

Conocimiento y percepción sobre técnicas de riego deficitario controlado por parte de agricultores y técnicos agrarios del sudeste español

David Martínez-Granados* y Javier Calatrava

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII 48, 30203 Cartagena, Murcia, España

Resumen

Este trabajo evalúa el grado de conocimiento que agricultores y técnicos asesores agrarios del sudeste español tienen sobre el uso de técnicas de riego deficitario controlado en cultivos leñosos, así como su percepción sobre sus ventajas e inconvenientes y el potencial para su difusión a mayor escala en la agricultura de la zona. Para ello, se ha realizado un sondeo a agricultores y técnicos agrarios de la Región de Murcia que han participado en diferentes actividades de formación sobre manejo eficiente del riego en cultivos leñosos, tanto antes como después de su participación en las mismas. Los resultados obtenidos muestran el reducido nivel de conocimiento y experiencia que los agricultores y técnicos encuestados tienen sobre este tipo de técnicas, y cómo un mayor conocimiento de las mismas puede incrementar su nivel de difusión en el regadío de la zona de estudio. Asimismo, muestran como existe un notable potencial para la difusión de estrategias sostenibles de riego basadas en técnicas de riego deficitario controlado que puedan sustituir a las prácticas convencionales en la zona, si bien se requieren notables esfuerzos de formación e información, así como la existencia de servicios de asesoramiento y soporte técnico efectivos.

Palabras clave: Adopción de tecnologías, ahorro de agua, estrategias de riego, cultivos leñosos.

Farmers' and agricultural technical advisors' knowledge and perceptions about regulated deficit irrigation techniques in SE Spain

Abstract

This paper assesses the level of knowledge about the use of regulated deficit irrigation strategies in woody crops of both farmers and agricultural technical advisors in south-east Spain, as well as their perceptions about these strategies' advantages and disadvantages and the potential for its diffusion in the area's agriculture. To this end, a survey was carried out among farmers and technical advisors of the Spanish Murcia Region, attending different training courses about efficient management of irrigation, both before and after their participation in such activities. The results obtained show that the surveyed farmers and technical advisors have little knowledge and experience about the use of these irrigation techniques, and how a greater and improved knowledge can increase their diffusion in the irrigated agriculture of the study area. It is also shown that there is a notable potential for the diffusion of sustainable irrigation strategies, based on regulated deficit irrigation techniques that can substitute conventional irrigation practices used in the area. However, this requires important efforts to provide information and training, as well as the existence of effective technical support and advisory services.

Keywords: Irrigation strategies, technology adoption, water saving, woody crops.

* Autor para correspondencia: david.martinez@upct.es

Introducción

El sudeste de España es una de las regiones con mayor escasez de agua de toda Europa. La elevada rentabilidad de la actividad agrícola, unida a unas condiciones climáticas semiáridas, hace que la demanda supere con mucho a la disponibilidad de recursos hídricos. En el caso de la cuenca del Segura, la situación de escasez estructural existente (CHS, 2015) ha traído consigo la movilización de todas las fuentes de suministro disponibles en la cuenca, incluyendo un elevado nivel de reutilización de las aguas residuales y el reciente recurso a la desalinización de agua de mar (Martínez-Álvarez *et al.*, 2017; Melgarejo-Moreno *et al.*, 2019). Asimismo, ha incentivado la adopción generalizada de modernos sistemas de riego presurizado (riego por goteo, fertirrigación, sistemas de riego automatizado, etc.) que alcanzan el 75 % de la superficie regable de la cuenca del Segura, siendo este porcentaje cercano al 100 % en el regadío no tradicional (CHS, 2015). En paralelo, se ha producido la modernización de gran parte de las infraestructuras de distribución de agua, buscando maximizar la eficiencia en el uso del agua (Soto-García *et al.*, 2013).

Sin embargo, y pese al elevado grado de difusión de las más modernas tecnologías de riego en los sistemas agrícolas del sudeste español, el potencial de ahorro de agua no está completamente desarrollado, existiendo todavía margen para mejorar la eficiencia de las prácticas de riego. Frente a las consecuencias previstas del cambio climático en la zona, con escenarios que prevén una reducción del 5 % de la media de las aportaciones hídricas en régimen natural (CHS, 2015), la adopción de tecnologías de riego y de estrategias de manejo del agua de riego que permitan reducir el consumo de agua se postulan como instrumentos de adaptación con gran potencial para garantizar la continuidad de la actividad agraria en el sudeste español (García Brunton *et al.*, 2003; Ruiz-Sánchez *et al.*, 2010; Ward, 2014).

En este sentido, una de las opciones con mayor potencial para mejorar la sostenibilidad del regadío es el Riego Deficitario Controlado (RDC) (Chalmers *et al.*, 1981). Las estrategias de RDC se basan en reducir el volumen de agua aplicado al cultivo durante los períodos fenológicos no críticos, cubriendo las necesidades de agua de la planta durante los períodos críticos, y sin que afecte a los rendimientos y a la calidad de la producción (Ferrerres y Soriano, 2007; Conesa *et al.*, 2015 y 2016). Durante las últimas dos décadas, numerosos trabajos han desarrollado y analizado la aplicación de estrategias de riego deficitario controlado en muy diversos cultivos leñosos y sistemas agrícolas. El consenso general en la literatura sobre el tema es que las estrategias de RDC mejoran la gestión del agua de riego, permitiendo un ahorro significativo de agua y manteniendo los rendimientos (Ruiz-Sánchez *et al.*, 2010; Galindo *et al.*, 2018). También reducen el consumo de energía y de agroquímicos. Asimismo, aumentan y/o adelantan la floración, mantienen o incluso mejoran el contenido de sólidos solubles de la fruta y, por tanto, su calidad, mejorando además su conservación postcosecha (Domingo Miguel *et al.*, 2001; Pérez-Pastor *et al.*, 2007 y 2009; De la Rosa *et al.*, 2016; Pérez-Sarmiento *et al.*, 2016).

Los beneficios económicos resultantes pueden ser importantes. Las estrategias de RDC reducen los costes de producción directamente relacionados con el consumo de agua, sin comprometer significativamente los rendimientos y, por lo tanto, mejoran la rentabilidad de la explotación en muy diferentes sistemas productivos (García *et al.*, 2004 y 2012; Rodríguez y Pereira, 2009; Maestre-Valero *et al.*, 2016; Egea *et al.*, 2017; Tunc *et al.*, 2019), incrementando la productividad de factores de producción como el agua y energía (Nakawuka *et al.*, 2017), y permitiendo al agricultor maximizar la rentabilidad de un recurso escaso como el agua (Expósito y Ber-

bel, 2016). En consecuencia, las estrategias de RDC se postulan como una herramienta eficaz para la adaptación de los agricultores al cambio climático, pero también para su mitigación, ya que permiten reducir la aplicación de agua a los cultivos, el uso de agroquímicos y el consumo de energía y las emisiones de CO₂ asociadas, además de incrementar el potencial de los suelos para la fijación de carbono (Zornoza *et al.*, 2016).

Pese a todos estos beneficios, las estrategias de RDC apenas han dado el salto desde las parcelas experimentales a las explotaciones comerciales, siendo su nivel de adopción bastante reducido, sin que existan trabajos que hayan abordado las posibles razones. No existen tampoco investigaciones que analicen la adopción de diferentes estrategias de riego, aunque sí que hay una abundante literatura a nivel mundial que aborda el análisis de los factores que influyen en la adopción de tecnologías de riego, centrada principalmente en la adopción de sistemas de riego presurizado, diferenciándose entre factores institucionales, físicos y agro-climáticos, individuales y socioeconómicos (Feder y Umali, 1993).

Aunque las características que determinan la decisión de adoptar tecnologías de riego más eficientes suelen ser específicas de cada caso, sí que hay factores que aparecen de manera recurrente como claves en dicha adopción. El más evidente es la escasez de agua, siendo también un factor de relevancia su nivel de garantía de suministro (Negri y Brooks, 1990; Dinar *et al.*, 1996), lo que no depende solo de variables climáticas sino especialmente de aspectos institucionales como las políticas de gestión de los recursos hídricos (Ward, 2014; Olen *et al.*, 2016). Factores agro-climáticos, como un régimen de precipitaciones desigual y/o escaso, mayores temperaturas y terrenos con mayor pendiente y una peor calidad del suelo, suelen favorecer la adopción de tecnologías de ahorro de agua de riego (Caswell y Zilberman, 1986; Nieswiado-

my, 1988), mientras que, entre los factores individuales que suelen favorecer dicha adopción, destacan el nivel educativo y formativo de los agricultores, así como su pertenencia a cooperativas y otras asociaciones profesionales (Abdulai *et al.*, 2011; Dai *et al.*, 2015).

