

# **INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y RELEVO GENERACIONAL EN EL REGADÍO DE ÁLAVA: UNA APROXIMACIÓN DE PROGRAMACIÓN LINEAL**

**Isabel Almudí Higuera**

Departamento de Análisis Económico

Universidad de Zaragoza

e-mail: almudi@unizar.es

**María Luisa Feijóo-Bello**

Departamento de Análisis Económico

Universidad de Zaragoza

e-mail: mfeijoo@unizar.es

## **Resumen**

En este trabajo se presenta un modelo de comportamiento del regadío para la provincia de Álava así como los resultados de simulación del mismo bajo distintos escenarios con el objetivo de analizar la innovación tecnológica asociada al relevo generacional existente entre la población agraria en la provincia. El modelo incorpora información económica, agronómica y de política agraria, mediante técnicas de programación lineal. La función objetivo a maximizar es el margen neto obtenido por el agricultor de los principales cultivos incluyendo los pagos directos de la Política Agrícola Común (PAC). Los cultivos considerados son los más importantes de la zona y constituyen el 65% de las hectáreas en regadío de la provincia. La progresiva liberalización de los mercados agrarios, el cuestionamiento de las ayudas a la agricultura y la introducción de requerimientos ambientales cada vez más estrictos, van a tener un fuerte impacto sobre el uso de los recursos naturales, por lo que son necesarios análisis de este tipo que contribuyan al diseño de medidas de política agraria y medio ambiental. El modelo empleado permite representar de forma significativa las interacciones entre factores y recursos, durante los periodos críticos reales o hipotéticos para determinar un plan agrícola óptimo.

*Palabras clave:* Innovación tecnológica, Relevo generacional, Sector Agrario, Álava

## 1. Introducción

El este trabajo se desarrolla un modelo de comportamiento del regadío en la provincia de Álava y se presentan los resultados de simulación del mismo bajo distintos escenarios. El modelo incorpora información agronómica, económica y de política agraria, mediante técnicas de programación lineal. La función objetivo maximiza el margen neto de los cultivos y los pagos directos de la PAC. Los cultivos que se introducen en el modelo son los más importantes de la zona y ocupan más del 65% de las hectáreas en regadío en la provincia.

El modelo se desarrolla con dos objetivos concretos, en primer lugar, se caracteriza el comportamiento del regadío en Álava ante distintos escenarios: eliminación de los pagos directos de la PAC e incremento del precio del agua. En segundo lugar, los resultados del modelo se utilizan para buscar una relación con la estructura poblacional de la zona y con las inversiones en tecnología que se están realizando con el fin de analizar las expectativas futuras del regadío existente y el proyectado para la provincia.

## 2. Área de estudio. Superficies y cultivos

En el año 1998, la provincia de Álava tiene 80.480 hectáreas de tierras de cultivo, de las cuales un 79% de las mismas se dedica a herbáceos, un 15% a cultivos leñosos y el resto se distribuye entre barbechos, prados naturales y pastizales (MAPA 2000).

Si analizamos las superficies por cultivos para ese mismo año, se aprecia cierta especialización relativa de la provincia de Álava con respecto al País Vasco, ya que o bien el agro alavés representa la totalidad de la producción vasca en ciertos cultivos, o bien, en Álava se cultiva un porcentaje más que representativo de los mismos. En concreto las hectáreas de trigo, cebada, avena, centeno, garbanzo, guisante, almendra, aceituna, remolacha azucarera, girasol, lino, colza, patata(regadío), zanahoria (regadío) y maíz forrajero (regadío) existentes en la provincia de Álava representarían el 100% de

la superficie cultivada en el País Vasco. Por otro lado, los cultivos como habas (68%), avellana (70%), viñedo (98%), veza (86%), esparceta (87%), alfalfa (53%), espinaca (97%), tomate (98%), ajo (63%), cebolla (40%), judía verde, guisante y habas verdes (mas del 90%) representan, en la provincia de Álava, un porcentaje importante del total de la producción vasca.

Respecto de los rendimientos, en la provincia de Álava no difieren de los obtenidos en el País Vasco, con las únicas excepciones de las judías secas que presentan en el agro-alavés rendimientos superiores en un 50%, o en el lado contrario, la producción por hectárea del manzano y peral de regadío en el conjunto del País Vasco es un 25% superior a la alavesa.

### 3. Modelo de regadío en Álava

En este trabajo se analiza el sistema de regadío de los principales cultivos de la provincia de Álava, cuya agricultura de regadío es un elemento fundamental para la actividad económica y la estabilidad demográfica. El sistema de regadío se estudia mediante un modelo que maximiza el margen neto obtenido con las distintas actividades de cultivo de la zona. Los principales cultivos de la zona en regadío son el maíz forrajero, la alfalfa, la remolacha azucarera y la patata. Estos cultivos son los que se han considerado en el modelo. Las superficies de cultivo de los municipios se han obtenido de los Anuarios de Estadística Agraria del Ministerio de Agricultura.

