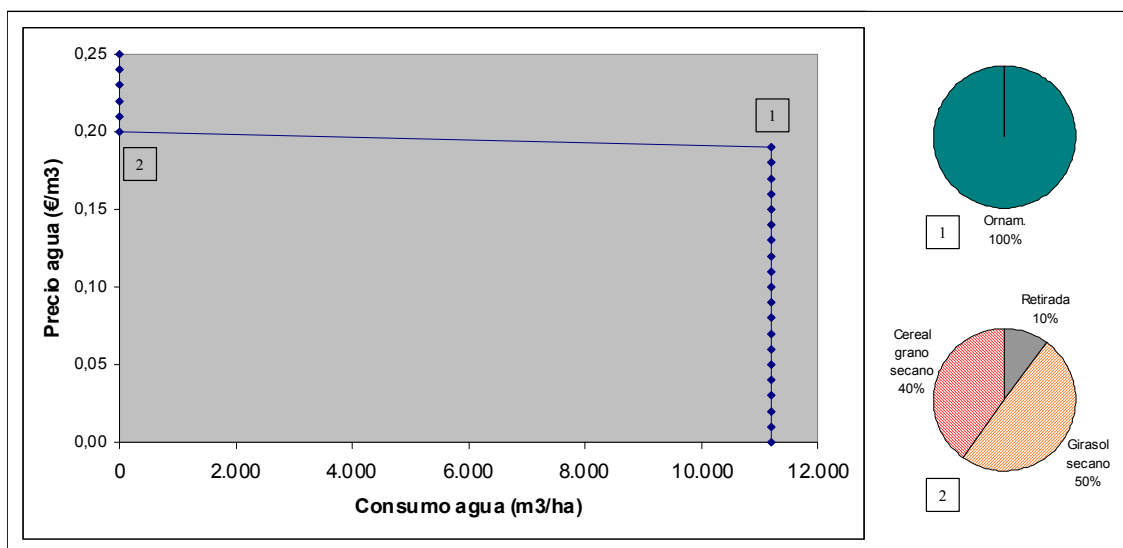


Figura 39.- Curva de demanda y variación de los planes de cultivo para la orientación productiva “leñosa ornamental” de la zona del Medio Ter.

Fuente: elaboración propia

Orientación productiva “leñosa ornamental”: La explicación de esta curva de demanda es muy simple. El tramo A se mantiene hasta precios del agua de 0,19 €/m³, correspondiendo a una producción exclusiva de planta leñosa ornamental. A partir de este precio (tramo B), esta producción ya no maximiza el excedente (único objetivo considerado en esta tipología), y desde los 0,20 €/m³ en adelante (tramo C) se sustituye por cultivos que no consumen agua de riego: girasol y cereal grano, ambos en seco, mientras que el resto de la superficie se dedica a retirada.

11.1.1.4. Comparación de los resultados de las decisiones productivas ante incrementos tarifarios simulados y procedentes de la encuesta

Como primer paso a la hora de comparar los resultados procedentes de la simulación con los procedentes de la encuesta, es necesario tener en cuenta ciertos elementos que pueden influir en dicha comparación. En primer lugar, los datos de la simulación se expresan en porcentaje sobre la superficie, mientras que los datos de la encuesta están contabilizados en porcentaje sobre el número de explotaciones. Sin embargo, para las comparaciones que se van a establecer, esto no supondrá inconveniente alguno. Además, en la encuesta se pregunta por el comportamiento ante incrementos de la tarifa actual, suponiendo un pago por superficie regable (es decir, como en la situación actual). En cambio en el modelo el pago se supone por agua consumida, con lo que la comparación debe hacerse con las pertinentes reservas.

Para equiparar las cifras, se parte del consumo medio de cada Comunidad cuando la tarifa del agua es la actual. En esta situación, el consumo medio de agua de las distintas Comunidades oscila de los 5.500 a los 7.000 m³/ha. Suponiendo estos niveles de consumo, un incremento de 3.000 PTA/vessana (82,44 €/ha) equivale a un aumento en la tarifa de 0,01 €/m³.

En la zona del Muga, para este incremento de tarifa (82,44 €/ha), la encuesta muestra un 50% de explotaciones que pasan a producir secano, mientras que sólo un 23% mantienen las mismas decisiones productivas de la situación inicial (sin incrementos tarifarios). Según la simulación, este incremento tarifario no implica ningún cambio en los cultivos y mucho menos la introducción de cultivos de secano. Según el modelo, las tipologías que introducen el secano más fácilmente no lo hacen de forma significativa hasta incrementos de 0,06 €/ha.

En el Bajo Ter, la encuesta muestra un 24% de explotaciones que, ante incrementos en la tarifa de 82,44 €/ha, pasan a producir secano, mientras que un 35% mantienen las producciones iniciales. Según el modelo, este incremento no origina cambio alguno en la elección inicial de cultivos. La introducción de cultivos de secano en cantidades importantes sólo se consigue a partir de incrementos superiores a los 0,05 €/ha.

Por último, la encuesta presenta un 26% de explotaciones del Medio Ter que pasan a producir secano ante un incremento de 82,44 €/ha en la tarifa. Un 40% de explotaciones no cambian la elección de cultivos respecto la situación inicial. En este caso la simulación sí que plantea cambios significativos ante pequeños incrementos de tarifa, de 0,01 €/m³, aunque sólo en las tipología “extensiva-mixta” y “extensiva-maíz”, siempre a causa del cambio de decisiones productivas respecto las plantaciones de árboles de ribera, un caso particular ya comentado anteriormente.

En general, puede observarse que las reacciones expresadas por los regantes ante incrementos tarifarios son superiores a las simuladas. Este hecho no implica necesariamente un error del modelo, sino que probablemente muestra la susceptibilidad del regante ante incrementos tarifarios, que halla en la encuesta un sistema para expresar su descontento ante tal posibilidad, mostrando conductas más radicales de las que previsiblemente se observarían en la situación real de incremento de estas tarifas.

En este sentido es interesante manifestar la opinión de Garrido *et al.* (1996), quienes expresan su escepticismo sobre el valor real de las respuestas de los regantes ante cuestiones de esta naturaleza. Estos autores consideran la posibilidad de sesgo originado por el efecto de recientes sequías (situación coincidente con la zona analizada en el presente trabajo), por el debate existente sobre el tema del pago por volumen de agua consumido, por la existencia de respuestas-protesta, y por un posible exceso de dramatización por parte del encuestado.

López y Berbel (2002) realizan una revisión de las aplicaciones del método de valoración contingente (también conocido como “preferencias manifestadas”) para valorar el agua de riego. Concluyen que, al basarse en la realización de encuestas a los agricultores, se trata de un método costoso y que aporta resultados ambiguos, puesto que los regantes frecuentemente tratan de evitar dar a conocer sus verdaderas opiniones por temor a las posibles consecuencias.

11.1.1.5. Curvas de demanda de agua medias de cada grupo de Comunidades

A partir de las curvas de demanda individuales de cada una de las orientaciones productivas consideradas se obtienen por agregación las curvas de demandas medias de cada zona de estudio.

Esta agregación se realiza de forma ponderada, en función de la importancia de cada orientación respecto la superficie total. Los coeficientes de ponderación empleados se muestran en la Tabla 49.

Tabla 49.- Peso de las orientaciones productivas en las zonas estudiadas.

Zona	Orientación productiva	Proporción
Muga	“Extensiva-maíz”	20
	“Agropecuaria”	32
	“Extensiva-mixta”	48
	Total	100
Bajo Ter	“Extensiva-mixta”	34
	“Frutícola”	19
	“Agropecuaria”	12
	“Extensiva-maíz”	35
	Total	100
Medio Ter	“Extensiva-maíz”	10
	“Extensiva-mixta”	29
	“Agropecuaria”	38
	“Leñosa ornamental”	23
	Total	100

Fuente: elaboración propia

Los curvas de demanda medias de cada grupo de Comunidades de Regantes se muestran en la Figura 40, la Figura 41 y la Figura 42.

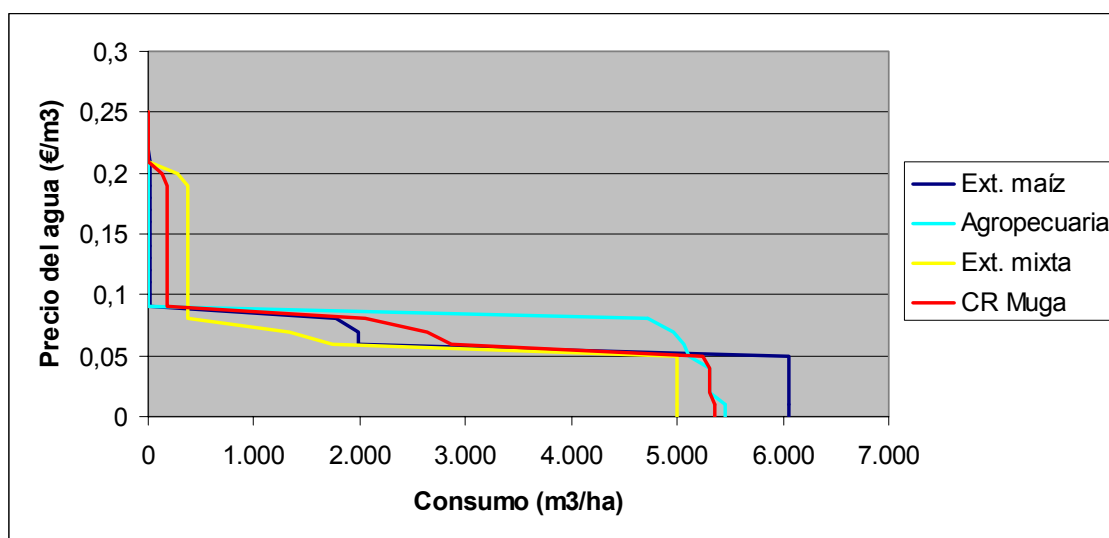


Figura 40.- Curvas de demanda individuales y agregada de las orientaciones productivas de la zona del Muga.

Fuente: elaboración propia

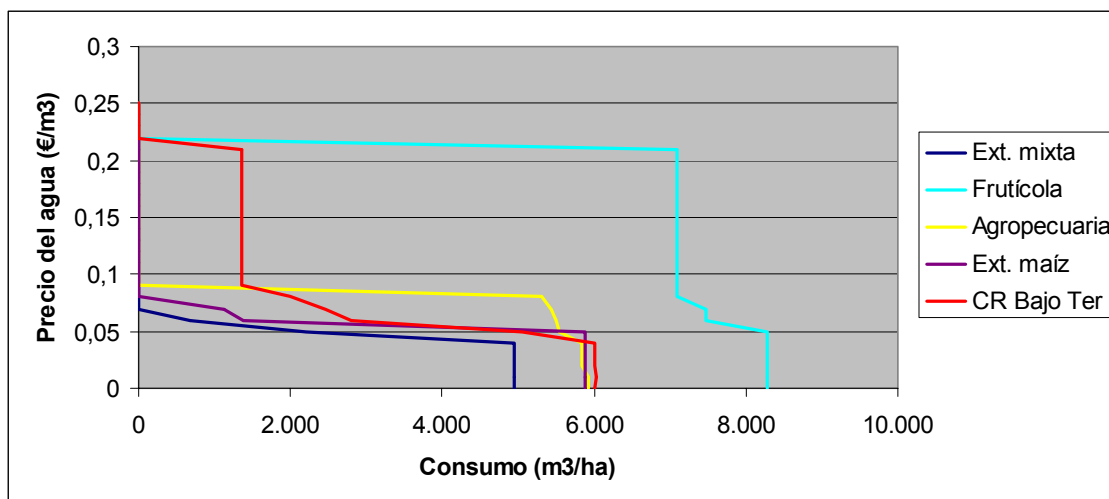


Figura 41.- Curvas de demanda individuales y agregada de las orientaciones productivas de la zona del Bajo Ter.

Fuente: elaboración propia

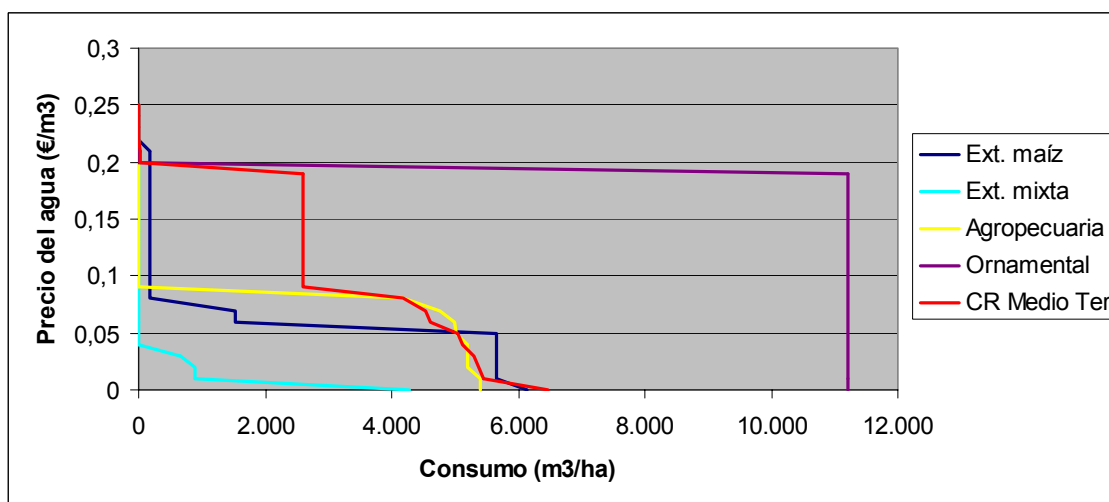


Figura 42.- Curvas de demanda individuales y agregada de las orientaciones productivas de la zona del Medio Ter.

Fuente: elaboración propia

Las funciones de demanda agregadas de las tres zonas presentan importantes diferencias. Mientras que las del Muga y del Bajo Ter presentan la típica forma de tres tramos observada en muchas de las funciones individuales analizadas con anterioridad, en el Medio Ter la curva sólo presenta dos tramos, no hallándose presente el tramo inicial A “inelástico”. Este comportamiento se debe a que dos de las tipologías que forman parte de las orientaciones productivas de esta zona presentan comportamientos anómalos en sus curvas de demanda, debidas al efecto del cultivo de los árboles de ribera, ya comentado con anterioridad. En el caso del Muga, aunque estrictamente el tramo de comportamiento perfectamente inelástico de la demanda sólo llega hasta los 0,01 €/m³, hasta los 0,04 €/m³ se sigue observando una manifiesta inelasticidad.

Otras diferencias notables de las tres curvas son los distintos consumos correspondientes a la situación de precio cero. Mientras que el Muga presenta un consumo medio de 5.358 m³/ha, en el Bajo Ter éste se incrementa hasta los 6.018 m³/ha, llegando a los 6.483 m³/ha en el Medio Ter. Estos consumos superiores en las Comunidades del Ter se deben sobretodo al elevado consumo de las plantaciones de frutales presentes en el Bajo Ter y al aún más elevado consumo de los viveros de planta leñosa ornamental de la zona del Medio Ter. Además, al ser producciones con un elevado valor añadido, resisten bien los incrementos de tarifa del agua. Por este motivo, a precios de 0,09 €/m³ los consumos son tan dispares como 184 m³/ha en el Muga, 1.349 m³/ha en el Bajo Ter y 2.594 m³/ha en el Medio Ter.

Como puede observarse, una determinada política tarifaria común provocaría efectos muy distintos en el consumo de las tres zonas analizadas. O lo que es lo mismo, para conseguir un efecto similar las tarifas tendrían que ser muy distintas. Por ejemplo, según el modelo, para conseguir ahorrar 1.000 m³/ha las tarifas tendrían que ser de 0,01 €/m³ en el Medio Ter, 0,05 €/m³ en el Bajo Ter, y entre 0,05 y 0,06 €/m³ en el Muga.

11.1.2. Análisis del impacto económico ante incrementos de la tarifa del agua de riego

El impacto económico se analiza a tres niveles: el excedente que obtiene el regante de su producción, la recaudación que obtiene la Administración, y los ingresos totales que genera el sistema, suma de los anteriores.

Los resultados de la simulación se muestran en la Figura 43, la Figura 44 y la Figura 45.

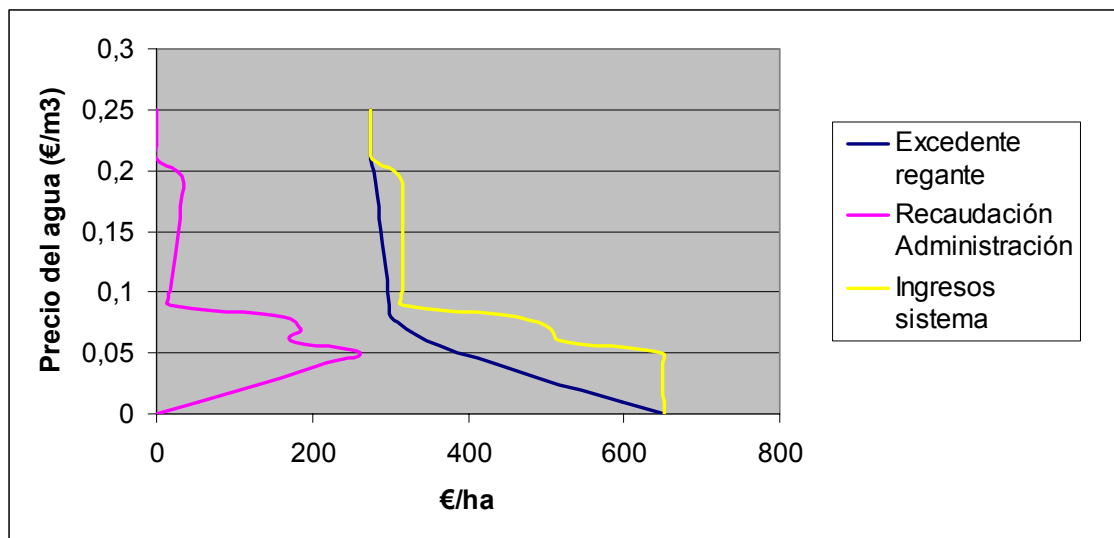


Figura 43.- Impacto económico de incrementos en la tarifa del agua de riego en la zona del Muga.

Fuente: elaboración propia

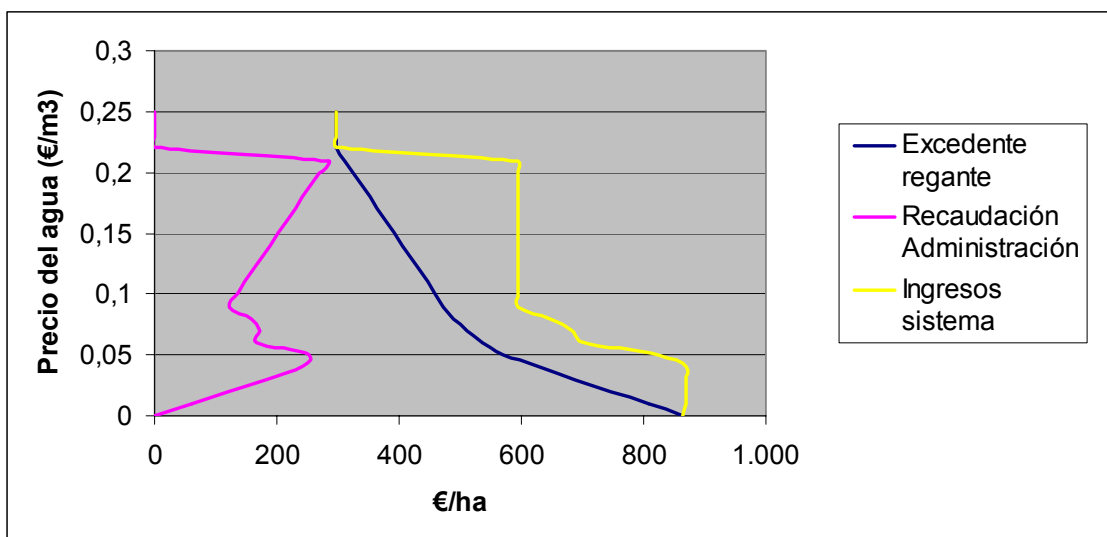


Figura 44.- Impacto económico de incrementos en la tarifa del agua de riego en la zona del Bajo Ter.

Fuente: elaboración propia

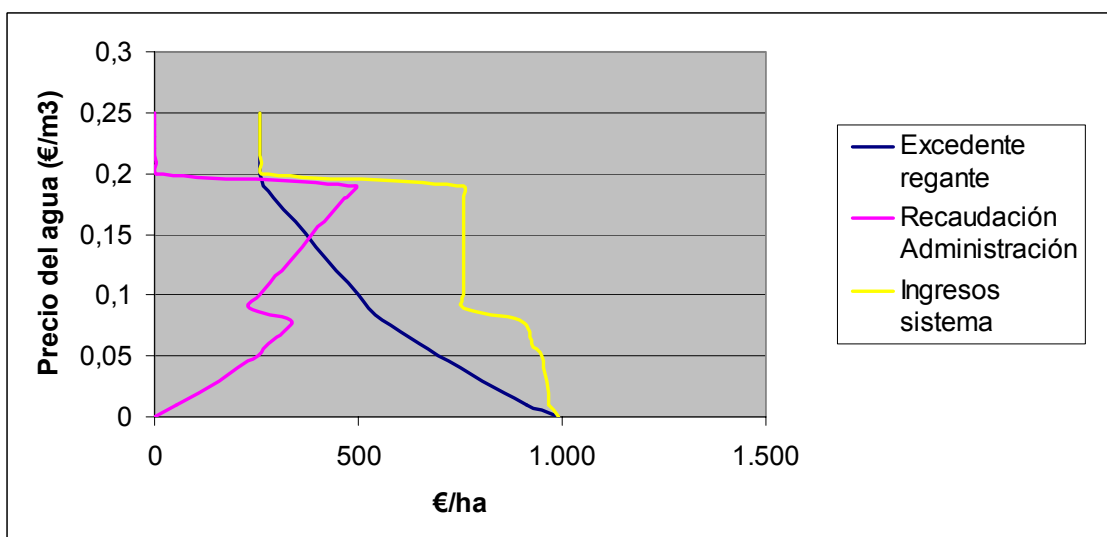


Figura 45.- Impacto económico de incrementos en la tarifa del agua de riego en la zona del Medio Ter.

Fuente: elaboración propia

Es evidente que un aumento de la tarifa del agua provocará una disminución del excedente del regante, pero el grado de esta disminución varía según la zona. Por ejemplo, ante un incremento de $0,04 \text{ €/m}^3$, que produce una casi despreciable disminución del consumo en el Muga, una de nula en el Bajo Ter y una disminución importante en el Medio Ter ($1.368 \text{ m}^3/\text{ha}$, que representa un ahorro del 21% sobre consumo inicial), los efectos económicos son los siguientes: a nivel del excedente del regante, este incremento supone una disminución del 32,7% del excedente para los regantes del Muga, del 27,4% para el Bajo Ter, y de un 18,8% en el Medio Ter. La explicación de estos resultados es el siguiente: mientras que en el Muga y el Bajo Ter el incremento tarifario analizado prácticamente no

provoca cambios en los cultivos, el incremento de coste originado por el pago del agua consumida implica disminuciones elevadas del excedente de los regantes. Por otra parte, tarifas inferiores no serían una herramienta útil para ahorrar agua (al menos, a nivel de incentivar cultivos de menor consumo, aunque quizás sí para fomentar una aplicación más cuidadosa del agua de riego). La zona del Medio Ter merece un comentario especial. Ya se ha visto que su curva de demanda no muestra una zona inicial inelástica. Este hecho podría interpretarse como que a niveles bajos de precio, el impacto sobre el excedente del regante debe ser muy superior a otras zonas que sí presentan este tramo inelástico. Sin embargo, esto no es así, puesto que, en esta situación, las principales reducciones en el consumo hídrico de la zona se dan gracias a la sustitución de cultivos de poco valor añadido (sobre todo árboles de ribera), mientras que los cultivos más valiosos (sobre todo las plantas leñosas ornamentales, y también parte del maíz) mantienen sus niveles de producción.