Entre los factores socioeconómicos, destacan el tipo de cultivo, su rentabilidad relativa y la disponibilidad y precio de factores de producción, como el agua, la mano de obra y la energía (Abdulai *et al.*, 2011; Dai *et al.*, 2015). Otros factores económicos claves para la adopción de innovaciones que, como los sistemas de riego, supongan una notable inversión, son el acceso al crédito y el coste del capital (Lichtenberg, 1989) y la existencia de subvenciones para su adquisición (Olen *et al.*, 2016). El tamaño de la explotación puede ser también un factor de relevancia por estar frecuentemente relacionado con la existencia de economías de escala y con un mayor acceso al crédito y a sistemas de asesoramiento técnico (Feder, 1980).

En cuanto a la influencia del acceso a la información, se trata de un factor clave en la adopción de cualquier innovación tecnológica (Rogers, 1962), que, en el fondo, es el resultado de un proceso dinámico de toma de decisiones que incluye el aprendizaje mediante la obtención de información y la experimentación (Feder *et al.*, 1985). La facilidad para acceder a sistemas de asesoramiento técnico y a redes de conocimiento, tanto formales como informales, se postula como un factor determinante para la adopción (Dai *et al.*, 2015), sin olvidar por ello la importancia de los factores económicos (Nowak, 1987). El acceso a información con respecto a la tecnología permite conocer las ventajas comparativas que ésta supone. Sin embargo, no debe olvidarse que lo decisivo no es tanto que la innovación suponga una ventaja competitiva objetiva para el agricultor como que éste la perciba como ventajosa (Rogers, 1995). Cobra importancia, por tanto, conocer cómo perci-

ben los agricultores tanto las ventajas de una tecnología como las dificultades que pueda suponer su uso. Una innovación que se perciba como compleja de utilizar y que presente riesgos asociados a su uso puede ver como sus supuestas ventajas objetivas no se materialicen, dificultando o incluso imposibilitando su difusión (Adesina y Zinnah, 1993).

La mejora de las prácticas de riego cuando ya se dispone de sistemas de riego presurizado no requiere grandes inversiones en capital productivo (tecnologías de riego), pero sí de un notable esfuerzo en formación y asesoramiento técnico, ya que la aplicación adecuada del agua a los cultivos durante cada período fenológico requiere un control preciso del estado hídrico de planta y suelo. La adopción de estrategias de riego innovadoras que permitan ahorrar agua requiere que los agricultores las conozcan, que las perciban como potencialmente aplicables y que perciban sus beneficios con respecto a sus prácticas actuales, lo que requiere de sistemas adecuados de información y asesoramiento técnico (Levidow *et al.*, 2014).

En este sentido, el primer objetivo de este trabajo es evaluar cualitativamente el grado de conocimiento que agricultores y técnicos asesores agrarios tienen sobre las técnicas de riego deficitario controlado en cultivos leñosos, así como su percepción sobre sus ventajas e inconvenientes y el potencial para su difusión a mayor escala. Puesto que las principales fuentes de información técnica para los agricultores suelen precisamente ser otros agricultores y diferentes servicios de asesoramiento técnico, generalmente de índole privada o cooperativa, se asume en este trabajo que las opiniones y percepciones de estos grupos de interés sobre las estrategias de RDC serán un buen indicador cualitativo de su potencial de adopción y difusión entre los agricultores de la zona. En relación con este primer objetivo, la hipótesis de partida es que, pese al notable esfuerzo investigador en

la materia, uno de los factores que explicaría el reducido grado de difusión en la práctica del riego deficitario controlado es la falta de conocimiento sobre el mismo. De confirmarse esta hipótesis, la siguiente sería asumir que actividades de difusión y capacitación dirigidas a agricultores y técnicos podrían fomentar un mayor uso de prácticas de riego más sostenibles basadas en técnicas de riego deficitario controlado. El segundo objetivo de este trabajo sería, por lo tanto, evaluar cualitativamente el impacto de actividades de formación concretas sobre el conocimiento y las percepciones de los participantes en las mismas acerca del uso de estrategias de riego deficitario controlado, y evaluar si actividades adecuadas de diseminación de conocimiento pueden incrementar el potencial de difusión de estrategias innovadoras de riego en el regadío de la zona. Para ello, se presentan los resultados de una encuesta realizada entre agricultores y técnicos agrarios de la Región de Murcia que han participado en diferentes actividades de formación sobre manejo eficiente del riego en cultivos leñosos. Se trata del primer estudio, al menos que los autores conozcan, que evalúa el grado de conocimiento y percepción de los usuarios finales acerca de las ventajas e inconvenientes del uso de estrategias de riego deficitario controlado.

Material y métodos

Para la consecución de los objetivos planteados en este trabajo, se realizó un sondeo entre agricultores y técnicos agrarios de la Región de Murcia mediante un cuestionario diseñado a tal fin. Puesto que los objetivos del trabajo incluían, no solamente evaluar el grado de conocimiento y percepción de los encuestados acerca de las técnicas de riego deficitario controlado, sino también evaluar en qué medida actividades de formación so-

bre dicha materia pueden modificar dicho conocimiento e incrementar el potencial para la difusión de este tipo de prácticas, la encuesta se realizó entre los asistentes a diferentes actividades de formación realizadas en el marco del proyecto LIFE+ IRRIMAN (*Implementation of efficient irrigation management for a sustainable agriculture*), a los que se sondeó tanto antes como después de su participación en estas actividades.

El objetivo del proyecto LIFE+ IRRIMAN es aplicar, demostrar y difundir tecnologías y estrategias de riego sostenible para promover su aceptación y uso a gran escala en diversos cultivos leñosos de sistemas agrícolas mediterráneos. Las actividades del proyecto se centran en los siguientes cultivos leñosos: melocotonero, albaricoquero, nectarino, paraguayo, uva de mesa, almendro, peral y olivo. Dentro de las actividades del proyecto, se incluían actividades de comunicación y difusión, dirigidas a demostrar los beneficios agronómicos, económicos y ambientales de estrategias de riego sostenible, así como su factibilidad mediante la aplicación de la tecnología y las directrices de programación de riego necesarias. El núcleo de las actividades de difusión del proyecto eran una serie de seminarios técnicos y cursos de formación sobre manejo eficiente del riego en cultivos leñosos dirigidos a agricultores y asesores técnicos agrícolas.

El cuestionario utilizado en el estudio consta de tres partes. La primera parte busca recoger información sobre los cultivos con los que cada encuestado tiene experiencia (bien sea como productor o como asesor técnico), los criterios y la tecnología que utiliza para tomar decisiones sobre el manejo del riego, su formación agrícola, su uso de servicios de asesoramiento de riego y su conocimiento y experiencia previa con técnicas de RDC. La segunda parte del cuestionario pregunta sobre la percepción que los encuestados tienen de las ventajas e inconvenientes del RDC. Las

dos primeras partes del cuestionario se realizaron antes de que el encuestado participase en la actividad de formación.

En días posteriores, una vez finalizada cada actividad de formación, se realizaba la tercera parte del cuestionario, en la que se pide a los participantes que evalúen cualitativamente la mejora de sus conocimientos acerca de las estrategias de RDC y que opinen sobre la viabilidad de la aplicación práctica de las estrategias de riego que se les han mostrado, procediéndose finalmente a repetir la segunda parte de la encuesta. La evolución de su opinión acerca de las estrategias de RDC tras participar en las actividades de formación sirve como medida del impacto de dichas actividades.

Antes de ejecutar el sondeo, se realizó un pre-test del cuestionario en un seminario técnico de difusión con agricultores y técnicos agrícolas de la comunidad de regantes de Campotéjar, en Molina de Segura (Murcia), que permitió validar y mejorar el cuestionario. Posteriormente, ya con el cuestionario definitivo, se encuestaron a los participantes en varios cursos de formación celebrados durante 2018 en las localidades de Molina de Segura, Torre Pacheco, Jumilla, Galifa y Cartagena, todas localizadas en la Región de Murcia. En total, se completaron 105 encuestas válidas, de las cuales 69 corresponden a agricultores (65,7 %) y 36 a técnicos agrarios (34,3 %). La edad media de los encuestados es 49 años, siendo de 52 años para los agricultores y de 43 para los técnicos. La Figura 1 muestra cómo los principales cultivos existentes en las explotaciones de los agricultores encuestados, o con los que tienen experiencia los técnicos encuestados, son los cítricos, los frutales de hueso, el almendro y el olivar, que son precisamente los predominantes en las zonas en las que se han celebrado las actividades de formación del proyecto.

