



EL USO DEL AGUA ANTES Y DESPUES DE UNA MODERNIZACIÓN

Acequia de Bayunga

Nery Zapata Ruiz

SERVICIO DE ASESORAMIENTO AL REGANTE

En la actualidad, los sistemas de riego por superficie ocupan el 57% del área regable del territorio nacional, el 75,5% de la del Valle del Ebro (Plan Nacional de Regadíos, 2001) y el 85% de la de Navarra (Plan Foral de Regadíos 2001). La amplia extensión que ocupan, así como los elevados volúmenes de agua que consumen hacen que sea imprescindible cuidar su buen funcionamiento para asegurar la sostenibilidad de la agricultura de regadío. Los estudios de uso del agua sirven para diagnosticar los problemas concretos que existen en las áreas regables y diseñar soluciones óptimas que

los resuelvan, es decir, para planificar estrategias de modernización.

Este trabajo presenta un estudio de uso del agua realizado por la empresa pública Riegos de Navarra en un área de riego por superficie que ha sido recientemente modernizada. Al comparar el antes y el después de la modernización se han apreciado claros beneficios en el ahorro y la gestión del agua, lo que ha redundado además en un cambio hacia otros cultivos más rentables. Los agricultores, gracias a esa mejora, han podido introducir cultivos de mayor margen económico a fin de presentar mayores necesidades hídricas.

LOCALIZACIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO



La zona modernizada corresponde a la Comunidad de Regantes de la Acequia Bayunga que abarca una superficie total de 2.711 hectáreas. La zona de estudio se ha restringido a la parte de la Comunidad de Regantes que está incluida dentro del término Municipal de Caparroso, que supone una superficie de 1.152 ha. Se ha limitado el estudio a esta superficie por tratarse de la zona más parcelada y por ser la que presenta la red de acequias más ramificada.

El proceso de modernización de la zona pasó por una concentración parcelaria, nivelación de la zona y la construcción de una nueva red de acequias y caminos rurales. Dicha comunidad terminó su proceso de modernización en 1999.

Los objetivos del estudio eran:

1. Realizar un diagnóstico del funcionamiento de la zona en la situación actual;
2. Analizar los cambios que ha ocasionado la modernización;
3. Comparar el riego a presión con el riego por superficie en cuanto a la eficiencia del riego y la productividad del agua.

METODOLOGÍA EMPLEADA

EL estudio se divide en una parte de trabajo de campo que consiste en evaluar los riegos de la zona, y otra parte de trabajo de gabinete que consiste en analizar la información existente.

TRABAJO DE CAMPO

Se llevaron a cabo 15 evaluaciones del riego a lo largo de los meses de julio y agosto (época de máxima demanda de agua por parte de los cultivos) y repartidas uniformemente en la zona de estudio. De ellas, 7 se realizaron sobre cultivo de maíz, 2 sobre alfalfa y 6 sobre cultivos en surcos (pimiento, tomate y patata).

Las parcelas fueron elegidas en función de su geometría, intentándose que los tablares fuesen rectangulares, con entrada de agua distribuida a lo largo de la cabecera, y que estuviesen nivelados con láser.

Las dimensiones de los tablares se midieron mediante una rueda métrica. La pendiente se determinó realizando mediciones sobre el eje longitudinal del tablar cada 20-25 m con un

nivel topográfico. Cuando las parcelas tienen una anchura superior a 50 m, se comprueba si existen pendientes transversales.

El caudal de entrada de agua al tablar se midió con un molinete hidráulico, registrándose también el tiempo de entrada de agua o tiempo de riego. Asimismo se midió la fase de avance, controlando los tiempos que tardaba el agua en llegar a cada una de las estaciones marcadas con estaquillas de madera cada 20-



Rueda métrica.



25 m, en el eje longitudinal de la parcela.

T RABAJO DE GABINETE

Los parámetros de infiltración del suelo se obtuvieron con la ayuda de un modelo de riego y con datos de los

suelos de la zona. Los modelos del riego son herramientas matemáticas que permiten analizar la calidad del mismo bajo diferentes situaciones.