#### **Descripción del modelo matemático empleado**

En este trabajo se pretenden evaluar las repercusiones económicas de diferentes escenarios que afectan al uso de recursos productivos. Con la programación lineal es posible determinar un plan óptimo de asignación de estos recursos para un objetivo fijado, y analizar distintos ajustes con restricciones que permitan calcular las derivaciones que tiene sobre dicho plan. El modelo empleado permite representar de

forma significativa las interacciones entre factores y recursos, durante los periodos críticos reales o hipotéticos para determinar un plan agrícola óptimo.

La elección de la programación lineal como instrumento, para enfocar el análisis de una manera sencilla y también es una buena aproximación al problema de simulación de escenarios que permite introducir en el modelo un gran número de variables y restricciones. Este trabajo intenta servirse de este instrumento matemático sólo en la medida que resulta eficiente para conseguir el objetivo. En este sentido, se ha puesto énfasis en mejorar el conocimiento de estos factores productivos, tanto físicos, como biológicos y sus interacciones, con el empleo de modelos de simulación de cultivos y sus interacciones con los recursos productivos de manera que se pueda enriquecer la aportación del modelo.

En definitiva, del mismo modo que es posible el uso de la programación lineal como instrumento de planificación agraria para analizar una serie de decisiones alternativas, también puede utilizarse para construir escenarios hipotéticos futuros en los que las restricciones provienen de supuestos más o menos plausibles de disponibilidad de recursos y condiciones de producción futuras. El modelo empírico, incluye información agronómica sobre la superficie, la sucesión y frecuencia de los cultivos, y las limitaciones de los recursos agua y mano de obra disponible.

El estudio analiza los cultivos de regadío para el total de la provincia de Álava. La superficie cultivable del término municipal se equipara a una explotación y de ese modo se considera como una unidad de decisión. Los coeficientes técnicos empleados en el modelo proceden de explotaciones de tamaño medio habituales en la zona.

El empleo de modelos matemáticos de programación es cada vez más frecuente para la resolución de problemas de asignación de recursos. Las cuestiones ambientales traen aparejada una disminución de recursos naturales disponibles y como consecuencia de ello se produce una adaptación en el empleo de estos instrumentos de análisis en esa dirección. Así, López, et al. (1998), ha construido un modelo de programación matemática con información agronómica, económica y de política agraria, y mediante la utilización de restricciones probabilísticas de disponibilidad de agua de riego, han estudiado las modificaciones de asignación de suelo de diferentes cultivos en cuatro

términos municipales de la Hoya de Huesca. En las comarcas de Flumen y Monegros, Feijóo, et al. (2000), utilizando la técnica de programación matemática, han estudiado los cambios de ocupación del territorio en función de escenarios de reducción de ayudas de la PAC y de posibles regulaciones medioambientales referidas a incrementos en los precios de las tarifas de agua, disponibilidad de este recurso y disminución de abonado con fertilizante nitrogenado, utilizando el modelo de simulación de cultivos DSSATv3.0.

Arias (1993), Alarcón (1994), Zepeda et al. (1994), Millán (1995), Berbel et al. (1998), Gómez Limón (2002), constituyen algunos de los trabajos que han utilizado estas técnicas con distintos objetivos.

#### **4. Formulación del Modelo. Variables definidas en el modelo**

Las variables de decisión definidas en el modelo son las superficies de suelo asignadas a cada cultivo. Por otra parte, también se considera la superficie retirada, que es un instrumento de control de la oferta de la PAC, ésta afecta tanto a secano como a regadío. Además se contempla la superficie dedicada a otros cultivos, que no afectan a la función objetivo.

##### **Definición de la función objetivo**

La maximización del margen neto es un objetivo que parece fundamental para las empresas agrícolas incorporadas en el actual sistema de mercado. La función objetivo maximiza el margen neto, ya que se ha considerado que los agricultores siguen este criterio al asignar el uso del suelo entre las distintas actividades. En algunos estudios se utiliza el margen bruto, con frecuencia debido a falta de información de costes, el empleo del margen neto en este trabajo obedece a que se considera importante el incluir como costes, los costes indirectos y las amortizaciones.

La función objetivo se define mediante la siguiente expresión:

$$\text{Max } F = c' \cdot x$$

donde  $c'$  representa el vector de coeficientes de la función objetivo, y  $x$  el vector de actividades de producción. Los coeficientes de la función objetivo indican el incremento de la función al introducir en la solución cada una de las actividades del problema.

Los coeficientes de la función objetivo han sido obtenidos a partir de datos de costes elaborados por la Diputación Foral de Álava y IKT.S.A. El margen neto<sup>1</sup> se obtiene de restar al producto bruto, los costes directos, los costes de maquinaria y mano de obra asalariada, los costes indirectos y las amortizaciones. Las tablas 1 y 2 muestran los Costes utilizados y los márgenes obtenidos para los cultivos.

### **Restricciones aplicadas en el modelo**

Las restricciones aplicadas al modelo, aportan información sobre la disponibilidad de recursos, las condiciones agronómicas en que se desarrollan los cultivos, y las políticas agrarias. Las restricciones de disponibilidad de recursos hacen referencia al uso del agua y la mano de obra. La observancia de reglas técnicas agronómicas supone restricciones sobre frecuencia o sucesión de cultivos. En la consideración de los escenarios se proponen otras restricciones de tipo medioambiental que afectan a la función objetivo y se verán mas adelante. Con relación a las restricciones de políticas agrarias se han introducido los requisitos de la PAC en relación con la retirada de tierras.