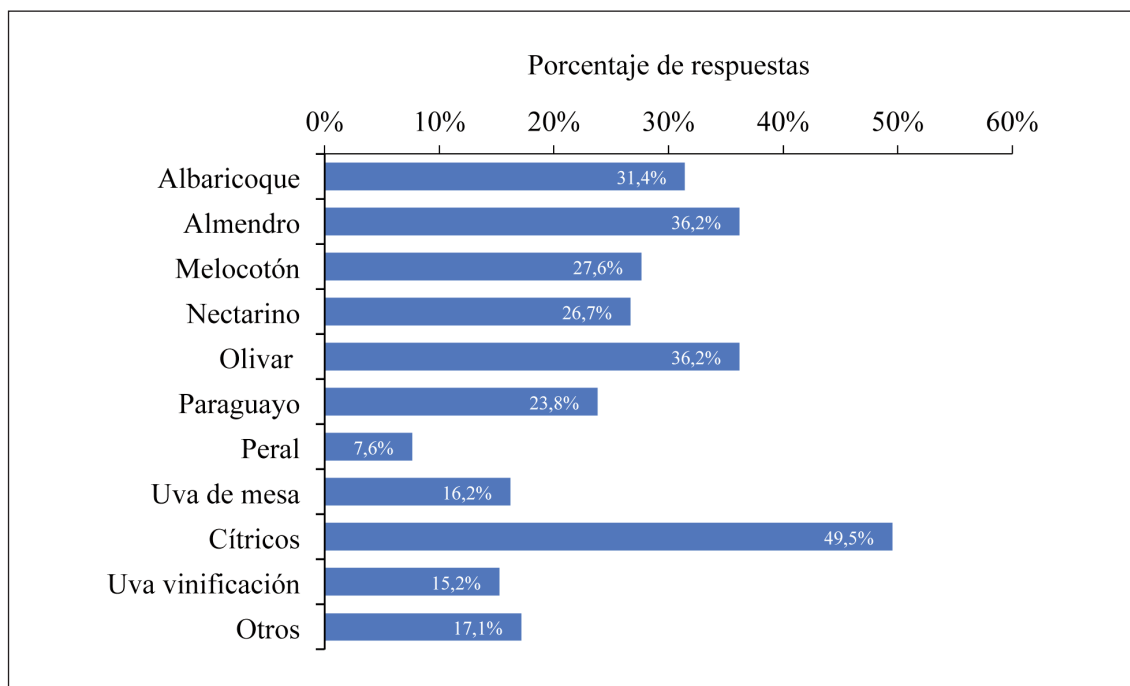


Figura 1. Porcentaje de encuestados que tienen experiencia profesional, como agricultor o técnico, con diferentes cultivos leñosos.

Figure 1. Percentage of survey respondents that have professional experience, as farmer or technical advisor, with different woody crops.

Resultados y discusión

Formación y asesoramiento sobre manejo del riego

La Tabla 1 muestra los porcentajes de las respuestas de los encuestados a las preguntas relativas a su formación agraria y fuentes de asesoramiento sobre manejo del riego. Una gran mayoría de los agricultores encuestados no tiene ninguna formación agraria reglada, sino tan solo su experiencia profesional. Uno de cada diez agricultores tiene estudios de Formación Profesional de la Rama Agraria y uno de cada veinte estudios universitarios agrarios (Ingeniero Técnico Agrícola y/o Ingeniero Agrónomo). En el caso de los técnicos, más de la mitad tiene estudios universi-

tarios de la rama agraria, mientras que uno de cada cuatro tiene estudios de Formación Profesional de la rama agraria. En cuanto a su participación en actividades de formación continua, el 68 % afirma que asiste a cursos de formación o jornadas técnicas al menos una vez al año, porcentaje que es mayor entre los técnicos (80 %) que entre los agricultores (60 %). Sin embargo, solamente tres de cada diez encuestados afirma haber realizado con anterioridad algún curso de formación específico sobre técnicas de riego, siendo significativamente mayor esta proporción entre los técnicos agrarios (Tabla 1).

Las respuestas a la pregunta en las que se pedía a los encuestados que indicaran a qué fuentes recurren para asesorarse en materia

Tabla 1. Porcentaje de respuestas de los encuestados a las preguntas relativas a su formación agraria y fuentes de asesoramiento sobre riego.

Table 1. Percentage of responses of survey respondent to questions related to their formal agricultural training and sources of technical advice regarding irrigation management.

Pregunta	Total (n = 105)	Agricultores (n = 69)	Técnicos agrarios (n = 36)
Formación agraria reglada:			
F.P. Agraria/Capataz agrícola	15,24	10,14	25,00
Titulado universitario (rama agraria)	23,81	5,80	58,33
Frecuencia de asistencia a cursos de formación y/o jornadas técnicas:			
Nunca	13,33	17,39	5,56
Menos de una vez al año	19,05	21,74	13,89
Una vez al año	28,57	33,33	19,44
Más de una vez al año	39,05	27,54	61,11
Ha asistido alguna vez a cursos de formación sobre manejo del riego	29,52	20,29	47,22
Fuente de asesoramiento sobre el manejo del riego:			
Otros agricultores	27,62	37,68	8,33
Oficina Comarcal Agraria	7,62	5,80	11,11
Técnicos de su cooperativa	16,19	13,04	22,22
Técnicos de la com. de regantes	4,76	4,35	5,56
Técnicos de casas comerciales	28,57	31,88	22,22
Técnico asesor particular	27,62	27,54	27,78
Libros, búsquedas en internet, etc.	20,95	21,74	19,44
Otras fuentes	13,33	10,14	19,44
Nunca necesita asesoramiento	10,48	7,25	16,67

de riego ponen de manifiesto cómo los encuestados recurren a fuentes diversas, ya que la mayoría de ellos indicó varias opciones (Tabla 1). Las principales fuentes de asesoramiento sobre manejo del riego entre los agricultores son, con cierta diferencia, otros agricultores de su zona, seguidos de los técnicos de las casas comerciales y/o de un técnico privado que les asesora específicamente. Entre los técnicos agrarios destacan la consulta

a otros técnicos (asesores particulares, de casas comerciales y de cooperativas). En general, uno de cada cinco encuestados recurre a la consulta de bibliografía sobre el tema o búsquedas en internet. Estos resultados avalan la importancia que el conocimiento y las percepciones de agricultores y técnicos asesores tienen a la hora de incrementar el potencial para la difusión de esta u otras innovaciones tecnológicas.

Toma de decisiones de riego

La Tabla 2 muestra las respuestas a las preguntas sobre la toma de decisiones relativas al manejo del riego. Debido a que en la fruticultura de la Región de Murcia el uso de sistemas de riego presurizado es muy elevado, no se preguntó a los encuestados sobre el sistema de riego utilizado, sino que las preguntas realizadas se centraron en tratar de determinar los criterios y uso de tecnologías para la toma de decisiones sobre el riego. Aproximadamente un 69 % de los encuestados utiliza un programador para la aplicación del agua de riego, sin diferencias significativas entre agricultores y técnicos. La gran mayoría de estos utilizan programadores por

tiempo, mientras que solo un 18 % de los encuestados se apoya en el uso de sensores de pH/Conductividad y/o de estado hídrico de suelo/planta, porcentaje que es muy superior entre los técnicos (Tabla 2). Similar resultado se obtiene al respecto de los criterios utilizados por los encuestados para tomar sus decisiones de riego, ya que solo cuatro de los encuestados utilizan tensiómetros. La opción mayoritaria a la hora de tomar las decisiones de riego es guiarse por el asesoramiento de técnicos, seguida por el uso de datos climáticos y la propia experiencia (Tabla 2). Esta reducida penetración del uso de sensores para la programación del riego supone una importante barrera inicial para el uso de estrategias RDC.

Tabla 2. Porcentaje de respuestas a las preguntas sobre manejo del riego.

Table 2. Percentage of answers to questions regarding irrigation management.

Pregunta	Total (n = 105)	Agricultores (n = 69)	Técnicos agrarios (n = 36)
Utiliza programador para el control del riego:	68,57	68,12	69,44
Programador por tiempo	61,90	65,22	55,56
Con sensores de pH/conductividad eléctrica	11,43	4,35	25,00
Con sensores de estado hídrico de suelo/planta	6,67	1,45	16,67
Criterios técnicos utilizados para tomar decisiones de riego:			
A ojo, en base a mi experiencia	44,76	49,28	36,11
En base a datos climáticos	30,48	24,64	41,67
Tensiómetro	9,52	4,35	19,44
Asesoramiento técnico	40,95	44,93	33,33

Conocimiento y experiencia con el uso de técnicas de RDC

Respecto al grado de conocimiento que los encuestados tienen sobre las técnicas de riego deficitario controlado, resumido en la Ta-

bla 3, un 37,1 % de estos desconoce en qué consisten este tipo de estrategias de riego. Este porcentaje es superior entre los agricultores (43,5 %) que entre los técnicos agrarios (25 %). El 62,9 % de los encuestados que saben lo que es el riego deficitario con-

Tabla 3. Porcentaje de las respuestas de los encuestados a las preguntas relativas a su conocimiento y experiencia con técnicas de riego deficitario controlado.

Table 3. Percentage of answers to questions related to the respondents' knowledge and experience with regulated deficit irrigation techniques.

