

Sitúa a esta región en una posición de ventaja en cuanto a la rentabilidad de los cultivos regados

El impacto tecnológico en los regadíos de la Mancha Oriental

En las tres últimas décadas, la gran llanura de la Mancha Oriental ha sufrido con los regadíos una transformación de tal magnitud que se haría irreconocible físicamente para alguien que la hubiese dejado de ver en estos años (López Fuster, 2000). En ellos, como veremos más adelante, la posibilidad de utilizar servicios que llevan hasta el regante la información necesaria ha supuesto un importante acercamiento a los rendimientos potenciales de los cultivos más importantes en el periodo señalado, que evaluaremos en este trabajo.



Prudencio López Fuster.

Director del Instituto Técnico Agronómico Provincial de Albacete.

En el año 2030 se espera, según previsiones de la FAO, que la población mundial sea de 8.300 millones de habitantes y que el consumo de calorías

diarias per capita aumente hasta las 3.050 desde las 2.800 actuales, lo que equivale a la necesidad de aumentar la producción de cereales en mil millones de toneladas anuales. Todo este incremento de producción tendrá que producirse sin incrementar la actual superficie cultivada, ya que no serían soportables los graves problemas ecológicos que surgirían con el aumento de tierras de cultivo a nivel global. La solución vendrá sin duda de

una intensificación sostenible, que aparte de otros factores, significa el aumento de la disponibilidad de recursos hídricos en la agricultura, que teniendo en cuenta la aplicación de cada vez más eficientes tecnologías, se estima que se podrá conseguir el objetivo previsto del aumento de la producción indicado con tan sólo un 14% más de agua dedicada al riego, (Fresco 2006). Esta intensificación nos acercaría a los rendimientos potenciales de los cultivos, entendidos como la productividad de los mismos sin restricciones abióticas (riego y fertilización), y bióticas (protegidos de plagas, enfermedades y accidentes climáticos), lo que lleva consigo la aplicación de creciente tecnología (Feres, 2006).

En las zonas áridas y semiáridas, la agricultura de riego ha sido el verdadero motor del desarrollo de los pueblos desde la más remota antigüedad, siendo el último medio siglo, en el que casi se ha triplicado la población mundial, cuando se han quintuplicado los regadíos hasta alcanzar los 273 millones de hectáreas en 2005. En el mismo periodo la tecnología del riego disponible para hacer un uso eficiente ha avanzado de manera espectacular, pero existe una brecha muy grande entre el nivel de conocimientos y la atención que presta el regante al proceso del riego. «Para acortar esa brecha la prioridad estaría en establecer vigorosos programas de extensión y generar los incentivos necesarios para motivar a los usuarios del agua para riego». Esa es la necesidad de la transferencia de tecnología al sector agrario.

En las tres últimas décadas, la gran llanura de la Mancha Oriental ha sufrido con los regadíos una transformación de tal magnitud que se haría irreconocible físicamente para alguien que la hubiese dejado de ver en estos años (López Fuster, 2000). En ellos, como veremos más adelante, la posibilidad de utilizar servicios que llevan hasta el regante la información necesaria ha supuesto un importante acercamiento a los rendimientos potenciales de los cultivos más importantes en el periodo señalado, que evaluaremos en este trabajo y que está basada en:

- La recomendación de las variedades más productivas y de mayor calidad para cada cultivo.
- El asesoramiento de las necesidades

hídricas y la información de la productividad del agua para cada uno de ellos.

- El asesoramiento y la recomendación de abonado a través de los análisis de suelo, agua y foliares.

- El asesoramiento necesario para la protección del cultivo de la mano del diagnóstico de plagas y enfermedades y la recomendación de su tratamiento.

- La ayuda prestada a las comunidades de usuarios en la determinación de sus balances de explotación.

Todos ellos se llevan a cabo desde el Instituto Técnico Agronómico Provincial, dependiente de la Diputación de Albacete.