---

<sup>1</sup>(Margen Neto = P.Bruto - C.Directos +Maquinaria.+MO+C. Indirectos + Amortizaciones)

<b>Tabla 1. Costes de Producción</b>												
<b>AÑO 2001</b>	<b>ALFALFA</b>			<b>MAIZ</b>			<b>PATATA TARDIA</b>			<b>REMOLACHA</b>		
	<b>Pta/ha</b>	<b>Pta/kg producido</b>	<b>%</b>	<b>Pta/ha</b>	<b>Pta/kg producido</b>	<b>%</b>	<b>Pta/ha</b>	<b>Pta/kg producido</b>	<b>%</b>	<b>Pta/ha</b>	<b>Pta/kg producido</b>	<b>%</b>
<b>I. COSTES DIRECTOS</b>												
a) Semillas	4,484	0.37	2.20	30,000	0.50	12.78	60	0.00	0.01	26,500	0.38	6.55
b) Fertilizantes	14,000	1.17	6.87	35,000	0.58	14.91	60,443	1.78	12.88	39,500	0.56	9.77
c) Fitosanitarios	2,150	0.18	1.05	10,250	0.17	4.37	50,000	1.47	10.66	68,000	0.97	16.81
d) Seguro del cultivo	3,000	0.25	1.47	12,686	0.21	5.40	44,642	1.31	9.52	44,000	0.63	10.88
<i>Total costes directos</i>	<b>23,634</b>	<b>1.97</b>	<b>11.60</b>	<b>87,936</b>	<b>1.47</b>	<b>37.46</b>	<b>155,145</b>	<b>4.56</b>	<b>33.07</b>	<b>178,000</b>	<b>2.54</b>	<b>44.01</b>
<b>II. MAQUINARIA</b>												
a) Trabajos contratados	49,422	4.12	24.25	15,000	0.25	6.39						
b) Carburantes y lubricantes	6,656	0.55	3.27	7,800	0.13	3.32	36,224	1.07	7.72	35,000	0.50	8.65
c) Reparaciones y repuestos	8,193	0.68	4.02	11,456	0.19	4.88	40,513	1.19	8.64	25,000	0.36	6.18
<i>Total maquinaria</i>	<b>64,271</b>	<b>5.36</b>	<b>31.54</b>	<b>34,256</b>	<b>0.57</b>	<b>14.59</b>	<b>76,737</b>	<b>2.26</b>	<b>16.36</b>	<b>60,000</b>	<b>0.86</b>	<b>14.84</b>
<b>III. MANO DE OBRA ASALAR.</b>	<b>654</b>	<b>0.05</b>	<b>0.32</b>	<b>204</b>	<b>0.00</b>	<b>0.09</b>	<b>74,568</b>	<b>2.19</b>	<b>15.89</b>	<b>62,000</b>	<b>0.89</b>	<b>15.33</b>
<b>IV. COSTES INDIRECTOS PAGADOS</b>												
a) Cargas sociales	6,012	0.50	2.95	8,586	0.14	3.66	22,889	0.67	4.88	22,889	0.33	5.66
b) Canon arrendamiento	14,812	1.23	7.27	11,916	0.20	5.08	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
c) Contribuciones e impuestos	1,348	0.11	0.66	1,596	0.03	0.68	11,712	0.34	2.50	11,712	0.17	2.90
d) Otros gastos generales	5,353	0.45	2.63	5,400	0.09	2.30	3,086	0.09	0.66	3,086	0.04	0.76
<i>Total costes indirectos pagados</i>	<b>27,526</b>	<b>2.29</b>	<b>13.51</b>	<b>27,497</b>	<b>0.46</b>	<b>11.71</b>	<b>37,687</b>	<b>1.11</b>	<b>8.03</b>	<b>37,687</b>	<b>0.54</b>	<b>9.32</b>
<b>V. AMORTIZACIONES</b>	<b>6,989</b>	<b>0.58</b>	<b>3.43</b>	<b>9,526</b>	<b>0.16</b>	<b>4.06</b>	<b>65,177</b>	<b>1.92</b>	<b>13.89</b>	<b>6,900</b>	<b>0.10</b>	<b>1.71</b>
<b>SUBTOTAL (I AL V)</b>	<b>123,073</b>	<b>10.26</b>	<b>60.39</b>	<b>159,419</b>	<b>2.66</b>	<b>67.92</b>	<b>409,314</b>	<b>12.04</b>	<b>87.25</b>	<b>344,587</b>	<b>4.92</b>	<b>85.21</b>
<b>VI OTROS COSTES INDIRECTOS</b>												
a) Renta de la tierra	18,217	1.52	8.94	12,568	0.21	5.35	11,420	0.34	2.43	11,420	0.16	2.82
b) Int. Otros capit. propios	15,544	1.30	7.63	20,156	0.34	8.59	2,532	0.07	0.54	2,532	0.04	0.63
c) Mano de obra familiar	46,968	3.91	23.05	42,587	0.71	18.14	45,872	1.35	9.78	45,872	0.66	11.34
<i>Total otros costes indirectos</i>	<b>80,729</b>	<b>6.73</b>	<b>39.61</b>	<b>75,311</b>	<b>1.26</b>	<b>32.08</b>	<b>59,824</b>	<b>1.76</b>	<b>12.75</b>	<b>59,824</b>	<b>0.85</b>	<b>14.79</b>
<b>COSTE PROD. COMPLETO (SUMA)</b>	<b>203,803</b>	<b>16.98</b>	<b>100</b>	<b>234,730</b>	<b>3.91</b>	<b>100</b>	<b>469,138</b>	<b>13.80</b>	<b>100</b>	<b>404,411</b>	<b>5.78</b>	<b>100</b>