Pregunta	Total (n = 105)	Agricultores (n = 69)	Técnicos agrarios (n = 36)
Sabe lo que son las técnicas de riego deficitario controlado	62,86	56,52	75,00
Grado de conocimiento sobre riego deficitario controlado en cultivos leñosos:			
Nulo	37,14	43,48	25,00
Bajo	40,95	39,13	44,44
Medio	14,29	13,04	16,67
Alto	7,62	4,35	13,89
Tiene experiencia en el uso de técnicas de riego deficitario controlado:			
No	77,14	84,06	63,89
Sí, las he utilizado alguna vez	14,29	8,70	25,00
Sí, las utilizo de manera habitual	8,57	7,25	11,11
Mejora del conocimiento sobre técnicas de RDC tras participar en el curso de formación:			
No ha aprendido nada nuevo	0,95	0,00	2,78
He aprendido algo más de lo que sabía	31,43	33,33	27,78
He aprendido bastante más	50,48	46,38	58,33
He aprendido mucho más	17,14	20,29	11,11

trolado se reparte entre un 41 % que reconoce tener un grado de conocimiento bajo sobre el tema, un 14,3 % que manifiesta tener un grado de conocimiento medio y un 7,6 % que considera que es alto. De nuevo, estos porcentajes son superiores entre los técnicos agrarios. En cuanto a la experiencia con el uso de técnicas de riego deficitario controlado, un 22,9 % de los encuestados manifiesta que tiene experiencia en su uso, de los que menos de la mitad (un 8,6 % de los encuestados) las utiliza de manera habitual en su actividad profesional (Tabla 3). Los encuestados que manifiestan tener alguna experiencia práctica con

el uso de técnicas de RDC coinciden con los que manifiestan tener un conocimiento medio o alto sobre el tema. Estos resultados sugieren que un factor detrás del reducido nivel de difusión del RDC puede efectivamente ser el reducido nivel de conocimiento existente entre agricultores y técnicos.

Posteriormente, tras su participación en la actividad de formación correspondiente, se pidió a los encuestados que evaluaran cómo había mejorado su conocimiento sobre estrategias de riego deficitario controlado tras realizar dicha actividad. A este respecto, más de dos tercios de los encuestados manifestó

haber aprendido bastante o mucho más de lo que sabía sobre el tema (Tabla 3). Tan solo uno de los técnicos participantes afirmó no haber aprendido nada nuevo.

Percepción sobre las técnicas de riego deficitario controlado

La Figura 2 muestra cuales son, a juicio de los encuestados, las principales ventajas de las técnicas de riego deficitario controlado, preguntadas tanto antes como después de que éstos participen en la actividad de formación correspondiente, mientras que la Figura 3 muestra la misma información para los posi-

bles inconvenientes. La principal ventaja, con mucha diferencia, para los encuestados en su conjunto (Figura 2) es la posibilidad de reducir el consumo de agua manteniendo la producción, seguida por la de reducir el consumo de agua (sin indicar si manteniendo o no la producción). Porcentajes menores de respuestas obtienen las ventajas de permitir reducir el consumo de energía y de permitir mejorar la calidad de la fruta. Ninguno de los encuestados piensa que no tengan ninguna ventaja. En cuanto a sus posibles inconvenientes (Figura 3), el principal es su dificultad de realización sin asesoramiento técnico, seguido por los posibles daños que a largo plazo se pueden causar en los árboles.

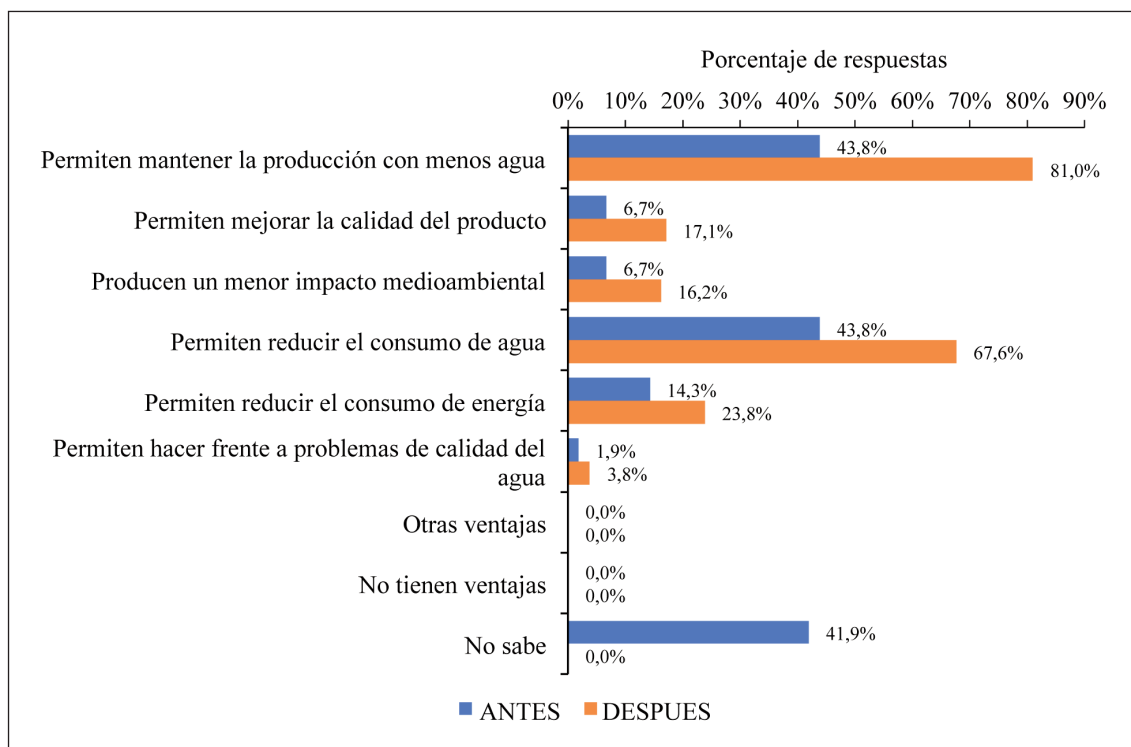


Figura 2. Porcentaje de encuestados que seleccionan cada una de las posibles ventajas de las técnicas de riego deficitario, antes y después de las actividades de formación.

Figure 2. Percentage of respondents that select each possible advantage of regulated deficit irrigation strategies, both before and after participating in training activities.

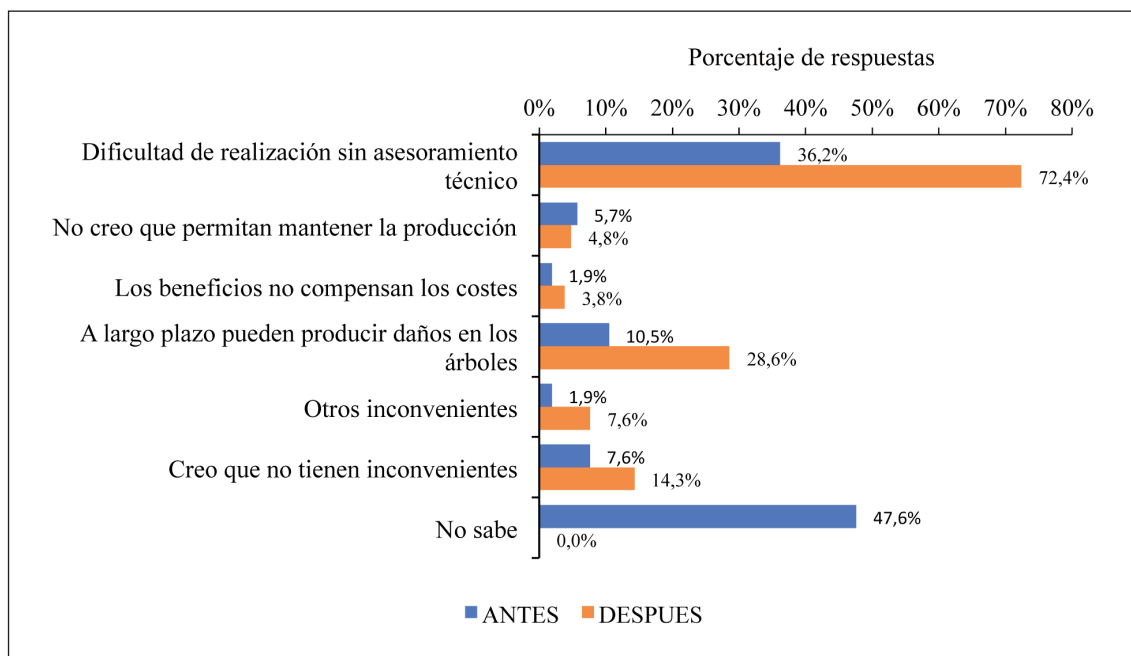


Figura 3. Porcentaje de encuestados que seleccionan cada uno de los posibles inconvenientes de las técnicas de riego deficitario, antes y después de las actividades de formación.

Figure 3. Percentage of respondents that select each possible disadvantage of regulated deficit irrigation strategies, both before and after participating in training activities.

Al comparar las respuestas dadas por los encuestados con anterioridad y posterioridad a participar en las actividades de formación correspondientes, puede llegarse a varias conclusiones que ponen de manifiesto el impacto que éstas tienen sobre el conocimiento y percepciones de los encuestados acerca de las técnicas de RDC. En primer lugar, el número de encuestados que indica que no sabe o que no tiene conocimiento, un 42 % en el caso de las ventajas (Figura 2) y un 48 % en el caso de los inconvenientes (Figura 3), se hace cero tras participar en el curso de formación correspondiente. En segundo lugar, el porcentaje de encuestados que señala cada una de las diferentes ventajas de las técnicas de riego deficitario controlado se incrementa, manteniéndose el orden de importancia dado a éstas, al ser seleccionadas

por encuestados que previamente habían indicado su desconocimiento como para contestar (Figura 2). Es destacable que el porcentaje de la respuesta "Permiten mantener la producción con menor uso de agua" crece mucho más que la de la respuesta "Permiten reducir el consumo de agua".