Además de la información obtenida en campo, la Comunidad dispone de unos cuadernillos que los regantes utilizan para organizar los turnos de riego (fotografías superiores).

Del estudio de estos cuadernillos se obtuvieron datos sobre tiempos de riego, número de riegos e intervalos entre ellos para los diferentes cultivos y acequias.

Una vez determinados los parámetros de infiltración del terreno junto con los tiempos de riego, se obtuvieron los índices de calidad del mismo.

ÍNDICES DE CALIDAD DE RIEGO

En este estudio se han tomado como índices de calidad del riego los que tradicionalmente se vienen utilizando, la Eficiencia de Aplicación (EA) y la Uniformidad de Distribución (UD), además del Tiempo de Riego (TR).

- La **Eficiencia de Aplicación** del riego se define como la relación que existe entre la dosis que hay que aplicar en un riego (dosis requerida) y la dosis que realmente se aplica, expresada en porcentaje. La dosis que hay que aplicar en un riego individual es igual a las necesidades hídricas del cultivo en el periodo que separa dos riegos consecutivos. La dosis que se aplica en un riego es igual a la relación entre el volumen de agua que entra a la parcela (caudal por tiempo de riego) y la superficie de la misma.

- La **Uniformidad de Distribución** es un término que hace referencia a la forma en que se distribuye el agua dentro de la parcela. Es decir, es la relación que existe entre la dosis aplicada en la parte de la parcela que menos agua recibe (en el 25 % de la superficie menos regada) y la dosis media.

- El **Tiempo de Riego** se considera un parámetro más de calidad.



Medición del caudal de riego con molinete hidráulico.

RESULTADOS DEL ESTUDIO

FIGURA 1. VISTA GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.



La figura 1, presenta el mapa de la Comunidad de Regantes de Caparroso después del proceso de modernización. En el mapa se aprecia la red de acequias. En total la zona abarca una superficie de 1.152 ha, repartidas en 985 parcelas regadas por superficie con una dotación de agua aproximada de 2.200 litros por segundo. A efectos de organización, este caudal total se divide en 20 partes llamadas derechos o turnos de riego que reciben el nombre de la acequia de la que riegan, además de dos derechos pequeños que riegan huertas. Cada derecho tiene una dotación aproximada de 100 litros por segundo, excepto los derechos que riegan las huertas a los que les corresponde 25 litros por segundo.

FIGURA 3 Y TABLA 1. TIEMPOS DE RIEGO.