**Tabla 2. Margenes de producción**

	ALFALFA	MAIZ	PATATA	REMOLACHA
<b>PRODUCCION COSTES Y MARGENES</b>				
Producción (Kg/Ha)	12,000	60,000	34,000	70,000
Precio de venta (Pts/Kg)	18.67	5.00	17.33	7.20
Ventas (Pts/ha)	224,040	300,000	589,220	504,000
Subvenciones (Pts/ha)	0	37,500	0	0
Producto Bruto (Pts/ha)	224,040	337,500	589,220	504,000
Precio final obtenido (Pts/Kg)	18.67	5.63	17.33	7.20
Costes Directos (Pts/ha)	23,634	87,936	155,145	178,000
<b>Margen Bruto Standar (Pts/ha)</b>	<b>200,406</b>	<b>249,564</b>	<b>434,075</b>	<b>326,000</b>
Maquinaria+M.O. asalariada (Pts/ha)	64,925	34,460	151,305	122,000
<b>Margen Bruto (Pts/ha)</b>	<b>135,481</b>	<b>215,104</b>	<b>282,770</b>	<b>204,000</b>
Costes indirectos pagados (Pts/ha)	27,526	27,497	37,687	37,687
Renta disponible	107,956	187,607	245,083	166,313
Amortizaciones	6,989	9,526	65,177	6,900
<b>Margen Neto</b>	<b>100,967</b>	<b>178,081</b>	<b>179,906</b>	<b>159,413</b>
Otros costes indirectos	80,729	75,311	59,824	59,824
<b>Beneficio (Pts/ha)</b>	<b>20,237</b>	<b>102,770</b>	<b>120,082</b>	<b>99,589</b>

### Ocupación de Superficie

Dado que la superficie disponible por cultivo es conocida, las restricciones de ocupación indican que la superficie total que se puede asignar al conjunto de actividades debe ser menor o igual que la superficie disponible de cada cultivo.

Estas restricciones se expresan como sigue:

$$\sum X_{ij} \leq b_i$$

donde  $X_{ij}$  es la superficie asignada a la actividad  $X_j$  en la ocupación del suelo  $i$ , y  $b_i$  representa la superficie disponible para cada cultivo.

## **Agronómicas**

Algunos autores, consideran de utilidad el observar determinadas reglas de técnica agronómica, que son parte de la tradición profesional de los agricultores y por ello se introducen en el modelo con la formulación de submatrices. Las principales condiciones agronómicas que requieren los cultivos se han introducido en el modelo mediante restricciones de sucesión y de frecuencia.

Las *restricciones de sucesión* son debidas a las condiciones agronómicas de los cultivos que requieren ciertas normas de rotación para reducir el efecto de malas hierbas y plagas, y a consecuencia de estos y otros factores el descenso de rendimiento. Las restricciones de sucesión consisten en establecer unas ecuaciones que mantengan la superficie de unos cultivos por debajo o en el mismo valor de otros cultivos *precedentes* admisibles. En total se consideran catorce restricciones de sucesión para los cultivos en regadío. Las excepciones a las reglas de sucesión es para la alfalfa que por ser un cultivo plurianual adopta un coeficiente de sucesión igual a 1/5.

Las restricciones de sucesión de los cultivos se expresan como sigue:

$$X_i \leq \sum_j X_j$$

donde  $X_i$  representa la superficie de cada cultivo, y  $\sum X_j$  es la suma de las superficies de todos los cultivos que se pueden suceder al cultivo  $X_i$ .

Las *restricciones de frecuencia* indican la relación entre el tiempo en el que el cultivo está en la parcela, y el periodo en que dicho cultivo no puede volver a sembrarse en la misma. En total se introducen quince inecuaciones de frecuencia, éstas representan las restricciones de frecuencia de los cuatro cultivos en regadío.

La fórmula para el cálculo de la superficie que puede asignarse a cada cultivo, es la siguiente:

$$X_i \leq \frac{m}{m + n} S_d$$

donde  $X_i$  representa la superficie de cultivo  $i$ ,  $m$ , los años en los que el cultivo permanece en la parcela,  $n$ , los años durante los que el cultivo no puede estar en la misma parcela, y  $S_d$  es la superficie total disponible que es igual a la superficie total menos la superficie de los cultivos que se mantienen en la parcela.