La recaudación de la Administración sigue una curva de forma mucho más irregular. El valor de esta variable depende de dos elementos, el precio del agua (tarifa) y la cantidad demandada por el regante. Así pues, en los tres casos la recaudación toma un valor 0 cuando la tarifa del agua es nula. A medida que esta tarifa aumenta la recaudación también sigue el mismo camino, por lo menos hasta cierto nivel de precios. En el Muga, esta tendencia se mantiene hasta los 0,05 €/m³ (hasta este punto el consumo prácticamente no disminuye). A partir de aquí, aunque el precio aumente, la recaudación disminuye, puesto que los sucesivos cambios de las orientaciones productivas de los regantes provocan necesidades cada vez inferiores de agua. A un precio de 0,22 €/m³ la recaudación pasa a ser nula, puesto que todo lo que se produce es secano. En el Bajo Ter hasta los 0,04 €/m³ la recaudación de la Administración va aumentando. A partir de este punto cambian las decisiones productivas y disminuye el consumo, con lo que la recaudación también decrece. Sin embargo, desde los 0,08 hasta los 0,22 €/m³ existe otro tramo en que la recaudación vuelve a ser creciente. Esto se explica porque en este tramo los cultivos se mantienen inalterables (y con ellos el consumo hídrico), mientras que la tarifa del agua aumenta. El cultivo responsable de este comportamiento son los frutales, cuya rentabilidad les permite soportar considerables incrementos tarifarios. La curva de recaudación del Medio Ter sigue un esquema similar: aumento progresivo hasta los 0,08 €/m³ (aunque a lo largo de este tramo disminuye el consumo, el incremento tarifario provoca este efecto), zona de disminución hasta los 0,09 €/m³ (diminución elevada del consumo), y una segunda zona de incremento hasta los 0,19 €/m³ (aquí sí que el consumo se mantiene constante, sostenido por la capacidad de pago de los viveros de planta ornamental).

Los ingresos totales generados por el sistema mantienen en todos los casos un comportamiento decreciente a medida que aumenta el nivel tarifario. Sin embargo, este decrecimiento no es constante. En las tres zonas, para un nivel bajo de precios, la disminución de ingresos es pequeña. Sin embargo, para ciertos niveles de tarifa, un pequeño incremento puede originar disminuciones muy considerables de los ingresos del sistema (zona elástica). De hecho, en esta zona intermedia se suceden tramos más elásticos con otros menos sensibles al incremento tarifario. Finalmente, cuando la tarifa es tal que sólo se producen cultivos de secano, aparece una zona totalmente inelástica, en la que los ingresos del sistema vienen dados exclusivamente por el excedente del regante, puesto que al no consumir agua, la recaudación de la Administración es nula.

11.1.3. Análisis del efecto de incrementos en la tarifa del agua de riego sobre el empleo directo generado

La actividad agrícola de una zona genera una serie de puestos de trabajo, tanto de forma directa (necesarios para la realización de la propia actividad agrícola) como indirecta (por

ejemplo, el empleo generado en industrias que emplean como materia prima el producto de la actividad agrícola y ganadera). Dada la dificultad de estimar el empleo indirecto, en este trabajo sólo se analiza el empleo directo.

Los resultados de empleo directo generado, procedentes de la simulación, se muestran en la Figura 46, la Figura 47 y la Figura 48.

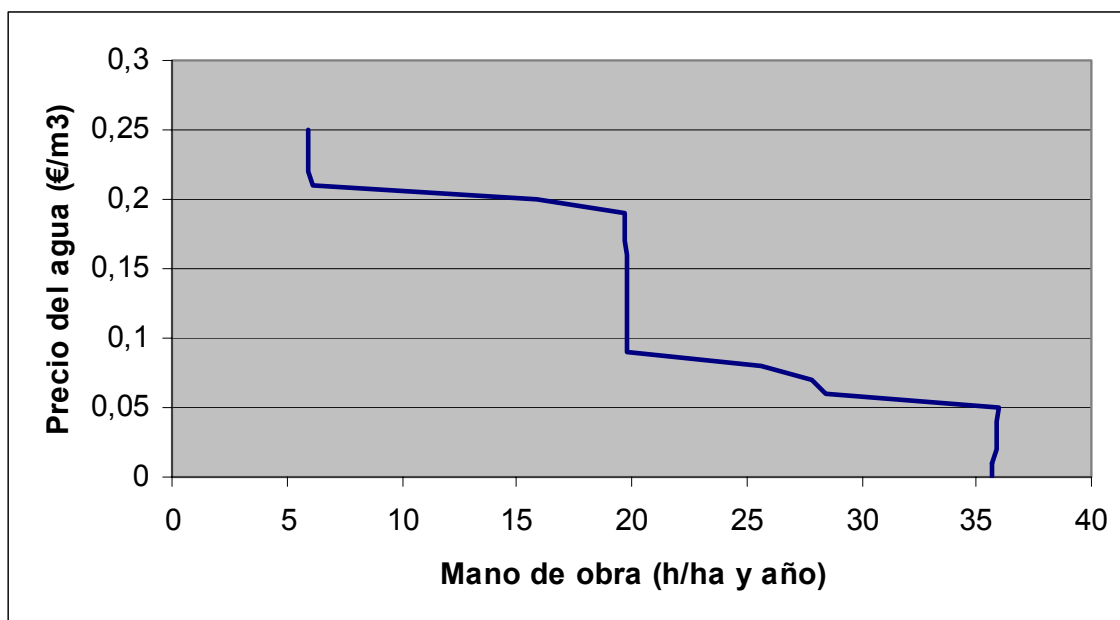


Figura 46.- Impacto de incrementos en la tarifa del agua de riego sobre el empleo directo generado por la agricultura en la zona del Muga.

Fuente: elaboración propia

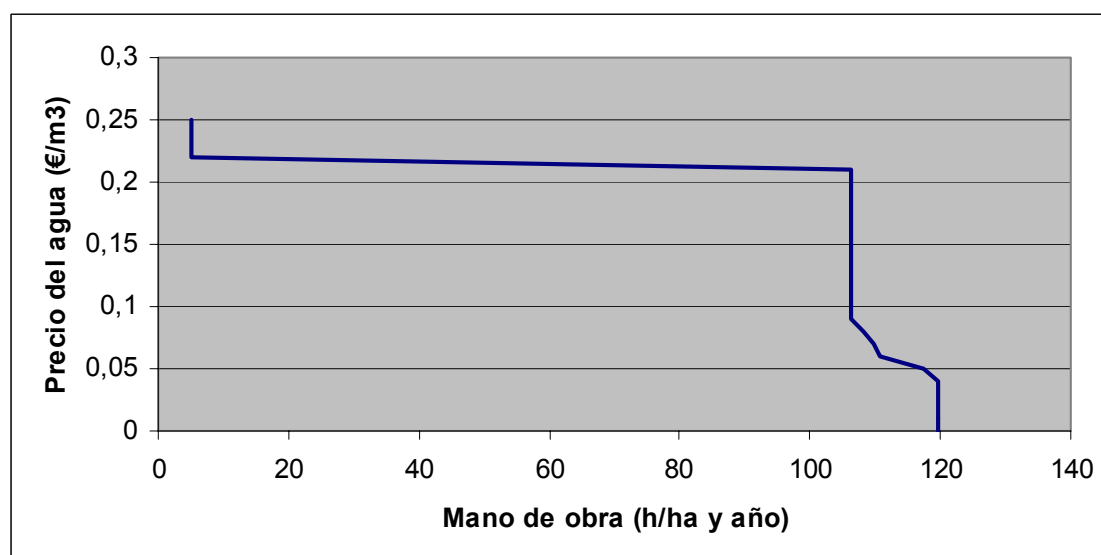


Figura 47.- Impacto de incrementos en la tarifa del agua de riego sobre el empleo directo generado por la agricultura en la zona del Bajo Ter.

Fuente: elaboración propia

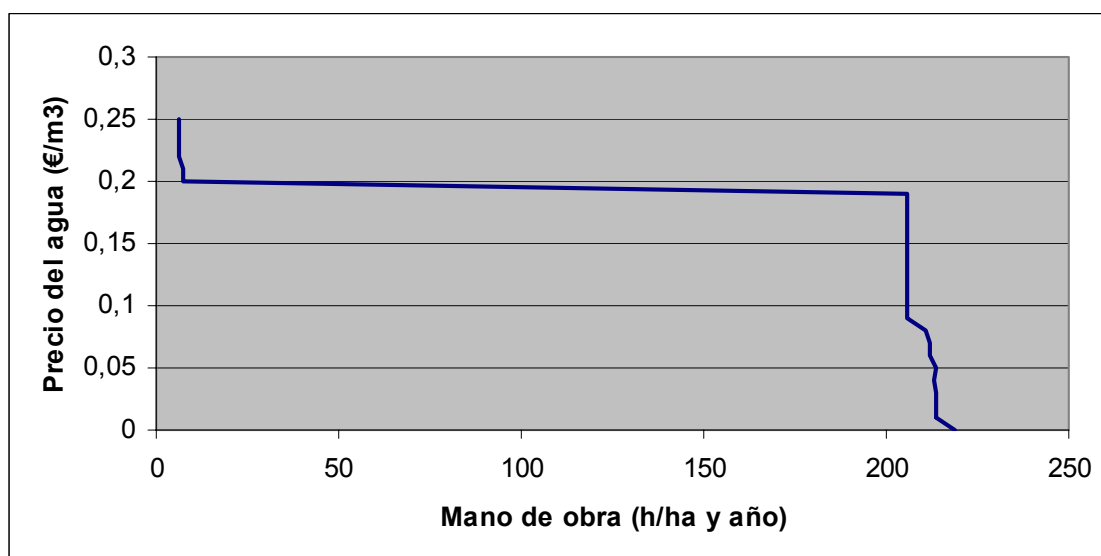


Figura 48.- Impacto de incrementos en la tarifa del agua de riego sobre el empleo directo generado por la agricultura en la zona del Medio Ter.

Fuente: elaboración propia

El primer elemento a destacar son las importantes diferencias en el empleo generado cuando la tarifa del agua es 0, en las tres zonas analizadas. En efecto, mientras que en el Muga este empleo es de 36 h/ha y año, en el Bajo Ter esta cifra aumenta hasta las 120, y en el Medio Ter hasta las 219 h/ha y año. Estas diferencias merecen un comentario aparte. En primer lugar, el empleo real generado por la actividad agropecuaria en el Muga es superior al considerado en el modelo, puesto que dicho modelo sólo contempla el empleo generado por la actividad agrícola y no considera la ganadera, que es importante en esta zona. Por otra parte, la actividad agrícola propiamente dicha genera más empleos en el Bajo Ter a causa de la importancia de las explotaciones frutícolas (que necesitan una cantidad considerable de mano de obra eventual), mientras que en el Medio Ter son los viveros de planta ornamental los que presentan una elevada contratación de mano de obra, en este caso fija.

El efecto de los incrementos tarifarios sobre la mano de obra generada en el Muga muestra un comportamiento decreciente y escalonado. Existe una primera fase inelástica (hasta los 0,05 €/m³), en la que, como no cambian los cultivos, tampoco cambian las necesidades de mano de obra. A continuación hay una zona elástica, que termina a los 0,22 €/m³, punto en que empieza una última zona, de comportamiento inelástico. Es de destacar que, mientras en la situación inicial de tarifa cero el empleo generado es de 36 h/ha y año, cuando toda la producción es de secano el empleo pasa a sólo 6 h/ha y año. Es decir, pasar de regadío a secano implica reducir a un sexto el empleo directo generado.

En el Bajo Ter, hasta una tarifa superior a los 0,04 €/m³ la mano de obra se mantiene constante. A partir de este punto empieza a decrecer, pero esta disminución no es muy brusca. Es más, hasta los 0,22 €/m³ la mano de obra sólo disminuye de 120 a 106 h/ha y año, es decir, un 11,7%. Esta elevada contratación se mantiene en este nivel tarifario gracias a la permanencia en los planes productivos de los regantes de las plantaciones frutícolas.

En el Medio Ter el empleo generado inicialmente disminuye muy poco hasta que la tarifa del agua supera los 0,19 €/m³. Concretamente en este intervalo pasa de 219 a 206 h/ha y año, lo que significa una disminución del 5,8%. La explicación se halla en la continuidad de los viveros de plantas leñosas ornamentales, que no desaparecen hasta niveles tarifarios superiores.

En general, debe destacarse que el empleo directo generado por la agricultura en esta zona no es tan elevado como en otras zonas de España. Sin embargo, para hacerse una idea de la importancia real de la agricultura en esta área geográfica, deben tenerse en cuenta una serie de factores, algunos ya apuntados con anterioridad: existen una cantidad importante de puestos de trabajo generados por la actividad ganadera asociada a la agricultura (no contabilizados en el modelo); también existen toda una serie de puestos de trabajo indirectos, del sector secundario, cuyo futuro podría estar comprometido en caso de cambios radicales en la actividad agrícola. Un ejemplo podrían ser las deshidratadoras de alfalfa presentes en la zona. Además hay que tener presente que, aunque las horas por hectárea de trabajo generadas por la agricultura no sean muy elevadas, estas horas no pueden traducirse directamente en número de personas ocupadas: hay una cantidad importante de agricultores que, teniendo la agricultura como fuente principal de ingresos, compaginan la actividad agraria con otras actividades económicas; además, existe otro grupo de personas que se dedican a la agricultura como actividad profesional secundaria, como producción para autoconsumo o simplemente como pasatiempo. En este grupo se hallan los jubilados que continúan con su actividad agraria.

11.1.4. Análisis del efecto de incrementos en la tarifa del agua de riego sobre la aplicación de abono nitrogenado

Las Comunidades estudiadas forman parte de las zonas vulnerables en relación a la contaminación de nitratos procedentes de fuentes agrarias. De ahí la especial importancia de este apartado.

Los resultados de este apartado se resumen en la Figura 49, la Figura 50 y la Figura 51.

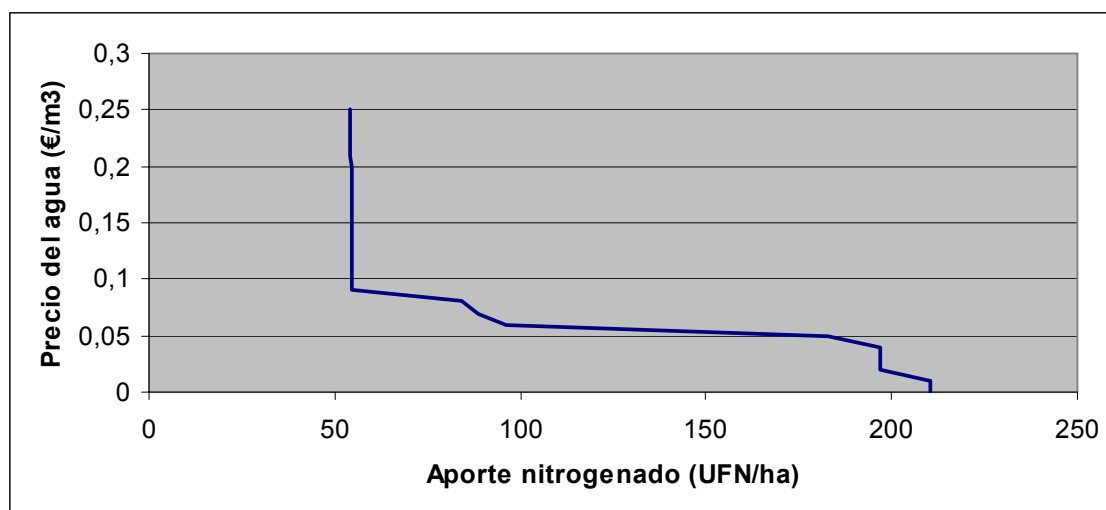


Figura 49.- Impacto de incrementos en la tarifa del agua de riego sobre el aporte de fertilizante nitrogenado en la zona del Muga.

Fuente: elaboración propia

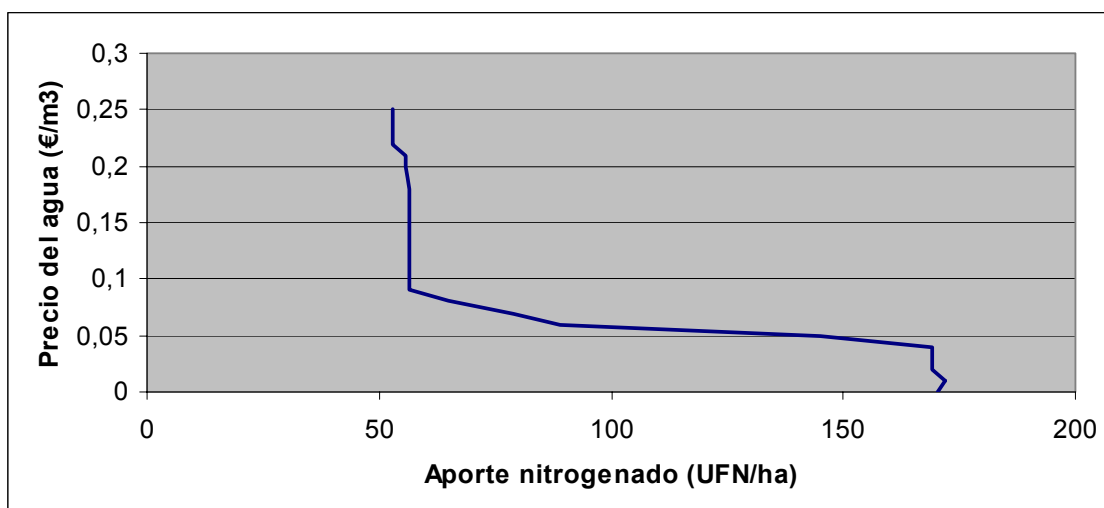


Figura 50.- Impacto de incrementos en la tarifa del agua de riego sobre el aporte de fertilizante nitrogenado en la zona del Bajo Ter.

Fuente: elaboración propia

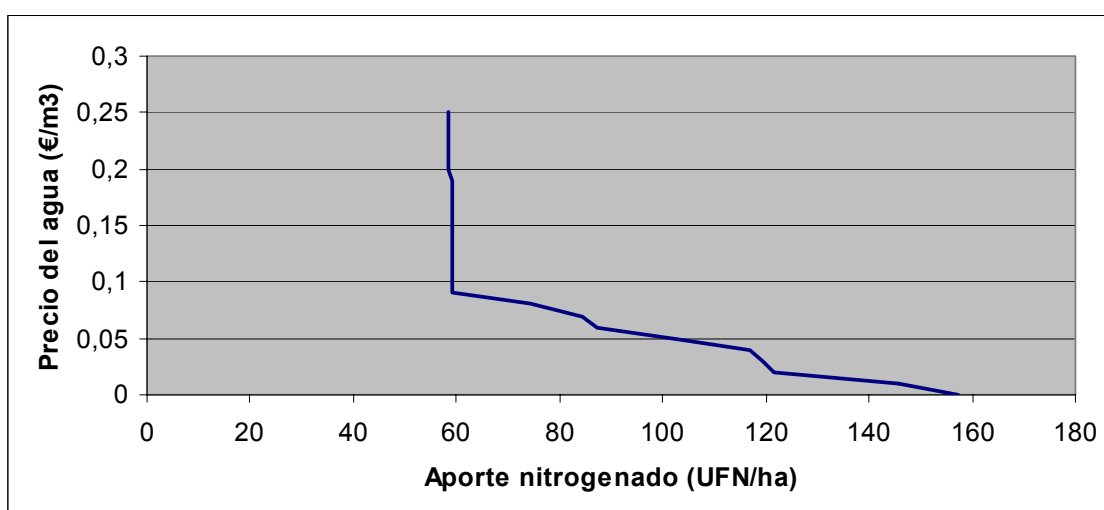


Figura 51.- Impacto de incrementos en la tarifa del agua de riego sobre el aporte de fertilizante nitrogenado en la zona del Medio Ter.

Fuente: elaboración propia

La cantidad aportada de fertilizante nitrogenado se muestra muy sensible a incrementos en la tarifa del agua.

En el caso del Muga, y partiendo de la situación de precio cero, el aporte de fertilizante se mantiene constante hasta los 0,01 €/m³. A partir de los 0,02 €/m³ se produce una disminución del 6'3% en el aporte de fertilizante (en esta situación la disminución en el consumo de agua sólo es de un 0,9%). Hasta los 0,08 €/m³ el aporte de nitrógeno se comporta de forma elástica. A partir de este punto, el comportamiento es inelástico. Pasar de producir regadío a secano implica una disminución del 74'2% del abonado nitrogenado.

En el Bajo Ter el nivel inicial de abonado por hectárea es superior, y se mantiene constante hasta los 0,04 €/m³. A partir de este punto empieza el comportamiento elástico. Es decir, que según el modelo no se produce una disminución en el aporte nitrogenado hasta que la tarifa supera los 0,04 €/m³. El último tramo, inelástico, empieza a los 0,22 €/m³. El aporte nitrogenado correspondiente a este nivel tarifario implica un ahorro de un 69% respecto la situación de tarifa cero.

La zona del Medio Ter muestra un comportamiento elástico del aporte nitrogenado, desde un nivel tarifario 0 hasta los 0,19 €/m³. Una tarifa de 0,02 €/m³, por ejemplo, implicaría una disminución del abonado de un 22'8% respecto el aporte cuando la tarifa es cero. A partir de los 0,20 €/m³ la curva se comporta de forma inelástica, con un ahorro respecto la situación de tarifa cero de un 62,5% del fertilizante.

Son destacables las diferencias existentes entre los aportes nitrogenados en la situación de precio cero entre las tres zonas: la fertilización de la zona del Muga es sensiblemente superior a la de las zonas del Ter, bastante similares entre sí. La causa se halla en el efecto del cultivo de maíz, que tiene mayor importancia (respecto la superficie total de cada zona) en el Muga que en las otras Comunidades.

11.1.5. Comparación de los resultados de la simulación del comportamiento de los regantes ante incrementos tarifarios con los obtenidos por otros autores

Comparando los resultados de esta simulación con los obtenidos en el trabajo de Sumpsi *et al.* (1998), en que se analizan 15 zonas regadas de Andalucía, Castilla-León, Castilla-La Mancha y la Comunidad Valenciana, y en el trabajo de Berbel *et al.* (1999), centrado en la cuenca del Guadalquivir, se observan una gran cantidad de elementos coincidentes. A nivel de las curvas de demanda existe una coincidencia en su comportamiento general, con la presencia de las distintas zonas diferenciadas destacadas anteriormente. Debe tenerse en cuenta las importantes diferencias existentes entre estas zonas tanto a nivel de tipo de cultivos como a nivel de las funciones de utilidad obtenidas, aunque esto no ha supuesto ningún obstáculo para llegar a resultados con similitudes importantes. Este hecho es relevante, puesto que no existen trabajos previos de esta naturaleza ubicados en el Bajo Ter y el Muga. En todos estos trabajos se coincide en el hecho que una política tarifaria aplicada en la zona de comportamiento inelástico de la curva de demanda no consigue ahorros significativos de agua. Estos ahorros se producen cuando la tarifa se halla en la zona de comportamiento elástico, pero este hecho lleva asociado una considerable disminución del nivel de renta del regante.

En este sentido González (2000) también destaca la importancia de la elasticidad precio de la demanda en el efecto de la discriminación tarifaria del agua de riego.

Sumpsi *et al.* (1998) sugieren la aplicación de políticas tarifarias que incorporen bonificaciones al volumen de agua no consumida como sistema para fomentar el ahorro sin disminuir excesivamente la renta de los regantes. Sin embargo, esta solución implica una disminución de la recaudación pública. Estos mismos autores destacan la diversidad de problemas existentes en las distintas cuencas españolas, hecho que podría implicar efectos muy distintos de una misma política tarifaria aplicada a distintas cuencas. Para la consecución de un objetivo combinado de ahorro del recurso, mejora de la calidad del agua y recuperación de costes, aconsejan la imposición de una tarifa fija por hectárea, asociada a una política de reducción de las concesiones mediante compensaciones o a una política de fomento de los planes de mejora y modernización del regadío de las Comunidades de Regantes, condicionada a la disminución de su concesión de agua en la misma proporción

en que se incremente la eficiencia técnica de la red de distribución de la Comunidad. Estas posibilidades no se han considerado en el presente estudio.