Definición de la zona de estudio

Situación y climatología

La zona de estudio se refiere a la Mancha Oriental, concretada en la Unidad Hidrogeológica (UH) 08-29 o Sistema Hidrogeológico de Albacete, situado entre la parte nororiental de la mencionada provincia (3/4 del total) y la suroriental de la provincia de Cuenca (1/4 del total), con una extensión total de 8.500 km² en la cuenca vertiente del río Júcar (López Fuster, 2000). El clima de la zona es típicamente continental, con temperaturas extremas tanto en verano como en invierno, oscilando la temperatura media anual entre los 13 y los 14,5°C, con un grado de insolación de unas 2.800 h año⁻¹ y una pluviometría media anual que oscila entre los 300 mm año⁻¹ en la zona sur de la Unidad, y los 500 mm año⁻¹ en el norte, siendo las estaciones más lluviosas la primavera (abril y mayo) y el otoño (octubre y noviembre).

Los regadíos de la Mancha Oriental

La transformación de estos regadíos manchegos se produce a partir de 1975, en su mayor parte por iniciativa privada, con aguas subterráneas alumbradas por los agricultores y la Administración, en la UH 08-29, con un ritmo sostenido acelerado hasta 1990 y más lento durante toda la década, hasta el año 2000 que se estabiliza en unas 100.000 ha regadas anualmente. La evolución de los consumos de agua de la UH hasta el año 2000 se ha mantenido creciente, y a partir del mismo los planes de explotación restrictivos autoimpuestos por la Junta Central de Regantes de la Mancha Oriental hacen disminuir la cifra en un amplio periodo de sequía hasta el extremo de 2008 en cuya cam-

CUADRO I.

Distribución y porcentaje de las superficies en riego en la Mancha Oriental, por sistemas de aplicación del agua al suelo.

Sistema de riego	Superficie (ha)	Peso (%)
Pivote central	43.697	39
Aspersión Fijo	45.480	41
Aspersión eventual	1.985	1
Localizado (goteo)	16.698	15
Superficial	4.296	4
Total	112.136	100

Fuente: JCRMO.

paña de riegos se redujeron a la mitad las máximas extracciones anuales.

El 95% de las superficies en regadío de la Mancha Oriental (**cuadro I**) aplican el agua al suelo con sistemas automáticos de alta eficiencia, que están entre el 80% de la aspersión fija, el 85% de los pivotes centrales, y el 90% del riego localizado, situándose el 5% restante en los pequeños regadíos superficiales de las vegas del río Júcar y sus afluentes y en la aspersión móvil, en ambos casos con escasa utilización y causa de la falta de coincidencia, junto con las retiradas de la PAC, entre las superficies instaladas y las regadas.

La distribución superficial promedio del periodo 2000-2008 de los cultivos regados en la Mancha Oriental es la del **cuadro II**, en la que hemos individualizado los seis cultivos en los que basaremos el presente estudio, que representan el 75% del total de las superficies regadas en la UH, separándolos de un resto que se refiere a superficies menores de patata, remolacha, adormidera, maíz dulce, guisante de verdeo, judía verde, forrajes para verde, etc., de los cuales no tenemos datos estadísticos comparativos para ampliar el es-

tudio a los mismos. Resaltar también que ese 75% de los seis cultivos que estudiaremos, representan el 85% de la Producción Final Agraria del regadío manchego.

Evolución de los rendimientos

Para comprobar la evolución de los rendimientos relativos de los seis cultivos más importantes en la zona (cebada, maíz, trigo, alfalfa, cebolla y ajo) hemos utilizado los datos de sus rendimientos en kg ha⁻¹ de los Anuarios de Estadística Agraria del MARM en los años centrales de las tres últimas décadas: 1984, 1985 y 1986; 1994, 1995 y 1996; y 2004, 2005 y 2006, buscando la seguridad en los promedios de los tres años en cada década, ya que para un año determinado los datos se podrían ver influenciados por la climatología de esa campaña. En el **cuadro III**, figuran enfrentados con la media nacional española, los rendimientos a los que nos referimos para la provincia de Albacete, el 80% de los cuales se sitúan en la Mancha Oriental.