### **Relacionadas con la PAC**

Los requisitos que deben cumplir las explotaciones que se acogen a las ayudas de la PAC hacen necesaria la introducción de la restricción, de la retirada obligatoria de tierras.

*Las restricciones de retirada de tierra se introducen calculando la superficie a partir del porcentaje de retirada estipulado para cada campaña por los reglamentos de la UE. La política de retirada se tiene en cuenta en el modelo al introducir dos inecuaciones que representan restricciones en el área de regadío.*

La restricción se expresa como sigue:

$$X_r \leq \sum X_i \cdot I$$

donde  $X_r$  indica la superficie que se retira,  $X_i$  es la superficie de cultivos que recibe subvenciones, y el índice  $I$  el porcentaje a retirar fijado por la UE.

### **Restricciones de Disponibilidad de Recursos**

*Las restricciones de mano de obra utilizada reflejan en el modelo la necesidad de este recurso que varía en función de los cultivos. El cálculo de la mano de obra*

disponible para cada mes se obtiene a partir de la mano de obra necesaria para las actividades de producción existentes.

El cálculo del perfil de mano de obra consiste en partir de la asignación de superficies observada en la realidad, y utilizar el modelo para calcular la cantidad de mano de obra necesaria para esta asignación de superficie. Son doce las restricciones introducidas en el modelo, que representan las necesidades de mano de obra mensuales.

Las restricciones de mano de obra se introducen en el modelo mediante las siguientes inecuaciones:

$$\sum C_j \cdot X_j - M_k \leq b_i$$

donde  $C_j$  representa la mano de obra necesaria por unidad de actividad  $X_j$ ,  $M_k$ , la cantidad de mano de obra adicional en los meses en que el perfil individual de mano de obra de un municipio es mayor que el perfil medio ponderado de la comarca, y  $b_i$  es la cantidad total de mano de obra disponible.

Las *restricciones de agua* se deben a que se trata de un recurso escaso, y en consecuencia su empleo esta ligado a la rentabilidad de los cultivos. En el modelo se han introducido seis restricciones de consumo de agua que corresponden a las necesidades mensuales de los cultivos en las épocas de mayor consumo. No existen datos fiables de la cantidad agua que utiliza en cada termino municipal, por la falta de coincidencia entre los datos de facturación y los términos municipales. El cálculo de las disponibilidades de agua en cada municipio, se obtiene a partir de las necesidades hídricas de los cultivos y de la asignación real existente.

Las restricciones de agua se formulan como sigue:

$$\sum C_j \cdot X_j - A_k \leq b_i$$

donde  $C_j$  representa la matriz de necesidades de agua de riego mensual del cultivo  $j$ ,  $X_j$ , la superficie del cultivo  $j$ ,  $A_k$ , la cantidad del agua adicional en los

meses en que en que se necesita más agua, y  $b_i$  la cantidad de recurso disponible según el perfil medio.

Las *restricciones de transferencia de agua y mano de obra* se incorporan al modelo tras calcular las disponibilidades. Estas inecuaciones sirven para que la utilización de recursos pueda alcanzar el perfil individual, pero de forma que se cumpla la restricción anual del recurso.

Estas restricciones se expresan mediante las siguientes inecuaciones:

$$A_k \leq b_k$$

$$M_k \leq b_k$$

en las que  $A_k$  y  $M_k$  representan la cantidad de agua y mano de obra adicional utilizable, y  $b_k$  representa la cantidad de agua o mano de obra como diferencia entre el perfil medio ponderado y el perfil de cada municipio.

## 5. Resultados

Una vez planteados los distintos modelos de simulación, uno para cada escenario de la PAC, se resuelven sucesivamente parametrizando el precio del agua, obteniéndose como resultado los planes de cultivos elegidos por los agricultores. El modelo en si mismo tiene algunas limitaciones que hay que tener en cuenta a al hora de interpretar los resultados finales. Los resultados obtenidos implican algunas consideraciones importantes de cara a la evolución de la situación de la agricultura en la provincia de Álava y algunos de sus resultados tendrían que ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar determinadas políticas agrarias y de gestión del recurso agua.

## **Escenario de eliminación de las ayudas directas de la PAC**

Tras la Reforma de la PAC y los Acuerdos del GATT, la política agraria en la Unión Europea se orienta a limitar la intervención de mercados para que se reduzcan los precios, y compensar a los agricultores con pagos directos. Aunque esta tendencia se mantiene en la Agenda 2000, es previsible que en el futuro las ayudas directas vayan disminuyendo, y que los agricultores reciban apoyo por el cumplimiento de objetivos medioambientales.

Al simular en el modelo la eliminación de las ayudas directas para determinar los efectos que tendría la supresión de las ayudas sobre las actividades de cultivo de la zona, se obtiene que los márgenes netos de los cultivos se reducen en el importe de las ayudas que han recibido los agricultores en 2001. Bajo este escenario, los resultados confirman la gran influencia de la PAC en el proceso de toma de decisiones de los agricultores. Al eliminar las ayudas directas, la rentabilidad de la actividad agraria (margen neto) cae en un 40 por cien, y en consecuencia la superficie no utilizada se triplica. A pesar del aumento en la superficie no utilizada, la demanda de agua se mantiene debido a la redistribución de cultivos.