Albiac *et al.* (2001), analizan el efecto de distintas medidas sobre la cantidad de nitrógeno lixiviado con el agua de riego, en la zona de Monegros-Flumen. Entre sus conclusiones destaca que aumentando el precio del agua, su percolación y el lixiviado de nitrógeno se reducen drásticamente, pero con un elevado coste para los agricultores medido por la reducción del margen neto. La medida de protección de la calidad del agua más eficiente por su capacidad de reducción de la contaminación y el bajo coste para los agricultores es el establecimiento de un estándar que limite la aplicación máxima de nitrógeno, siendo su principal problema asociado la dificultad de controlar el respeto de esta dosis máxima por parte de los agricultores.

El resultado, por lo que se refiere a la disminución del lixiviado mediante el aumento de precio del agua coincide con el hallado en el presente trabajo. Según la simulación realizada, para conseguir ahorros importantes en el aporte de nitrógeno la tarifa del agua debe situarse en la zona en que la demanda es muy sensible a los incrementos de precio. Y en esta zona, ya se ha visto que se producían impactos importantes sobre el excedente del regante.

11.2. Simulación del comportamiento de los agricultores ante restricciones en el suministro hídrico

En este caso se supone la existencia de distintos niveles de restricciones hídricas. Se ha considerado como precio del agua el actual, es decir, los regantes pagan una tarifa por superficie a la Comunidad, pero no se aplica tarifa volumétrica alguna. La dotación de agua en ausencia de restricciones se calcula como el consumo de los regantes correspondiente a un precio volumétrico nulo del agua. En todos los casos se supone que las restricciones son conocidas con suficiente antelación por los regantes para modificar sus decisiones de siembra de la campaña. Además, se contemplan dos posibilidades: restricciones en el suministro en un marco de la PAC pre-Agenda 2000 (superficie máxima en retirada del 20% de la superficie dedicada a los cultivos COP), y restricciones en el mismo marco pero con aplicación de medidas específicas de la Administración Autonómica Catalana (ampliación de la superficie máxima en retirada subvencionada del 20% de la superficie dedicada a los cultivos COP hasta el 75%; esta medida se ha aplicado en situaciones de riesgo de restricciones graves en el suministro, situación que se ha producido en el año 2002).

11.2.1. Simulación del comportamiento de los regantes ante restricciones en la zona del Muga

Aunque mediante la simulación se pueden analizar resultados a distintos niveles (decisiones productivas, excedente del regante, empleo directo generado y aporte nitrogenado por unidad de superficie), para simplificar y no extenderse demasiado en la exposición de resultados, el análisis de cada una de las tres zonas estudiadas se centra en el excedente obtenido por el regante ante distintos niveles de disponibilidad de agua, por considerarlo el parámetro más interesante.

Los resultados de esta simulación correspondientes a la zona del Muga se muestran en la Figura 52.

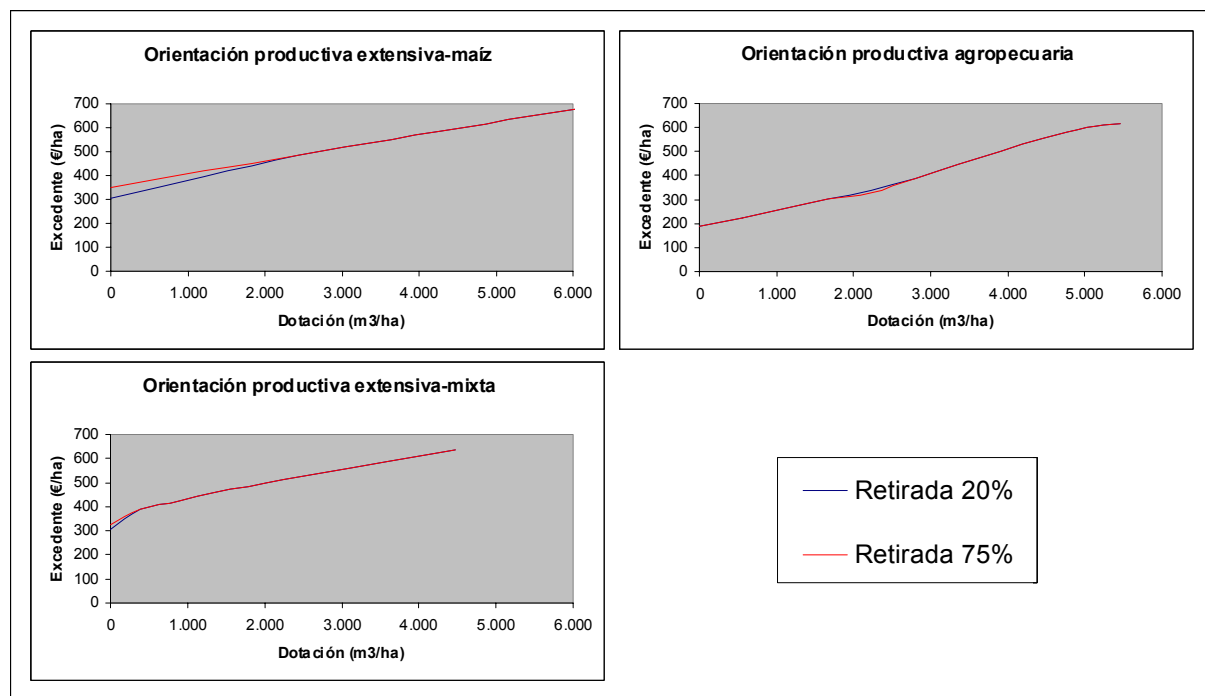


Figura 52.- Excedente de los regantes de las orientaciones productivas del Muga ante distintos niveles de disponibilidad del recurso.

El nivel de dotación máximo representado en cada gráfica indica el consumo en condiciones de inexistencia de restricciones en el suministro (consumo “normal”). Fuente: elaboración propia

El resultado de cualquier tipo de restricción hídrica en la zona del Muga implica una pérdida de renta para cualquier orientación productiva. Este decremento de renta es bastante constante: de hecho, las curvas de excedente obtenidas se aproximan mucho a rectas.

Es de destacar que el efecto de la medida de permitir un incremento de la retirada máxima hasta el 75% no representa mejoras muy elevadas en el excedente del regante, siendo el caso más destacable el de la orientación productiva “extensiva-maíz”, ante una restricción total del suministro. En esta situación, permitir un incremento de la retirada máxima de un 20% hasta un 75% significa pasar de un excedente de 305 €/ha hasta los 348 €/ha (un incremento del 14,2%). La posibilidad de incrementar la superficie de retirada por encima del 20% de la superficie dedicada a los cultivos COP empieza a aprovecharse significativamente cuando la restricción es tan elevada que el suministro representa solamente el 30% del consumo normal.

La orientación productiva “extensiva-mixta” sólo aprovecha el incremento de retirada máxima en condiciones de sequía total, situación en que permite incrementar la renta en un 7,2%.

11.2.2. Simulación del comportamiento de los regantes ante restricciones en la zona del Bajo Ter

Los resultados de esta simulación correspondientes al Bajo Ter se muestran en la Figura 53.

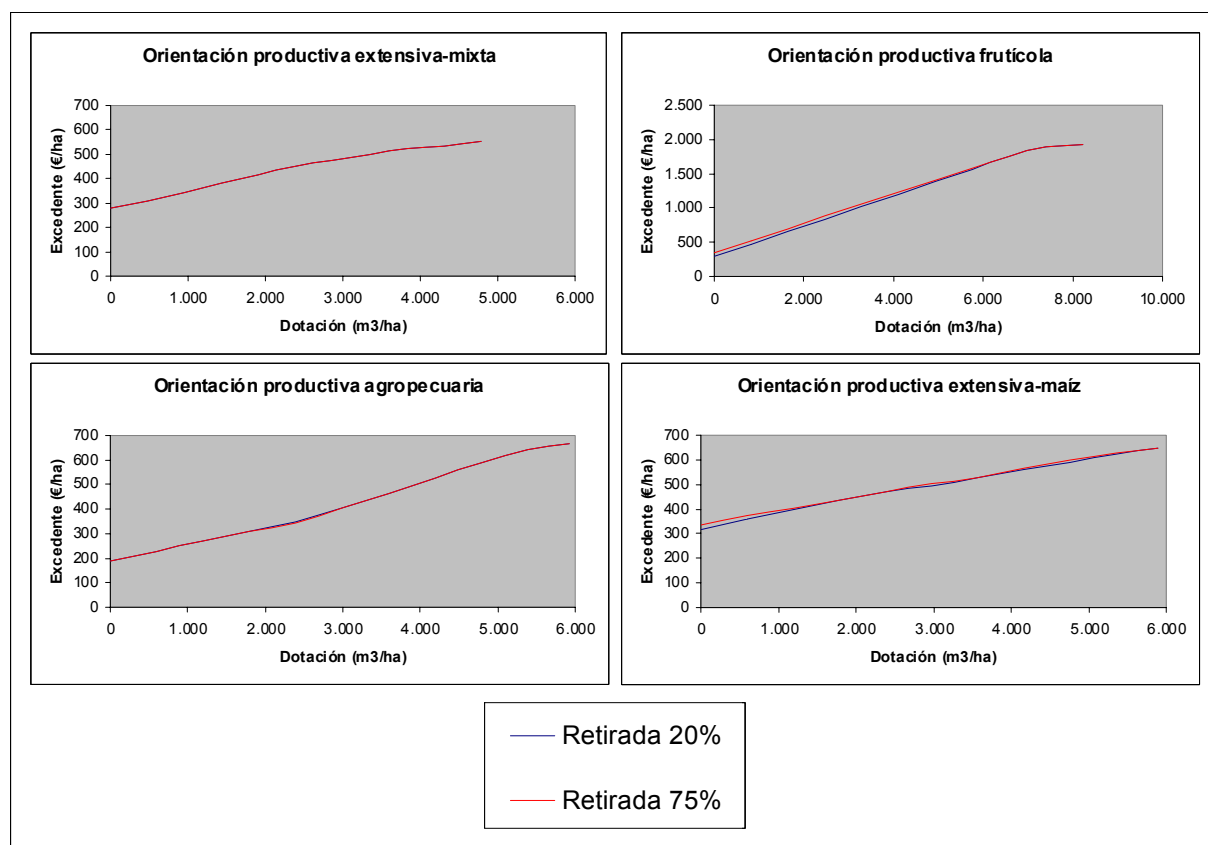


Figura 53.- Excedente de los regantes de las orientaciones productivas del Bajo Ter ante distintos niveles de disponibilidad del recurso.

El nivel de dotación máximo representado en cada gráfica indica el consumo en condiciones de inexistencia de restricciones en el suministro (consumo “normal”). Nótese que en las representaciones de todas las tipologías se ha empleado la misma escala en la representación del excedente y de la dotación hídrica, excepto en la orientación productiva “frutícola”, en la que por su nivel de consumo se ha cambiado la escala de los ejes. Fuente: elaboración propia

En el Bajo Ter se repite bastante la situación descrita para el Muga. Las distintas tipologías disminuyen su excedente de forma bastante proporcional a la disminución de agua suministrada. En el caso de las explotaciones frutícolas se observa una doble pendiente en la curva. La explicación es la siguiente: ante situaciones de restricciones leves, los regantes dejan de producir cultivos herbáceos extensivos en regadío (maíz, cereal grano y alfalfa) y mantienen el riego en los frutales, que ofrecen un rendimiento económico superior. Cuando la restricción es tal que no se puede suministrar agua para toda la superficie cultivada de frutal, el hecho de sustituir este cultivo provoca decrementos superiores en el excedente, lo que implica un cambio en la pendiente de la curva que representa dicho excedente.

Las orientaciones productivas que muestran diferencias superiores entre la situación de límite de retirada del 20% y de límite del 75% son la “frutícola” y la “extensiva-maíz”. En el caso de la primera, el efecto empieza a notarse a partir de niveles de suministro de un 80% del consumo en situación normal. En esta situación, el incremento de la retirada permite un incremento del 0,5% del excedente. El máximo incremento de excedente se da en situación de suministro nulo, cuando este excedente aumenta un 18,2%.

En la tipología “extensiva-maíz” el efecto de la retirada extra se empieza a notar cuando el suministro es del 90% del consumo existente cuando no hay restricciones. En esta situación el incremento de excedente entre los dos escenarios de retirada máxima es de un 1,2%. En el caso de suministro nulo, el incremento de excedente entre escenarios alcanza el 6,2%.

11.2.3. Simulación del comportamiento de los regantes ante restricciones en la zona del Medio Ter

Los resultados de esta simulación correspondientes al Medio Ter se muestran en la Figura 54.

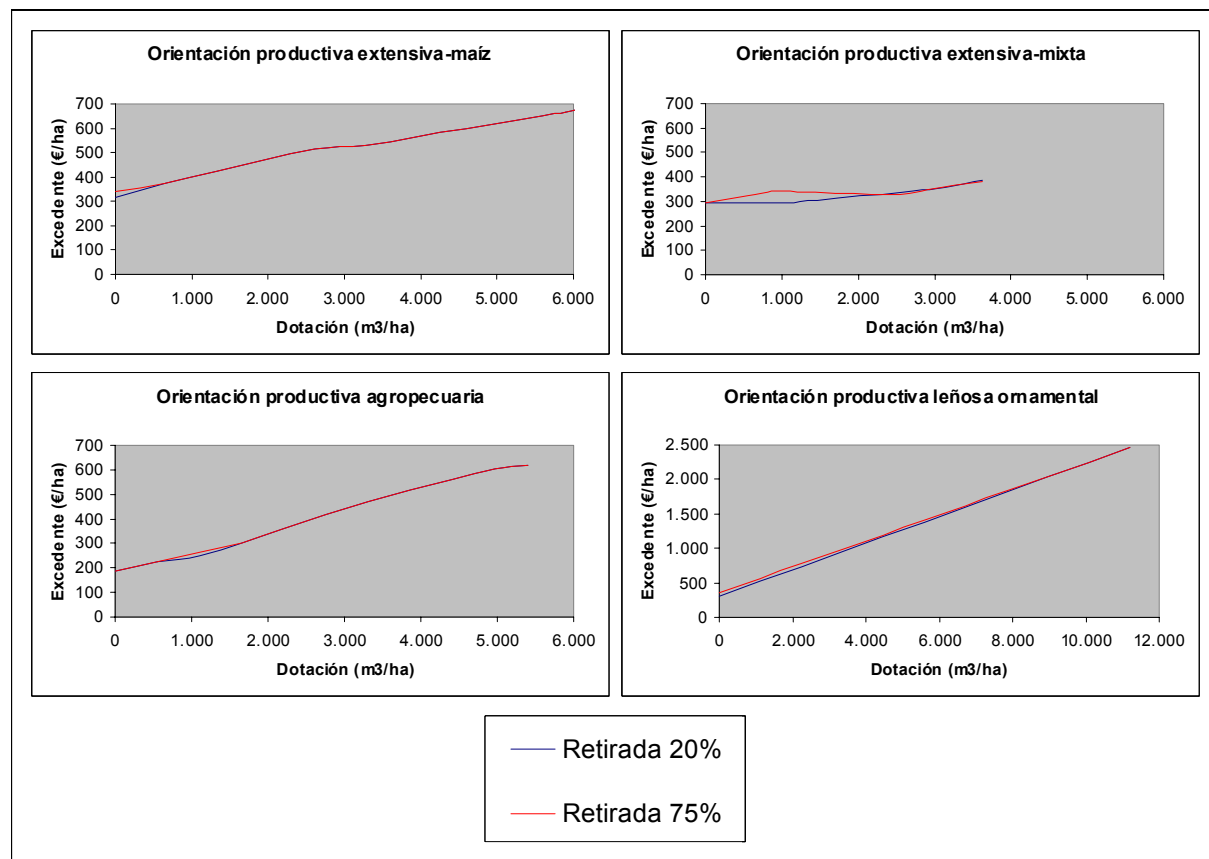


Figura 54.- Excedente de los regantes de las orientaciones productivas del Medio Ter ante distintos niveles de disponibilidad del recurso.

El nivel de dotación máximo representado en cada gráfica indica el consumo en condiciones de inexistencia de restricciones en el suministro (consumo “normal”). Nótese que en las representaciones de todas las tipologías se ha empleado la misma escala en la representación del excedente y de la dotación hídrica, excepto en la orientación productiva “leñosa ornamental”, en la que por su nivel de consumo se ha cambiado la escala de los ejes. Fuente: elaboración propia

En el Medio Ter el comportamiento de las distintas tipologías es bastante estándar, a excepción del caso de la orientación productiva “extensiva-mixta”. Esta orientación, que en condiciones normales presenta un nivel de excedentes inferior al resto, no es tan sensible a las restricciones como las otras tipologías. A niveles bajos de restricciones ya se empiezan a sustituir los cultivos de regadío por producciones de secano. Esto provoca que un incremento considerable en la restricción del suministro sólo implique una disminución

pequeña del excedente del regante (la curva que representa el excedente de esta tipología es la más horizontal entre las curvas analizadas). Además, el nivel de consumo de agua en situación de restricción nula también es el más bajo de entre todas las tipologías estudiadas.

Si se analizan las diferencias entre las dos posibilidades de superficie máxima de retirada, se observa que la orientación “extensiva-maíz” sólo muestra un comportamiento diferencial en condiciones de suministro nulo (con una diferencia entre excedentes de un 7,7%)

La tipología mixta muestra diferencias a partir de niveles bajos de restricción: la diferencia entre excedentes evoluciona de un 3,7% cuando el suministro es de un 90%, a un 6,5% cuando el suministro es sólo del 10%, pasando por un máximo de un 16-17% para suministros de entre el 80% al 30% del consumo cuando no existe restricción alguna.

Por último, la orientación productiva “leñosa ornamental” muestra que la posibilidad de incrementar de un 20% a un 75% la superficie máxima de retirada se aprovecha desde niveles bajos de restricción (cuando el suministro es de un 90%, el incremento de excedente entre los dos escenarios es de un 0,2%), llegando a su efecto máximo cuando el suministro es nulo (16,0% de incremento del excedente).

11.2.4. Simulación del comportamiento de los regantes ante restricciones en el conjunto de la zona de estudio

En la Tabla 50, la Tabla 51 y la Tabla 52 se resumen los principales resultados de distintos niveles de restricción en el suministro, a nivel global de la zona de estudio.

Tabla 50.- Variación del excedente para distintos niveles de dotación de agua.

Dotación	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0
Retirada máxima del 20%	0,00	-0,09	-0,23	-0,36	-0,50	-0,65
Retirada máxima del 75%	0,00	-0,09	-0,22	-0,36	-0,49	-0,63

La dotación expresa, en tanto por uno, la proporción de agua de la que el regante dispone respecto a una situación sin restricciones. La variación del excedente se calcula en porcentaje respecto a la situación sin restricciones (dotación “1”). Fuente: elaboración propia

En esta tabla se observa el efecto de las restricciones en la dotación de agua sobre la renta. Una dotación de un 80% del agua disponible en condiciones normales implica una disminución de un 9% de la renta, que se dispara hasta más de un 20% cuando la dotación disminuye a un 60%. El paso de producir en regadío a producir en secano implica una disminución de la renta superior al 60%.

Tabla 51.- Variación de la mano de obra generada para distintos niveles de dotación de agua.

Dotación	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0
Retirada máxima del 20%	0,00	-0,11	-0,30	-0,49	-0,69	-0,94
Retirada máxima del 75%	0,00	-0,10	-0,30	-0,49	-0,69	-0,95

La dotación expresa, en tanto por uno, la proporción de agua de la que el regante dispone respecto a una situación sin restricciones. La variación de mano de obra se calcula en porcentaje respecto a la situación sin restricciones (dotación “1”). Fuente: elaboración propia

Respecto a la variación de la mano de obra se puede ver que a partir niveles bajos de restricción en el suministro el efecto sobre el empleo ya es considerable, aumentando espectacularmente hasta una disminución máxima de más del 90% cuando se pasa a producir totalmente en seco.

Tabla 52.- Variación del aporte de fertilizante nitrogenado para distintos niveles de dotación de agua.

Dotación	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0
Retirada máxima del 20%	0,00	-0,26	-0,41	-0,53	-0,58	-0,69
Retirada máxima del 75%	0,00	-0,24	-0,41	-0,52	-0,64	-0,76

La dotación expresa, en tanto por uno, la proporción de agua de la que el regante dispone respecto a una situación sin restricciones. La variación de aporte de fertilizante se calcula en porcentaje respecto a la situación sin restricciones (dotación "1"). Fuente: elaboración propia

Se puede observar que una restricción en el suministro de un 20% (dotación del 80% de la cantidad de agua sin restricciones) provoca disminuciones superiores en el aporte de fertilizante. Esta disminución llega hasta niveles del orden del 70% cuando la producción se realiza totalmente en seco.

Como comentario general puede destacarse el hecho del discreto efecto obtenido de la medida de permitir el incremento de superficie en retirada, respecto todas las variables consideradas. En las tipologías en que este efecto destaca más, como mucho llega a incrementar un 14-18% el excedente. Sin embargo, este máximo incremento se da en la gran mayoría de los casos cuando las restricciones son graves (cuando el suministro se encuentra entre un 10% y un 0% del consumo en condiciones normales). Lógicamente, las pérdidas sufridas por el regante al pasar de producir regadío a seco son muy superiores a este pequeño incremento del excedente.

Por ejemplo, en la orientación productiva "extensiva-maíz" de la zona del Muga, el paso de un suministro normal a un suministro nulo implica una disminución del excedente de 680 a 305 €/ha. Si se permite el aumento de retirada hasta un 75% de la superficie dedicada a cultivos COP, el excedente en situación de no suministro aumenta a los 348 €/ha. Es decir, las pérdidas pasarían de ser de un 55,1% a un 48,8%. Es decir, aumenta el excedente, pero el resultado final aún es extremadamente desfavorable para el regante.

11.3. Simulación del comportamiento de los agricultores ante la instauración de mercados locales de agua de riego

La aprobación de la reforma de la Ley de aguas en España posibilita el establecimiento de mercados secundarios o derivados de aguas, donde los regantes con concesión de recursos pueden, bien consumirlos en su explotación, bien cederlos por un precio a terceros.

En este estudio se analiza el efecto de la instauración de mercados de aguas a nivel intracomunitario e intercomunitario. En el primer caso se considera el efecto del mercado entre las distintas orientaciones productivas de un mismo grupo de Comunidades. En el segundo caso se supone que el mercado afecta a los grupos de Comunidades del Medio Ter y del Bajo Ter. Se han excluido las Comunidades del Muga por la dificultad de aplicación real de dicho mercado, debido a la falta de infraestructuras adecuadas de transporte de agua entre las dos cuencas.

Los agentes participantes en un mercado de aguas deben asumir una serie de costes de transacción (derivados de los procesos inherentes a las operaciones de compra-venta: búsqueda de comprador/vendedor, tareas de control, contratación, realización de los pagos/cobros, etc.). En el análisis que se realiza se desprecian estos costes de transacción. Aunque se trata de una hipótesis poco realista (a menos que dichos costes fuesen asumidos en mayor o menor medida por la Administración), los resultados obtenidos se consideran interesantes a pesar de la simplificación adoptada.

11.3.1. Simulación de mercados intracomunitarios

Como en cualquier análisis sobre mercados, se ha estudiado la relación entre la oferta y la demanda de un determinado producto, que en este caso actúa como factor de producción: el agua. Como funciones de demanda se emplean las halladas en fases previas de la simulación, mientras que la oferta se considera determinada de forma exógena por la Administración Hidráulica, la cual, en función de la cantidad de agua embalsada, establece las dotaciones anuales a desembalsar para su uso en regadío. Se trata por tanto de una curva totalmente inelástica en el corto plazo. Esta cantidad de agua se reparte entre los regantes en función de la superficie de que disponen.

Para facilitar la comprensión del planteamiento empleado en la modelización de mercados se analiza detalladamente una situación concreta. Esta situación corresponde a la zona del Bajo Ter, suponiendo una dotación de agua (oferta) limitada a 4.000 m³/ha para todas las orientaciones productivas, y se representa en la Figura 55. Cada orientación (o mejor dicho, cada regante perteneciente a una determinada orientación productiva) comprará o venderá agua en función de la utilidad que ésta le proporcione. Lógicamente, la oferta de agua será un factor determinante en el funcionamiento del mercado. En una situación en la que cada usuario disponga de agua propia suficiente para satisfacer todas sus necesidades no se producirán operaciones de compraventa.