Con estos datos de partida, que analizaremos estadísticamente, comprobaremos las tendencias en la evolución de los rendimien-

CUADRO II.

Superficies promedio cultivadas en la Mancha Oriental en el periodo 2000-2008, en los seis cultivos estudiados. Fuente: ITAP.

Cultivo regadío	Superficie (ha)	Peso (%)
Cebada	17.255	19
Maíz	16.596	18
Trigo	14.486	16
Alfalfa	8.874	10
Cebolla	5.507	6
Ajos	4.489	5
Total cultivos estudiados	67.207	75
Resto cultivos	22.623	25
Total Mancha Oriental regadas	89.830	100

tos de cada uno de los cultivos estudiados, tanto para los datos publicados en los AEA para Albacete (Mancha Oriental), como para el promedio del conjunto de las provincias españolas, que es como son publicadas.

La tendencia matemática de la evolución del rendimiento de cada uno de los cultivos estudiados, se representa en las gráficas de la **figura 1** para cada uno de ellos, para explicar las variaciones de estos rendimientos en la Mancha Oriental frente a los del conjunto de España, que comentamos de cultivo en cultivo. Para la cebada, la evolución de los rendimientos en los veintidós años contemplados en la Mancha Oriental se ajusta a una recta de regresión con una tendencia creciente desde los 4.000 kg ha⁻¹ iniciales a los cerca de 6.000 en la actualidad, con un coeficiente de determinación de R²= 0,8; mientras que las medias de los rendimientos de la cebada del conjunto nacional en el mismo periodo es una recta prácticamente horizontal sin tendencia, lo que quiere decir que mientras los rendimientos de la cebada en la Mancha Oriental se han incrementado un 50% en el periodo estudiado, de manera estadísticamente significativa, los rendimientos de la media española han permanecido estacionarios. Con las particularidades de cada uno, para el resto de cultivos sucede lo mismo, ya que las líneas de rendimientos medios nacionales no tienen tendencia ascendente, si exceptuamos el maíz, R²= 0,84, debido al salto cuantitativo que supuso la introducción de las siembras de híbridos simples a partir de 1980, y de la cebolla, R²= 0,68, con la generalización de la siembra directa. Para los rendimientos en la Mancha de Albacete, sucede al contrario, como en el caso de la cebada, con tendencias crecientes significativas también para trigo (R²=

0,88), maíz (R²= 0,91) y cebolla (R²= 0,56), no siendo tan claras, aunque positivas, las tendencias en alfalfa y ajo.

Una visión de conjunto de la evolución productiva de los cultivos estudiados la tendremos dividiendo en el **cuadro III** la columna AB por la columna E para cada año y cultivo, que representará el porcentaje productivo del mismo (kg ha⁻¹) en la Mancha Oriental respecto del mismo valor para el promedio nacional (Índice productivo). Hemos representado todos esos valores para los seis cultivos contemplados en la **figura 2**, así como el promedio de esos índices para todos ellos en cada uno de los años, que nos indicará una tendencia resumen de los rendimientos, representada por la recta de regresión de los valores promedios anuales con un coeficiente de determinación de R²= 0,68, teniendo en el año 1984, en el inicio del estudio, un valor 99 y en el año final de 2006 de 120, lo que quiere decir que el conjunto de los cultivos contemplados en este estudio para la Mancha Oriental tenían unos rendimientos promedios semejantes a los del conjunto de España (línea roja de puntos) en 1985, y veintidós años después, ese promedio en un 21% superior para la Mancha Oriental que para el promedio nacional.