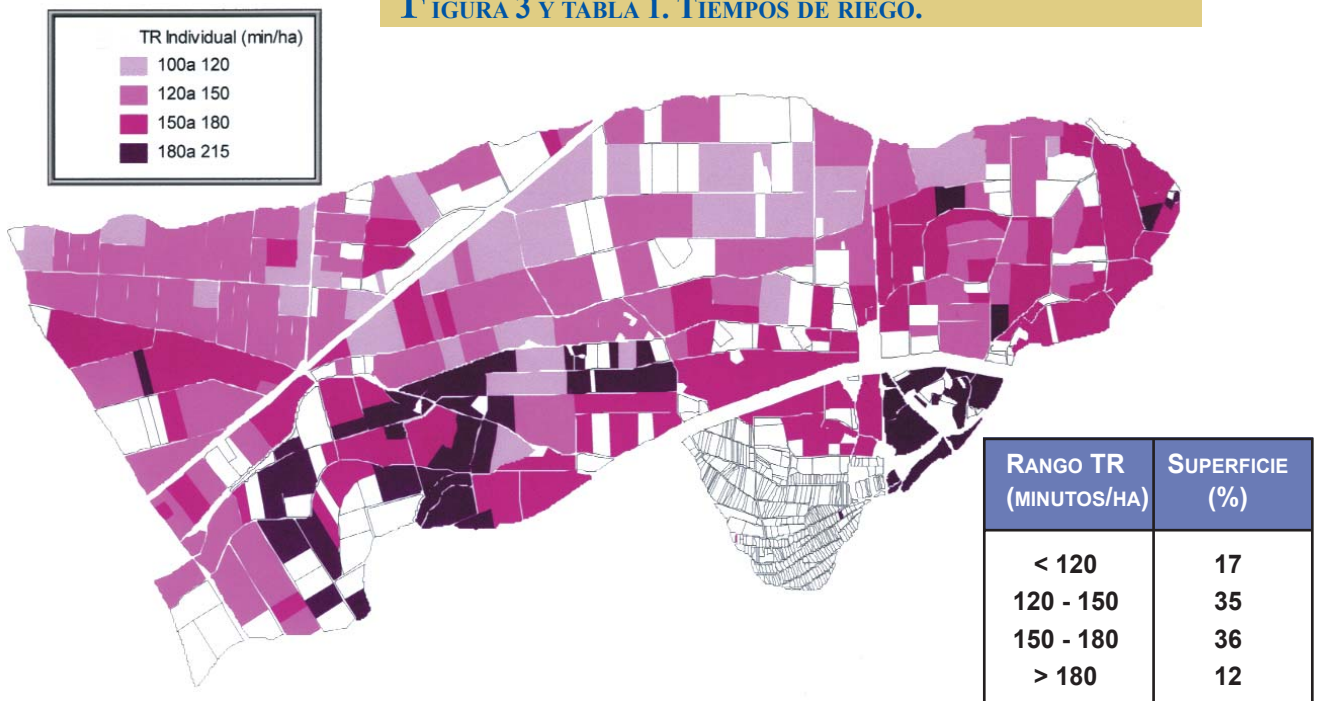


FIGURA 2. MAPA DE CULTIVOS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

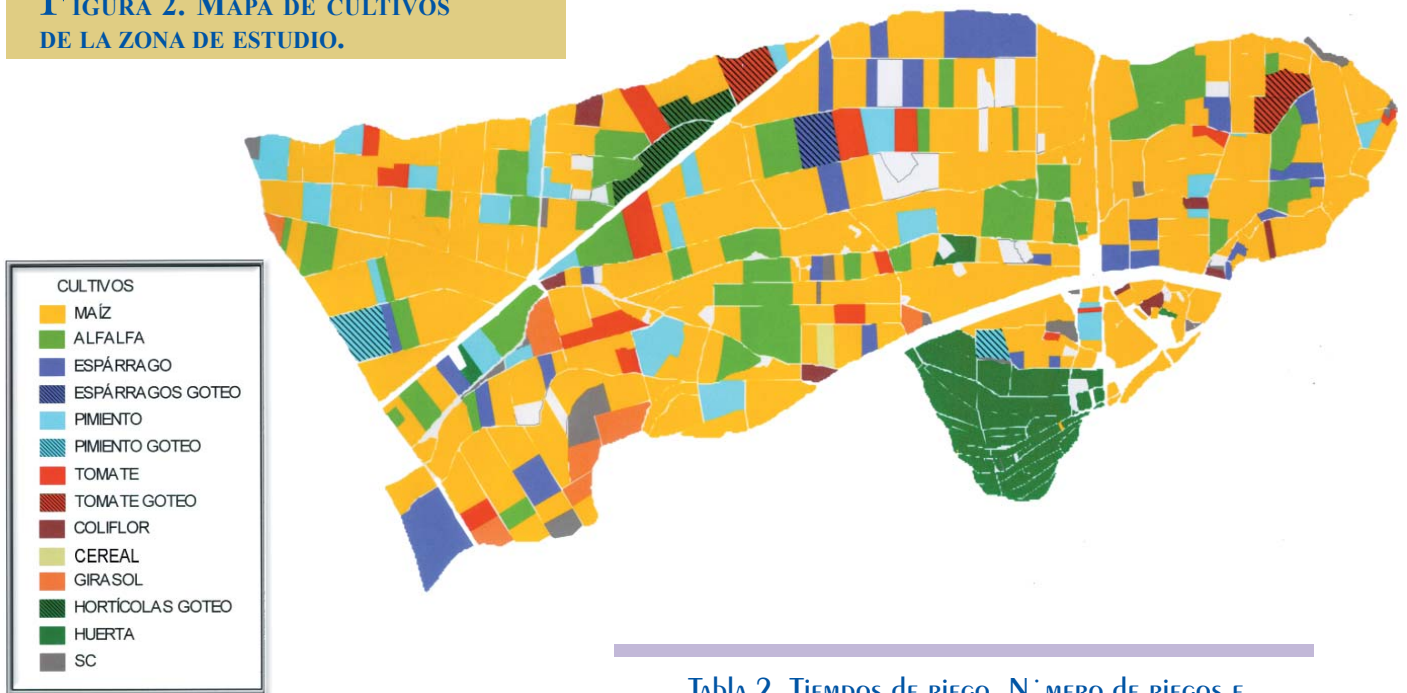


Tabla 2. Tiempos de riego, N° MERO DE RIEGOS E INTERVALO ENTRE RIEGOS, PARA CADA CULTIVO.

CULTIVOS	TR ACTUAL (MIN/HA)	Nº RIEGOS	INTERVALO ENTRE RIEGOS (DÍAS)
Maíz	153	11	12 (de 10 a 15)
Alfalfa	134	10	17 (de 12 a 19)
Espárrago	268	3	24 (de 22 a 26)
Pimiento	151	11	8,5 (de 8 a 9)
Tomate	163	13	6 (de 5 a 9)

La figura 2 muestra la distribución de cultivos en la campaña 2000-2001. El cultivo mayoritario es el maíz con un 57% de la superficie, seguido de la alfalfa que ocupa el 12% aproximadamente. El espárrago, el pimiento y el tomate ocupan el 7, 6 y el 5 % de la superficie, respectivamente.

EL TIEMPO DE RIEGO

En el mapa de los tiempos de riego (figura 3) se puede apreciar que existe una zona con bajos tiempos de riego, menores de 120 minutos por hectárea y riego, que va a corresponder casi en su totalidad al derecho Escopal 1. Los tiempos de riego más elevados, por encima de 180 minutos, se dan en los derechos Calleja abajo, Arrenal, y Terraplén, que corresponden a derechos que riegan de acequias secundarias y que tienen limitado el caudal de riego a 100 litros por segundo.

En general se aprecian unos tiempos de riego moderados, con una variabilidad diversa según los cultivos que se indican en la tabla 2. Los cultivos con menores intervalos son el pimiento, con un máximo de 9 y un mínimo de 8 días, y el tomate, cuyo intervalo máximo es de 9 días y el mínimo de 5 días, con un intervalo medio de 6 días.

OTROS ÓNDICES DE CALIDAD

Las figuras 4 y 5 presentan respectivamente la eficiencia de aplicación (EA) y la uniformidad de distribución (UD) del riego evaluado.

Conviene señalar que las eficiencias de riego más bajas se dan en las zonas con infiltración elevada donde el manejo de las láminas aplicadas es más complicado o bien en derechos que presentan limitaciones de caudal y tamaños de parcela importantes. Por otro lado, existe cierta coincidencia entre las zonas con tiempos de riego bajos (ver figura 3) y eficiencias de riego más elevadas (figura 4).