En esta figura, una línea vertical señala la oferta existente. La intersección de esta cantidad de recurso disponible con cada una de las curvas de demanda se señala con la notación F para la orientación "frutícola", A para la "agropecuaria", M para la "extensiva-maíz", X para la "extensiva-mixta" y E (equilibrio) para la media de la zona. A cada uno de estos puntos le corresponde un nivel de precios (P_f , P_a , P_m , P_x y P_e , respectivamente). Dichos puntos expresan, en forma de unidades monetarias, la utilidad marginal que el agua aporta a cada uno de los grupos de productores. La diferencia entre utilidades marginales para una misma cantidad de agua disponible es el eje sobre el que se basa el funcionamiento del mercado.

Así pues, en el caso de una oferta de 4.000 m³/ha la utilidad marginal media de la zona es de 0,05-0,06 €/m³. Esta utilidad marginal coincide con la de la orientación productiva "extensiva-maíz", pero es superior a la de la orientación "extensiva-mixta" (0,04-0,05 €/m³), e inferior a la de las tipologías "agropecuaria" (0,08-0,09 €/m³) y "frutícola" (0,21-0,22 €/m³).

En este punto es conveniente recordar que la demanda media de la Comunidad no es una media directa de las demandas de las distintas orientaciones productivas, sino que se obtiene de una media ponderada en función de la importancia de la superficie de cada tipología respecto la superficie total de la Comunidad.

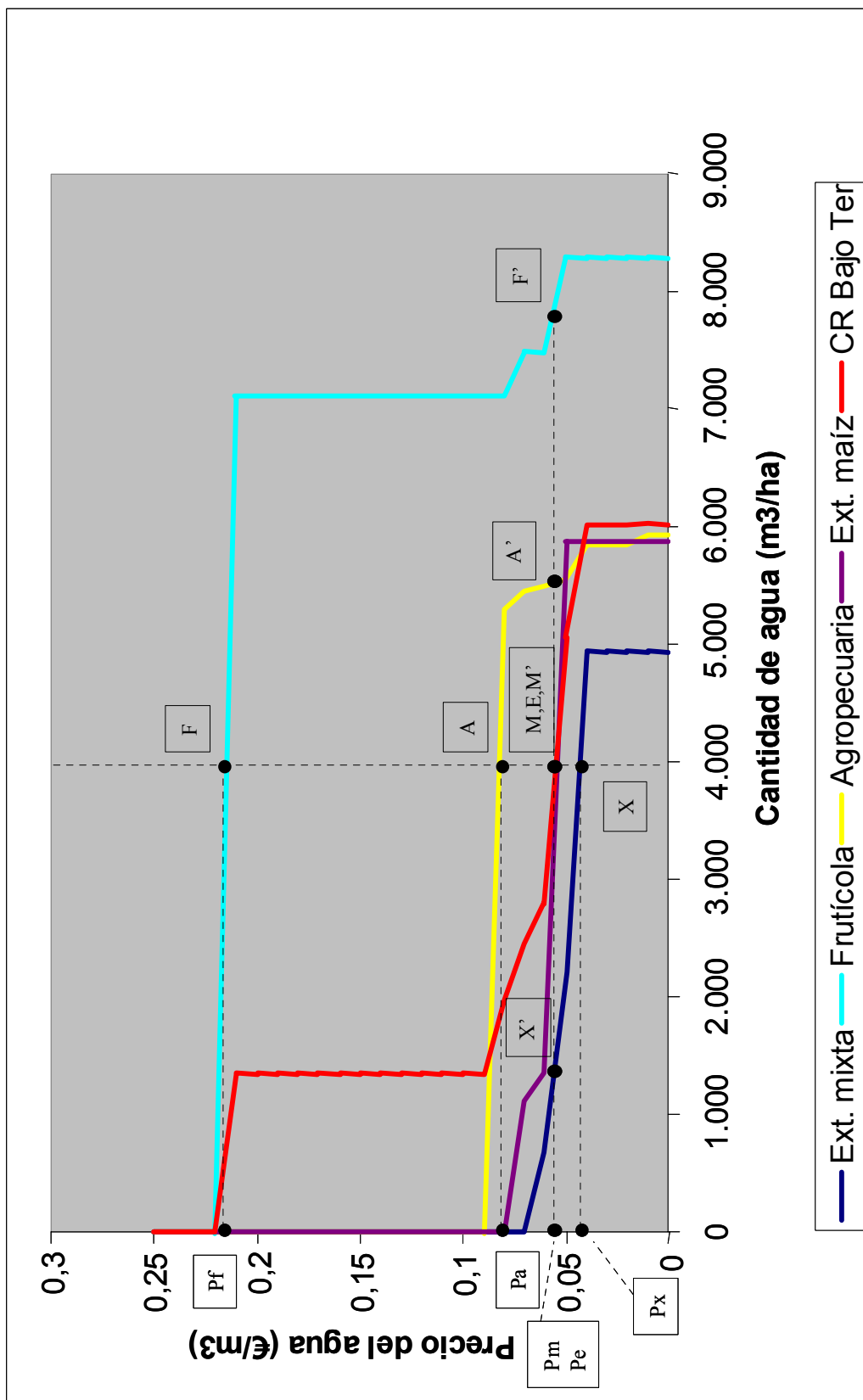


Figura 55.- Esquema del funcionamiento del mercado de aguas empleado en la simulación.

Fuente: elaboración propia

En el caso de establecerse un mercado de aguas en régimen de competencia perfecta y sin costes de transacción, este mercado haría que se intercambiasen cantidades de agua hasta igualar las utilidades marginales del agua para las distintas tipologías, llegándose a una situación de equilibrio. Este punto de equilibrio se corresponde con la intersección de la oferta y la curva de demanda media de la zona (E). Partiendo de esta hipótesis, el mercado provocaría los efectos descritos a continuación.

En el caso de la orientación productiva “extensiva-maíz” no se realizarían operaciones de compra-venta, por la mencionada coincidencia de su utilidad marginal con la media del mercado (con lo que pasaría de M a M' , que son puntos coincidentes).

La tipología “extensiva-mixta” pasaría de una situación X a una X' . Este cambio provoca que los regantes actúen como agentes oferentes del recurso, concretamente en la cantidad definida por el segmento $X'E$ (por hectárea). Estos agricultores pierden de esta forma parte del excedente obtenido con su producción, cuantificable en el área del polígono $XX'P_xPe$. Sin embargo este descenso se ve compensado por el cobro por el agua vendida (la cantidad viene dada por la diferencia existente entre E y X' y el precio de venta por Pe).

Por otra parte, la tipología “agropecuaria” pasaría de una situación A a A' . Este cambio implica que los regantes adquieran una cantidad adicional de agua, cuantificada por el segmento EA' . Esta situación aumenta el excedente obtenido por la producción agraria, cuantificable en el área $AA'PaPe$. En contrapartida, deben pagar por el agua (la cantidad de agua que adquieren viene dada por la diferencia entre A' y E , y el precio por Pe).

Por último, la orientación “frutícola” también se comportaría como un agente demandante del recurso. La existencia de mercado provocaría que pasase de una situación F a F' , lo que implica una compra por parte de los fruticultores de una cantidad EF' de agua por hectárea. El incremento de excedente resultante coincide con $FF'P_fPe$, mientras que el pago que debe realizarse por la compra de agua se obtiene del producto de la cantidad EF' por un precio Pe .

Una vez expuesto el planteamiento general del mercado en la simulación, en la Tabla 53 se exponen los resultados obtenidos para cada grupo de Comunidades.

Como era de esperar, la importancia de las transacciones de agua en el mercado aumenta mucho en situaciones de restricciones importantes. Cuando el suministro es escaso es cuando realmente el mercado juega un papel importante en los planes de los regantes. Asimismo, el signo de las operaciones de compra-venta era previsible para cada cantidad de agua disponible, en función de las curvas de demanda de cada orientación productiva. Mientras que hay tipologías que se comportan de distinta forma (oferente o demandante) en función de las disponibilidades hídricas, hay otras con marcado signo oferente o demandante. Por ejemplo, en el Bajo Ter, mientras la orientación “extensiva-mixta” es la principal oferente en el intervalo considerado, la “frutícola” es la principal compradora. Dado que esta orientación tiene como único objetivo maximizar su excedente, y dado el gran valor relativo de su producto, están dispuestos a pagar más por el agua que los otros regantes. Esta situación se repite también en el Medio Ter, donde la principal compradora es la orientación “leñosa ornamental” y la principal vendedora la “extensiva-mixta”.

Tabla 53.- Demanda y transacciones de agua por grupos de regantes, en los tres mercados intracomunitarios considerados.

Mercado intracomunitario en el río Muga						
Precio (€/m ³)		0,01	0,03	0,05	0,07	0,09
Dotación (m ³ /100 ha)		535.552	531.131	524.534	263.165	18.406
Compra de agua por orientación productiva (m ³ /ha)	“Extensiva-maíz”	701	745	811	-645	-172
	“Agropecuaria”	96	2	-138	2.339	-184
	“Extensiva-mixta”	-356	-312	-246	-1.291	194
Volumen total compraventa (m ³)		891.910	781.128	846.650	3.907.425	486.702
% volumen compraventa		3,19	2,82	3,09	28,44	50,66
Valor total compraventa (€)		8.919	23.434	42.333	273.520	43.803
Mercado intracomunitario en el Bajo Ter						
Precio (€/m ³)		0,01	0,03	0,05	0,07	0,09
Dotación (m ³ /100 ha)		602.035	601.027	504.857	246.512	134.894
Compra de agua por orientación productiva (m ³ /ha)	“Extensiva-mixta”	-1.076	-1.066	-2.831	-2.465	-1.349
	“Frutícola”	2.254	2.264	3.226	5.010	5.751
	“Agropecuaria”	-95	-169	503	2.980	-1.349
	“Extensiva-maíz”	-146	-136	826	-1.346	-1.349
Volumen total compraventa (m ³)		3.040.927	3.054.514	6.833.594	9.296.830	7.757.771
% volumen compraventa		7,11	7,16	19,06	53,12	81,00
Valor total compraventa (€)		30.409	91.635	341.680	650.778	698.199
Mercado intracomunitario en el Medio Ter						
Precio (€/m ³)		0,01	0,03	0,05	0,07	0,09
Dotación (m ³ /100 ha)		545.137	531.020	504.749	453.880	259.420
Compra de agua por orientación productiva (m ³ /ha)	“Extensiva-maíz”	205	346	609	-2.999	-2.412
	“Extensiva-mixta”	-4.569	-4.638	-5.047	-4.539	-2.594
	“Agropecuaria”	-46	-116	-32	221	-2.594
	“Leñosa ornamental”	5.749	5.890	6.153	6.661	8.606
Volumen total compraventa (m ³)		2.013.973	2.083.851	2.213.892	2.424.198	2.969.001
% volumen compraventa		24,63	26,16	29,24	35,61	76,30
Valor total compraventa (€)		20.140	62.516	110.695	169.694	267.210

Los símbolos de las casillas correspondientes a “compra de agua” son positivos cuando se refieren a cantidades compradas, y negativos cuando son cantidades vendidas. Fuente: elaboración propia

Lógicamente, la situación de existencia de mercado ha de permitir que todos los regantes mejoren su situación respecto a la situación “sin mercado”. Como ejemplos de esta afirmación se desarrollan algunos casos en detalle.

En el Muga, para una dotación de 18.400 m³/100 ha, la tipología “extensiva-maíz” y “agropecuaria” se comportan como oferentes, mientras que la “extensiva-mixta” lo hace como compradora. Al pasar de una situación “sin mercado” a una “con mercado”, las distintas tipologías sufren los cambios que se muestran en la Tabla 54.

Lógicamente, en el excedente calculado en la situación de mercado se ha incluido el efecto de la compraventa de agua (positivo en caso de venta, aumentando el valor del excedente, y negativo en caso de compra, disminuyéndolo).

Tabla 54.- Evolución de las funciones de utilidad entre un escenario sin mercado y uno con mercado en la zona del Muga, para una dotación de 18.400 m³/100 ha.

Orientación productiva “extensiva-maíz”		
	Sin mercado	Con mercado
Excedente (PTA/100 ha)	5.316.768	5.367.480
MO (h/ha)	663	610
MOTAD (riesgo)	2.562.203	2.507.504
Incremento de valor de la función de utilidad (%)		0,96
Orientación productiva “agropecuaria”		
	Sin mercado	Con mercado
Excedente (PTA/100 ha)	3.324.475	3.393.533
MO (h/ha)	959	894
MOTAD (riesgo)	853.547	819.541
Incremento de valor de la función de utilidad (%)		2,08
Orientación productiva “extensiva-mixta”		
	Sin mercado	Con mercado
Excedente (PTA/100 ha)	5.948.363	6.125.630
MO (h/ha)	1.830	3.442
MOTAD (riesgo)	3.184.840	3.601.416
Incremento de valor de la función de utilidad (%)		2,50

Fuente: elaboración propia

En la primera de estas orientaciones, el excedente aumenta y la mano de obra disminuye; estos dos elementos son los únicos que influyen en su función de utilidad, y el sentido de variación de ambos contribuye a aumentar el valor de dicha función, hasta un 0,96% (respecto la utilidad en el caso del mismo nivel de dotación pero considerado la inexistencia de mercado). En la orientación “agropecuaria”, el mercado permite aumentar el excedente, que es el único elemento que influye en su función de utilidad, incrementando su valor. Por último, en la tipología “extensiva-mixta” aumenta el excedente y también aumenta el riesgo. Ambos elementos influyen en la función de utilidad, y en este caso, en sentido contrario: mientras que el incremento de excedente hará aumentar el valor de la utilidad, el aumento de riesgo la hará descender. En este caso, sin embargo, el efecto global de ambos factores tiene signo positivo, incrementando la función de utilidad de la tipología. El ejemplo confirma el incremento de utilidad en cada una de las orientaciones por efecto del mercado de aguas.

Sin embargo, este incremento de utilidad no permite al regante compensar la disminución de utilidad respecto a una situación sin restricciones. Ya se ha visto que las transacciones más elevadas se producen cuando los niveles de suministro sufren restricciones importantes. Continuando con el ejemplo anterior, el nivel de restricción que conlleva implica una disminución del valor de la función de utilidad de la orientación “extensiva-maíz” de un 52,93% respecto la utilidad en una situación sin ninguna restricción; para la tipología “agropecuaria” la disminución es del 67,54%, y para la “extensiva-mixta”, del 45,72%. El hecho de existir el mercado de aguas sólo permite reducir estas disminuciones a un 52,49%, un 66,86% y un 44,36%, respectivamente (y suponiendo un coste de transacción nulo). Como puede apreciarse, aunque el mercado mejora la situación del regante, en las situaciones en que el mercado permite un mayor volumen de transacción, poco puede hacer para compensar la pérdida de utilidad provocada por las restricciones hídricas. Teniendo en cuenta que en la mayoría de tipologías analizadas el elemento más importante en la composición de la función de utilidad es el excedente, una disminución de la función de utilidad implica una pérdida importante de excedente por parte del regante.

Estos mismos cálculos pueden realizarse para cualquier escenario de dotación hídrica disponible, y para cada una de las tres zonas analizadas.

A continuación se expone un resumen de los incrementos de las funciones de utilidad entre la situación “sin mercado” y la situación “con mercado” en las distintas zonas estudiadas.

En el Muga los máximos incrementos en la tipología “extensiva-maíz” se dan para niveles bajos de restricción (dotaciones superiores a 535.000 m³/100 ha), en los que el incremento de la utilidad supera el 4%. En la “agropecuaria”, el efecto es superior a dotaciones muy inferiores: alrededor de los 270.000 m³/100 ha se obtienen incrementos de más del 20%. Y en la “extensiva-mixta” sobre los 205.000 m³/100 ha la utilidad aumenta en más del 3%.

En el Bajo Ter lo más destacable es el elevado incremento de utilidad de la tipología “frutícola”. Para el intervalo de dotación entre los 600.000 y los 135.000 m³/100 ha, las utilidades varían de un 13 a un 124%. La tipología “agropecuaria” muestra efectos interesantes a partir de dotaciones inferiores a los 280.000 m³/100 ha, punto en el cual el incremento de utilidad alcanza el 27%. Por otra parte el efecto del mercado es muy pequeño en las orientaciones “extensiva-mixta” y “extensiva-maíz”. En este último caso es de destacar que para niveles entre los 200.000 m³/100 ha y los 135.000 m³/ha los incrementos de utilidad aumentan hasta los 6-10%.

En el Medio Ter destaca el caso de la orientación “leñosa ornamental”. Para un intervalo muy amplio de dotaciones (desde los 545.000 hasta los 260.000 m³/100 ha) el incremento de utilidad es muy elevado, variando entre un 70 y un 110%. La tipología “extensiva-mixta” también consigue elevados incrementos en su función de utilidad, aunque por el extraño comportamiento de su curva de demanda invita a desconfiar de la exactitud de dichos resultados. La tipología “extensiva-maíz” consigue incrementos de un 5% para dotaciones de 505.000 m³/100 ha. Por último, la orientación “agropecuaria” sólo consigue incrementos de utilidad elevados a niveles bajos de dotación: 260.000 m³/100 ha corresponden a un incremento del 12%.

11.3.2. Simulación de un mercado de aguas intercomunitario en la zona del Ter

En este caso se supone la posibilidad de instauración de un mercado de aguas común que englobe la zona del Medio Ter y la del Bajo Ter. Aunque las transferencias de agua desde el río Ter a cada una de las Comunidades de Regantes implicadas se realiza desde puntos distintos y estas Comunidades no están dotadas de infraestructuras que permitan una transferencia física del agua de una Comunidad a otra, la transferencia de derechos sobre el uso del agua sería aplicable regulando la cantidad de agua que cada Comunidad deriva del curso del río Ter.

Un resumen de algunas de las situaciones posibles en el supuesto de existencia de dicho mercado se exponen en la Tabla 55.

Como puede observarse, para niveles bajos de restricción en el suministro, las transferencias de derechos se realizarían desde el Medio Ter hasta el Bajo Ter. Sin embargo, a medida que las restricciones en el suministro se vuelven más severas, las transferencias cambian de sentido, pasando a ser el Bajo Ter el oferente y el Medio Ter el demandante. En cualquier caso, y en el intervalo considerado, las transferencias apenas superan el 10% del total del agua disponible. Como el porcentaje aumenta cuando el volumen de agua disminuye, el máximo volumen de transferencia no coincide con los

niveles inferiores de suministro, sino que corresponde a una oferta de unos 2.400 m³/100 ha, situación en la cual el volumen de derechos transferidos sobrepasa los 2.700.000 m³.

Tabla 55.- Demanda y transacciones de agua correspondientes a cada Comunidad, en el caso de un mercado intercomunitario en el río Ter.

Mercado intercomunitario entre el Bajo y el Medio Ter						
Precio (€/m ³)		0,01	0,03	0,05	0,07	0,09
Dotación (m ³ /100 ha)		592.110	588.817	504.838	282.681	156.614
Compra de agua por zona (m ³ /ha)	Bajo Ter	99	122	0	-362	-217
	Medio Ter	-470	-578	-1	1.712	1.028
Volumen total compraventa (m ³)		704.607	866.951	1.335	2.567.984	1.542.092
% volumen compraventa		1,38	1,71	0,00	10,56	11,45
Valor total compraventa (€)		7.046	26.009	67	179.759	138.788

Los símbolos de las casillas correspondientes a “compra de agua” son positivos cuando se refieren a cantidades compradas, y negativos cuando son cantidades vendidas. Fuente: elaboración propia

11.3.3. Comparación de los resultados de la simulación de mercados de aguas con los obtenidos por otros autores

A continuación se comparan algunos resultados de este análisis con los obtenidos en otras simulaciones halladas en la bibliografía consultada.

En primer lugar se consideran los trabajos de Arriaza *et al.* (2002) y de Gómez-Limón y Arriaza (2000), ambos con una base común y sobre cuya metodología se basa la presente simulación. Las funciones de utilidad halladas por estos autores otorgan mayor importancia a la minimización del riesgo, en comparación con las funciones halladas en el presente modelo, centradas casi exclusivamente en la maximización del excedente. La simulación de mercados de aguas en los modelos citados consideran tres tipologías según el tamaño de la explotación: pequeños, medianos y grandes regantes. El resultado es que, para niveles bajos de restricción el suministro, los grandes y los medianos agricultores venden agua a los pequeños, y sólo para elevados niveles de restricción (dotación menor a 2.000 m³/ha) cambia el sentido de las transacciones. Centrándose en el intervalo de suministro entre 3.800 y 2.000 m³/ha, los regantes pequeños compran agua, para así aumentar su margen bruto, mientras que los grandes la venden, reduciéndose su margen bruto pero disminuyendo también el riesgo asumido, resultando en un incremento de su utilidad. En cambio, en el presente estudio, y dada la naturaleza preponderante (en la mayor parte de las tipologías analizadas) del objetivo maximización del excedente sobre el resto de componentes de la función de utilidad, el resultado de la instauración de mercados en la zona analizada suele provocar incrementos en el nivel de excedente para todas las orientaciones productivas. El hecho de considerar en este estudio un número más elevado de tipologías de regantes permite una mayor aproximación del modelo a la realidad (o al menos, esta es la intención), y el hecho de considerar orientaciones productivas dedicadas básicamente a cultivos leñosos de alto valor añadido (orientación “frutícola” en el Medio Ter y “leñosa ornamental” en el Muga) define directamente unos regantes dispuestos a pagar precios elevados por el agua y que en un mercado actuarán básicamente como demandantes. Estos grupos de regantes con un comportamiento tan claramente definido no se emplean en los análisis de los autores antes citados. El resto de resultados son difícilmente comparables entre los dos casos, dadas las diferencias entre los cultivos producidos, las funciones de utilidad halladas y las tipologías de regantes consideradas.

Por otra parte, Garrido (1995, 2000) también modeliza la implantación de un mercado de aguas en el valle del Guadalquivir, tanto a nivel intracomunitario como intercomunitario. Entre sus conclusiones destacan que las mejoras en las rentas de los regantes dependen fuertemente de los costes de transacción existentes, que las mejoras respecto una situación sin mercado son en la mayoría de los casos inferiores al 10%, que en situaciones de restricción moderada se incrementa la eficiencia económica del uso del recurso, y que el mercado estimula el ahorro de agua por parte del regante. El mismo trabajo establece previsiones de un bajo nivel de participación del sector agrario español en los mercados de aguas.

11.3.4. Comparación de los resultados sobre mercados de aguas procedentes de la simulación y de la encuesta

Si se analizan los resultados procedentes de la encuesta realizada referidos al tema de mercados de aguas, se observa que se trata de una cuestión bastante delicada, que ha provocado muchas reticencias a responder por parte de los regantes. A continuación se resumen las opiniones de dichos regantes, así como las de los responsables de las Comunidades.

Las cuestiones planteadas muestran un bajo índice de respuestas. Sólo en el Bajo Ter una mayoría de regantes se expresa al respecto, no mostrándose en general contrarios a las operaciones de compraventa de derechos, pero destacando la necesidad de regulación y control de los mismos por parte de la Administración. En las otras Comunidades la mayoría de regantes no opina, destacando el caso del Muga, en el que la mayoría de regantes que expresan alguna opinión se muestran contrarios a las operaciones de compraventa.

Coincidiendo con estas opiniones, la Comunidad del Marge Esquerre del Riu Muga ha llegado a establecer una prohibición expresa de compra y venta de agua (e incluso cesión gratuita), según sus responsables para evitar la especulación. La posición del Bajo Ter es intermedia: los responsables de la Comunidad de Presa Colomers aceptarían transacciones, pero priorizando el uso agrario, es decir, que para evitar la pérdida de importancia de la agricultura, sólo venderían el agua excedente de su uso agrario. Por último, la posición del Medio Ter es mucho más abierta, aceptando las transacciones si éstas permiten ofrecer una compensación económica al regante en época de restricciones.