El ahorro de agua

Junto a todo lo anterior relacionado con la evolución de los rendimientos unitarios de los cultivos estudiados, hemos asistido a la mejora progresiva de la utilización del agua para riego propiciada por el Servicio de Asesoramiento de Riegos de Albacete. En efecto, en un trabajo de Montoro *et al* (2004) ha sido evaluado el ahorro de agua debido a la aplicación de las recomendaciones del SAR en la Mancha

Oriental. El estudio está realizado sobre datos de la campaña de riegos de 2003, partiendo de las superficies sembradas, visadas y comprobadas por el Plan de Explotación de la Junta Central de Regantes de la Mancha Oriental para cada uno de los cultivos. Con esas superficies se calcularon:

- a) El consumo de agua en la Unidad Hidrogeológica a partir de las necesidades hídricas calculadas y asesoradas por el SAR para cada cultivo (414 hm³).
- b) El consumo real de agua partiendo de las cantidades regadas por los agricultores (381 hm³).
- c) El consumo de agua hipotético calculado a partir de los hábitos de riego de 1996 controlados por el SAR en esa campaña (442 hm³).

La diferencia entre estas dos últimas cifras es de 61 hm³, lo que supone un ahorro del 14%, que va de regar los cultivos con las dotaciones de agua empleadas en 1996, a las aplicadas en 2003, semejante al obtenido por el CIMIS de California, Eching (2002).

Discusión

La pregunta que surge de inmediato después de comprobar los datos anteriores es ¿por qué se ha producido este despegue de los rendimientos en los cultivos más importantes en Albacete (Mancha Oriental) respecto de los mismos en el conjunto del país en las dos últimas décadas?

La respuesta es compleja pero se puede resumir en el hecho de que en esta zona se ha reducido la brecha de los rendimientos en los cultivos, Fereres (2006), acercándose cada uno de ellos a su rendimiento potencial a través de tecnologías que han influido tanto en los aspectos abióticos (riego y abonado), como en los bióticos (material vegetal

CUADRO III.

Evolución de los rendimientos de los principales cultivos regados en la Mancha Oriental (AB) y la media nacional de España (E), en el periodo 1984-2000.

Año	Cebada (kg·ha ⁻¹)		Trigo (kg·ha ⁻¹)		Maíz (kg·ha ⁻¹)		Alfalfa (kg·ha ⁻¹)		Cebolla (kg·ha ⁻¹)		Ajo (kg·ha ⁻¹)	
	AB	E	AB	E	AB	E	AB	E	AB	E	AB	E
1984	4.000	3.800	2.500	4.013	8.000	7.000	60.000	54.000	50.000	36.000	8.000	8.200
1985	4.000	3.600	3.000	4.083	8.900	7.700	65.000	54.800	51.500	37.600	7.200	8.000
1986	4.500	4.400	3.500	3.800	9.000	7.750	70.000	58.000	53.500	43.500	7.000	8.050
1994	4.600	3.799	3.998	3.976	10.500	8.300	73.000	64.500	72.000	40.000	8.000	8.600
1995	4.500	3.430	3.500	2.860	11.000	8.850	75.000	56.700	66.500	39.500	9.500	8.600
1996	4.875	4.330	4.500	4.380	11.800	9.650	69.000	56.000	64.750	41.600	11.500	9.500
2004	5.832	5.567	5.600	4.616	12.500	10.444	68.000	60.360	67.100	48.066	8.400	7.982
2005	5.000	3.066	4.900	3.909	12.700	9.981	67.500	52.677	67.100	48.146	8.000	8.200
2006	5.800	4.400	5.800	4.400	12.000	9.450	69.000	56.000	63.200	45.500	9.150	8.650

de siembra, plagas y enfermedades, etc.) cuya carencia impide conseguir el objetivo del máximo rendimiento. A partir de los datos obtenidos por el Servicio de Asesoramiento de Riegos (SAR de Albacete) en el seguimiento de las parcelas asesoradas, Montoro (2008) ha calculado los rendimientos potenciales de los principales cultivos en la zona: 10 t ha⁻¹ en trigo; 9 t ha⁻¹ en cebada; 16 t ha⁻¹ en maíz; y 100 t ha⁻¹ en cebolla, de los que la Mancha Oriental está más cerca que la media española.