Los valores de Uniformidad de Distribución han

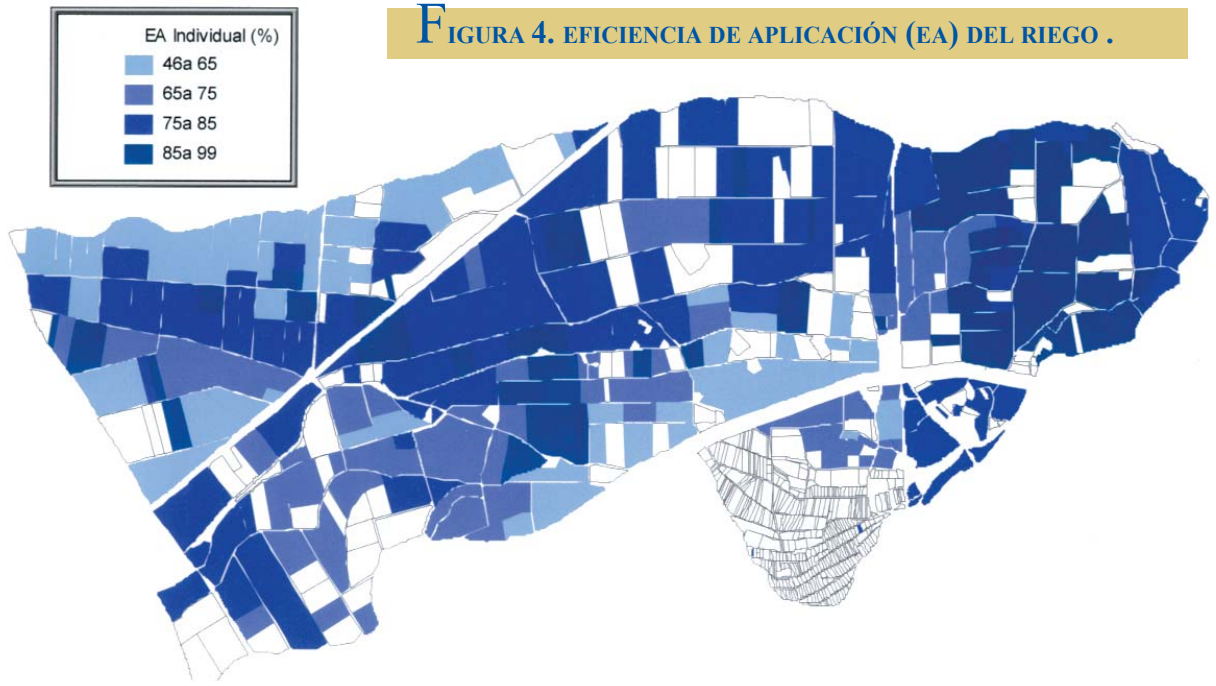


FIGURA 4. EFICIENCIA DE APLICACIÓN (EA) DEL RIEGO .

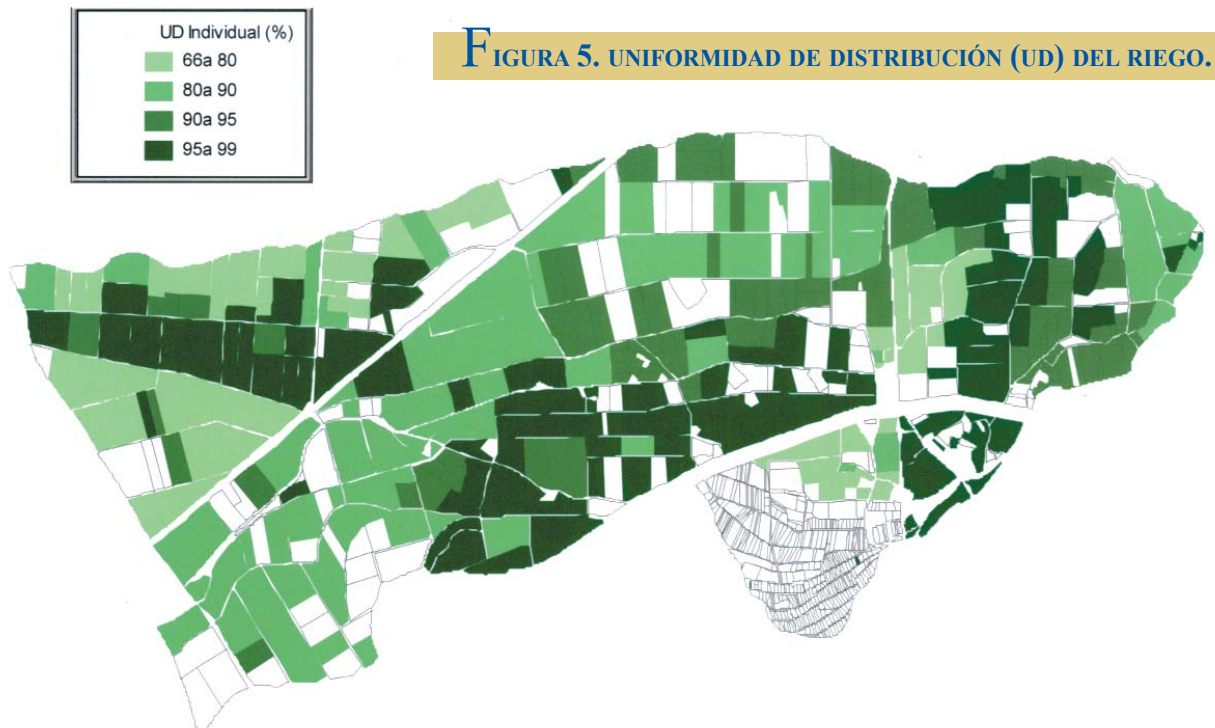


FIGURA 5. UNIFORMIDAD DE DISTRIBUCIÓN (UD) DEL RIEGO.