Al comparar los resultados con respecto a los inconvenientes, antes y después de realizar las actividades de formación, se ve que estos son algo diferentes (Figura 3). La participación en las actividades de formación, además de eliminar las respuestas del tipo "No se / No tengo información como para contestar", incrementa notablemente el porcentaje de encuestados que señalan como inconvenientes los posibles daños que a largo plazo se pueden causar en los árboles y la necesidad de asesoramiento técnico para utilizar este tipo

de estrategias de riego, que son las dos respuestas mayoritarias. Asimismo, se incrementan ligeramente el número de encuestados que piensa que no existen inconvenientes o que señalan otros inconvenientes como el coste de la inversión en sensores de riego. Pese a ello, se mantienen pequeños porcentajes de encuestados que consideran que las estrategias de riego sostenible presentadas no permiten mantener la producción o de que los beneficios de dichas prácticas no compensan los costes.

En cuanto a la percepción que los encuestados tienen de la dificultad de implementación en la práctica de estrategias de riego deficitario controlado, y pese a que casi tres de cada cuatro encuestados señala como principal inconveniente la necesidad de asesoramiento técnico, solo un 35 % de ellos piensa que las estrategias de riego sostenible que se les han presentado en el curso de formación

son difíciles o muy difíciles de realizar, porcentaje que es algo superior entre los agricultores que entre los técnicos, mientras que un 65 % las considera fáciles o muy fáciles de realizar (Figura 4). Asimismo, la mayoría de los encuestados piensa que las estrategias de riego deficitario controlado serían su primera opción si tuvieran que reducir el consumo de agua en su actividad agrícola (Figura 5). De nuevo, tras realizar la actividad de formación correspondiente, la mayoría de las respuestas del tipo "No se / No tengo información para responder", que se correspondían en gran medida con los encuestados que afirmaban desconocer lo que eran las técnicas de RDC, desaparecen (Figura 5). Estos resultados sugieren que efectivamente, un mayor conocimiento de las técnicas de RDC por parte de agricultores y técnicos puede incrementar el potencial para un mayor nivel de difusión de éstas.

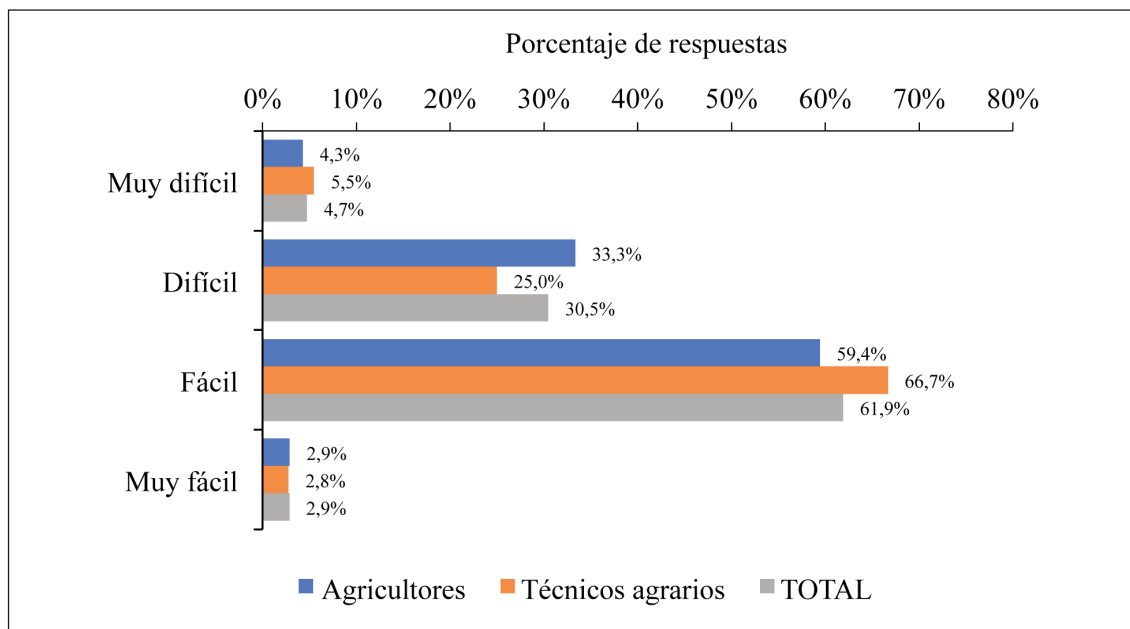


Figura 4. Percepción de los encuestados de la dificultad de aplicación de las estrategias de riego deficitario controlado.

Figure 4. Respondents' perception of the difficulty of implementing regulated deficit irrigation strategies.

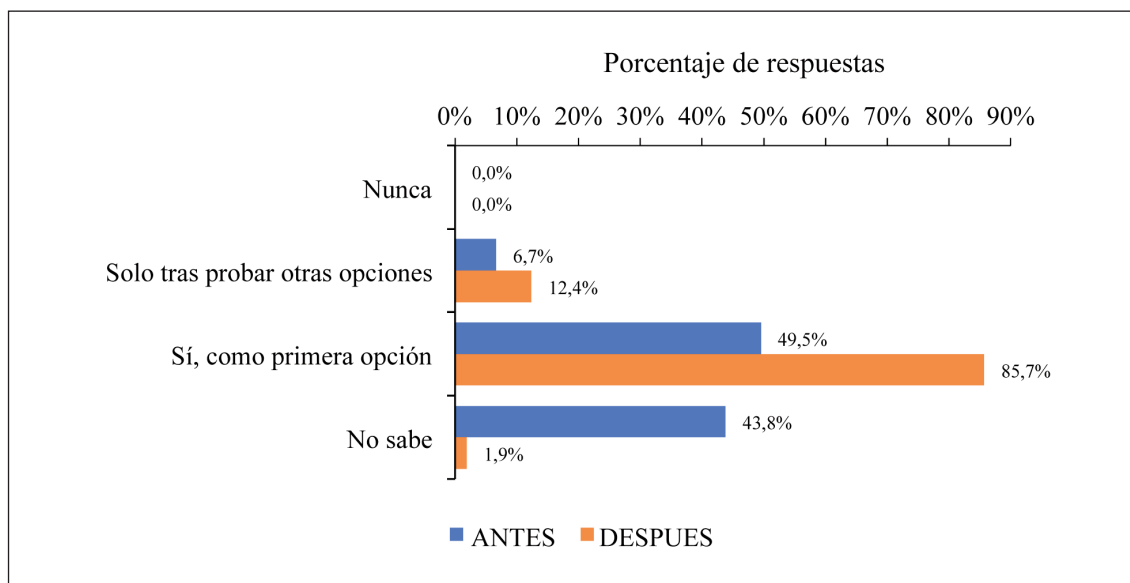


Figura 5. Porcentaje de respuestas a la pregunta "¿Si tuviese que reducir su consumo de agua, utilizaría técnicas de RDC?", preguntada antes y después de la actividad de formación.

Figure 5. Percentage of answers to the questions "If you have to reduce crop water consumption, would you RDI techniques?", both before and after the training activities.

Finalmente, se pidió a los encuestados que valorasen cualitativamente en qué medida pensaban que las técnicas de riego deficitario controlado que se les habían mostrado en las actividades de formación en las que habían participado podían mejorar la rentabilidad de las explotaciones en las que trabajaban (Figura 6). Un 7 % de los encuestados, incluidos quienes piensan que los costes superan los beneficios y/o que no es posible mantener los rendimientos al reducir la aplicación de agua, piensan que la rentabilidad no mejoraría, y un 10 % piensa que apenas mejoraría. Por el contrario, un 77 % piensan que tendría un impacto medio o elevado sobre la rentabilidad de los cultivos. Un 6 % no se atrevió a contestar esta pregunta.