Ante la eliminación de las ayudas y la pérdida de rentabilidad de los cultivos actuales, los agricultores podrían responder introduciendo en el regadío cultivos de mayor valor añadido como frutales y hortalizas. Ante la previsible reducción progresiva de las ayudas directas, es necesario realizar un esfuerzo de difusión de técnicas de cultivos hortofrutícolas y de apoyo a las inversiones que facilite la adaptación de los agricultores. En este sentido, el Libro Blanco del Agua (Ministerio de Medio Ambiente, 1998) señala que los regadíos con producciones de alto valor añadido deben tener prioridad sobre otros regadíos con producciones de bajo valor añadido, y la política de la administración puede orientarse en el futuro hacia el apoyo de las zonas de regadío más rentables.

## **Escenario de incremento de los precios del agua**

El escenario incremento de los precios del agua es un escenario factible, ya que en la Comisión Europea se ha discutido recientemente sobre el aumento de los

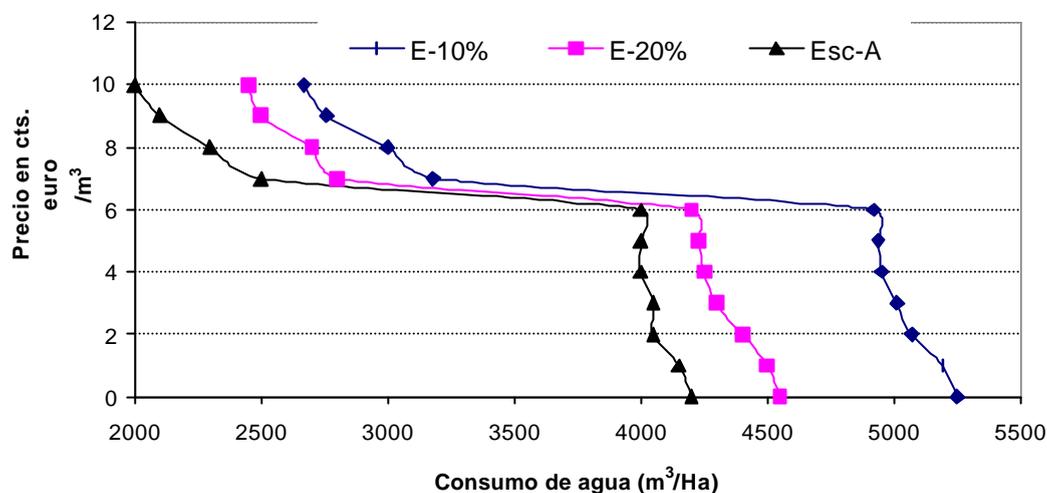
precios del agua, y también en la administración española se está debatiendo actualmente sobre la regulación de los mercados del agua y de los precios de este recurso.

El coste del agua de riego que los agricultores están pagando actualmente en la región es aproximadamente 0,02 euros/m<sup>3</sup>. En el escenario de incremento de los precios del agua, los precios del agua se han incrementado progresivamente hasta los 0,15 euros/m<sup>3</sup>. Para llevar a cabo el análisis, se ha incluido en el modelo una ecuación que calcula el agua utilizada por cada asignación, cuyo coste se introduce en la función objetivo.

Los resultados de simulación muestran que la demanda de agua es inelástica hasta que el precio alcanza los 6 ctos.euro/m<sup>3</sup>, y no cambia ni el plan de cultivos ni la demanda de agua tanto en el año de referencia como en los escenarios del 10 y del 20% de incremento. A partir de este precio, la demanda de agua respecto al precio se vuelve elástica, los cultivos más sensibles al precio del agua es la alfalfa, que se deja de cultivar cuando el precio del agua supera los 8ctos.euro/m<sup>3</sup>. El maíz deja de cultivarse cuando el precio del agua supera las 10ctos.euro/m<sup>3</sup>. El resto de cultivos mantienen su superficie, y se expanden cuando el precio del agua supera los 10 ctoeuro/m<sup>3</sup> debido a su baja necesidad de agua.

La superficie cultivada en regadío descende a la mitad conforme aumenta el precio del agua. Este descenso es más pronunciado a partir de los 8ctos.euro/m<sup>3</sup>. El margen neto es positivo hasta que el agua alcanza los 10ctos.euro/m<sup>3</sup>, y para precios más elevados el margen es negativo (gráfico 1).

**Gráfico 1. Cuvas de demanda de agua**



Ante una política de precios del agua elevados, los agricultores pueden verse obligados a introducir cultivos más intensivos en tecnología de riego, capital y mano de obra que puedan soportar costes de agua elevados.