Tabla 3. TIEMPOS DE RIEGO, NÚMERO DE RIEGOS E INTERVALO ENTRE RIEGOS, PARA CADA CULTIVO ANTES DE LA MODERNIZACIÓN.

CULTIVOS	SUPERFICIE (%)	TR (MIN*HA ⁻¹)	Nº RIEGOS	INTERVALO (DÍAS)
Maíz	70	236	12	9
Trigo	20	309	4	22
Espárrago	2			
Pimiento	2	273	14	8
Tomate	2	330	12	7
Alfalfa				

resultado elevados (figura 5). Sin embargo, hay que decir que la nivelación en el cultivo del maíz está bastante descuidada. **La calidad de la nivelación se va perdiendo con los laboreos del terreno** y se recomienda, por tanto, **volver a nivelar con láser, con cierta periodicidad**, las parcelas para evitar un descenso en su calidad que dé lugar a riegos no uniformes y poco eficientes.

C

AMBIOS PRODUCIDOS TRAS LA MODERNIZACI" N



Según el Plan Foral de Regadíos de Navarra, antes de la modernización la Comunidad de Regantes de la Acequia Bayunga abarcaba una superficie regable de 1.152 hectáreas, dividida en 3.411 parcelas de 0,38 ha de superficie de promedio. La organización del riego se realizaba también a través de derechos o turnos de riego, con un total de 38 derechos. Los caudales de riego disponibles en cada derecho no eran homogéneos y en muchas ocasiones estaban por debajo de 100 litros por segundo. Se ha podido conocer la alternativa de cultivos entonces existente, así como tiempos de riego, número de riegos e intervalo entre riegos medios para los cultivos mayoritarios de la zona (tabla 3). Con toda esta documentación se ha podido reconstruir la situación de la zona de estudio antes del proceso de modernización.

Uno de los cambios más significativos e interesantes que se han producido tras la modernización es la alternativa de cultivos. Actualmente existe una alternativa con mayor margen económico aun presentando una mayor demanda de agua. Se aprecian descensos en la superficie dedicada a maíz (12% menos, aproximadamente) y a cereales (18% menos, aproximadamente), al mismo tiempo que un incremento en la dedicada a alfalfa (12% más, aproximadamente) y a productos hortícolas como el tomate, el pimiento y el espárrago (10% más, aproximadamente).

En cuanto a los derechos de riego, gracias a las mejoras en las infraestructuras de las acequias, se han reorganizado y se han reducido de 34 a 20 derechos. Lo cual ha supuesto un incremento del caudal otorgado a cada derecho.

Asimismo, el proceso de nivelación del terreno, que se realiza como parte del proceso de modernización del riego por superficie, ha dado lugar a una mayor calidad en la nivelación de las parcelas. Se ha pasado de tener parcelas con nivelación natural a parcelas niveladas con láser, en la situación actual, con la consiguiente mejora de la uniformidad y eficiencia del riego que se conservará siempre y cuando se mantenga la calidad de la nivelación conseguida gracias a la financiación del Dpto. de Agricultura, Ganadería y Alimentación de las obras de sistematización realizadas al tiempo que las de riego y concentración parcelaria.

E STUDIO ESTACIONAL

Hasta ahora se han estudiado los índices de calidad de un único riego. Sin embargo, es necesario tener en cuenta la totalidad de los riegos aplicados a lo largo de la campaña, es decir, se debe realizar un estudio estacional.

La tabla 4 presenta, por un lado, las necesidades de agua de los cultivos mayoritarios (dosis requerida) y, por otro, los volúmenes de agua que efectivamente se han consumido en los diferentes sistemas de riego.

