

Adaptación de la agricultura a escenarios de cambio global. Aplicación de métodos participativos en la cuenca del río Júcar (España)

Mar Ortega-Reig^a, Marta García-Mollá^a, Carles Sanchis-Ibor^a,
Manuel Pulido-Velázquez^b, Corentin Girard^c, Patricia Marcos^b, Martín Ruiz-Rodríguez^b
y Alberto García-Prats^b

RESUMEN: El presente trabajo desarrolla una metodología participativa para integrar la visión de los agricultores en el diseño de una estrategia de adaptación al cambio global en la cuenca del Júcar. Responde a tres preguntas: cómo perciben los agricultores los impactos del cambio climático, qué medidas de adaptación identifican, y cómo las valoran. Se desarrolló mediante talleres participativos con actores de dos zonas de la cuenca (La Ribera y La Mancha Oriental). Además de identificar los impactos locales del cambio global, se analizan las dificultades de adaptación percibidas por los agricultores.

PALABRAS CLAVE: Agricultura, Cambio Climático, Gestión del agua, Medidas de Adaptación, Metodologías participativas.

Adaptation of agriculture to global change scenarios. Application of participatory methods in the Júcar River basin (Spain)

ABSTRACT: This paper develops a participatory methodology to integrate farmer's vision in the design of an adaptation strategy to global change in the Júcar River basin. It aims at answering three questions: How farmers perceive climate change impacts; which adaptation measures they consider; and how they assess these measures. Participatory workshops with different actors were held in two areas (La Ribera and La Mancha Oriental). This methodology has allowed identifying the local impacts and consequences of global change, and the difficulties of the adaptation processes to climate change scenarios.

KEYWORDS: Agriculture, Climate Change, Water Management, Adaptation Measures, Participatory Methods.

Clasificación JEL/JEL classification: Q10, Q25.

DOI: <https://doi.org/10.7201/earn.2018.02.02>.

^a Centro Valenciano de Estudios del Riego. Universitat Politècnica de València. E-mail: marorrei@upv.es; mgarmo@esp.upv.es; csanchis@hma.upv.es.

^b Instituto de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente. Universitat Politècnica de València. E-mail: mapuve@hma.upv.es; patmarg5@upv.es; marruir2@upv.es; agrprats@upvnet.upv.es.

^c Observatori del Canvi Climàtic. Ajuntament de València. E-mail: cogimar@alumni.upv.es.

Agradecimientos: Nuestro agradecimiento a F.J. Martín de Santa Olalla, A. Montoro y R. López-Urrea (ITAP) y C. Cañada (ARJ). Trabajo desarrollado gracias al proyecto IMPADAPT (CGL2013-48424-C2-1-R) del Plan Estatal de I+D+i (Ministerio de Economía y Competitividad) financiado con fondos FEDER.

Citar como: Ortega-Reig, M. *et al.* (2018). "Adaptación de la agricultura a escenarios de cambio global. Aplicación de métodos participativos en la cuenca del río Júcar (España)". *Economía Agraria y Recursos Naturales* 18(2), 29-51. doi: <https://doi.org/10.7201/earn.2018.02.02>.

Dirigir correspondencia a: Carles Sanchis-Ibor.

Recibido en diciembre de 2017. Aceptado en septiembre de 2018.