A partir de estos resultados, parece que la instauración de mercados de derechos de uso del agua tendrían como consecuencia diferentes índices de utilización según la zona (siempre bajo un supuesto de restricciones de suministro). Según los resultados de la encuesta, podría predecirse que su instauración en el Medio Ter podría tener un considerable éxito, un impacto menor en el Bajo Ter, y un nivel de uso muy bajo en el Muga. Sin embargo, Garrido *et al.* (1996) destaca en este tipo de preguntas el inconveniente que supone enfrentar al encuestado a una situación nueva que puede estar en conflicto con la que él ha vivido siempre y que "rompe sus esquemas". Este hecho implica cierta cautela en la interpretación de los datos obtenidos mediante encuesta.

En otro orden de cosas, Ortiz (2001), en una encuesta realizada entre los regantes del Guadalquivir, destaca el elevado porcentaje de respuestas contrarias al establecimiento de mercados de aguas (en torno al 80%). Sin embargo, al plantear las preguntas de forma distinta (disposición a comprar agua en caso de necesidad y disposición a vender en caso de sobrar agua), las respuestas afirmativas aumentan hasta un 80% y un 30%, respectivamente. El autor plantea la hipótesis de oposición de los regantes ante un sistema

de mercado generalizado versus aceptación de compras o ventas puntuales. La conclusión a la que llega es que existe cierto potencial de desarrollo de la compraventa de derechos de uso del agua.

Los resultados de Ortiz (2001) muestran una asimetría entre el comportamiento de los compradores y el de los vendedores. Estas diferencias de comportamiento también se han hallado en las respuestas a la encuesta realizada a los regantes del Ter y del Muga. Todo ello sugiere la existencia de un problema estructural en caso de establecimiento de un mercado de aguas en la zona de estudio.

11.3.5. Comentarios generales referidos a la instauración de mercados de aguas en el Muga y en el Medio y Bajo Ter

El tema de los mercados de derechos sobre el uso de aguas es un tema suficientemente interesante como para dedicarle una atención especial, así que a continuación se realizan algunas reflexiones al respecto.

En primer lugar, es evidente que los mercados tienen sentido sólo en situaciones de restricciones en el suministro. Cuando todos los regantes disponen de una dotación suficiente para cubrir sus necesidades, el mercado no actúa, ya que todos los agentes del sector disponen de un exceso de recurso.

Otra posibilidad sería establecer un mercado entre distintos sectores productivos. La legislación actual establece limitaciones en este sentido, de tal forma que sólo pueden establecerse transacciones desde sectores menos prioritarios a sectores de igual o mayor nivel de prioridad. Si no existiesen estas restricciones, el abanico de posibilidades de intervención de los mercados de aguas sería mucho más amplio. Por ejemplo, la proliferación de campos de golf y de *pitch and putts* en la zona de estudio hace de estas instalaciones unos consumidores de agua que potencialmente estarían dispuestos a pagar un precio alto por el recurso. Actualmente estos usos lúdicos riegan a partir de agua depurada o a partir de agua procedente de la red pública de abastecimiento. En este último caso tributan el gravamen general de 0,08 €/m³, gravamen del que está excluido el uso agrícola (cifras del año 2000). En algunos casos, sin embargo, existen campos de golf que colaboran económicamente con las Comunidades de Regantes, recibiendo a cambio un suministro de agua. Dados los intereses económicos que maneja el sector del golf (beneficios directos generados por el uso de las instalaciones por parte de los jugadores e indirectos procedentes de la construcción de urbanizaciones asociadas a estos campos), y los perjuicios que podría provocar una sequía severa, es evidente la potencialidad de estos usuarios como demandantes de agua. Sin embargo, como ya se ha comentado, estas transacciones no están permitidas por la Ley de aguas. Además, cabe plantear la más que dudosa legitimidad derivada de vender el agua que un regante recibe exenta de gravamen por ser su uso agrario, para su utilización para un uso lúdico, sujeto a gravamen.

Otra posibilidad, esta sí permitida por la legislación vigente, sería transferir los derechos desde el uso agrícola al uso urbano. Así, en condiciones de sequía, las poblaciones afectadas (destacando la zona de Figueras y parte de la Costa Brava, de elevado interés turístico) podrían disponer del recurso necesario compensando económicamente a la agricultura de las pérdidas generadas por la disminución de disponibilidad de agua. Sin embargo, el mecanismo aplicado hasta el momento en la zona ha sido distinto. En situaciones de previsión de restricciones, lo que se ha venido haciendo es priorizar el uso urbano del agua, restringiendo la dotación dedicada a uso agrícola. Para compensar las

posibles pérdidas, en alguna ocasión se ha permitido aumentar la superficie de retirada subvencionable de los regantes afectados (tema ya comentado con anterioridad).

11.4. Simulación del efecto de distintos escenarios de políticas agrarias sobre los regantes de la zona de estudio

A continuación se analiza la situación de los regantes en los distintos escenarios de evolución de la política agraria considerados. Es de destacar que durante la fase final de elaboración de esta tesis se presentó la propuesta del Comisario Fishler de revisión intermedia de la PAC, la cual no se ha podido incluir como escenario por falta de tiempo en el programa de trabajo. No obstante, se espera investigar el tema en próximos estudios, una vez dicha propuesta se haya concretado más.

11.4.1. Curvas de demanda obtenidas en cada escenario

Las curvas de demanda correspondientes a cada uno de los escenarios considerados se representan en la Figura 56, la Figura 57 y la Figura 58. La primera de ellas representa la demanda en la situación actual (datos del año 2000), mientras que las otras dos muestran posibles escenarios futuros. Estos escenarios parten de una situación de plena aplicación de la Agenda 2000, y muestran dos hipotéticas evoluciones posteriores. El escenario 1 corresponde a una situación de descenso de los pagos directos de los cultivos COP de un 50%. El escenario 2 se ubica en una situación de un decremento del 15% de los precios de mercado de los cultivos COP.

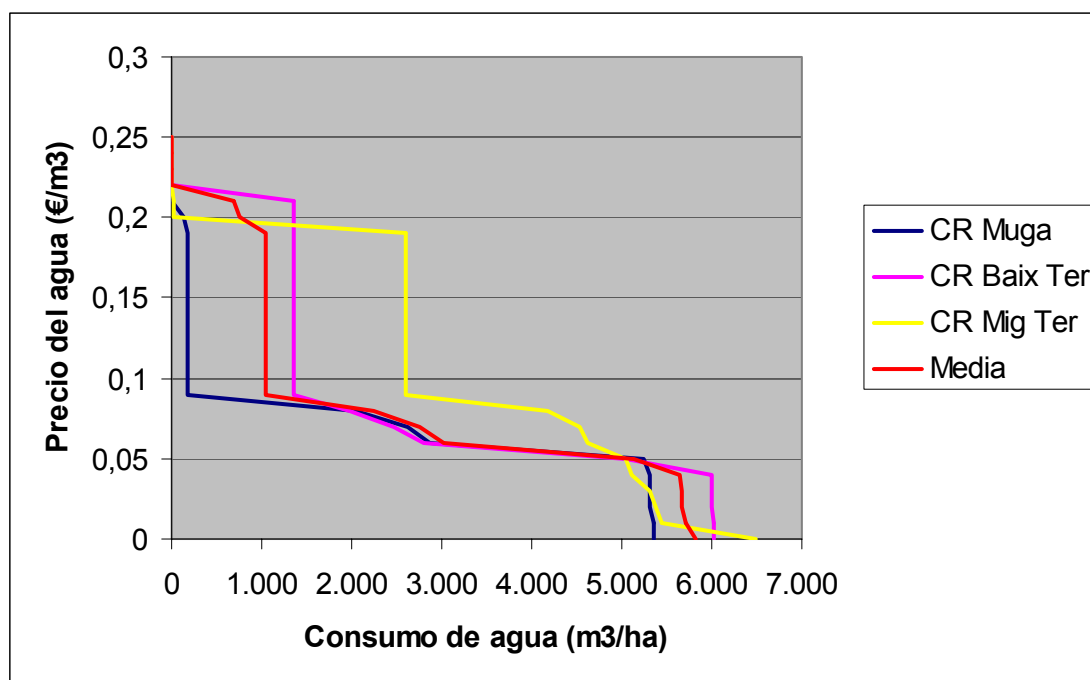


Figura 56.- Curvas de demanda correspondientes a la situación actual.

Fuente: elaboración propia

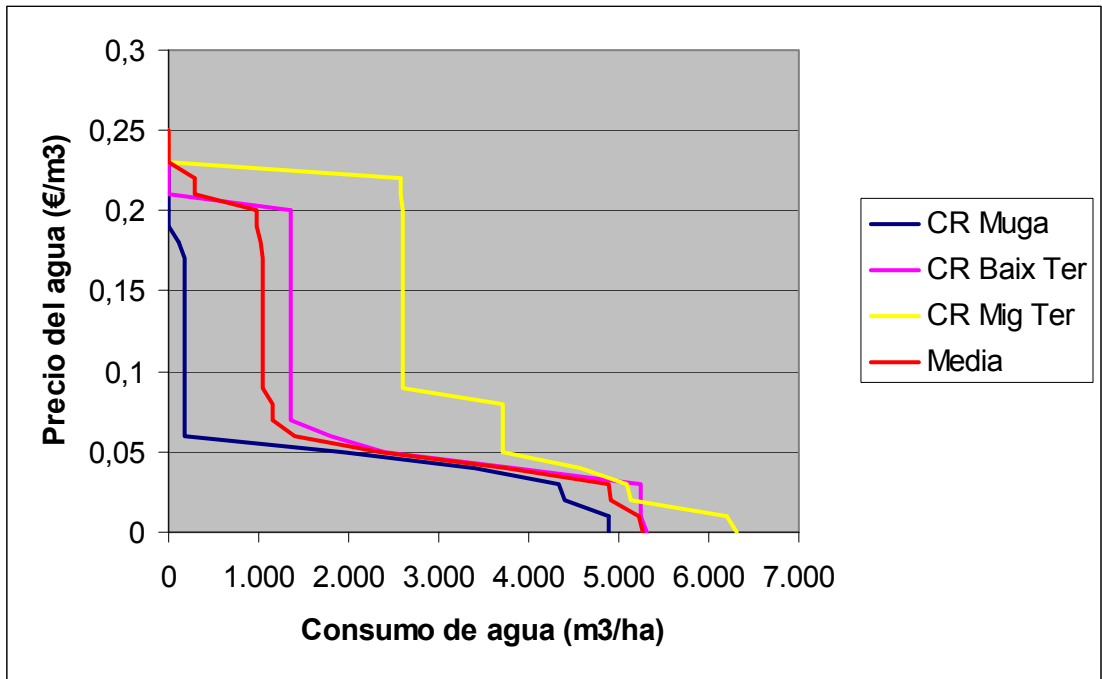


Figura 57.- Curvas de demanda correspondientes al escenario 1 (reducción de los pagos directos de los cultivos COP en un 50%).

Fuente: elaboración propia

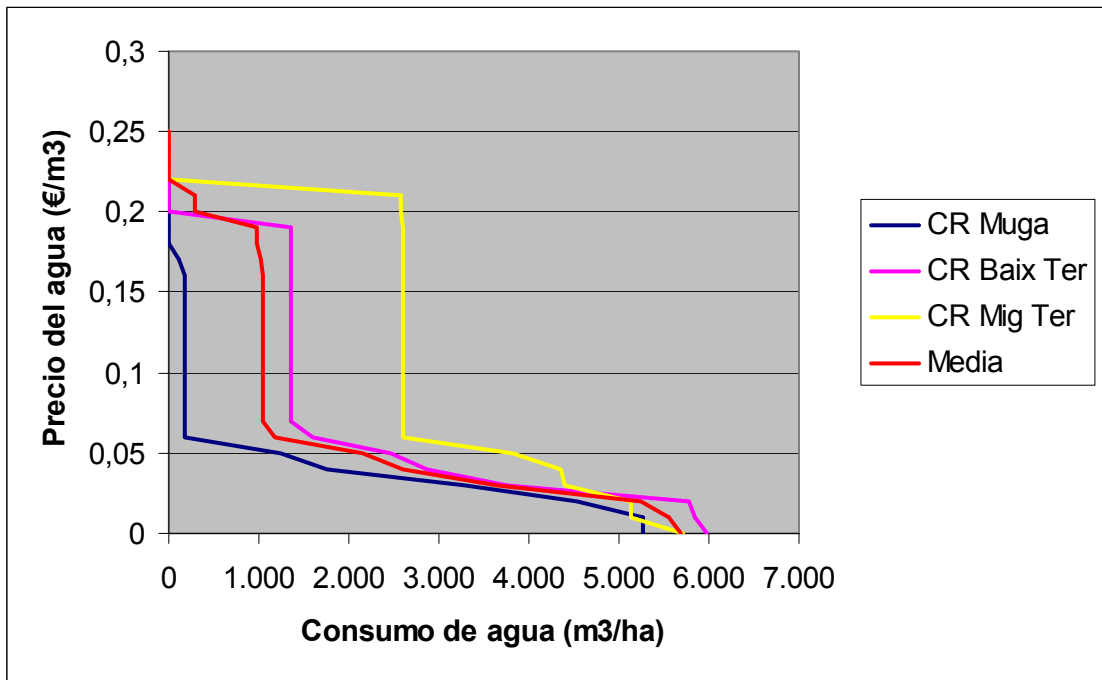


Figura 58.- Curvas de demanda correspondientes al escenario 2 (descenso de los precios de mercado de los cultivos COP en un 15%).

Fuente: elaboración propia

Si se analiza el comportamiento de las curvas de demanda global para cada escenario, un elemento de especial interés es el punto a partir del cual la demanda se hace más sensible al precio. En la Tabla 56 se muestran las elasticidades arco de la demanda respecto al precio, para observar numéricamente este cambio de comportamiento.

Tabla 56.- Elasticidades arco de la demanda respecto al precio.

Escenario	Incremento de precio (€/m ³)						
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
Situación actual	-	0,00	0,01	0,00	0,01	0,37	2,06
Escenario 1: disminución pagos directos	-	0,00	0,06	0,02	0,69	1,49	2,05
Escenario 2: descenso precios mercado	-	0,00	0,06	0,61	0,86	0,69	2,27

Cada elasticidad se ha calculado entre la demanda correspondiente al precio que se muestra, y la demanda correspondiente a un precio 0,01€/m³ inferior. Fuente: elaboración propia

En la situación actual, el consumo de agua empieza a mostrarse sensible al precio al pasar de 0,04 a 0,05 €/m³. En el caso del escenario de disminución de pagos directos, es al pasar de 0,03 a 0,04 €/m³ cuando se observa este cambio de comportamiento. En el escenario de descenso de precios esta situación se produce incluso antes, al pasar de 0,02 a 0,03 €/m³.

Estos puntos serán de utilidad para analizar las distintas variables relacionadas con estas curvas de demanda, que se estudian en el apartado siguiente.

11.4.2. Análisis comparativo de los escenarios considerados

Para estudiar el efecto de cada uno de los escenarios considerados, se analizan los cambios producidos respecto la situación actual a nivel de consumo de agua, impacto económico, empleo generado y aporte de fertilizante nitrogenado. Se consideran cuatro posibilidades de precio del agua, y en lugar de analizar los cambios producidos individualmente en cada tipología o cada grupo de Comunidades, se valoran los resultados agregados para el conjunto de Comunidades analizadas.

La Tabla 57 muestra las variaciones en la demanda de agua en cada escenario, para los niveles tarifarios considerados.

Tabla 57.- Variación porcentual de la demanda en los distintos escenarios considerados.

Escenario	Incremento de precio (€/m ³)			
	0	0,02	0,04	0,06
Situación actual	0,00%	-2,45%	-2,92%	-48,16%
Escenario 1: disminución pagos directos	-9,55%	-15,52%	-35,47%	-76,03%
Escenario 2: descenso precios mercado	-2,29%	-9,97%	-55,29%	-79,81%

Los porcentajes se han calculado respecto la situación actual y un incremento de precio del agua nulo. Fuente: elaboración propia

De estos valores pueden extraerse distintas conclusiones. Es obvio que un incremento de precio provoca descensos en la demanda (excepto en situaciones de comportamiento perfectamente inelástico). Analizando el efecto del precio de forma individualizada para cada escenario, se observan los efectos esperados a partir de los datos de elasticidad anteriores. En la situación actual, hasta precios de 0,04 €/m³ el efecto del incremento de precio sobre la

demanda es prácticamente despreciable. A partir de 0,05 €/m³, los incrementos de precio provocan descensos muy elevados en el consumo.

La disminución de pagos directos considerada en el escenario 1 es un elemento que provoca importantes disminuciones en el consumo, incluso a niveles de precio del agua nulo. Dentro de este escenario, el incremento de precio sólo tiene un efecto importante en el consumo al pasar de 0,03 a 0,04 €/m³.

Los descensos de precios de los cultivos considerados en el escenario 2 provocan en todos los casos una disminución de la demanda superior a la de la situación inicial. Sin embargo, comparándola con el escenario 1, el efecto varía según el nivel de precios. Para precios inferiores a 0,04 €/m³, la disminución del consumo es superior en el escenario 1. Sin embargo, para niveles de precios superiores, el consumo es inferior en el escenario 2. En el escenario 2 el efecto del precio sobre el consumo es elevado a partir de 0,02-0,03 €/m³.

Puede observarse que en los dos escenarios en los que se han considerado modificaciones en las políticas agrarias se modifica el comportamiento de la demanda respecto al precio. En ambos casos, la demanda de agua se vuelve sensible al precio a niveles inferiores de precio del agua, respecto al escenario actual. Incluso a precios nulos disminuye esta demanda.

En otro orden de cosas, se desea analizar el efecto de estos escenarios sobre la renta del regante. El elemento asociado a esta renta con el que se ha trabajado es el excedente, las variaciones del cual se muestran en la Tabla 58.

Tabla 58.- Variación porcentual del excedente de los regantes en los distintos escenarios considerados.

Escenario	Incremento de precio (€/m ³)			
	0	0,02	0,04	0,06
Situación actual	0,00%	-14,35%	-28,63%	-40,27%
Escenario 1: disminución pagos directos	-39,40%	-52,36%	-63,97%	-70,07%
Escenario 2: descenso precios mercado	-34,95%	-49,49%	-59,19%	-64,43%

Los porcentajes se han calculado respecto la situación actual y un incremento de precio del agua nulo. Fuente: elaboración propia

A partir de la tabla anterior se llega a la conclusión de que una tarificación del agua tendría un efecto negativo considerable en la renta de los regantes, incluso a niveles de precio del agua relativamente bajos (como elemento de comparación, el tipo de gravamen general del agua para usos industriales es de 0,08 €/m³).

Lógicamente, el impacto económico sobre la renta aumenta mucho cuando se implementan cualquiera de las reformas contempladas en los escenarios. Y la combinación de las reformas en la política agraria con la tarificación incrementa más aún este impacto negativo.

Si se compara ahorro de recurso y disminución de la renta se llega a la siguiente conclusión. Para obtener una disminución importante de la demanda de agua (por ejemplo, alrededor de un 10% respecto la situación actual y precio 0), el escenario 1 provoca una disminución de casi el 40% del excedente (correspondiente a un precio 0 y un descenso en el consumo del 9,55%), mientras que en el escenario 2 la pérdida de renta es de casi el 50% (precio 0,02 €/m³ y ahorro del 9,97% de agua). Comparando este resultado con la situación actual, para un mismo nivel de pérdida de renta (40,27%, a un precio del agua de 0,06 €/m³), el ahorro de agua conseguido mediante su tarificación es muy superior, de casi un 50%.

A partir de estos datos se observa que la tarificación en el escenario actual consigue un superior ahorro en el consumo respecto a los otros dos escenarios estudiados (aplicación conjunta de tarificación y nuevas políticas agrarias), sin disminuir tan exageradamente los niveles de renta del regante. Sin embargo, en este punto deben realizarse ciertos comentarios. En primer lugar, se podrían considerar otras opciones de políticas agrarias, cuyos efectos tendrían que estudiarse a fondo. En segundo lugar, las políticas agrarias no se implementan con el objetivo prioritario de ahorro de agua, aunque éste pueda ser una consecuencia directa de su aplicación, como muestran los resultados de las tablas anteriores.

Otro elemento relacionado con el impacto económico de la aplicación de alguna de las medidas consideradas es la recaudación de la Administración, que se muestra en la Tabla 59.

Tabla 59.- Recaudación de la Administración en los distintos escenarios considerados (€/ha).

Escenario	Incremento de precio (€/ha)			
	0	0,02	0,04	0,06
Situación actual	0,00	113,54	225,97	181,00
Escenario 1: disminución pagos directos	0,00	98,32	150,22	83,70
Escenario 2: descenso precios mercado	0,00	104,78	104,08	70,51

Fuente: elaboración propia

En primer lugar debe destacarse que en esta tabla sólo se muestran resultados de la recaudación obtenida por el pago de los regantes de distintos incrementos tarifarios del agua de riego. Los costes y ahorros derivados de la aplicación de las distintas políticas agrarias no se toman en consideración.

La tarificación es una herramienta que incrementa la recaudación de la Administración. Sin embargo este incremento no aumenta indefinidamente con el precio. Precios bajos afectan poco al consumo y por tanto, permiten elevadas recaudaciones. Precios muy elevados hacen disminuir el consumo y consecuentemente la recaudación total.

El efecto de las políticas agrarias consideradas sigue una pauta similar, pero el nivel recaudatorio disminuye, puesto que los regantes disminuyen el volumen de agua consumido, para cada nivel de precios.

Teniendo en cuenta los resultados conjuntos del excedente del regante y de la recaudación de la Administración, a partir de precios de 0,05-0,06 €/m³ (para el escenario correspondiente a la situación actual) las pérdidas económicas globales del sistema son considerables. Aunque es posible que estas pérdidas puedan compensarse mediante la utilización del agua ahorrada en otros usos alternativos.

Otro elemento interesante es el empleo generado en cada escenario. En la Tabla 60 se muestran las variaciones de dicho empleo.

Tabla 60.- Variación porcentual del empleo generado en los distintos escenarios considerados.

Escenario	Incremento de precio (€/m ³)			
	0	0,02	0,04	0,06
Situación actual	0,00%	-0,51%	-0,57%	-8,19%
Escenario 1: disminución pagos directos	1,98%	1,95%	-2,53%	-12,64%
Escenario 2: descenso precios mercado	0,34%	0,05%	-9,89%	-13,64%

Los porcentajes se han calculado respecto la situación actual y un incremento de precio del agua nulo. Fuente: elaboración propia

Las variaciones en el empleo generado son relativamente escasas, sobretodo para niveles bajos de incremento de precio del agua. En el caso de la situación actual, se produce una fuerte disminución al pasar de un precio de 0,04 a 0,06 €/m³. El escenario 1 muestra un descenso de empleo considerable comparado con la situación actual, incluso para un incremento de precio nulo, pero no se producen descensos posteriores importantes hasta sobrepasar los 0,04 €/m³. En el caso del escenario 2 es el paso de 0,02 a 0,04 €/m³ el que provoca importantes disminuciones del empleo generado.

El empleo generado tiene un comportamiento similar al consumo de agua, aunque las variaciones de la variable empleo son más suaves que las del consumo. La similitud en el comportamiento es debida a que, al bajar el consumo, se sustituyen cultivos de elevadas necesidades hídricas y capaces de generar un margen elevado, cuyo ejemplo más claro es el maíz, por otros cultivos menos exigentes en agua o hasta cultivos de secano. Estos cultivos tienen unas necesidades inferiores de mano de obra.

Mientras que en otras variables analizadas el efecto de las políticas agrarias es superior al de la tarificación del agua, en el caso de la mano de obra esto no es así, siendo el incremento en la tarifa del agua el elemento clave. Desde un punto de vista de efecto social, un precio de 0,06 €/m³ (incluso sin modificaciones en las políticas agrarias) ya supone un impacto muy elevado.

Otro elemento que se ha comparado entre los distintos escenarios es el aporte de abono nitrogenado. Los resultados se muestran en la Tabla 61.

Tabla 61.- Variación porcentual del aporte de abono nitrogenado en los distintos escenarios considerados.