Los datos referidos al riego por aspersión corresponden a una zona regable situada en el término de Santacara, cercana a la zona de estudio e integrada en el proyecto de modernización de la Acequia de Bayunga.

Si se comparan las eficiencias de riego estacionales del riego por superficie con las del riego por aspersión, se comprueba, como cabía esperar, que las eficiencias del riego por asper-



Tabla 4. NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS, VOLÚMENES APLICADOS POR HECTÁREA Y AÑO EN EL RIEGO POR SUPERFICIE (ANTES Y DESPUÉS DE LA MODERNIZACIÓN) Y EN EL RIEGO A PRESIÓN. EFICIENCIAS DE APLICACIÓN ESTACIONALES.

Cultivo	Necesidades hídricas del cultivo (m ³ x ha)	Riego Superficie				Riego Presión	
		Anterior		Actual		Actual	
		Volumen (m ³ x ha)	EA (%)	Volumen (m ³ x ha)	EA (%)	Volumen (m ³ x ha)	EA (%)
Alfalfa	9.000			13.000	69		
Espárrago	2.500			3.576	70	3.327	75
Maíz	6.052	12.900	47	11.150	54	7.411	82
Pimiento	4.517	10.557	43	7.070	65,5	6.200	73
Tomate	4.633	10.557	44	7.150	65	6.500	71
Trigo	3.650	5.991	61				

Tabla 5. PRODUCCIONES, PRECIOS Y PRODUCTIVIDAD DEL AGUA PARA LOS CULTIVOS MAYORITARIOS EN LAS DIFERENTES SITUACIONES DE RIEGO. RIEGO POR SUPERFICIE (R S), ANTES Y DESPUÉS DE LA MODERNIZACIÓN Y RIEGO A PRESIÓN (R P) DESPUÉS DE LA MODERNIZACIÓN

Cultivo	Producción (kg/ha)		Precio (pts/kg)		Productividad (pts/m ³)		
	Antes RS	Después RS y RP	Antes RS	Después RS y RP	Antes RS	Después RS	Después RP
Alfalfa		55.538		17,06		72,88	
Espárrago		2.300		115		73,96	79,5
Maíz	7.297	8.370	26,5	23,49	15,01	17,63	26,53
Pimiento	13.355	19.080	39,24	78,2	49,64	211,04	240,65
Tomate	39.032	59.470	14,43	10	53,35	83,17	91,5
Trigo	4.300	4.325	24,51	23,39	17,59		

sión están siempre por encima de las del riego por superficie. Las mayores diferencias se encuentran en el cultivo del maíz, (ver tabla 4) y las menores diferencias en los cultivos hortícolas. No obstante, conviene aclarar que los volúmenes consumidos en el bombeo de Santacara para los cultivos del tomate y el pimiento han resultado muy superiores a los de otras zonas de riego a presión modernizadas por Riegos de Navarra S.A.

CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL AGUA

Por último, se han estudiado las productividades

del agua en las diferentes situaciones estudiadas.

El término de productividad del agua se expresa en pesetas por metro cúbico y se ha calculado como la relación entre los ingresos por venta de cosecha y el volumen de agua consumido.

Para el cálculo de la productividad se han tomado datos procedentes de las estadísticas que publica el Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación del Gobierno de Navarra, (Manual de Estadísticas Agrarias. Navarra y Comarcas.1987-1996, 1998) sobre producciones por hectárea y precios de productos agrarios. Los datos sobre consumos de agua son los mismos de la tabla 4.

Los datos de productividades para los diferentes cultivos y situaciones de los sistemas de riego se presentan en la tabla 5.

Los precios de los productos agrarios apenas han variado, a excepción del pimiento de industria. En cuanto a las producciones, éstas se han incrementado tras el proceso de modernización. Hay que destacar que estas producciones son un promedio de las producciones de cada comarca, por lo que se diluye el efecto de la modernización, localizado en la zona de estudio. También hay que apuntar que, a estos efectos, se han considerado iguales las producciones en riego por superficie y riego por aspersión, ya que en el citado Manual no aparecen diferenciadas.