1. Introducción

El previsible impacto de los procesos de cambio climático sobre los recursos hídricos ha generado un extenso debate sobre las medidas de adaptación necesarias para garantizar, entre otros aspectos, la viabilidad económica y la sostenibilidad ambiental de la agricultura. El debate sobre la adaptación se ha dividido, por un lado, en el estudio de la adaptación considerada como una estrategia autónoma de los actores afectados, y por otro, en el análisis de la adaptación planificada para superar los cambios previstos (IPCC, 2014a). Esta planificación de la adaptación se centra en elaboración de planes de medidas eficientes, robustos y flexibles dirigidos a hacer frente a las incertidumbres futuras sobre el clima y los escenarios de demanda (Halegatte, 2009; Krysanova *et al.*, 2010; Lempert *et al.*, 2010; Walker *et al.*, 2013; Kwakkel *et al.*, 2015). En este sentido, instituciones e investigadores han descrito una variada gama de guías e inventarios de medidas de adaptación (Lim *et al.*, 2004; World Bank, 2010; Iglesias *et al.*, 2012; Iglesias y Garrote, 2015; COM, 2013; IPCC, 2014b) para mejorar la resiliencia de los ecosistemas y los sistemas productivos ante el ascenso térmico y la previsible penuria de recursos hídricos.

En los últimos años, diversos autores han percibido cómo las incertidumbres ligadas a la futura variabilidad climática limitan la capacidad predictiva de las metodologías de adaptación *top-down* (Berkhout *et al.*, 2002; Van der Voorn *et al.*, 2012; Malekpour *et al.*, 2015). Por ello, recientemente se ha hecho hincapié en las metodologías de abajo a arriba *bottom-up* que abordan el problema de la adaptación evitando tomar como punto de partida estrategias identificadas por el investigador o el tomador de decisiones, y utilizan estrategias definidas por la comunidad empíricamente (van Aalst *et al.*, 2008; Adger *et al.*, 2009; Bhave *et al.*, 2013; Picketts *et al.*, 2013; Girard *et al.*, 2015a). Así pues, la necesidad de incluir a los diferentes actores en el proceso de adaptación está hoy día ampliamente reconocida.

En el sector agroalimentario y de la gestión del agua, numerosos trabajos recientes proponen el uso de metodologías participativas para el desarrollo de escenarios de cambio climático (ECC) que contribuyan al diseño de estrategias de adaptación (Cohen *et al.*, 2006; Chaudhury, *et al.*, 2012; Faysse *et al.*, 2014; Hatzilacou *et al.*, 2007; Pahl-Wostl 2008; Vervoort *et al.*, 2014). Asimismo, en los últimos años se han desarrollado estudios sobre ECC con enfoques mixtos o cualitativos, que utilizan grupos de discusión, talleres, entrevistas o encuestas individuales con diferentes actores (Alcamo *et al.*, 2008; Assimacopoulos *et al.*, 2014; Mallampali *et al.*, 2016; González del Tánago, 2016). Otros trabajos combinan estas técnicas con el uso de métodos cuantitativos para priorizar las medidas de adaptación (Bhave *et al.*, 2013; García de Jalón *et al.*, 2014), o bien con modelos de simulación para la proyección de demandas de agua, la estimación de impactos o la evaluación de medidas de adaptación al cambio global (Ekström *et al.*, 2013; Rinaudo *et al.*, 2013; Vermeulen *et al.*, 2013; Girard *et al.*, 2015a, 2015b). También existen investigaciones que analizan junto con los agricultores locales los desafíos que presenta la adaptación al cambio climático (De Stefano *et al.*, 2014; Bonzanigo *et al.*, 2015; Iglesias *et al.*, 2015; Bojovic *et al.*, 2015; Varela-Ortega *et al.*, 2016).

Todas estas propuestas se basan en una amplia literatura sobre el uso de métodos de escenarios futuros en la gestión de los recursos naturales (Berkhout *et al.*, 2002; Westcott, 2004; Carpenter *et al.*, 2006; Hatzilacou *et al.*, 2007; Lempert *et al.*, 2006; Alcamo *et al.*, 2007; Alcamo, 2008; March *et al.*, 2012; Moore *et al.*, 2013). Poniendo el acento en la participación de actores y expertos se contribuye a aumentar la relevancia, legitimidad e impacto de los ECC y las medidas de adaptación asociadas (Adger, 2006; Rothman, 2008; Berkhout *et al.*, 2002; Pahl-Wostl, 2008).