Escenario	Incremento de precio (€/m ³)			
	0	0,02	0,04	0,06
Situación actual	0,00%	-5,13%	-5,39%	-50,24%
Escenario 1: disminución pagos directos	-41,20%	-55,02%	-62,29%	-66,95%
Escenario 2: descenso precios mercado	-12,60%	-29,19%	-58,72%	-67,15%

Los porcentajes se han calculado respecto la situación actual y un incremento de precio del agua nulo. Fuente: elaboración propia

En el escenario actual, el aporte de abono nitrogenado sufre descensos incluso en el caso de incrementos tarifarios pequeños. Sin embargo, es a niveles de 0,05-0,06 €/m³ cuando se producen disminuciones espectaculares (también es el punto donde la demanda aumenta su sensibilidad respecto al precio).

En el escenario 1 se observa que el elemento determinante en el comportamiento de la variable aporte de abono nitrogenado es la disminución de los pagos directos a los cultivos, con un efecto muy superior al de los incrementos de precios del agua. El escenario 2 es un caso intermedio, en que hasta los 0,02 €/m³ el efecto de descenso de los precios de los cultivos es superior al efecto del incremento tarifario, mientras que a partir de 0,04 €/m³ es el efecto del incremento tarifario el principal elemento que afecta al aporte de fertilizante.

11.4.3. Comparación de los resultados sobre los efectos de distintas políticas agrarias procedentes de la simulación con los obtenidos por otros autores

Gómez-Limón *et al.* (2002a) analizan el efecto de distintas posibilidades de escenarios futuros de la PAC, sobre la Comunidad de Regantes del Bajo Carrión, en Palencia. Estos autores muestran la necesidad de coordinar las políticas agrarias con las ambientales, y destacan la importancia de la forma de la función de demanda, que define la elasticidad de dicha demanda respecto al precio. Este aspecto ha quedado claramente patente en el presente trabajo, donde cada escenario de política agraria define su propia curva demanda y muestra un comportamiento específico respecto la tarifa de agua.

Otro resultado coincidente entre ambos trabajos es que para conseguir un ahorro significativo del agua mediante su tarificación, los precios a aplicar son tales que provocan efectos muy negativos en la renta de los regantes, y más aún si este efecto se combina con la aplicación de alguna de las políticas agrarias consideradas. Debe tenerse en cuenta que los cultivos de ambas zonas de estudio son relativamente similares, si se exceptúa la presencia de remolacha en el Bajo Carrión y de frutales y otras leñosas en las Comunidades del Muga y del Ter. Precisamente estos frutales y las leñosas ornamentales son producciones de alto valor añadido, que presumiblemente podrían compensar el efecto negativo de pérdida de renta de los regantes por el pago del agua consumida. Sin embargo, la importancia de estos cultivos respecto la producción total de la zona no consigue mostrar grandes diferencias en el efecto de la tarificación, respecto los resultados obtenidos en el Bajo Carrión.

Por último, los resultados de la tarificación y de las políticas agrarias sobre el empleo son relativamente similares en los dos estudios. Además, se ha observado que en ambos casos el efecto sobre el empleo es inferior al efecto sobre la renta. La elevada mecanización de ambas zonas puede ser la responsable de estos resultados.

11.4.4. Comentarios generales referidos los escenarios considerados

En el momento de la realización de este estudio (los datos de campo se recogieron el año 2000, y su análisis se realizó durante el 2001 y principios de 2002), los escenarios planteados tenían una validez distinta a la existente en el momento de escribir estas líneas (verano de 2002).

Por una parte, una de las hipótesis de partida de los escenarios considerados era la existencia de importantes presiones internacionales en las rondas de la Organización Mundial del Comercio (OMC) que provocaba una reducción de las medidas proteccionistas de la agricultura de la Unión Europea. Uno de los principales focos de presión internacionales debía ser los Estados Unidos. Sin embargo, las medidas proteccionistas establecidas por la última revisión de la política agraria estadounidense (*Farm Bill*), aprobadas en mayo del 2002, provocan serias dudas respecto esta posibilidad.

En otro orden de cosas, la opinión de que la ampliación de la Unión Europea provocará un descenso en el precio de los productos tampoco es un argumento aceptado unánimamente. La entrada de los países del Este implica un importante aumento de la oferta de productos agrarios, pero también de la demanda.

Lo que sí parece bastante definitivo es el hecho de que los pagos directos de los cultivos deberán disminuir, puesto que estos nuevos países recibirán más ayudas que los recursos que los mismos aporten para contribuir a financiar la política agraria. Obligatoria, si no aumentan las aportaciones a los fondos comunitarios proporcionalmente al aumento del número de agricultores con derecho a recibir ayudas, el valor de la ayuda que cada agricultor individual podrá percibir será inferior.

Un último elemento a considerar es la muy reciente **comunicación de la Comisión de las Comunidades Europeas al Consejo y al Parlamento Europeo sobre la revisión intermedia de la Política Agrícola Común**, de julio de 2002. Si esta información se hubiese publicado con anterioridad hubiera sido muy interesante definir un nuevo escenario tomando como elementos constitutivos del mismo las principales líneas de actuación expuestas en dicha comunicación. Entre estos elementos destacan la introducción de una ayuda directa a la renta por explotación, disociada de la producción (que afectaría a los cultivos herbáceos, al arroz y a los forrajes desecados), la introducción de un sistema de modulación dinámica (de efecto limitado en la zona de estudio) y el paso de una retirada obligatoria anual y rotatoria a una retirada obligatoria y permanente durante 10 años, entre otros. Respecto al tema de precios y ayudas, algunas previsiones indican cierta reducción de los precios de algunos productos agrarios, que permitirían una mayor competitividad en el mercado internacional, compensados en parte mediante ayudas a la renta.

12. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se ha llegado mediante la realización del presente estudio se exponen a continuación, agrupadas por áreas según su naturaleza.

Conclusiones relativas a la metodología empleada:

1.- La disponibilidad de información actual del regadío de la zona de estudio ha sido mucho más escasa de la esperada. A pesar de la buena predisposición a colaborar por parte de las instituciones públicas y de las propias Comunidades de Regantes, en ocasiones la información obtenida ha sido limitada, de baja calidad e incluso contradictoria según la fuente consultada.

2.- La encuesta mediante entrevista personal es un medio eficaz para recoger información sobre distintos aspectos de las explotaciones de una zona de regadío. Sin embargo, su coste en tiempo y recursos es elevado. Además, los resultados obtenidos sobre cuestiones generales de la explotación o del regante se consideran fiables, pero no así las referentes a temas económicos. En este último caso se ha detectado cierta reticencia a aportar datos, y cierta tendencia al alarmismo ante escenarios desfavorables. Por este motivo, las respuestas a las preguntas sobre actitudes ante escenarios futuros de incrementos de precio y de existencia de mercados de aguas se deben interpretar con cierta cautela.

3.- Dada la dificultad en simular las decisiones de los regantes, frecuentemente complejas e influidas por diversos factores, se considera fundamental plantear simulaciones de planes de cultivos a partir de grupos de agricultores muy homogéneos. La utilización del análisis clúster se adapta a estos fines.

4.- La utilización del análisis clúster como medio para definir las tipologías de explotaciones, asociado al uso de la modelización multicriterio, se ha revelado como una herramienta eficaz en la simulación del comportamiento de los regantes. Su relativa sencillez, en comparación con otros métodos, lo convierte en un sistema muy a tener en cuenta en los casos en que se desee modelizar las tomas de decisiones de los regantes en un determinado escenario.

Conclusiones relativas a los resultados descriptivos de las Comunidades analizadas:

1.- Las Comunidades muestran importantes problemas a nivel de infraestructuras hidráulicas, algunas de ellas muy envejecidas, otras con defectos de construcción y la mayoría con baja eficiencia en el transporte.

Conclusiones

2.- Existen deficiencias a nivel organizativo. Aunque dichas Comunidades se esfuerzan para realizar sus funciones de la forma más eficiente posible con sus recursos actuales, la disponibilidad de más información, junto con algún tipo de asesoramiento técnico, podría mejorar esta gestión. Se encuentran a faltar datos concretos sobre la distribución de cultivos, los consumos de agua aproximados de los mismos y los caudales de agua circulantes, entre otros. Otro elemento a considerar es la baja participación de los regantes en las tareas de gestión de estas Comunidades.

3.- Al ser Comunidades en las que predomina el riego superficial y la conducción de agua se realiza en lámina libre, el control del consumo de cada regante es una tarea compleja, al menos a un coste asequible.

4.- Desde las Comunidades de Regantes el objetivo de ahorro de agua se contempla como un tema prácticamente externo, ajeno a las posibilidades de actuación directa de dichas Comunidades o de sus regantes. La principal vía de actuación que sugieren es la reparación de las redes de conducción, o en un segundo término el cambio generalizado de los sistemas de riego por otros más eficientes. Ambas posibilidades sólo las consideran factibles en el caso de recibir ayudas por parte de la Administración.

5.- El envejecimiento de la población agraria es un problema patente en las explotaciones estudiadas. La elevada edad media (alrededor de los 50 años), así como el considerable número de personas jubiladas que continúan con la actividad agraria, plantea serias dudas sobre el futuro de la agricultura en la zona.

6.- El análisis de clasificación de los distintos tipos de variables consideradas ha permitido obtener las siguientes agrupaciones, para el conjunto de las Comunidades analizadas:

6.1.- En las variables de caracterización socioeconómica se han diferenciado 3 grupos de regantes, según la parte de su renta procedente de la agricultura, su edad y su formación. Se definen los grupos de agricultores profesionales a dedicación completa (59%), agricultores con dedicación parcial y/o no profesional, incluyendo jubilados (16%) y agricultores profesionales con dedicación no exclusiva (25%). Este último grupo incluye los regantes más jóvenes, con mejor formación.

6.2.- En las variables referentes a la estructura de la explotación se han detectado 4 grupos de explotaciones. Dos de estos grupos corresponden a pequeñas explotaciones, con poca o mucha importancia del arrendamiento de tierras (formados por un 55% y un 26% del total de explotaciones, respectivamente). Las explotaciones grandes se reparten entre los dos grupos restantes, uno de los cuales incluye las que poseen abundante ganado (16%) y el otro las que tienen una elevada contratación de mano de obra no familiar (3%), que incluye explotaciones frutícolas y viveros de plantas leñosas ornamentales.

6.3.- Las opiniones de los regantes respecto a cambios en la gestión del agua para disminuir su consumo o aumentar su eficiencia pueden agruparse en tres clústers, según estén a favor de medidas encaminadas tanto a aumentar la oferta de agua como a disminuir su demanda (38%), a favor sólo de medidas de aumento de la oferta (38%), o exclusivamente a favor de la mejora de conducciones (24%).

6.4.- Se forman cuatro grupos de regantes a partir del comportamiento que éstos declaran ante incrementos de la tarifa de agua, con actitudes que varían desde el grupo que ante el mínimo incremento de precio considerado (27,48 €/ha) ya muestra

variaciones en su comportamiento, hasta el grupo que ante incrementos de 82,44 €/ha mantiene inalterables sus decisiones productivas.

7.- A nivel de orientaciones productivas se definen (en este caso por separado para cada grupo de Comunidades) una orientación extensiva basada en el maíz, una extensiva basada en otros cultivos, una agropecuaria, una frutícola (exclusiva del Bajo Ter) y una leñosa ornamental (centrada en el Medio Ter).

8.- El análisis de correspondencias realizado entre los grupos de variables no independientes permite obtener las siguientes conclusiones:

8.1.- Existe una relación entre las características socioeconómicas de los regantes y las actitudes que éstos declaran ante aspectos relativos a variaciones en la gestión del agua, y ante posibles incrementos tarifarios. Los grupos de agricultores más profesionales, así como los más jóvenes y de mejor formación, muestran actitudes menos conservadoras y más abiertas, asumiendo como factibles algunos cambios en la gestión del agua que los grupos de regantes de más edad rechazan frontalmente.

8.2.- Asimismo las variables de estructura de la explotación manifiestan una relación con las actitudes de los regantes ante incrementos en la tarifa del agua de riego. Las explotaciones de menor tamaño se muestran más sensibles a los incrementos tarifarios que las grandes.

8.3.- La pertenencia a un grupo de Comunidades de Regantes concreto está relacionada con la mayoría de variables analizadas, hecho que demuestra la importancia de las características individuales de cada grupo de Comunidades.

Conclusiones relativas a las funciones de utilidad obtenidas:

1.- En la modelización realizada, el principal elemento que afecta a la toma de decisiones de los regantes es la maximización del excedente. Los otros objetivos considerados, la minimización de la mano de obra y del riesgo, sólo toman importancia en determinadas orientaciones productivas (básicamente, las “extensivas-mixtas”).

Conclusiones relativas a los resultados de la simulación de la toma de decisiones productivas de los regantes y de los efectos del nuevo marco normativo:

A) Tanto la Directiva marco de aguas de la Unión Europea como la Ley de aguas de España contemplan la implementación de políticas de precios del agua. La Directiva indica a los Estados miembros que establezcan una política de precios del agua, teniendo en cuenta el principio de recuperación de costes. La Ley de aguas plantea la posibilidad de aplicar correcciones en los cánones y tarifas en función de que la cantidad consumida sea superior o inferior a una dosis estándar para cada uso. En ambos casos se pretende incentivar un uso racional y fomentar el ahorro.

Si la cuota actual que pagan los regantes a la Comunidad se ve incrementada por una tarifa volumétrica sobre el consumo, se llegan a las siguientes conclusiones:

1.- La forma funcional de la demanda de agua, que define su elasticidad respecto al precio, es el elemento fundamental que determina las diferencias en las respuestas de las distintas orientaciones productivas respecto a los incrementos tarifarios considerados. Por otro lado,

Conclusiones

la simulación muestra que la aplicación de un mismo nivel tarifario provoca efectos muy distintos entre las diferentes tipologías de regantes.

2.- En general, las curvas de demanda para cada tipología y grupo de Comunidades presentan 3 zonas diferenciadas. Para niveles bajos de precio del agua la demanda tiene un comportamiento inelástico. Al aumentar el precio aumenta la elasticidad, hallándose zonas en las que un pequeño incremento de precio provoca disminuciones muy importantes en el consumo. Por último, para precios elevados la curva define una zona de comportamiento perfectamente inelástico, en que el consumo es nulo, puesto que los agricultores se dedican íntegramente a la producción de cultivos de secano. El efecto de la tarificación sobre el regadío dependerá de la zona de la curva de demanda de cada tipología donde incida esta tarifa.

3.- Las curvas de demanda agregadas a nivel de grupo de Comunidades de Regantes mantienen la misma forma general que las demandas de las tipologías individuales, en el caso del Muga y del Bajo Ter. Un punto crítico es el del paso de la zona inelástica a la elástica, que se halla en ambos casos alrededor de los 0,04 €/m³. En el Medio Ter no existe un primer tramo inelástico, siendo la demanda más sensible a incrementos tarifarios incluso para niveles muy bajos de los mismos. La causa se halla en el comportamiento anómalo de las curvas de demanda de las tipologías productivas extensivas de esta zona, como consecuencia de la dificultad de simular las decisiones productivas relacionadas con el cultivo de los árboles de ribera.

4.- Aceptando las hipótesis del modelo, existe una contradicción evidente entre los objetivos de reducción del consumo y de mantenimiento del nivel de renta del agricultor. Los precios del agua que permitirían ahorros importantes de este recurso causarían al mismo tiempo reducciones de renta muy elevadas en los regantes. Así pues, la tarificación como herramienta para conseguir reducir sensiblemente el consumo no parece ser demasiado eficaz, a menos que se acepten estas elevadas pérdidas en un sector cuya situación ya es suficientemente delicada. A nivel global de la zona, un incremento de precio de 0,04 €/ha, que casi no ahorra agua (sólo un 3%) ya provoca una disminución del excedente del 28%, mientras que un incremento de 0,05 €/ha conduce a un ahorro considerable de recurso (12%), pero a cambio de disminuir el excedente del regante en un 35%. Sin embargo, debe destacarse que el modelo supone una eficiencia de riego constante y por tanto no permite considerar el ahorro de agua por mejoras en la eficiencia de aplicación. Parece probable que la tarificación contribuyese a mejorar esta eficiencia.

5.- Los ingresos totales del sistema, entendiendo como tales la suma del excedente del regante y la recaudación de la Administración procedente de la tarificación, disminuyen al aumentar el precio del agua. Esta disminución se acentúa en todas las Comunidades alrededor de los 0,04-0,05 €/m³.

6.- El empleo por unidad de superficie generado por la actividad agrícola es distinto en las tres Comunidades, siendo mayor en el Medio Ter e inferior en el Muga. Esta variable es menos sensible al incremento de precio en la zona del Medio Ter que en el resto de Comunidades, debido a la importancia de la contratación en los viveros de plantas leñosas ornamentales, asociada a la resistencia de los mismos a cambiar de cultivos ante incrementos tarifarios del agua.

7.- El incremento de precio del agua afecta también al aporte de fertilizantes nitrogenados asociados a la producción de cada cultivo. Cuando las tarifas se ubican en la zona elástica de la demanda se consiguen disminuciones importantes en el ahorro. La zona del Medio

Ter, cuya curva de demanda no presenta zona inelástica a niveles bajos de precio, es más sensible a cualquier incremento tarifario. Para el conjunto de Comunidades analizadas un incremento tarifario de 0,05 €/m³ implica una disminución del 15% en la cantidad de abono aportado. Estos resultados tienen un interés especial en la zona de estudio, catalogada por la Administración como “zona vulnerable en relación a la contaminación de nitratos procedentes de fuentes agrarias”.

B) En situaciones de restricciones importantes en el suministro, la Administración Autonómica permite, eventualmente, el aumento de la superficie de retirada voluntaria hasta un 75% de la superficie destinada a los cultivos COP. Respecto a esta medida se concluye:

8.- Globalmente, esta medida no supone una mejora sustancial en el excedente del regante, con lo cual no se consigue compensar la pérdida de renta ocasionada por la falta de agua. Sólo en situaciones de elevadas restricciones en el suministro y para algunas tipologías concretas se observan incrementos de este excedente. El mayor efecto se observa en situaciones de suministro nulo, donde el incremento llega a un 18% del excedente respecto al valor del mismo correspondiente a la situación de posibilidad de retirada del 20% de la superficie de cultivos COP.

C) La Ley de aguas abre la posibilidad de establecer contratos de cesión temporal de derechos de uso del agua (mercados de aguas). Simulando esta posibilidad para la zona de estudio se concluye:

9.- La implementación de mercados de aguas mejora la eficiencia en la asignación del recurso, de forma que todos los agentes participantes consiguen mejorar su situación (aumentan el valor de su función de utilidad). Sin embargo, el mercado sólo actúa cuando el recurso es escaso, y consigue su máximo efecto en situaciones de elevados niveles de restricción en el suministro de agua. Efectivamente, cuando la dotación se halla alrededor de los 2.000-3.000 m³/ha es cuando el volumen de agua transferido es máximo (tanto en mercados intracomunitarios como en un mercado intercomunitario entre el Bajo Ter y el Medio Ter). En este caso, el mercado mejora la situación del regante respecto a una situación de inexistencia del mismo, pero no consigue compensarle de las pérdidas inherentes a las restricciones hídricas existentes.

10.- Los mercados de aguas intracomunitarios afectan de forma distinta a cada orientación productiva. Los máximos incrementos de utilidad se producen en las tipologías frutícola del Bajo Ter y leñosa ornamental del Medio Ter. Estas tipologías, para amplios intervalos de dotaciones, consiguen incrementos de su función de utilidad especialmente elevados (lo que implica incrementos en su excedente de más del 100% respecto a la situación de inexistencia del mercado). En estos casos las citadas tipologías actúan como demandantes del recurso.

D) Considerando las posibles evoluciones de la política agraria comunitaria, se concluye:

11.- Las decisiones a nivel de política agraria tienen un importante efecto sobre el consumo de agua de riego y sobre el resto de variables analizadas. Este efecto consiste en que una hipotética pérdida de renta provocada por cambios en estas políticas, se traslada a la curva de demanda de agua de riego, de forma que ésta se vuelve más sensible a incrementos tarifarios, reduciéndose el tramo inicial inelástico y apareciendo el tramo elástico a niveles inferiores de precio. Este cambio se produce por la disminución de la rentabilidad de algunos cultivos de elevadas necesidades hídricas y su sustitución a niveles tarifarios inferiores. De

Conclusiones

aquí se deduce la necesidad de la coordinación de las políticas agrarias y ambientales implementadas por la Administración, de tal forma que se unifiquen objetivos y efectos.

13. RECOMENDACIONES FINALES

13.1. Sugerencias básicas a los agentes implicados en la gestión y el uso del agua

Como paso previo a la aplicación de cualquier elemento que suponga un cambio importante en materia de política de aguas (como la tarificación o la implantación de mercados de aguas, contemplados en el nuevo marco normativo) a continuación, y sin ánimo de ser exhaustivo, se proponen algunas recomendaciones que se consideran fundamentales para poder plantear cualquier mejora en la gestión y el uso del agua en la zona de estudio.

A nivel de las Comunidades de Regantes:

1.- Las Comunidades deben realizar un esfuerzo para disponer de más información y de más calidad que la actual. Se considera fundamental que cada Comunidad disponga de una base de datos que, además de identificar las parcelas de cada propietario, permita conocer al inicio de cada campaña de riego los datos sobre su arrendatario (en caso que exista), los cultivos que en ellas se prevén realizar y si van a regarse o no. Un Sistema de Información Geográfica podría ser una herramienta adecuada para este fin.

2.- Se considera imprescindible definir dotaciones de referencia para cada cultivo particularizadas para las condiciones de la zona (aspecto contemplado en la Ley de aguas, que menciona el establecimiento normativo de dotaciones de referencia para los regadíos u otros usos agrarios en las distintas zonas de cultivo).

3.- Las Comunidades, de forma individual o conjunta, deberían disponer de un Servicio Técnico. Una de las tareas principales de este servicio debería ser en cada campaña adecuar la demanda de agua a la oferta disponible. Esta oferta está fijada por la Administración. La demanda podría ser estimada a partir de datos sobre las previsiones de cultivos declaradas por los regantes, las eficiencias de transporte y aplicación del agua, y las necesidades de agua de cada cultivo. A partir de los datos anteriores, y de acuerdo con la Junta de Gobierno de la Comunidad, este servicio tendría que establecer el plan de riego.

4.- En el ámbito tecnológico, y dada la casi nula presencia de sistemas para el control de los volúmenes de agua circulantes a lo largo de la red de transporte y distribución, se considera importante la presencia de equipos de esta naturaleza. La instalación de aforadores por zonas de riego aportaría información sobre el consumo de grupos de regantes, permitiendo una posterior aproximación al consumo individual de cada uno de ellos. Además, los

aforadores facilitarían el control de la distribución física del agua, permitiendo un ajuste de la misma al plan de riego.

5.- Es necesario un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles para la planificación del riego, destacando entre estos recursos la existencia de mapas de suelos realizados por el DARP en algunas de las áreas estudiadas y la presencia en la zona de algunas estaciones de la red agroclimática de la Generalidad.

A nivel de la Administración:

6.- La Administración debe jugar un papel importante en la consecución de estas mejoras, implicándose y actuando coordinadamente con las Comunidades de Regantes para que este esfuerzo no recaiga íntegramente en dichas Comunidades.

A nivel de los regantes:

7.- En una situación como la actual, en que socialmente existe una gran sensibilidad respecto al uso eficiente del agua, y teniendo en cuenta que la agricultura es el principal consumidor del recurso, y por tanto foco de atención del resto de sectores consumidores, es necesaria una mayor concienciación de los regantes. Esta concienciación, junto con una mejora en su formación técnica, fortalecería su posición frente a la presión social.

13.2. Sugerencias para futuras investigaciones

Para finalizar, se procede a destacar algunas ideas sobre recomendaciones para continuar, ampliar y mejorar la línea de investigación definida por este trabajo.

1.- Para facilitar la obtención de información de campo y aumentar su calidad se podría establecer una red de explotaciones colaboradoras que abarcasen todas las tipologías productivas consideradas y que se comprometiesen a suministrar información de forma periódica, de manera que se pudiesen obtener datos productivos detallados y continuos en el tiempo. Este sistema facilitaría en gran medida la realización de futuros estudios.