Con todo ello se aprecia un incremento de la productividad del agua para todos los cultivos estudiados tras el proceso de modernización. También se observa una mayor productividad para todos los cultivos en el caso del riego a presión, respecto al riego por superficie. La media zonal de productividad ha pasado de 17,09 pts/m³ antes de la modernización, a 40,55 y 48,28 pts/m³ después de la modernización en riego por superficie y riego a presión, respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en la Empresa Riegos de Navarra S.A. en el marco del Programa de Incorporación de Doctores a Empresas del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Mi agradecimiento a los guardas de la Comunidad de Regantes de la Acequia Bayunga del riego por superficie, Javier Aicua y Pedro Benito Salvatierra, sin cuya ayuda no hubiese sido posible la colaboración de los agricultores. Así como al resto de agricultores que han colaborado dejándonos realizar las evaluaciones de riego en sus parcelas.

Mi agradecimiento los estudiantes en prácticas Carlos Preciados y Susana Jubera por su gran ayuda en los trabajos de campo a lo largo de sus tres meses de prácticas en Riegos de Navarra, S.A.

CONCLUSIONES

LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO DEL USO DEL AGUA ANTES Y DESPUÉS DE LA MODERNIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE LA ACEQUIA BAYUNGA, DENTRO DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE CARRROSO SE RESUMEN EN:

- 1- REORGANIZACIÓN y disminución del número de derechos de riego, con la consiguiente mejora en la organización de los turnos y el incremento de los módulos de riego de los derechos.
- 2- MEJORAN los índices de la calidad del riego: descenso del tiempo de riego medio por hectárea en 2 horas aproximadamente. Incremento de la eficiencia de aplicación promedio de toda la superficie en 14 puntos porcentuales. Incremento en la uniformidad de distribución.
- 3- CAMBIO EN LA ALTERNATIVA DE CULTIVOS. En la actualidad, la conforman cultivos de mayor margen económico. La alternativa de cultivos que se encontraba antes de la modernización requería un total de 6.248 Hm³ de agua, mientras que la alternativa actual presenta unas necesidades de 6.591 Hm³. No obstante, considerando las eficiencias de riego encontradas en la situación anterior y posterior a la modernización, un 50% y un 64% respectivamente, las necesidades de riego en la situación anterior aumentarían hasta 12.751 Hm³, y en cambio en la posterior a la modernización aumentarían únicamente hasta 10.985 Hm³.
- 4- LA PRODUCTIVIDAD DEL AGUA SE HA INCREMENTADO DE 17,5 PTS/M³ A LAS 40,5 PTS/M³ DE LA ACTUALIDAD. Este fuerte incremento se debe en primer lugar al incremento de la superficie dedicada a cultivos de mayor margen económico y en segundo lugar al descenso de los consumos de agua en todos los cultivos debido a su vez al incremento de la eficiencia de riego.
- 5- Las eficiencias de riego por aspersión han resultado estar por encima de las del riego por superficie. Las mayores diferencias se dan en el cultivo del maíz, encontrándose menores diferencias en el riego por surcos (cultivos hortícolas). Esto apunta al buen nivel de manejo del riego por surcos en la zona.
- 6- LA PRODUCTIVIDAD MEDIA DEL AGUA EN EL RIEGO A PRESIÓN (48,28 PTS/M³) casi triplica la productividad del riego por superficie, en cualquier situación tanto antes como después de la modernización.
- 7- Del estudio presentado se desprende la necesidad de un asesoramiento en las zonas de riego por superficie en cuanto a necesidades hídricas de los cultivos o calendarios de riego. Asimismo, es necesario transmitir la importancia que tiene el mantenimiento de la calidad en la nivelación de la parcela para obtener unos riegos eficientes y uniformes similares a los que se han logrado tras las inversiones realizadas.
- 8- Si bien los valores de eficiencias de riego pueden no ser demasiado preocupantes en este tipo de comunidades de regantes próximas al río, hay que tener en cuenta que la eficiencia lleva asociada un factor medioambiental que hace referencia a la conservación de la calidad del agua y al control de caudales adecuado por tramos de río.