En este artículo nos centramos en el caso del Júcar, una cuenca de clima semiárido con un acusado desequilibrio entre demandas y recursos e importantes disputas entre usuarios agrícolas, donde los procesos de cambio climático son un importante desafío. Con el fin de contribuir al desarrollo de metodologías que permitan integrar la visión de los actores en la gestión del agua bajo diferentes ECC, el trabajo responde a tres preguntas clave: cómo perciben los agricultores los impactos del cambio climático, qué medidas de adaptación identifican y, finalmente, cómo las valoran. Estas preguntas se abordan utilizando metodologías participativas usando dos supuestos climáticos y socioeconómicos diferentes, que se trabajan con actores clave del sector agrícola de dos zonas de dicha cuenca.

2. Área de estudio

La cuenca del río Júcar (21.578 km²) dispone de unos recursos anuales de 1397,67 hm³ para una demanda estimada de 1648,39 hm³, de la cual cerca de un 84 % corresponde a usos agrarios. Es el sistema de explotación de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ) que presenta un mayor déficit hídrico. Nuestro trabajo se ha desarrollado en la Mancha Oriental y la Ribera del Xúquer, las dos principales unidades de demanda agraria de la cuenca. Presentan características geográficas contrastadas e intereses contrapuestos en la distribución de recursos.

La Mancha Oriental es un altiplano de 700 m de altitud con un clima mediterráneo de acusado carácter continental, cuyos regadíos se abastecen fundamentalmente de aguas subterráneas. La regulación y el control de las extracciones los efectúa la Junta Central de Regantes de la Mancha Oriental (JCRMO), que cuenta con 1.502 miembros y gestiona un área de 122.000 ha (JCRMO, 2016). La propiedad media supera las 60 hectáreas. Los cereales cubren un 40 % de la superficie mediante rotaciones. La viña ocupa cerca del 15 % y las hortalizas un 18 %. El riego se aplica por aspersión (fija y móvil) en el 80 % de las tierras regadas. Las extracciones con frecuencia superaban los 500 hm³ anuales en el pasado siglo –para unos recursos renovables estimados entre 280 y 330 hm³ anuales–, pero en la última década se han estabilizado entre los 300 hm³ y los 350 hm³ anuales gracias a los sistemas de control implementados (JCRMO, 2016).

La Ribera del Xúquer está situada en el llano litoral del golfo de Valencia y presenta un clima mediterráneo de inviernos suaves, sin apenas heladas. Tiene unas condiciones óptimas para la hortaliza (2.500 ha) y los cítricos (30.500 ha), así como para el cultivo del arroz (11.500 ha), y el caquí (10.000 ha). La superficie regada ha permanecido estable durante la última década, en torno a las 58.000 ha. La comarca

se abastece principalmente de aguas superficiales (675 hm³), pero también se emplean cerca de 130 hm³ anuales de recursos subterráneos (PHJ, 2015). Las explotaciones son pequeñas (2,5 ha de media) y la dedicación principalmente a tiempo parcial (84 %). La presurización de las redes y otras mejoras introducidas en las técnicas de riego (como el rebombado en los arrozales) han permitido reducir notablemente el uso del agua y las concesiones administrativas. Así por ejemplo, la Acequia Real del Júcar (19.000 ha) que derivaba del río una media de 670 hm³ anuales en la década de 1970, ha pasado a usar unos 230 hm³ anuales en los últimos 10 años.

3. Metodología

Para analizar la percepción del sector agrario sobre el cambio climático y las medidas de adaptación necesarias, se seleccionaron diversos ECC, que fueron adaptados a la escala local por los agricultores de las áreas de estudio, y se elaboraron y evaluaron medidas de adaptación mediante metodologías participativas.