2.- La ya mencionada complejidad en la toma de decisiones del regante aconseja profundizar en este proceso decisional, para mejorar la comprensión de sus objetivos. A partir de estos datos se podrían considerar nuevos objetivos que incluyesen elementos como la dificultad en la gestión del cultivo o en los procesos de comercialización. Asimismo se cree importante mejorar la modelización del comportamiento de los regantes respecto la producción de los árboles de ribera, teniendo presente su condición de cultivo tradicional pero también datos más concretos sobre sus características productivas específicas (entre otras, la relación entre cultivo y tipo de suelo, y la proximidad de las plantaciones a cursos de agua).

3.- Un elemento accesorio que se podría introducir en el modelo es la consideración de distintas técnicas de producción para cada uno de los cultivos. Se podrían tener en cuenta distintas formas de aprovechamiento para los cultivos que admiten usos múltiples; distintas variedades; distintas dosis de riego para cada cultivo, cada una de ellas asociada a un volumen de producción, a unos costes productivos y a unas necesidades de mano de obra y de fertilizante, etc. Sin embargo, una excesiva complejidad no garantiza una mejor aproximación a la realidad, objetivo final de todo modelo.

4.- También se podría realizar un planteamiento plurianual del modelo, de forma que se tuviese en cuenta la influencia de la interacción de cultivos sucesivos en un mismo suelo, así como el papel de los cultivos plurianuales, menos sujetos a cambios productivos. Asimismo la garantía de suministro del agua a lo largo de una serie temporal es un elemento importante en la toma de decisiones del regante, que se podría introducir en el modelo.

5.- En la simulación de mercados de aguas, un elemento que no se ha considerado pero que sin duda sería fundamental en la determinación de la viabilidad de los mismos es el coste de transacción. Un coste de transacción elevado disminuiría mucho las posibilidades de los regantes de participación en el mercado. La estimación de este coste sería un elemento de interés.

6.- En referencia a los escenarios sobre futuros enfoques de la política agraria, la situación actual obliga a plantearse los efectos de la recientemente presentada propuesta sobre la reforma de la Agenda 2000. Se puede emplear el modelo básico de este trabajo para simular el efecto de este escenario en el regadío de la zona de estudio.

Recomendaciones finales

14. BIBLIOGRAFÍA

ACA, 2002. Web de la Agencia Catalana del Agua. Internet. Accesible en <http://www.gencat.es/mediamb/lleis/agua/aigua.htm> (Consulta 18/04/2002).

Aguilera, F., 1991. ¿La tragedia de la propiedad común o la tragedia de la malinterpretación en economía? En: Aguilera, F. (coordinador), 1996. Economía del agua, 2ª edición, MAPA, Madrid, pp 359-382.

Aguilera, F. (coordinador), 1992. Economía del agua, MAPA, Madrid.

Aguilera, F., 1993. El problema de la planificación hidrológica: una perspectiva diferente. Revista de Economía Aplicada, vol. 2 (1), pp 209-216.

Aguilera, F., 1996. Economía de los trasvases de agua: una aproximación al caso español. En: Aguilera, F. (coordinador), 1996. Economía del agua, 2ª edición, MAPA, Madrid, pp 429-484.

Aguilera, F., 1999. Hacia una nueva economía del agua: cuestiones fundamentales. En: Arrojo, P. y Martínez, F.J. (coordinadores), 1999. El agua a debate desde la Universidad. Hacia una nueva cultura del agua. Primer Congreso Ibérico sobre gestión y planificación de aguas, 14-18 de julio de 1998. Institución "Fernando el Católico", Zaragoza, pp 49-66.

Alarcón, S., 1994. Las técnicas multicriterio y su aplicación a la evaluación de planes de desarrollo: El plan Tierra de Campos. Revista Española de Economía Agraria, vol. 170, pp 175-217.

Albiac, J., Uku, S. y Martínez, Y., 2001. La protección de la calidad del agua mediante la gestión del agua de riego. Comunicación del IV Congreso de Economía Agraria, Pamplona.

Aldenderfer, M.S. y Blashfield, R.K., 1984. Cluster analysis. Series: Quantitative applications in the social sciences, number 07-044. Sage Publications Inc., Newbury Park, California.

Alfranca, O., 1998. Asignación eficiente y derechos de propiedad en los mercados de agua. Riegos y Drenajes XXI, vol. 99, pp 40-44.

Alonso, R. e Iruretagoyena, Mª.T., 1989. Los métodos multicriterio en la programación de actividades agrarias. Comunicaciones INIA. Serie: Economía, vol. 29, Madrid.

Bibliografía

Amador, F., Sumpsi, J.M. y Romero, C., 1998. A non-interactive methodology to assess farmers' utility functions: An application to large farms in Andalusia, Spain. *European Review of Agricultural Economics*, vol. 25, pp 95-109.

Arias, P., 1990. Las técnicas interactivas de programación multicriterio en planificación agraria. *Comunicaciones INIA. Serie: Economía Agraria*, vol. 24, Madrid.

Arriaza, M., Gómez-Limón, J.A. y Upton, M., 2002. Local markets for irrigation water in southern Spain: a multicriteria approach. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, vol. 46 (1), pp 21-43.

Arrojo, P., 1997. El banco de aguas de California. En: Arrojo, P. y Naredo, J.M., 1997. *La gestión del agua en España y California*. Ed. Bakeay, pp 129-135.

Arrojo, P., Bernal, E., Fernández, J. y López, J.M., 1999. El análisis coste-beneficio y su vigencia relativa en la valoración de grandes proyectos hidráulicos. En: Arrojo, P. y Martínez, F.J. (coordinadores), 1999. *El agua a debate desde la Universidad. Hacia una nueva cultura del agua*. Primer Congreso Ibérico sobre gestión y planificación de aguas, 14-18 de julio de 1998. Institución "Fernando el Católico", Zaragoza, pp 291-312.

Arrojo, P., 1999. El valor económico del agua. *Revista Cidob d'Afers Internacionals*, vol. 45-46.

Arrojo, P., 2000. Informe sobre el proyecto de Plan Hidrológico Nacional. Web del Grupo para el Estudio y Conservación de los Espacios Naturales. Internet. Accesible en <http://www.gecen.org/Programas/campanyas/recursos/agua/arroyo.asp> (Consulta 28/1/2002).

Barba-Romero, S. y Pomerol, J.Ch., 1997. Decisiones multicriterio. Fundamentos teóricos y utilización práctica. Colección de Economía, vol. 4. Servicio de Publicaciones Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares.

Baró, J. y Alemany, R., 1996. Estadística II. Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona.

Barragán, J., Cots, L., Montserrat, J., 1999. Evaluación de los regadíos y mejora de su eficiencia. En: Arrojo, P. y Martínez, F.J. (coordinadores), 1999. *El agua a debate desde la Universidad. Hacia una nueva cultura del agua*. Primer Congreso Ibérico sobre gestión y planificación de aguas, 14-18 de julio de 1998. Institución "Fernando el Católico", Zaragoza, pp 213-216.

Bartolomé, J.L., 1999. El agua, dominio público jurídico y bien público económico: coincidencias y divergencias de sus conceptos. En: Arrojo, P. y Martínez, F.J. (coordinadores), 1999. *El agua a debate desde la Universidad. Hacia una nueva cultura del agua*. Primer Congreso Ibérico sobre gestión y planificación de aguas, 14-18 de julio de 1998. Institución "Fernando el Católico", Zaragoza, pp 685-696.

Batista, J.A., 1996. Respondiendo a la escasez de agua de riego: cambio institucional y mercado del agua. Estudio de un caso en las Islas Canarias. *Revista Española de Economía Agraria*, vol. 175, pp 167-198.

Bauer, C., 1997. Bringing water markets down to earth: the political economy of water rights in Chile, 1976-95. *World Development*, vol. 25 (5), pp 639-656.

Bazzani, G.M., Gallerani, V. y Viaggi, D., 2002a. General issues concerning models for WADI. Preparatory document 1. Bologna Meeting, WADI Project.

Bazzani, G.M., Gallerani, V., Rosselli, Ch. y Viaggi, D., 2002b. Agricultural irrigation and water policy design: a decision support system for farm modelling and some consideration on short and long term analysis. X Congress of the European Association of Agricultural Economists, Zaragoza.

Berbel, J. y Vitalina, M., 1993. Planificación multicriterio de empresas agroganaderas de bovino de leche de las Islas Azores (Portugal). *Investigación Agraria: Economía*, vol. 8 (2), pp 197-208.

Berbel, J. y Rodríguez-Ocaña, A., 1998. An MCDM approach to production analysis: An application to irrigated farms in Southern Spain. *European Journal of Operational Research*, vol. 107, pp 108-118.

Berbel, J., Salas, A. y Rodríguez-Ocaña, A., 1998. Repercusiones económicas y sociales de la tarificación del agua de riego. Aplicación a tres zonas regables. Comunicación del XVI Congreso Nacional de Riegos, Palma de Mallorca, pp 405-414.

Berbel, J., Cañas, J.A., Gómez-Limón, J.A, López, M.J. y Arriaza, M, 1999. Micromodelos de gestión de agua en riego. Análisis del impacto socioeconómico y ambiental de una política de precios. Editorial Vistalegre, Córdoba.

Berbel, J. y Gómez-Limón, J.A., 2000. The impact of water-pricing policy in Spain: an analysis of three irrigated areas. *Agricultural Water Management*, vol. 43 (2), pp 219-238.

Bes, E., 1999. Un nuevo hito para el mundo rural: la agenda 2000. *Riegos y Drenajes XXI*, vol. 109, pp 56-58.

Blomquist, W. y Ostrom, E., 1985. Capacidad institucional y solución al dilema de los recursos de propiedad común. En: Aguilera, F. (coordinador), 1996. *Economía del agua*, 2ª edición, MAPA, Madrid, pp 383-402.

Bromley, D.W., 1982. Problemas de la gestión del agua y del suelo: una perspectiva institucional. En: Aguilera, F. (coordinador), 1996. *Economía del agua*, 2ª edición, MAPA, Madrid, pp 111-137.

Brown, F.L. e Ingram, H.M., 1987. El valor comunitario del agua: consecuencias para los pobres de las zonas rurales del sudoeste. En: Aguilera, F. (coordinador), 1996. *Economía del agua*, 2ª edición, MAPA, Madrid, pp 79-107.

Caballer, V. y Guadalajara, N, 1998. Valoración económica del agua de riego. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Calatrava-Requena, J. y Martínez-Paz, J., 2000. Economic valuation of water in protected horticulture in Almeria area. *International Symposium on protected cultivation in mild winter climates: current trends for sustainable technologies*, Almeria.

Cals, J. (director), 1987. L'Alt Empordà. Recursos y estructura económica. Colección Catalunya Comarcal, vol. 18. Caixa d'Estalvis de Catalunya, Barcelona.

Bibliografía

Calvo, F., 1993. Técnicas estadísticas multivariantes. Serie Sociología, vol. 9. Universidad de Deusto, Bilbao.

Calvo, J.M., 1996. La gestión del agua para abastecimiento a zonas turísticas. En: MOPTMA, 1996. Economía y racionalización de los usos del agua. Serie Monografías. Seminario de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo de Santander, 29 de agosto al 2 de septiembre de 1994, pp 203-208.

Carcelén, V., 1998. Análisis macroeconómicos de las actuaciones en los regadíos. Comunicación del XVI Congreso Nacional de Riegos, Palma de Mallorca, pp. 476-482.

Carcelén, V., 2000. El coste de agua de riego y la competitividad de las producciones agrarias de regadío. Internet. Accesible en <http://www.cepla.com/euroagro/4/4.html> (Consulta 8/6/2002).

Carey, J.M. y Zilberman, D., 2002. A model of investment under uncertainty: modern irrigation technology and emerging markets in water. American Journal of Agricultural Economics, vol. 84 (1), pp 171-183.

Carles, J., Avellá, L. y Garcia, M., 1999. Precios, costos y uso del agua en el regadío mediterráneo. En: Arrojo, P. y Martínez, F.J. (coordinadores), 1999. El agua a debate desde la Universidad. Hacia una nueva cultura del agua. Primer Congreso Ibérico sobre gestión y planificación de aguas, 14-18 de julio de 1998. Institución "Fernando el Católico", Zaragoza, pp 349-374.

Carles, J., 2000. Los usos agrarios. Foro de opinión: Plan Hidrológico Nacional. Ingeniería del agua, vol. 7 (4), diciembre 2000.

Cary, J.W. y Holmes, W.E., 1982. Relationships among farmers' goals and farm adjustment strategies: some empirics of a multidimensional approach. The Australian Journal of Agricultural Economics, vol. 26, pp 114-130.

Casado, L. y Padrós, C., 2000. El municipi i la nova Llei de l'Aigua. Medi Ambient, Tecnologia i Cultura, vol. 25.

Castillo, H., 1997. El mercado del agua. Estrategias para una mejor gestión en el agua demandada por los regadíos. Comunicación del XV Congreso Nacional de Riegos, Lleida, pp 589-605.

Castillo, H., 1998a. Agua: regadíos "versus" turismo. Comunicación del XVI Congreso Nacional de Riegos, Palma de Mallorca, pp 432-451.

Castillo, H., 1998b. El regadío en España y su futuro. Aspectos legales, institucionales y de inversión y financiación de estructuras (II). Riegos y Drenajes XXI, vol. 101, pp 20-31.

Castillo, H., 1999. El regadío en el contexto de la agenda 2000 y la ampliación de la UE. Riegos y Drenajes XXI, vol. 105, pp 26-27.

Caswel, M. y Zilberman, D., 1985. The choices of irrigation technologies in California. American Journal of Agricultural Economics, vol. 67, pp 224-234. Iowa State University, EEUU.

Caswel, M. y Zilberman, D., 1986. The effects of well depth and land quality on the choice of irrigation technology. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 68, pp 798-811. Iowa State University, EEUU.

Ceña, F. y Ortiz, D., 2001. El valor económico de usos emergentes del agua: una perspectiva institucionalista. *Tecnología del agua*, vol. 209, pp 65-72.

Ciriacy-Wantrup, S.V., 1967. Economía del agua: relaciones con el derecho y la política. En: Aguilera, F. (coordinador), 1996. Economía del agua, 2ª edición, MAPA, Madrid, pp 19-62.

Ciriacy-Wantrup, S.V. y Bishop, R.C., 1975. La "propiedad común" como concepto en la política de recursos naturales. En: Aguilera, F. (coordinador), 1996. Economía del agua, 2ª edición, MAPA, Madrid, pp 339-358.

Clop, M.M., 2000. Sistemas de ayuda a la modelización de la producción en la empresa agraria. Tesis Doctoral. Universitat de Lleida, Lleida.

Cochran, W.G., 1954. Some methods for strengthening the common χ^2 tests. *Biometrics Bulletin*, vol. 10, pp 417-451.

Cochran, W.G., 1980. Técnicas de muestreo. Compañía Editorial Continental, México.

Cohon, J.L., 1978. Multiobjective programming and planning. Academic Press, New York.

Colby, B.G., 1996. Markets as a response to water scarcity: policy challenges and economic implications. En: Advances in the economics of environmental resources, vol. 1. Marginal cost rate design and wholesale markets. D.C. Hall. JAI Press, Greenwich, Connecticut, pp 211-224.

Cooper, W.W., 1999. Operational research/management science: where it's been? Where it should be going? *Journal of the Operational Research Society*, vol. 50 (1), pp 3-11.

Costa, R., 2000a. Cap a un nou model d'ordenació i gestió de l'aigua. *La Terra*, junio 2000, pp 20-21.

Costa, R., 2000b. Mesures a aplicar en zona vulnerable. *La Terra*, julio-agosto 2000, pp 20-21.

Cummings, R.C. y Nercessiantz, V. The use of water markets as a means for enhancing water use efficiency in irrigation: case studies in Mexico and the United States. *Natural Resources Journal*, vol. 32, pp 731-755.

Chan, A.H., 1989. Mercado o no mercado: la asignación interestatal de agua. En: Aguilera, F. (coordinador), 1996. Economía del agua, 2ª edición, MAPA, Madrid, pp 287-313.

DARP, 1999. Regadius. Present i futur a Catalunya, 1999. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya, Barcelona.

De Bas, M.A., 1999. Alternativas de financiación de las obras hidráulicas. Ponencia de Hidro'99. Cómo desarrollar políticas de racionalización de usos y comercialización para la gestión eficaz del agua. III Conferencia Específica del Institute of International Research España, Madrid.

Bibliografía

De Palma, 1996. La opinión del usuario del agua. En: MOPTMA, 1996. Economía y racionalización de los usos del agua. Serie Monografías. Seminario de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo de Santander, 29 de agosto al 2 de septiembre de 1994, pp 261-299.

Del Campo, A., 1999. La obra hidráulica para la agricultura española. Alternativas de financiación en el nuevo escenario que se establece en la reforma de la Ley de Aguas. Ponencia de Hidro'99. Cómo desarrollar políticas de racionalización de usos y comercialización para la gestión eficaz del agua. III Conferencia Específica del Institute of International Research España, Madrid.

DGT, 2002. Web de la Dirección General de Turismo. Internet. Accesible en <http://www.gencat.es/turisme/dades/home.htm> (Consulta 4/2/2002).

Díaz Pineda, F., Montes, C. y Acosta, F., 1995. El uso del agua y necesidades hídricas de la naturaleza. El Campo, vol. 132, pp 201-225.

Dirksen, W., 2002. Water management structures in Europe. Irrigation and Drainage, vol. 51, pp 199-211.

Domínguez, 1996. Economía y racionalización de los usos del agua en los regadíos. En: MOPTMA, 1996. Economía y racionalización de los usos del agua. Serie Monografías. Seminario de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo de Santander, 29 de agosto al 2 de septiembre de 1994, pp 21-34.

Doñate, I., 2000. Normativa ambiental: La nova ordenació i gestió legal de les aigües al Principat de Catalunya. Medi Ambient, Tecnologia i Cultura, vol. 25.

Embid, A., 1996. Condicionamientos jurídicos de una política de precios del agua. En: Embid, A. (director), 1996. Precios y mercados del agua. Editorial Civitas, S.A., Madrid, pp 305-318.

Embid, A. y Garrido, A., 1998. Las Comunidades de Regantes. Aspectos económicos. En: Martínez, M.J. (coordinador), 1998. Ponencias y comunicaciones. IX Congreso Nacional de Comunidades de Regantes. Comunidad General de Usuarios del Canal Imperial de Aragón, Zaragoza, pp 179-217.

Escofier, B. y Pagès, J., 1992. Análisis factoriales simples y múltiples. Objetivos, métodos e interpretación. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, Bilbao.

Everitt, B.S., 1993. Cluster analysis, 3a edición. Edward Arnold, Hodder and Stoughton Limited - University Press, Cambridge.

FAO, 1993. Las políticas de recursos hídricos y la agricultura. En: El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación, 1993. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura, Roma.

FAO, 1995. Water sector policy review and strategy formulation. A general framework. FAO Land and Water Bulletin, vol. 3. World Bank UNDP. Roma.

FAO, 2000a. Faostat, Food and Agriculture Organization of the United Nations Database. Internet. Accesible en <http://apps.fao.org/> (Consulta 5/12/2000).

FAO, 2000b. Agriculture towards 2015/30. Technical interim report, April 2000. Internet. Accesible en <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/economic/esd/at2015/toc-e.htm> (Consulta 5/12/2000).

Faux, J. y Perry, G.M., 1999. Estimating irrigation water value using hedonic price analysis: a case study in Malheur County, Oregon. *Land Economics*, vol. 75 (3), pp 440-452.

Felices, Ch.I., 1997. Aproximación a un estudio de economía hídrica. En: Martínez Gil, F.J. (ed.), 1997. El agua a debate. Plan Hidrológico Nacional, pacto del agua y trasvases. Jornadas Universitarias de Reflexión y Debate. Cuadernos de Cultura Aragonesa, vol. 25. Edicions de l'Astral (Publicaciones del Rolde de Estudios Aragoneses), Zaragoza.

García, M., 1994. Socioestadística. Introducción a la estadística en sociología, 2a edición ampliada. Alianza Universidad Textos, Madrid.

Gardner, B.D. y Warner, J.E., 1994. The Central Valley Water Project Improvement Act: Two steps forward – one step back. *Choices*. First Quarter, pp 4-9.

Garrabou, R., Tello, E., Sagner, E. y Boixadera, J., 1999. El agua como recurso limitante en los sistemas agrarios de Cataluña (siglos XIX y XX). En: Garrabou, R. y Naredo, J.M. (Editores), 1999. El agua en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica. *Economía y naturaleza*, 12. Fundación Argentaria y Visor Dis., Madrid, pp 199-224.

Garrido, A., 1995. La economía del agua: análisis de la asignación de recursos mediante el establecimiento de mercados de derechos del agua en el valle del Guadalquivir. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

Garrido, A., 1996. ¿Qué papel pueden jugar los mercados de agua? En: Embid, A. (director), 1996. Precios y mercados del agua. Editorial Civitas, S.A., Madrid, pp 139-178.

Garrido, A., Iglesias, E. y Blanco, M., 1996. Análisis de la actitud de los regantes ante el establecimiento de políticas de precios públicos y de mercados de agua. *Revista Española de Economía Agraria*, vol. 179, pp 139-162.

Garrido, A., 1997. Economics of water allocation and the feasibility of water markets in agriculture. En: OECD Workshop on the sustainable management of water in agriculture: issues and policies, 1997. Directorate for Food, Agriculture and Fisheries. And Environment Directorate. Atenas, Nov. 3-6.

Garrido, A., 2000. A mathematical programming model applied to the study of water markets within the Spanish agricultural sector. *Annals of Operations Research*, vol. 94, pp 105-123.

Gasson, R., 1973. Goals and values of farmers, *Journal of Agricultural economics*, vol. 24, pp 521-537.

Gibbons, D.C., 1986. The economic value of water. Resources for the Future, Inc., Washington, D.C.

Gleyses, G. y Morardet, S., 1997. Barrage de Gardères Eslourenties: évaluation économique de l'agriculture irriguée. Cemagref Montpellier. Rapport d'étude.

Bibliografía

Goicoechea, A., Hansen, D.R. y Duckstein, L., 1982. Multiobjective decision analysis with engineering and business applications. John Wiley and Sons.

Gómez-Lama, M., Priego, R., Recio, J.M. y Berbel, J., 1994. Valoración ambiental de los campos de golf de Andalucía (una primera aproximación). Servicio de Publicaciones Universidad de Córdoba, Córdoba.

Gómez-Limón, J.A. y Berbel, J., 1995. Aplicación de una metodología multicriterio para la estimación de los objetivos de los agricultores del regadío cordobés. *Investigación Agraria: Economía*, vol. 10 (1), pp 103-123.

Gómez-Limón, J.A., Sánchez, F.J., Rodríguez-Ocaña, A. y Lara, P., 1996. Evaluación del impacto socioeconómico de la sequía en los regadíos de la Campiña Baja (Córdoba): Una aproximación multicriterio. *Revista Española de Economía Agraria*, vol. 178, pp 163-192.

Gómez-Limón, J.A. y Berbel, J., 2000. Multicriteria analysis of derived water demand functions: a Spanish case study. *Agricultural Systems*, vol. 62, pp 1-24.

Gómez-Limón, J.A. y Arriaza, M., 2000. Mercados locales de agua de riego. Una modelización multicriterio en el Bajo Guadalquivir. *Estudios Agrosociales y Pesqueros*, vol. 188, pp 135-164.

Gómez-Limón, J.A., Berbel, J. y Peñuelas, J.M., 2000. Tarificación del agua de riego: cuantificación del impacto socioeconómico y ambiental. *Comunicación del XVIII Congreso Nacional de Riegos*, Huelva.

Gómez-Limón, J.A., Arriaza, M. y Berbel, J., 2002a. Conflicting implementation of agricultural and water policies in irrigated areas in the EU. *Journal of Agricultural Economics*, vol. 53 (2), en prensa.

Gómez-Limón, J.A., Arriaza, M. y Riesgo, L., 2002b. Agricultural risk aversion revisited: a multicriteria decision-making approach. *X Congress of the European Association of Agricultural Economists*, Zaragoza.