## 6. Análisis de la innovación tecnológica y el relevo generacional

En este epígrafe se hace una reflexión sobre la importancia del relevo generacional en aquellas regiones donde van a realizarse inversiones en regadío. Existe acuerdo general en considerar el abandono de la actividad agraria y el despoblamiento de las zonas rurales como uno de los principales problemas del sector primario. Hay que tener en cuenta, además, que la transformación en regadío se realiza sobre la base de costosas infraestructuras que por su propia naturaleza poseen periodos de maduración dilatados (entre 20 y 50 años), lo que refuerza la necesidad de continuidad en la actividad agraria para obtener la rentabilidad adecuada de estas inversiones.

Así pues, en nuestro caso determinar si en el Territorio Histórico de Álava existe presencia suficiente de jóvenes dispuestos a considerar la agricultura como su medio de vida no es una cuestión trivial.

### **La población en el Territorio Histórico de Álava**

Como variables relevantes se han tenido en cuenta, la estructura y tamaño de las explotaciones agrarias y las perspectivas de inversión y crecimiento dividiendo a la población en tres grupos de edad :

Grupo Joven : el titular de la explotación tiene menos de 40 años.

Grupo Maduro: el titular de la explotación tiene entre 40 y 65 años.

Grupo Mayor: el titular es un jubilado.

Los datos proceden del Censo Agrario de los años 89 y 99. Analizando esta información se destaca que el principal problema del sector primario es el envejecimiento de su población y la desaparición de un porcentaje relativamente importante de explotaciones que actualmente pertenecen al grupo de edad mayor, a pesar de lo cual, se puede hablar de la existencia de un cierto relevo generacional en el territorio de estudio, como demuestra el hecho, de que sea en el grupo joven donde exista un mayor potencial dinámico que de fomentarse podría generar cambios importantes en el futuro de la agricultura alavesa. (Cuadro 1).

Otro dato relevante es que la agricultura sea considerada como actividad principal o secundaria dependa del tamaño de la explotación y del grupo de edad al que se pertenece. Asimismo existe un porcentaje importante de trabajadores agrarios que complementan la agricultura con otras actividades remuneradas, lo que denota que el sector primario compite con el resto de sectores económicos , debido probablemente a la mayor rentabilidad que estos ofrecen.

Las explotaciones de más de 2 UDE presentan mejores resultados en torno a todas las variables analizadas, menor porcentaje de abandono y mayor perspectiva de crecimiento. Lo que hace reflexionar sobre la dimensión necesaria para que la

agricultura se perpetúe como actividad económica, y que a su vez explicaría los fenómenos de creciente concentración parcelaria que se observan como tendencia.

Cuadro 1. Estructura de la población agraria

**Tamaño y edad**

	EDAD			Total general
	EDAD <= 39	40 <= EDAD < 65	65 <= EDAD	
Menos de 2 UDE	169	848	930	1947
Entre 2 y 6 UDE	135	640	537	1312
Entre 6 y 40 UDE	581	1670	591	2842
Entre 40 y 100 UDE	263	571	83	917
Mas de 100	57	115	25	197
<b>Total explotaciones</b>	<b>1205</b>	<b>3844</b>	<b>2166</b>	<b>7215</b>

**Futuro de la Explotación** EDAD <= 39 40 <= EDAD < 65 65 <= EDAD Total general

No continuidad- con sucesor	4	113	226	<b>343</b>
No continuidad - sin sucesor	12	126	155	<b>293</b>
Si continuidad - crecer	548	803	70	<b>1421</b>
Si continuidad - disminuir	12	107	69	<b>188</b>
Si continuidad - igual	629	2695	1646	<b>4970</b>
Explotaciones de más de 2 UDE				

	EDAD			Total general
	EDAD <= 39	40 <= EDAD < 65	65 <= EDAD	
<b>Total explotaciones</b>	<b>1036</b>	<b>2996</b>	<b>1236</b>	<b>5268</b>

**Otras actividades**

**desempeñadas**

Otra actividad principal	249	732	35	<b>1016</b>
Otra actividad secundaria	38	43	2	<b>83</b>
Persona jurídica	276	671	159	<b>1106</b>
Sin otra actividad	473	1550	1040	<b>3063</b>
<b>Total general</b>	<b>1036</b>	<b>2996</b>	<b>1236</b>	<b>5268</b>

**Futuro de la explotación**

No continuidad- con sucesor	3	96	150	<b>249</b>
No continuidad-sin sucesor	8	77	81	<b>166</b>
Sí continuidad – crecer	521	762	68	<b>1351</b>
Sí continuidad - disminuir	12	95	52	<b>159</b>
Sí continuidad - igual	492	1966	885	<b>3343</b>
<b>Total explotaciones</b>	<b>1036</b>	<b>2996</b>	<b>1236</b>	<b>5268</b>

**Importe de las inversiones realizadas en los 3 últimos años**

NO	473	1881	1058	<b>3412</b>
< 5 Mil.	247	549	114	<b>910</b>
5 <= < 10 Mil.	153	300	39	<b>492</b>
>= 10 Mil. Pts.	163	266	25	<b>454</b>

<b>Total explotaciones</b>	<b>1036</b>	<b>2996</b>	<b>1236</b>	<b>5268</b>
----------------------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Hemos realizamos el mismo análisis para las tres Areas Regables (Llanada Oriental, Rioja Alavesa y Valles Alveses) que concentran el gasto en regadío en el territorio Histórico de Alava (Tabla 1), tratando de constatar si en estas áreas existe una mayor especialización agraria relativa por un lado y además presentan menores perspectivas de crecimiento por otro, hechos que justificarían la concentración de la inversión en estas zonas.