3.1. Elaboración de escenarios

3.1.1. *Shared Socio-Economic Pathways* (SSP) y *Representative Concentration Pathways* (RCP)

Los escenarios utilizados parten de dos escenarios globales: los *Shared Socio-Economic Pathways* (SSP), que describen conjuntamente un cambio climático, social y ambiental (O'Neil *et al.*, 2017) y los *Representative Concentration Pathways* (RCP), que describen un grupo de trayectorias alternativas para las concentraciones atmosféricas de gases efecto invernadero (Van Vuuren *et al.*, 2011).

Los RCP son la última generación de escenarios que proporcionan datos de entrada para los modelos climáticos, y consisten en una descripción cuantitativa de las concentraciones de contaminantes relacionados con el cambio climático en la atmósfera a lo largo del tiempo, así como su forzamiento radiativo hasta 2100. No plantean hipótesis fijas relativas al desarrollo socioeconómico o tecnológico. Por tanto son posibles muchos futuros socioeconómicos conducentes al mismo nivel de forzamiento radiativo (van Vuuren *et al.*, 2011).

Los SSP proporcionan una descripción de estos futuros socioeconómicos, considerando la implementación de nuevas políticas de mitigación o bien la ausencia de estas (Riahi *et al.*, 2017). Se han definido cinco tipos de SSPs en función de la magnitud de los retos que suponen para la mitigación y la adaptación (O'Neill *et al.*, 2014, 2017): SSP1 (nivel bajo tanto para adaptación como para mitigación), SSP2 (nivel intermedio para ambas), SSP3 (nivel alto para ambas), SSP4 (nivel bajo para mitigación y alto para adaptación) y SSP5 (nivel alto para mitigación y bajo para adaptación).

La relación entre estos tipos de escenarios puede expresarse mediante una matriz de escenarios (van Vuuren *et al.*, 2014), situando en un eje el nivel de forzamiento radiativo del sistema clima y en el otro el escenario socioeconómico. Aunque existen

varias combinaciones posibles de SSP y RCP que son verosímiles, se eligieron las siguientes combinaciones por presentar mayores desafíos futuros, tanto para la adaptación como para mitigación (Kok *et al.*, 2015):

- SSP3 (x RCP 8.5) “*Regional Rivalry - A Rocky Road*”, que presenta un escenario de ralentización económica y creciente proteccionismo en el comercio agrícola internacional, en un contexto de debilitamiento de las instituciones supranacionales. Se asume un lento progreso tecnológico, pocos avances sociales y educativos, un deterioro ambiental y un alto nivel de uso de combustibles fósiles.
- SSP5 (x RCP 8.5) “*Fossil-fueled Development -Taking the Highway*”, con una profundización de las dinámicas globalizadoras, un fuerte desarrollo educativo y tecnológico, y mayor crecimiento económico. Comporta una reducción de las desigualdades sociales, y una mejora de la calidad ambiental a escala local, aunque un bajo cumplimiento de los compromisos internacionales en materia de cambio climático.

3.1.2. Elaboración de narrativas adaptadas a escala local

Los escenarios SSP y RCP presentan perspectivas globales, por lo que fue necesario adaptar sus narrativas al ámbito agrario y a la escala local-regional. Una de las dificultades del trabajo con escenarios de cambio climático es el largo horizonte temporal. Debido a la mayor complejidad de realizar un ejercicio de *visioning* a largo plazo, se optó por contextualizar el impacto del cambio climático en el medio plazo (2030), lo que permitiría a los participantes trabajar con los escenarios de una forma realista y exploratoria.

Los RCP se adaptaron mediante técnicas de reescalado (*downscaling*), combinando modelos globales y regionales procedentes del proyecto CORDEX (Christensen *et al.*, 2014). Para corregir el sesgo (diferencias entre el valor simulado y el observado), se ha seleccionado una corrección estadística cuantil a cuantil o *quantile mapping* (Li *et al.*, 2010), realizado mediante la herramienta estadística *qmap* (Gudmunsson *et al.*, 2012), implementada en R. Una vez corregidas las variables, es posible utilizarlas como datos de entrada en un modelo hidrológico, a fin de simular la serie de aportaciones futuras. Para ello se ha recurrido al modelo hidrológico conceptual de Témez (1977).