Influencia de la formación, grado de conocimiento y experiencia sobre la percepción de las ventajas e inconvenientes de las técnicas de RDC

El análisis de relación realizado muestra como el nivel de formación agraria reglada está directamente relacionado con el nivel de conocimiento sobre las técnicas de RDC (estadístico Chi-cuadrado igual a 27,61 con un nivel de significación $P < 0,001$) y con su nivel de experiencia práctica con las mismas (estadístico Chi-cuadrado igual a 16,93 con un nivel de significación $P < 0,001$). Esto sugiere que un mayor nivel de formación redanda en un mayor conocimiento en la materia y que los encuestados con mayor experiencia en el

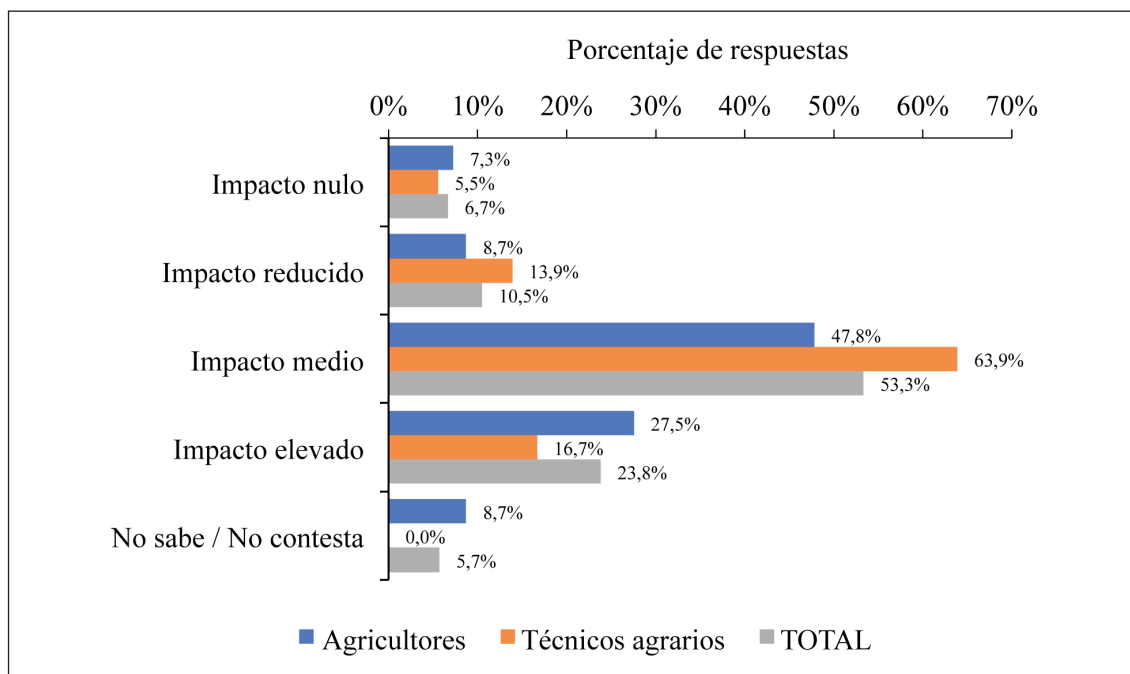


Figura 6. Porcentaje de respuestas a la pregunta "¿Piensa que la utilización de estrategias de riego deficitario controlado puede mejorar la rentabilidad de su actividad agrícola?".

Figure 6. Percentage of answers to the question "Do you think that using regulated deficit irrigation strategies can positively impact the profitability of your agricultural activity?".

uso del RDC suelen tener un mayor nivel de formación agraria. Asimismo, se observa una relación directa lógica entre el nivel de experiencia en el uso de técnicas de RDC y un mayor conocimiento de las mismas (estadístico Chi-cuadrado igual a 84,56 con un nivel de significación $P < 0,001$).

Las Tablas 4 y 5 resumen las relaciones existentes entre las tres variables que representan el nivel de formación agraria, el grado de conocimiento y la experiencia de los encuestados con las técnicas de RDC y su percepción sobre las ventajas e inconvenientes de las mismas, medidas antes y después de las actividades de formación, respectivamente. En cuanto a la percepción de los encuestados de las ventajas de las técnicas de RDC, preguntada antes de la participación en las activi-

dades de formación, se observa como existe una relación directa entre el nivel de formación agraria, conocimiento y experiencia sobre las técnicas de RDC y el reconocimiento de la mayoría de sus ventajas (Tabla 4). Por el contrario, la relación es inversa con la respuesta "No conoce lo suficiente el tema como para opinar". Los encuestados con menor nivel de formación agraria reglada y conocimiento y experiencia sobre el uso de técnicas RDC seleccionan, por tanto, en menor medida las ventajas reconociendo en mayor medida su desconocimiento sobre el tema. Entrando en más detalle a analizar cada una de las respuestas pueden derivarse resultados adicionales de interés.

En primer lugar, los resultados sugieren que existen ventajas que pueden ser percibidas

Tabla 4. Resumen de las pruebas de contraste de dependencia Chi-cuadrado de Pearson relativas a la influencia de la formación y experiencia de los encuestados sobre la percepción de las ventajas de las técnicas de RDC.

Table 4. Summary of the Pearson's Chi-squared dependence tests related to the influence of respondents' formal agricultural training and experience on their perception about the advantages of Regulated Deficit Irrigation techniques.

Variables	Nivel de formación agraria	Grado de conocimiento sobre RDC en cultivos leñosos	Nivel de experiencia en el uso de RDC
Ventajas (antes de la actividad formativa)			
Permiten mantener la producción con menos agua	10,55 ^{***} (+)	54,04 ^{***} (+)	4,81 ^{ns}
Permiten mejorar la calidad del producto	0,17 ^{ns}	22,22 ^{***} (+)	6,11 [*] (+)
Producen un menor impacto medioambiental	17,12 ^{***} (+)	9,45 [*] (+)	5,42 ^{ns}
Permiten reducir el consumo de agua	17,14 ^{***} (+)	62,17 ^{***} (+)	17,72 ^{***} (+)
Permiten reducir el consumo de energía	13,81 ^{**} (+)	21,22 ^{***} (+)	13,97 ^{**} (+)
Permiten hacer frente a problemas de calidad del agua	3,11 ^{ns}	11,17 [*] (+)	6,37 [*] (+)
Otras ventajas	1,92 ^{ns}	6,68 ^{ns}	7,19 [*] (+)
Creo que no tienen ventajas	–	–	–
No conoce lo suficiente como para opinar	14,78 ^{***} (–)	100,07 ^{***} (–)	25,10 ^{***} (–)
Ventajas (tras la actividad formativa)			
Permiten mantener la producción con menos agua	3,64 ^{ns}	1,74 ^{ns}	2,40 ^{ns}
Permiten mejorar la calidad del producto	1,51 ^{ns}	1,78 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Producen un menor impacto medioambiental	6,13 [*] (+)	1,12 ^{ns}	0,70 ^{ns}
Permiten reducir el consumo de agua	8,76 [*] (+)	9,82 [*] (+)	1,64 ^{ns}
Permiten reducir el consumo de energía	13,81 ^{**} (+)	1,48 ^{ns}	1,55 ^{ns}
Permiten hacer frente a problemas de calidad del agua	1,00 ^{ns}	5,42 ^{ns}	5,81 ^{ns}
Otras ventajas	–	–	–
Creo que no tienen ventajas	–	–	–
No conoce lo suficiente como para opinar	–	–	–

Para cada par de variables se muestra el estadístico Chi-cuadrado de Pearson, el nivel de significación estadística y el signo de la relación entre las variables entre paréntesis. Nivel de significación estadística: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ^{ns} no significativo. Niveles de significación inferiores a 0,05 indican que se rechaza la hipótesis nula de independencia entre las variables.

Tabla 5. Resumen de las pruebas de contraste de dependencia Chi-cuadrado de Pearson relativas a la influencia de la formación y experiencia de los encuestados sobre la percepción de los inconvenientes de las técnicas de RDC.

Table 5. Summary of the Pearson's Chi-squared dependence tests related to the influence of respondents' agricultural training and experience on their perception about the disadvantages of Regulated Deficit Irrigation techniques.

Variables	Nivel de formación agraria	Grado de conocimiento sobre RDC en cultivos leñosos	Nivel de experiencia en el uso de RDC
Inconvenientes (antes de la actividad formativa)			
Dificultad de realización/Necesidad de asesoramiento	10,36** (+)	35,35*** (+)	3,26 ^{ns}
No creo que permitan mantener la producción	4,65* (-)	6,31 ^{ns}	0,15 ^{ns}
Los beneficios no compensan los costes	1,78 ^{ns}	3,24 ^{ns}	0,75 ^{ns}
A largo plazo pueden producir daños en los árboles	2,37 ^{ns}	12,39** (+)	9,29** (+)
Otros inconvenientes	1,34 ^{ns}	9,34* (+)	10,35** (+)
Creo que no tienen inconvenientes	7,57* (+)	20,19*** (+)	24,28*** (+)
No conoce lo suficiente como para opinar	14,01*** (-)	76,74*** (-)	27,17*** (-)
Inconvenientes (tras la actividad formativa)			
Dificultad de realización/Necesidad de asesoramiento	2,11 ^{ns}	3,31 ^{ns}	0,58 ^{ns}
No creo que permitan mantener la producción	2,74 ^{ns}	3,91 ^{ns}	3,28 ^{ns}
Los beneficios no compensan los costes	2,33 ^{ns}	3,29 ^{ns}	1,53 ^{ns}
A largo plazo pueden producir daños en los árboles	11,14 ^{ns}	6,56 ^{ns}	0,26 ^{ns}
Otros inconvenientes	0,92 ^{ns}	2,02 ^{ns}	0,13 ^{ns}
Creo que no tienen inconvenientes	3,24 ^{ns}	6,00 ^{ns}	0,30 ^{ns}
No conoce lo suficiente como para opinar	–	–	–

Para cada par de variables se muestra el estadístico Chi-cuadrado de Pearson, el nivel de significación estadística y el signo de la relación entre las variables entre paréntesis. Nivel de significación estadística: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ^{ns} no significativo. Niveles de significación inferiores a 0,05 indican que se rechaza la hipótesis nula de independencia entre las variables.

en base a un mayor nivel de formación agraria, incluso si el conocimiento sobre la materia es reducido o nulo. Por ejemplo, el mantenimiento de la producción con un menor uso de agua, la reducción del consumo de agua, la reducción del consumo energético (aso-

ciado al ahorro de agua) y la más minoritaria reducción del impacto ambiental son más señalados por los encuestados con mayor nivel de formación agraria y/o mayor conocimiento sobre la materia concreta. Por el contrario, otras opciones como la mejora de la calidad

de la fruta y la posibilidad de hacer frente a problemas de calidad del agua de riego no son más señaladas cuanto mayor es el nivel de formación agraria pero sí cuanto mayor es el nivel de conocimiento sobre técnicas de RDC y también cuanto mayor es la experiencia práctica con dichas técnicas, lo que indica que son aspectos menos obvios para los menos expertos.