Tabla 1. Inversiones en regadío en Álava

<b>Área Regable</b>	<b>Inversión (mill. €)</b>	<b>Situación (Mayo 2002)</b>
LLANADA ORIENTAL	30,05	Sin adjudicar
RIOJA ALAVESA Y SONSIERRA RIOJANA	36,06	1ª fase terminada.
BANOS DE EBRO	5,11	Fin Obras. Inaguración
LANCIEGO	7,99	Sin adjudicar
YECORA	2,7	Realizando obras
ELVILLAR	6,01	Sin adjudicar
MAEZTU	4,81	Sin adjudicar
ASPURU	0,9	Realizando obras
VALLES ALAVESES	54,09	Se prevé que las obras empiecen. (ACESA)
NORYESTE	16,22	Proyecto adjudicado. Inicio en breve
JUNDIZ	4,81	Elaborando proyecto
RIO ROJO	7,57	Obras iniciadas en la parte de Álava
LACORZANILLA - BERANTEVILLA	6,01	
KAMPEZO, ORBISO Y ANTOÑANA	3,01	Fase de anteproyecto

A la luz de los datos procedentes del Censo Agrario se observa que en las tres áreas regables existe un menor porcentaje, de explotaciones pertenecientes al Grupo Joven, así como una menor proporción relativa de encuestados que considera la agricultura como actividad principal. Además el hecho de que haya un mayor número de explotaciones de más de 2 UDE confirma que existe cierta especialización relativa en estas zonas en torno a las actividades agrarias.

Sin embargo, en términos de expectativas de crecimiento mientras en las Áreas Regables de Llanada Oriental y Valles Alaveses se observan peores resultados, en la de Rioja Alavesa las expectativas de crecimiento e inversión son fundamentalmente positivas.

## **7.Conclusiones**

Los resultados del modelo indican que la agricultura y las decisiones de los agricultores en la provincia de Álava tiene una gran influencia de la PAC. Al eliminar las ayudas directas, la rentabilidad de la actividad agraria (margen neto) cae en un 40 por cien, y en consecuencia la superficie no utilizada se triplica.

Los resultados de simulación respecto al incremento del precio del agua muestran que la demanda de agua es inelástica hasta que el precio alcanza los 6 ctos.euro/m<sup>3</sup>. A partir de este precio, la demanda de agua respecto al precio se vuelve elástica, los cultivos más sensibles al precio del agua es la alfalfa, que se deja de cultivar cuando el precio del agua supera los 8ctos.euro/m<sup>3</sup>. El maíz deja de cultivarse cuando el precio del agua supera las 10ctos.euro/m<sup>3</sup>. El resto de cultivos mantienen su superficie, y se expanden cuando el precio del agua supera los 10 ctoeuro/m<sup>3</sup> debido a su baja necesidad de agua.

La superficie cultivada en regadío desciende a la mitad conforme aumenta el precio del agua. Este descenso es más pronunciado a partir de los 8ctos.euro/m<sup>3</sup>. El margen neto es positivo hasta que el agua alcanza los 10ctos.euro/m<sup>3</sup>, y para precios más elevados el margen es negativo

Si analizamos la población agraria de la provincia se destaca que existe cierto relevo generacional en el territorio histórico de Álava, a pesar de que la población está envejecida.

La concentración de la inversión en las tres zonas regables no responde a criterios de coherencia estrictamente económicos como demuestra el hecho de que en Rioja Alavesa pese a las importantes perspectivas de inversión se haya dedicado tanto gasto público.

Es de destacar el hecho de que la tendencia de compaginar actividades agrarias con actividades en otros sectores se perpetua en el tiempo.

## 8. Bibliografía

Berbel J., A. Salas y A. Rodríguez. 1998. *Repercusiones económicas y sociales de la tarificación del agua de riego. Aplicación a tres zonas regables*. Paper presented at the XVI Congreso Nacional de Riego. Palma de Mallorca.

Feijóo, M.L. E. Calvo y Albiac J. 2000. *Economic And Environmental Policy Análisis Of The Flumen-Monegros Irrigatrion System In Huesca,Spain*. Geographical Analysis 23:5-41.

Gómez-Limón, J.A. 2002. *La reforma de la PAC y la aplicación de la directiva marco de agua: Repercusiones sobre la agricultura de regadío*. Estudios de Economía Aplicada.20:155-195.

IKT.S.A.Servicio de estadística. Gobierno Vasco.2000

López C., J. Albiac y J. Tapia. 1998. *Modelización del uso de la tierra en la zona de regadío del Flumen*. Working document 98/6. Unidad de Economía Agraria. SIA-DGA. Zaragoza.

Millán J. y P. Ruiz. 1995. Determinación de soluciones eficientes en modelos de planificación de cultivos con objetivos públicos y privados en la campaña de Córdoba. *Investigación Agraria: Economía*. 10: 65-76.