González, J., 2000. Distribución de los recursos hidráulicos mediante el mercado: una perspectiva. *Comunicación del XVIII Congreso Nacional de Riegos*, Huelva.

Grande, I. y Abascal, E., 1996. *Fundamentos y técnicas de investigación comercial*, 3a edición. Colección Universidad. ESIC editorial, Madrid.

Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L. y Black, W.C., 1999. *Análisis multivariante*, 5ª edición. Prentice Hall Iberia, Madrid.

Harper, W.H. y Eastman, C.F., 1980. An evaluation of goal hierarchies for small farm operators. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 62, pp 742-747.

Hazell, P., 1971. A linear alternative to quadratic and semivariance programming for planning under uncertainty. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 53, pp 53-62.

Herrerías, J.A., 1999. Algunos comentarios sobre el Libro Blanco del Agua. Ponencia de Hidro'99. Cómo desarrollar políticas de racionalización de usos y comercialización para la gestión eficaz del agua. III Conferencia Específica del Institute of International Research España, Madrid.

Horta, M.A., 1998. Modernización de los regadíos, aspectos medioambientales, económicos y legales. En: Martínez, M.J. (coordinador), 1998. Ponencias y comunicaciones. IX Congreso Nacional de Comunidades de Regantes. Comunidad General de Usuarios del Canal Imperial de Aragón, Zaragoza, pp 87-122.

Howe, C.W., Schurmeier, D.R. y Shaw Jr., W.D., 1986. Enfoques innovadores en la asignación del agua: el potencial de los mercados del agua. En: Aguilera, F. (coordinador), 1996. Economía del agua, 2ª edición, MAPA, Madrid, pp 139-165.

Howe, C.W., Lazo, J.K. y Weber, K.R., 1990. The economic impacts of agriculture-to-urban water transfers on the area of origin: a case study of the Arkansas River Valley in Colorado. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 72, pp 1200-1204.

Howe, C.W., 1994. Integración de las políticas de agricultura, de agua y de medio ambiente: lecciones de la experiencia de Estados Unidos. REAS, 167.

Howe, C.W., 1998. Water markets in Colorado: past performance and needed changes. En: Easter, K.D., Rosegrant, M. y Dinar, A. (editores), 1998. Markets for water-potential and performance. Klure Academic Publishers, New York.

Ibáñez, J., Recio, B. y Lombán, J., 1998. Un modelo econométrico de distribución de cultivos en regadío para el análisis del impacto de políticas de restricción de consumo hídrico. *Economía Agraria*, vol. 183, pp 89-114.

IDESCAT, 1992. Cens agrari 1989, vol.2: aprofitament de la terra i ramaderia. Estadística econòmica. Censos. Institut d'Estadística de Catalunya, Generalitat de Catalunya, Barcelona.

IDESCAT, 2001. Web de l'Institut d'Estadística de Catalunya. Internet. Accesible en <http://idescat.es> (Consulta 16/10/2001).

ITGE, 1991. El Agua en España. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid.

Joaristi, L. y Lizasoain, L., 1999. Análisis de correspondencias. Cuadernos de estadística, vol. 5. Editorial La Muralla S.A. y editorial Hespérides, Madrid.

Júdez, L., 1989. Técnicas de análisis de datos multidimensionales. Ministerio de Agricultura, pesca y Alimentación, Secretaría General, técnica, Madrid.

Kelso, M., 1967. El síndrome de "el agua es diferente" o ¿qué está pasando con la industria del agua? En: Aguilera, F. (coordinador), 1996. Economía del agua, 2ª edición, MAPA, Madrid, pp 65-78.

Kingwell, R., 1996. Programming models of farm supply response: the impact of specification errors. *Agricultural Systems*, vol. 50, pp. 307-324.

Bibliografía

Lacambra, M., 2000. Entrevista a Marta Lacambra, Directora de l'Agència Catalana de l'Aigua, realizada por Reales, L.I. *Medi Ambient, Tecnologia i Cultura*, vol. 25.

López, C. y Albiac, J., 1998. Modelización del uso de la tierra en la zona del regadío del Flumen. Comunicación del XVI Congreso Nacional de Riegos, Palma de Mallorca, pp 424-431.

López, F., 1997. Caracteres del derecho comunitario europeo ambiental. *Derecho ambiental/Environment & Law*. Revista Electrónica de Derecho Ambiental. Internet. Accesible en <http://www.cica.es/aliens/gimadus/lopezramon.html> (Consulta 1/6/2000).

López, J., 1999. Cesión de derechos de uso privativo del agua: aspectos fiscales. Ponencia de Hidro'99. Cómo desarrollar políticas de racionalización de usos y comercialización para la gestión eficaz del agua. III Conferencia Específica del Institute of International Research España, Madrid.

López, J., 2000. Los trasvases, una acción territorial. Foro de opinión: Plan Hidrológico Nacional. *Ingeniería del agua*, vol. 7 (4), diciembre 2000.

López, M.J. y Berbel, J., 2002. Una revisión de metodologías de estimación de la demanda de agua de riego. III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua, Sevilla.

López-Camacho, B., 1997. La escasez del agua y el modo de abordarla: nuevos abastecimientos versus "water conservation". En: Naredo, J.M. (ed.), 1997. *La economía del agua en España*. Fundación Argentaria. Colección "Economía y Naturaleza", vol. 7, Madrid, pp 27-68.

Losada, A. y Roldán, J., 1999. Uso racional del agua de riego. En: Arrojo, P. y Martínez, F.J. (coordinadores), 1999. *El agua a debate desde la Universidad. Hacia una nueva cultura del agua*. Primer Congreso Ibérico sobre gestión y planificación de aguas, 14-18 de julio de 1998. Institución "Fernando el Católico", Zaragoza, pp 421-438.

Llamas, R., 1996. ¿Hacia dónde va la planificación y gestión del agua en España? IV SIAGA, I, pp 375-393.

Llamas, M.R., 1999. El uso sostenible de las aguas subterráneas. Ponencia de Hidro'99. Cómo desarrollar políticas de racionalización de usos y comercialización para la gestión eficaz del agua. III Conferencia Específica del Institute of International Research España, Madrid.

MacDonnell, L.J. y Howe, Ch.W., 1986. Protección de la zona de origen en los trasvases entre cuencas: evaluación de métodos alternativos. En: Aguilera, F. (coordinador), 1996. *Economía del agua*, 2ª edición, MAPA, Madrid, pp 167-197.

MAPA, 2001. Plan Nacional de Regadíos - Horizonte 2008. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Martín, J., 1993. Notas y comentarios al Plan Hidrológico Nacional de abril de 1993. Alegación al Plan Hidrológico Nacional presentada al Consejo Nacional del Agua, Madrid.

Martín, R., 1996. Precios del agua y política ambiental. En: Embid, A. (director), 1996. *Precios y mercados del agua*. Editorial Civitas, S.A., Madrid, pp 117-138.

Martín, J. y Andrés, E., 1997. Ejemplo de implantación de un sistema de tarifas binomias progresivas. Comunicación del XV Congreso Nacional de Riegos, Lleida, pp 564-571.

Martín, J., 1998. Tarificación del uso del agua según la Directiva Marco europea sobre política del agua. Comunicación del XVI Congreso Nacional de Riegos, Palma de Mallorca, pp 384-391.

Martín-Retortillo, S., 1998. Las Comunidades de Regantes en el tiempo presente. En: Martínez, M.J. (coordinador), 1998. Ponencias y comunicaciones. IX Congreso Nacional de Comunidades de Regantes. Comunidad General de Usuarios del Canal Imperial de Aragón, Zaragoza, pp 17-44.

Menéndez, A., 1996. Reflexiones sobre un mercado de derechos de aguas en el ordenamiento jurídico español. En: Embid, A. (director), 1996. Precios y mercados del agua. Editorial Civitas, S.A., Madrid, pp 139-178.

Merrett, S., 2002. Twelve theses on the cost and use of irrigation water. *Irrigation and Drainage*, vol. 51, pp 265-268.

Millán, J.S., 1992. Planificación de cultivos en función de la disponibilidad de agua de riego y en contexto de riesgo. *Investigación Agraria: Economía*, vol. 7 (1), pp 47-59.

Millán, J.S. y Berbel, J., 1994. A Multicriteria Model for irrigated Agricultural Planning under Economic and Technical Risk. *Agricultural Systems*, vol. 44, pp 105-117.

Milliman, J.W., 1956. La propiedad común, el mercado y el suministro de agua. En: Aguilera, F. (coordinador), 1996. *Economía del agua*, 2ª edición, MAPA, Madrid, pp 317-337.

MIMAM, 1998. Documento de síntesis del Libro Blanco del Agua en España. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

MIMAM, 2000. Plan Hidrológico Nacional. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

MIMAM, 2001. Informe sobre la Coyuntura Económica Medioambiental. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

MIMAM, 2002. *Hispagua*. Sistema Español de Información sobre el Agua. Internet. Accesible en <http://hispagua.cedex.es/htdocs/bdleg.html> (Consulta 27/6/2002).

Minitab Inc., 1995. Ayuda al programa Minitab en español para Windows v.2.1. Minitab Inc., State College, PA, USA.

MOP, 1971. Estudio de los recursos hídricos totales del Pirineo Oriental. Comisaría de Aguas del Pirineo Oriental y Servicio Geológico de Obras Públicas, Barcelona.

Murillo, J., 1996. Análisis técnico de las posibilidades de ahorro del agua. En: MOPTMA, 1996. *Economía y racionalización de los usos del agua*. Serie Monografías. Seminario de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo de Santander, 29 de agosto al 2 de septiembre de 1994, pp 245-259.

Musgrave, W., 1996. The irrigation industry in the Murray-Darling Basin and aspects of its reform. 40th Australian Agriculture Economics Conference, Melbourne.

Bibliografía

Naredo, J.M. y Gascó, J.M., 1994. Spanish Water Accounts. OECD. Environment Policy Committee, ENV/EPOC/SE/A (94) 2, Paris.

Naredo, J.M. y Gascó, J.M., 1996. Spanish Water Accounts. MOPTMA-Dirección General de calidad de aguas.

Naredo, J.M., 1997. Problemática de la gestión del agua en España. En: Naredo, J.M. (ed.), 1997. La economía del agua en España. Fundación Argentaria. Colección "Economía y Naturaleza", vol. 7, Madrid, pp 11-25.

Naredo, J.M., 1999. Consideraciones económicas sobre el papel del agua en los sistemas agrarios. En: Garrabou, R. y Naredo, J.M. (Editores), 1999. El agua en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica. Economía y naturaleza, 12. Fundación Argentaria y Visor Dis., Madrid, pp 63-75.

Nunn, S.C. e Ingram, H.M., 1988. La información, el foro de decisión y los efectos sobre terceros de las transacciones de agua. En: Aguilera, F. (coordinador), 1996. Economía del agua, 2ª edición, MAPA, Madrid, pp 257-285.

OECD, 1987. Water pricing policies. OECD Publications, Paris.

OECD, 1998. Water consumption and sustainable water resources management. OECD Proceedings. OECD Publications, Paris.

OECD, 1999. The price of the water. OECD Publications, Paris.

ONU, 1997. Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world. United Nations Department for Policy Coordination and Sustainable Development (DPCSD), Comission on Sustainable Development.

Ortiz, J.L., 1999. Antecedentes de la Directiva Marco del agua y estado actual del procedimiento de adopción. Ponencia de Hidro'99. Cómo desarrollar políticas de racionalización de usos y comercialización para la gestión eficaz del agua. III Conferencia Específica del Institute of International Research España, Madrid.

Ortiz, D., 2001. Los contratos de cesión de agua en un contexto de propiedad común: el caso de las Comunidades de Regantes del Guadalquivir. Comunicación del IV Congreso de Economía Agraria, Pamplona.

Pardo, M., 1999. El impacto social (positivo y negativo) de las construcciones hidráulicas. En: Arrojo, P. y Martínez, F.J. (coordinadores), 1999. El agua a debate desde la Universidad. Hacia una nueva cultura del agua. Primer Congreso Ibérico sobre gestión y planificación de aguas, 14-18 de julio de 1998. Institución "Fernando el Católico", Zaragoza, pp 617-624.

Peix, 2001a. Els regadius a Catalunya: millora de la renda agrària (1). Catalunya Rural i Agrària, vol. 79, junio 2001, pp 19-28.

Peix, 2001b. Els regadius a Catalunya: modernització de l'empresa agrària (i 2). Catalunya Rural i Agrària, vol. 80, julio/agosto 2001, pp 19-25.

Pigram, J.J., Delforce, R.J., Coelli, M.L., Norris, V., Antony, G., Anderson, R.L. y Musgrave, W.F., 1992. Transferable water entitlements. The Center for Water Policy Research. University of New England, Armidale.

Playán, E., Faci, J.M. y Castillo, R., 1998. Consideraciones sobre la modernización de los regadíos del valle medio del Ebro: aspectos estructurales. En: Martínez, M.J. (coordinador), 1998. Ponencias y comunicaciones. IX Congreso Nacional de Comunidades de Regantes. Comunidad General de Usuarios del Canal Imperial de Aragón, Zaragoza, pp 147-153.

Porta, F., 1999. La repercusión de la Directiva Marco del Agua en España. Ponencia de Hidro'99. Cómo desarrollar políticas de racionalización de usos y comercialización para la gestión eficaz del agua. III Conferencia Específica del Institute of International Research España, Madrid.

Postel, S., 1993. El último oasis. Cómo afrontar la escasez de agua. Col. Apóstrofe Divulgación. Worldwatch Institute. Ediciones Apóstrofe, S.L., Barcelona.

Prat, N., 2000. Los aspectos ambientales. Foro de opinión: Plan Hidrológico Nacional. Ingeniería del agua, vol. 7 (4), diciembre 2000.

Reca, J., Roldán, J., Alcaide, M., López, R. y Camacho, E., 1998. Modelo de optimización de la aplicación de agua a un cultivo en función del estado vegetativo y de la uniformidad del riego. Comunicación del XVI Congreso Nacional de Riegos, Palma de Mallorca, pp 559-566.

Redaud, J.L., 1997. Indicators to measure the impact of agriculture on water use pricing and cost of water services. En: OECD Workshop on the sustainable management of water in agriculture: issues and policies. Directorate for Food, Agriculture and Fisheries. And Environment Directorate, Atenas, Nov. 3-6.

Rehman, T. y Romero, C., 1993. The application of the MCDM paradigm to the management of agricultural systems: some basic considerations. *Agricultural Systems*, Vol. 41, pp 239-255.

Riesgo, L. y Gómez-Limón, J.A., 2001. Mercados del agua. Análisis de las opciones elegidas para su aplicación en España. Comunicación del IV Congreso de Economía Agraria, Pamplona.

Rodríguez-Ocaña, A., 1996. Propuesta metodológica para el análisis de la toma de decisiones de los agricultores: aplicación al caso del regadío extensivo cordobés. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, Córdoba.

Rodríguez-Ocaña, A., Arriaza, M. y Ruiz, P., 1996. Opinión de los agricultores frente a posibles mejoras en los regadíos andaluces. Comunicación del XIV Congreso Nacional de Riegos, pp 622-629, Aguadulce (Almería).

Rodríguez-Ocaña, A., Berbel, J. y Ruiz, P., 1998. Metodología para el análisis de la toma de decisiones de los agricultores. Monografías INIA, vol. 101. MAPA, Madrid.

Romero, C. y Rehman, T., 1989. Multiple criteria analysis for agricultural decisions. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.

Bibliografía

Romero, C., 1993. Teoría de la decisión multicriterio: conceptos, técnicas y aplicaciones. Alianza Editorial, S.A., Madrid.

Roy, G.G., 1980. A man-machine approach to multicriteria decision making. *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 12, pp 203-215.

Rubio, S.J. y González-Romero, A., 1993. El problema de la planificación hidrológica: un argumento económico a favor de los trasvases. *Revista de economía aplicada*, vol.2 (1), pp 217-222.

Rubio, J.A., 1996. Función de las Comunidades de Regantes. En: MOPTMA, 1996. Economía y racionalización de los usos del agua. Serie Monografías. Seminario de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo de Santander, 29 de agosto al 2 de septiembre de 1994, pp 63-71.

Sahuquillo, A., 2000. El anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional. Foro de opinión: Plan Hidrológico Nacional. *Ingeniería del agua*, vol. 7 (4), diciembre 2000.

Salgot, M., 2000. La calidad de las aguas. Foro de opinión: Plan Hidrológico Nacional. *Ingeniería del agua*, vol. 7 (4), diciembre 2000.

Saliba, B.C., 1988. ¿"Funcionan" los mercados de agua? Transacciones de mercado y conflictos en los estados del suroeste. En: Aguilera, F. (coordinador), 1996. Economía del agua, 2ª edición, MAPA, Madrid, pp 221-256.

Sánchez, F.J., Gómez-Limón, J.A. y Rodríguez-Ocaña, A., 1997. Determinación de la curva de demanda del agua de riego en base a una metodología multicriterio. Comunicación del XV Congreso Nacional de Riegos, Lleida, pp 606-614.

Sánchez, J.F. y San Juan, C., 2001. Importancia del caudal del río Tajo en las actividades de recreo. Valoración mediante el método del coste del viaje. Comunicación del IV Congreso de Economía Agraria, Pamplona.

Santos, M., 1999. Precios, mercados y derechos de propiedad del agua en la agricultura española. En: Garrabou, R. y Naredo, J.M. (Editores), 1999. El agua en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica. Economía y naturaleza, 12. Fundación Argentaria y Visor Dis., Madrid, pp 147-158.

Sastre, M., Barreira, A. y Llamas, R., 2000. La política europea sobre el agua. Foro de opinión: Plan Hidrológico Nacional. *Ingeniería del agua*, vol. 7 (4), diciembre 2000.

Saura, J., 1996. La economía del agua en los planes de cuenca: particularización a la cuenca del Guadalquivir. En: MOPTMA, 1996. Economía y racionalización de los usos del agua. Serie Monografías. Seminario de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo de Santander, 29 de agosto al 2 de septiembre de 1994, pp 219-243.

Segura, R., 1995. El coste del agua y el consumo. Experiencia de casos reales. Comunicación de las XIII Jornadas Técnicas sobre Riegos, Puerto de la Cruz, Tenerife, pp 518-523.

Segura, R., 1996a. La introducción en España de un mercado de aguas a la luz de la experiencia californiana. En: Embid, A. (director), 1996. Precios y mercados del agua. Editorial Civitas, S.A., Madrid, pp 319-324.

Segura, R., 1996b. Riesgos y ventajas de la introducción del intercambio de concesiones. Comunicación del XIV Congreso Nacional de Riegos, Aguadulce, Almería, pp 505-509.

Segura, R., 1997. Reflexiones y estimaciones sobre el coste del agua para el riego. Comunicación del XV Congreso Nacional de Riegos, Lleida, pp 537-548.

SPSS Inc., 1988. SPSS-X user's guide. 3rd edition. SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA.

Sumpsi, J.M., Amador, F. y Romero, C., 1993. A research on the andalusian farmers' objectives: methodological aspects and policy implications. On aspects of the Common Agricultural Policy. VIIth EAAE Congress, vol. D, Stresa, Italy.

Sumpsi, J.M., 1994. El régimen económico-financiero del agua y la agricultura. Revista de Estudios Agro-Sociales, vol. 167, pp 59-88.

Sumpsi, J.M., Amador, F. y Romero, C., 1996. On farmer's objectives: A multi-criteria approach. European Journal of Operational Research, vol. 96 (1), pp 64-71.

Sumpsi, J.M., Garrido, A., Blanco, M., Varela, C. e Iglesias, E., 1998. Economía y Política de Gestión del Agua en la Agricultura. Coed. MAPA-Ediciones Mundi-Prensa.

Sumpsi, J.M., 1999. Efectos de las políticas tarifarias sobre la demanda de agua, renta agraria y recuperación de costes de la agricultura de regadío en España. En: Arrojo, P. y Martínez, F.J. (coordinadores), 1999. El agua a debate desde la Universidad. Hacia una nueva cultura del agua. Primer Congreso Ibérico sobre gestión y planificación de aguas, 14-18 de julio de 1998. Institución "Fernando el Católico", Zaragoza, pp 455-482.

Sumpsi, J.M.^a, 2000. ¿El trasvase del Ebro es la mejor solución económica posible? Foro de opinión: Plan Hidrológico Nacional. Ingeniería del agua, vol. 7 (4), diciembre 2000.

Tardieu, H., 1999. Le valeur de l'eau en agriculture irriguée: une information économique nécessaire pour mieux réguler la gestion de l'eau et des productions agricoles dans un marché ouvert. International Commission on Irrigation and Drainage. Seventeenth Congress, Granada, pp 33-51.

Tello, E., 2000. Fiscalitat ambiental i nova cultura de l'aigua. Medi Ambient, Tecnologia i Cultura, vol. 25.

Terceiro, J.B., 1995. Agua que no has de beber... Artículo publicado en El País, 20-4-1995.

UE, 2000. Europa – La Unión Europea en línea. Internet. Accesible en <http://www.europa.eu.int/> (Consulta 1/6/2000).

UPC, 2001. Diccionari d'economia i gestió. Col·lecció Ciència i Tecnologia. Universitat Politècnica de Catalunya i Enciclopèdia Catalana, Barcelona.

Uriel, E., 1995. Análisis de datos. Series temporales y análisis multivariante. Colección Plan Nuevo. Editorial AC, Madrid.

Bibliografía

Valero de Palma, J.M., 1999. Cómo se va a modificar el acceso al uso del agua al establecerse la posibilidad de contratos de cesión de derechos de uso en la Reforma de la Ley de Aguas. Ponencia de Hidro'99. Cómo desarrollar políticas de racionalización de usos y comercialización para la gestión eficaz del agua. III Conferencia Específica del Institute of International Research España, Madrid.

Varela-Ortega, C., Sumpsi, J.M., Garrido, A., Blanco, M. e Iglesias, E., 1998. Water pricing policies, public decisions making and farmer's response: implications for water policy. *Agricultural Economics*, vol. 19, pp 193-202.

Vergés, J.C., 1998. Una política económica para el agua. Monografía, vol. 3. Circulo de Empresarios, Madrid.

Vergés, J.C., 2000. Impact of water pricing and foreseen impact of the Common Agricultural policy on the use of irrigation water in Spain. Paper of water pricing, the Common Agricultural Policy and irrigation water use. Research Project for EC DG XI. Massaruto, A. (coord.). Barcelona, 8/6/2000. No publicado.

Vilaró, F., 2000. El abastecimiento de agua a Barcelona y las comarcas de su entorno. OP, Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, vol. 51. La gestión del agua (II).

Wade, R., 1987. La gestión de los recursos de propiedad común: la acción colectiva como alternativa a la privatización o a la regulación estatal. En: Aguilera, F. (coordinador), 1996. *Economía del agua*, 2ª edición, MAPA, Madrid, pp 403-425.

WWF, 2000. WWF and the EU Water Framework Directive. WWF European Freshwater Programme. Internet. Accesible en <http://www.panda.org/europe/freshwater/initiatives/wfd.html> (Consulta 1/6/2000).

Young, R.A., 1986. ¿Por qué hay tan pocas transacciones de agua? En: Aguilera, F. (coordinador), 1996. *Economía del agua*, 2ª edición, MAPA, Madrid, pp 199-219.

Young, R.A., 1996. Measuring economic benefits for water investments and policies. World Bank Technical Paper, nº 338, World Bank, Washington, DC.

Yu, P.L., 1973. A class of solutions for group decision problems. *Management Science*, vol. 19, pp 936-946.

Zekri, S. y Romero, C., 1992a. A methodology to assess the current situation in irrigated agriculture: an application to the village of Tauste (Spain). *Oxford Agrarian Studies*, vol. 20 (2), pp 75-88.

Zekri, S. y Romero, C., 1992b. Ecological versus economic objectives: a public decision making problem in agricultural water management. *Issues in Agricultural Development, Sustainability and Cooperation*. IAAE Occasional Paper, vol. 6, pp 135-141.

Zeleny, M., 1973. Compromise programming in multiple criteria decision making. Eds J.L. Cochrane & M. Zeleny. University of South Carolina Press, Columbia, pp 262-301.

Zeleny, M., 1982. *Multiple criteria decision-making*. McGraw-Hill, New York.