Las limitaciones a los rendimientos potenciales solo se pueden reducir con tecnología, de cuya transferencia se ha encargado en estos años el ITAP de Albacete. En efecto:

a) Los avances en las tecnologías de la aplicación del riego a los cultivos se han producido en nuestro caso en dos direcciones claras: una de ellas se refiere a las infraestructuras de riego disponibles y la otra a la presencia del SAR, que desde 1998 ha recomendado y seguido las cantidades de agua aplicadas a los cultivos y calculado la eficiencia de los sistemas de aplicación del agua al suelo. Respecto al primer aspecto debemos recordar el **cuadro I** para comprobar que el 95% de las superficies en riego en la zona están instaladas con sistemas automáticos de alta eficiencia (pivots centrales, aspersión fija y goteo). Respecto al segundo aspecto, el cálculo y asesoramiento de las necesidades hídricas de los cultivos por parte del SAR, se realiza en gran parte de forma particularizada, ya que además de difundir éstas por prensa, contestador telefónico, fax, etc., se asesora individualmente a los usuarios que lo solicitan y a los regantes asociados mediante la visita semanal a la parcela del agricultor de un técnico del SAR, que lleva la recomendación de la semana entrante para cada cultivo y recoge el dato real de riego de la anterior. Ello nos permite obtener el dato fundamental de la relación riego efectuado/recomendación SAR, lo que supone de hecho un control de calidad del servicio.

b) En lo que respecta a la fertilización, durante el periodo estudiado el ITAP ha dispuesto de un Servicio de Asesoramiento a la Fertilización (SAF) cuya función ha sido la de analizar suelos, aguas de riego, hojas y fertilizantes, para recomendar, a partir de los datos obtenidos, el abonado idóneo para el cultivo correspondiente partiendo de curvas elaboradas localmente y según la cosecha esperada por el usuario.

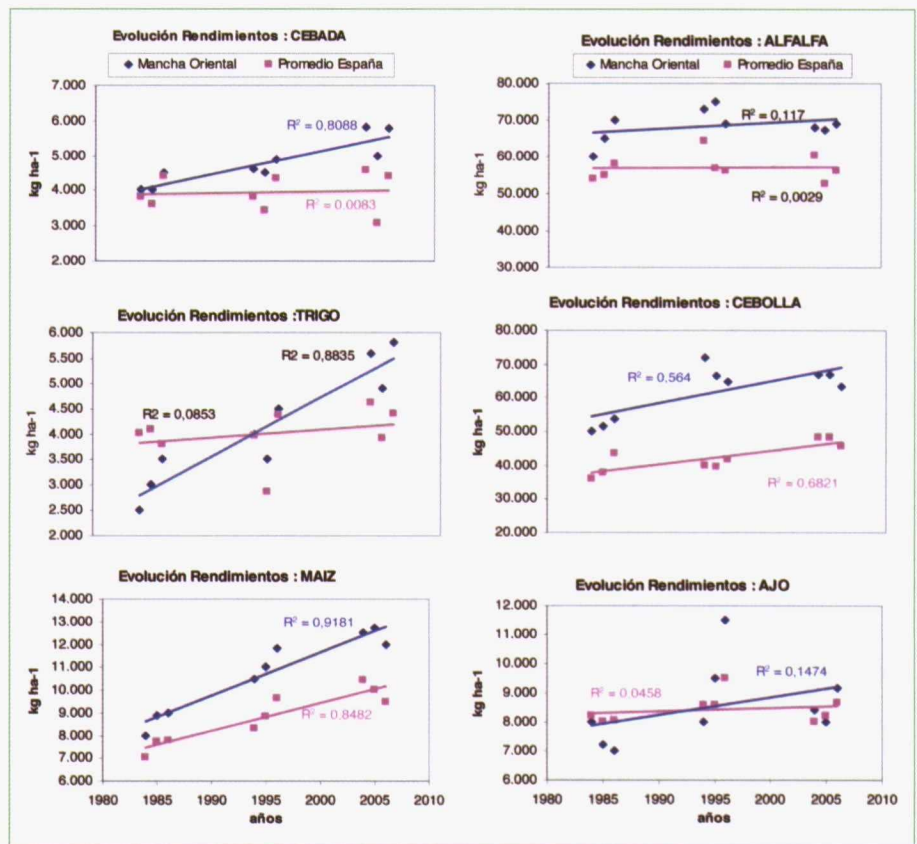
c) Desde los primeros años de la década de 1980 reciben los agricultores de la zona información del ITAP, a través de su Servicio de Ensayos y Recomendación de Variedades (SEREV), de los centenares de nuevas variedades de los diferentes cultivos (desde luego también de los estudiados en este trabajo) que han ido apareciendo a lo largo de estos años, así como de técnicas de cultivo como densidades de siembra y marcos de plantación, itinerarios técnicos, etc. Para ello se ha dispuesto de una red de ensayos atendiendo a las diferencias ambientales de la zona, que