Un segundo resultado interesante se refiere a las dos ventajas de las técnicas de RDC más señalada por los encuestados, que son la posibilidad de mantener la producción reduciendo el consumo de agua y el ahorro de agua. Ambas son más seleccionadas cuanto mayor es la formación agraria y el conocimiento sobre las técnicas de RDC. Sin embargo, la primera no es más seleccionada cuanto mayor es la experiencia profesional con las técnicas de RDC, lo que sí que ocurre con la segunda. Este resultado puede plantear dudas acerca la capacidad real de las técnicas de RDC para mantener la producción pese a la reducción en la aplicación de agua. Sin embargo, profundizando en este resultado, puede verse como el porcentaje de los que señalan la posibilidad de mantener la producción como una ventaja es mayor entre los encuestados que usan habitualmente estrategias de RDC (10 de 15) que entre los que solo las han utilizado ocasionalmente (10 de 18). Aunque no puede comprobarse directamente, esto puede deberse a que algunos de los encuestados que han utilizado ocasionalmente técnicas de RDC hayan tenido experiencia negativas en tal sentido, bien por un uso inadecuado de este tipo de estrategias o bien por otros problemas durante el desarrollo del ciclo productivo, lo que ha generado en ellos una percepción menos optimista de las posibilidades de la tecnología. Tal apreciación es coherente con el hecho de que, tras participar en la actividad formativa correspondiente, las anteriores proporciones solo se modifican ligeramente, pasando a ser 12 de

18 el número de encuestados con experiencia ocasional que señalan ahora tal ventaja, y 11 de 15 en el caso de los encuestados que utilizan habitualmente estrategias de RDC.

Un tercer resultado destacable es el hecho de que, tras participar en la actividad formativa correspondiente, la mayoría de las relaciones existentes dejan de ser significativas o reducen de manera notable su nivel de significación (Tabla 4). Esto pone de manifiesto como el efecto del nivel inicial de formación y conocimiento sobre la percepción de las ventajas de las técnicas de RDC desaparece en base a la efectividad de las actividades formativas realizadas.

Pasando a la percepción de los inconvenientes de las técnicas de RDC (Tabla 5), los resultados sugieren de nuevo que determinados inconvenientes son percibidos en mayor o menor medida en base a un mayor nivel de formación agraria, incluso si el conocimiento sobre la materia es reducido o nulo. Es el caso del reconocimiento de la necesidad de asesoramiento técnico experto para aplicar este tipo de técnicas de riego. De la misma manera, el escepticismo con respecto a la posibilidad de mantener los rendimientos pese al ahorro de agua, es menor cuanto mayor es el nivel de formación agraria. Por el contrario, la posibilidad de que el uso de técnicas de RDC produzca daños en los árboles frutales a largo plazo es más señalada por los encuestados con mayor conocimiento y con mayor experiencia, siendo un inconveniente menos obvio para los encuestados menos expertos. Este resultado es coherente con el hecho de que el porcentaje de encuestados que señala esta cuestión como desventaja se incrementa cuanto mayor es el nivel de conocimiento y experiencia sobre RDC.

Otro aspecto positivo a destacar es el hecho de que cuanto mayor es el conocimiento y la experiencia con el RDC mayor es el número de encuestados que señala que las técnicas

de RDC no presentan inconvenientes (Tabla 5). Asimismo, se observa de nuevo como los encuestados con menor nivel de formación agraria reglada y conocimiento y experiencia sobre el uso de técnicas RDC seleccionan en mayor medida la respuesta "No conoce lo suficiente el tema como para opinar" reconociendo su desconocimiento sobre el tema. Finalmente, y al igual que ocurría con la percepción de las ventajas, todas las relaciones existentes dejan de ser significativas tras la participación de los encuestados en la actividad formativa correspondiente (Tabla 5), eliminado el efecto que la formación agraria y el nivel de conocimiento inicial pudieran tener sobre la percepción de las ventajas de las técnicas de RDC.

Conclusiones

El uso de prácticas de riego sostenible, tales como las estrategias de riego deficitario controlado, permite mantener la productividad agrícola con un uso mínimo de agua de riego y sin afectar a la calidad de la fruta. Su adopción a mayor escala por los agricultores traería beneficios tanto económicos como ambientales al reducir el consumo de agua, energía y fertilizantes e incrementar el potencial de fijación de carbono en los suelos. Estas ventajas son especialmente importantes en zonas sometidas a escasez de agua, como es el caso de la Región de Murcia en el Sudeste de España. Pese a los mencionados beneficios, se hacen necesarios mayores y mejores esfuerzos de divulgación de este tipo de prácticas para incrementar su todavía reducido grado de difusión. En este sentido, el estudio presentado en este trabajo evalúa el grado de conocimiento que agricultores y técnicos asesores agrarios del sudeste español tienen sobre el uso de técnicas de riego deficitario controlado en cultivos leñosos, así como su percepción sobre sus ventajas e in-

convenientes y el potencial para su difusión a mayor escala en la agricultura de la zona. Para ello, se realizó un sondeo a agricultores y técnicos agrarios de la Región de Murcia que han participado en diferentes actividades de formación sobre manejo eficiente del riego en cultivos leñosos, tanto antes como después de su participación en estas.

Los resultados obtenidos muestran como casi cuatro de cada cinco encuestados tiene un nivel de conocimiento nulo o muy bajo sobre el uso de técnicas de riego deficitario controlado y ninguna experiencia práctica con este tipo de estrategias, que solamente son utilizadas por una minoría de los encuestados. También muestran la importancia de la experiencia práctica sobre la percepción de las ventajas e inconvenientes de estas técnicas, especialmente de aquellas menos obvias. Asimismo, se pone de manifiesto una notable mejora del conocimiento sobre el uso de técnicas de riego deficitario controlado entre los agricultores y técnicos encuestados tras participar en actividades de formación sobre el tema, no solo con respecto al conocimiento de los beneficios de este tipo de estrategias sino también con respecto a sus aspectos negativos, como es el caso de los posibles efectos a largo plazo en los árboles. Finalmente, la mayoría de los encuestados considera que este tipo de estrategias es la mejor alternativa práctica existente para reducir el consumo de agua en la zona de estudio, y que son fáciles de llevar a la práctica siempre que se cuente con un adecuado apoyo y asesoramiento técnico.

Todo esto sugiere que, efectivamente, el reducido nivel de conocimiento existente entre agricultores y técnicos es uno de los factores que explicarían el reducido nivel de difusión de las técnicas de riego deficitario controlado, y que un mayor conocimiento de las mismas puede incrementar el potencial para un mayor nivel de difusión. Pese a la existencia de otras barreras al uso de estrategias RDC, como el reducido nivel de uso de sen-

sores para la programación del riego y el coste de la inversión necesario para su adquisición, la percepción positiva que los encuestados tienen sobre el impacto de las técnicas RDC en la rentabilidad de su actividad agraria pone de manifiesto la existencia de un notable potencial para la difusión de estrategias sostenibles de riego que puedan sustituir a las prácticas convencionales en la zona de estudio. Sin embargo, para que se materialice dicho potencial se requieren esfuerzos adicionales de transferencia de conocimiento que hagan especial hincapié en proporcionar una mejor visualización práctica de los beneficios de este tipo de técnicas, pero también de servicios de asesoramiento y soporte técnico efectivos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Unión Europea a través del Proyecto LIFE+ IRRIMAN (LIFE13 ENV/ES/000539). Los autores agradecen a Alejandro Pérez Pastor, Coordinador de IRRIMAN, su asesoramiento durante el diseño del cuestionario.