ha sembrado, seguido, analizado estadísticamente y recomendado las variedades con mejor comportamiento productivo que han aparecido sucesivamente en el mercado de semillas a lo largo de esta veintena de años.

d) El Servicio de Diagnóstico y Asistencia Fitosanitaria (SEDAF) cubre un importante espacio en la protección de los cultivos, que no siempre ha estado bien atendida en España. El SEDAf está dotado para el diagnóstico de una amplia gama de problemas que pueden surgir en los cultivos: ácaros, nematodos, insectos, hongos fitopatógenos, viro-

FIGURA 1

Representación gráfica de rectas de regresión (tendencia matemática) de la evolución de los rendimientos entre 1984 y 2006 en la Mancha Oriental (línea azul), y conjunto de España (línea fuxia), para los seis cultivos estudiados.



CUADRO IV.

Evolución de las cifras que determinan el uso de los Servicios del ITAP de Albacete por los agricultores, en los años 80 y en la actualidad.

Servicio. Datos anuales	1985	2006
SAR. Superficie riego asesorada (ha)	-	30.000
SEREV. Variedades ensayadas (n°)	42	107
SAF. Abonados recomendados (n°)	200	1.000
SEDAF. Consultas diagnosticadas (n°)	-	600

sis vegetales, etc, con las técnicas más modernas incluidas las de diagnóstico molecular por PCR y PCR cuantitativa.

Las cifras del **cuadro IV** expresan con claridad el uso de los servicios por los agricultores.

La superficie asesorada por el SAR es sobre parcelas concretas a solicitud del regante; las variedades ensayadas son las de la Red de Ensayos para recomendar variedades; los abonados recomendados son previo análisis de suelo y agua; y las consultas sobre plagas o enfermedades se realizan sobre muestras enviadas por el agricultor.

Beneficio económico

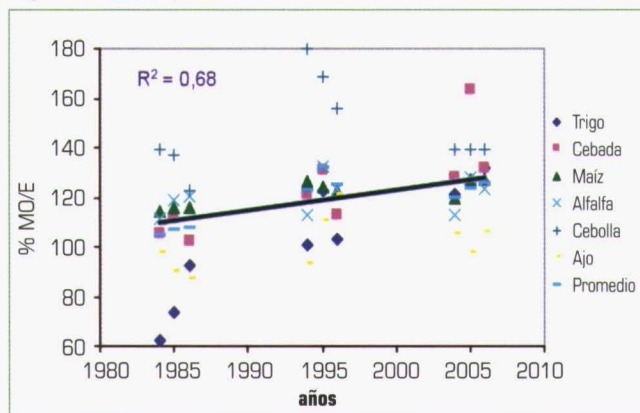
El beneficio económico que supone el ahorro de agua conseguido con el seguimiento del SAR, y el incremento de producción diferencial con la media nacional, se puede evaluar traduciendo a valor económico ambos aspectos como aparece en el **cuadro V** con los datos de los seis cultivos más importantes en la Mancha Oriental (75% de la superficie regada).

Para calcular el ahorro de agua, hemos partido de las dotaciones medias de varios años de cada uno de los cultivos, que son la base de las empleadas en el Plan de Explotación de la Junta de la Comunidad de Regantes de la Mancha Oriental (JCRMO), sobre las que hemos aplicado el ahorro evaluado en el 14%, a partir de un coste medio actual del m³ de agua de 0,12 € m³.

El cálculo económico del aumento de producción relativo, se ha realizado sobre las producciones medias de cada uno de los cultivos importantes, 75% de las superficies regadas de los años 2004, 2005 y 2006; sobre el incremento de la producción de cada uno de ellos sobre la media nacional, y teniendo

FIGURA 2

Representación gráfica de los índices Productivos (% rendimiento Mancha Oriental/España) de los seis cultivos estudiados entre 1984 y 2006, y recta de regresión de su promedio.



en cuenta los precios medios de la última campaña de la Lonja Agropecuaria para la Mancha. El beneficio total del ahorro de agua y la mayor producción para cada cultivo está entre los 261 € ha⁻¹ año⁻¹ de la cebada y los 2.411 de la cebolla, resultados compatibles con los obtenidos en el CIMIS (California Irrigation Management Information System, USA), en un estudio semejante. El beneficio del conjunto de los seis cultivos estudiados para el factor agua + producción, si tenemos en cuenta las superficies cultivadas en la Mancha Oriental del **cuadro II**, se acerca a los 48 millones de euros anuales, y si lo extrapolamos a toda la superficie supera los 60 M€ año⁻¹.

Conclusiones

La evidencia de las cifras disponibles analizadas en este trabajo, sitúa a la Mancha

Oriental (Albacete) en una posición de ventaja en cuanto a la rentabilidad de los cultivos de regadío estudiados, ya que en ella obtendremos un 20% de mayores producciones en el promedio de estos seis cultivos respecto de la media española, y también un importante 14% de ahorro de agua. Esta ventaja, inexistente hace veintidós años sólo puede ser debida a la aplicación de más tecnología en los cultivos de la zona respecto a la aplicada en el conjunto de España.

Una serie de factores encadenados han hecho posible esta realidad:

1. Unas infraestructuras de riego eficientes y automáticas, sobre un tamaño de la explotación en regadío que ha permitido su tecnificación.
2. La disponibilidad de un Servicio de Asesoramiento de Riegos (SAR) que durante veinte años ha asesorado sobre la cantidad de agua a aplicar y la rutina del riego a pie de parcela.
3. Casi treinta años de ensayos locales de variedades y técnicas de cultivo, que han recomendado el uso de los materiales genéticos más rentables en cada uno de los cultivos.
4. Un asesoramiento permanente sobre la fertilización que ha fomentado el uso eficiente y económico del abonado en los cultivos.
5. Un servicio de diagnóstico de plagas y enfermedades puesto a punto para detectar y evitar los problemas fitosanitarios que puedan aparecer en cualquier circunstancia y momento.
6. La existencia de la Junta Central de Regantes de la Mancha Oriental que agrupa obligatoriamente a todos los regantes en su ámbito, y se autoimpone un Plan de Explotación Anual de distribución de los cultivos.

No es posible asignar una parte de la ventaja tecnológica conseguida a cada uno de los factores considerados en este trabajo, ni siquiera si esto es posible, pero no hay duda de que el beneficio obtenido, que hemos evaluado en 60 Millones de Euros anuales, es consecuencia de la suma de todos ellos. ●

CUADRO V.

Valoración económica del ahorro de agua, y de la producción relativa al conjunto nacional, en la Mancha Oriental (seis cultivos).

Cultivo	Ahorro agua	Beneficio total	
		Mayor producción € ha ⁻¹ año ⁻¹	
Cebada	48	213	261
Trigo	59	261	320
Maíz	124	536	660
Alfalfa	146	784	929
Cebolla	102	2.310	2.411
Ajo	61	460	521