Referencias bibliográficas

- Abdulai A, Owusu V, Bakang JEA (2011). Adoption of safer irrigation technologies and cropping patterns: Evidence from Southern Ghana. *Ecological Economics* 70: 1415-1423. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.004>
- Adesina AA, Zinnah MM (1993). Technology characteristics, farmers' perceptions and adoption decisions: a Tobit-model application in Sierra Leone. *Agricultural Economics* 9(4): 297-311. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.1993.tb00276.x>
- Caswell MF, Zilberman D (1986). The effects of well depth and land quality on the choice of irrigation technology. *American Journal of Agricultural Economics* 68(4): 798-811. <https://doi.org/10.2307/1242126>
- Chalmers DJ, Mitchell PD, van Heek L (1981). Control of peach tree growth and productivity by regulated water supply, tree density and summer pruning. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 106: 307-312.
- CHS (2015). Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura 2015-2021. Confederación Hidrográfica de la Cuenca del Segura, Murcia.
- Conesa MR, de la Rosa JM, Artés-Hernández F, Dodd IC, Domingo R, Pérez-Pastor A (2015). Long-term impact of deficit irrigation on the physical quality of berries in 'Crimson Seedless' table grapes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95(12): 2510-2520. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6983>
- Conesa MR, Falagán N, de la Rosa JM, Aguayo E, Domingo R, Pérez-Pastor A (2016). Post-veraison deficit irrigation regimes enhance berry coloration and health-promoting bioactive compounds in 'Crimson Seedless' table grape. *Agricultural Water Management* 163: 9-18. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.08.026>
- Dai X, Chen J, Chen D, Han Y (2015). Factors affecting adoption of agricultural water-saving technologies in Heilongjiang Province, China. *Water Policy* 17: 581-594. <https://doi.org/10.2166/wp.2015.051>
- De la Rosa JM, Conesa MR, Domingo R, Aguayo E, Falagán N, Pérez-Pastor A (2016). Combined effects of deficit irrigation and crop level on early nectarine trees. *Agricultural Water Management* 170: 120-132. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.01.012>
- Dinar A, Sunding D, Zilberman D (1996). Changes in irrigation technology and the impact of reducing agricultural water supplies. En: *Advances in the economics of environmental resources. Marginal Cost Rate Design and Wholesale Water Markets Vol. 1* (Ed. Hall DC), pp. 167-183. Jai Press Inc. Connecticut.
- Domingo Miguel R, Ruiz Sánchez MC, Nortes Tortosa PA, Torrecillas Melendreras A, Pérez Pastor A (2001). Respuesta productiva de albaricoques "Búlida" al riego deficitario. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 97(V2): 123-133.

- Egea G, Fernández JE, Alcon F (2017). Financial assessment of adopting irrigation technology for plant-based regulated deficit irrigation scheduling in super high-density olive orchards. *Agricultural Water Management* 187: 47-56. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.03.008>
- Expósito A, Berbel J (2016). Microeconomics of deficit irrigation and subjective water response function for intensive olive groves. *Water* 8: 254. <https://doi.org/10.3390/w8060254>
- Feder G (1980). Farm size, risk aversion and the adoption of new technology under uncertainty. *Oxford Economic Papers* 32: 263-283.
- Feder G, Just RE, Zilberman D (1985). Adoption of agricultural innovations in developing countries: a survey. *Economic Development and Cultural Change* 33: 255-298.
- Feder G, Umali D (1993). The adoption of agricultural innovations: A review. *Technological Forecasting and Social Change* 43: 215-239. [https://doi.org/10.1016/0040-1625\(93\)90053-A](https://doi.org/10.1016/0040-1625(93)90053-A)
- Fereres E, Soriano MA (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany* 58(2): 147-159. <https://doi.org/10.1093/jxb/erl165>
- Galindo A, Collado-González J, Griñán I, Corell M, Centeno A, Martín-Palomo MJ, Girón IF, Rodríguez P, Cruz ZN, Memmi H, Carbonell-Barrachina AA, Hernández F, Torrecillas A, Moriana A, Pérez-López D (2018). Deficit irrigation and emerging fruit crops as a strategy to save water in Mediterranean semiarid agrosystems. *Agricultural Water Management* 202: 311-324. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.08.015>
- García Brunton J, Rincón L, Sáez J (2003). Respuesta del melocotonero "Catherine" injertado sobre 16 patrones con cuatro niveles de riego. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 99(V1): 75-82.
- García J, Romero P, Botía P, García F (2004). Cost-benefit analysis of almond orchard under regulated deficit irrigation (RDI) in SE Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2(2): 157-165. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2004022-70>
- García J, Martínez-Cutillas A, Romero P (2012). Financial analysis of wine grape production using regulated deficit irrigation and partial-root zone drying strategies. *Irrigation Science* 30(3): 179-188. <https://doi.org/10.1007/s00271-011-0274-4>
- Levidow L, Zaccaria D, Maia R, Vivas E, Todorovic M, Scardigno A (2014). Improving water-efficient irrigation: Prospects and difficulties of innovative practices. *Agricultural Water Management* 146: 84-94. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.07.012>
- Lichtenberg E (1989). Land Quality, Irrigation Development, and Cropping Patterns in the Northern High Plains. *American Journal of Agricultural Economics* 71(1): 187-194. <https://doi.org/10.2307/1241787>
- Maestre-Valero JF, Martín-Gorriç B, Alarcón JJ, Nicolás E, Martínez-Alvarez V (2016). Economic feasibility of implementing regulated deficit irrigation with reclaimed water in a grapefruit orchard. *Agricultural Water Management* 178: 119-125. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.09.019>
- Martínez-Álvarez V, González-Ortega MJ, Martín-Gorriç B, Soto-García M, Maestre-Valero JF (2017). The use of desalinated seawater for crop irrigation in the Segura River Basin (south-eastern Spain). *Desalination* 422: 153-164. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2017.08.022>
- Melgarejo-Moreno J, López-Ortiz MI, Fernández-Aracil P (2019). Water distribution management in South-East Spain: A guaranteed system in a context of scarce resources. *Science of the Total Environment* 648: 1384-1393. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.263>
- Nakawuka P, Peters TR, Kenny S, Walsh D (2017). Effect of deficit irrigation on yield quantity and quality, water productivity and economic returns of four cultivars of hops in the Yakima Valley, Washington State. *Industrial Crops and Products* 98: 82-92. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.01.037>
- Negri DH, Brooks DH (1990). Determinants of irrigation technology choice. *Western Journal of Agricultural Economics* 15(2): 213-223.

- Nieswiadomy ML (1988). Input substitution in irrigated agriculture in the high plains of Texas. *Western Journal of Agricultural Economics* 13(1): 63-70.
- Nowak PJ (1987). The adoption of agricultural conservation technology: Economic and diffusion explanations. *Rural Sociology* 52: 208-220.
- Olen B, Wu J, Langpap C (2016). Irrigation decisions for major west coast crops: water scarcity and climatic determinants. *American Journal of Agricultural Economics* 98: 254-275. <https://doi.org/10.1093/ajae/aav036>
- Pérez-Pastor A, Ruiz-Sánchez MC, Martínez JA, Nortes PA, Artés F, Domingo R (2007). Effect of deficit irrigation on apricot fruit quality at harvest and during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87: 2409-2415. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2905>
- Pérez-Pastor A, Domingo R, Torrecillas A, Ruiz-Sánchez MC (2009). Response of apricot trees to deficit irrigation strategies. *Irrigation Science* 27: 231-242. <https://doi.org/10.1007/s00271-008-0136-x>
- Perez-Sarmiento F, Miras-Avalos JM, Alcobendas R, Alarcon JJ, Mounzer O, Nicolas E (2016). Effects of regulated deficit irrigation on physiology, yield and fruit quality in apricot trees under Mediterranean conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research* 14(4): e1205. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2016144-9943>
- Rodrigues GC, Pereira LS (2009). Assessing economic impacts of deficit irrigation as related to water productivity and water costs. *Biosystems Engineering* 103(4): 536-551. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2009.05.002>
- Rogers EM (1962). *Diffusion of Innovations*. 1st Edition. The Free Press. New York.
- Rogers EM (1995). *Diffusion of Innovations*. 4th Edition. The Free Press. New York.
- Ruiz-Sanchez MC, Domingo R, Castel JR (2010). Review. Deficit irrigation in fruit trees and vines in Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8(S2): 5-20. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/201008S2-1343>
- Soto-García M, Martínez-Alvarez V, García-Bastida PA, Alcon F, Martín-Gorriç B (2013). Effect of water scarcity and modernisation on the performance of irrigation districts in south-eastern Spain. *Agricultural Water Management* 124: 11-19. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.03.019>
- Tunc T, Sahin U, Evren S, Dasci E, Guney E, Aslantas R (2019). The deficit irrigation productivity and economy in strawberry in the different drip irrigation practices in a high plain with semi-arid climate. *Scientia Horticulturae* 245: 47-56. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.008>
- Ward FA (2014). Economic impacts on irrigated agriculture of water conservation programs in drought. *Journal of Hydrology* 508: 114-127. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.10.024>
- Zornoza R, Rosales RM, Acosta JA, de la Rosa JM, Arcenegui V, Faz A, Pérez-Pastor A (2016). Efficient irrigation management can contribute to reduce soil CO₂ emissions in agriculture. *Geoderma* 263: 70-77. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.09.003>

(Aceptado para publicación el 14 de octubre de 2020)