Para adaptar los SSP se llevaron a cabo 18 entrevistas semiestructuradas con expertos e informadores clave de diferentes campos (agricultura, economía agraria, tecnología y gestión del riego, cooperativismo y asociacionismo agrario, medioambiente, etc.), y de perfiles diversos (agricultores, empresarios agrícolas, académicos, comunidades de regantes, y servicios de investigación y extensión agraria), procedentes de distintas zonas de la cuenca. Las entrevistas tuvieron una duración aproximada de 90'. Todas se grabaron y la información se codificó y analizó posteriormente. Las entrevistas sirvieron para identificar las tendencias de cambio que, se-

gún los entrevistados, podían ser más importantes en el futuro de la cuenca, así como su grado de incertidumbre.

Tras esto, y junto con la información recogida sobre la evolución previsible de cada uno de los cultivos de las distintas comarcas de la cuenca, se adaptaron las narrativas de los escenarios globales a escala local. Las diferentes alternativas futuras de estas tendencias se incluyeron en cada uno de los dos escenarios de forma que la narrativa final presentara un hilo conductor coherente a escala local con el marco global aportado por los escenarios SSP. Para cada escenario SSP3 y SSP5 se elaboraron dos versiones locales (para La Ribera y La Mancha).

3.2. Talleres locales con agricultores

A fin de analizar el impacto que podría tener el cambio global en la agricultura local se prepararon dos talleres con actores clave del sector agrario de la Ribera del Xúquer y la Mancha Oriental. Estos tuvieron lugar en octubre y noviembre de 2016 respectivamente, con una duración aproximada de 4 horas. Participaron 10 actores seleccionados siguiendo los criterios de representatividad utilizados para las entrevistas. Los participantes en cada taller fueron divididos en dos grupos de trabajo paralelos. Cada taller desarrolló dos actividades principales: (i) adaptación de los escenarios propuestos o *visioning* y (ii) proceso de “lluvia de ideas” destinado a identificar y valorar posibles medidas de adaptación para mejorar la gestión del agua y la agricultura.

En cada grupo de trabajo dos investigadores actuaron como facilitadores y uno como observador. Los facilitadores no aportaron contenido a las discusiones sino que las moderaron, intentaron minimizar los posibles conflictos y guiar a los participantes para compartir un entendimiento común de los métodos de desarrollo de escenarios. Los observadores grabaron todas las conversaciones y tomaron notas y fotografías de los materiales elaborados. Un coordinador visitó de manera alterna a los dos grupos, a fin de comprobar la coherencia del desarrollo de las dinámicas de trabajo y controlar los tiempos de cada fase. Al final de los talleres, todo el equipo investigador realizó una sesión de evaluación para reflexionar sobre el aprendizaje y los resultados obtenidos.

3.2.1. Adaptación de los escenarios propuestos: *visioning*

La actividad de *visioning* tuvo como objetivo debatir e identificar el impacto que podrían tener las dos narrativas previamente desarrolladas en términos de escasez de recursos hídricos y de escenarios socioeconómicos sobre la agricultura. Esta dinámica permitió también recopilar información sobre las posibles variaciones de cultivos para los dos escenarios tendenciales, cada uno de los cuales fue trabajado por un grupo.

A fin de facilitar la entrada de los participantes en las dinámicas comunes, los escenarios adaptados a escala regional se plasmaron en una edición ficticia de las principales cabeceras de la prensa local (Rinaudo, 2008), a fecha del día de la reunión pero en el año 2030, de forma que el periódico distribuido a cada grupo reflejara el

impacto esperado de cada ECC en la región (Cuadro 1). El trabajo posterior consistió en tres subactividades:

- Discusión de las impresiones sobre los ECC plasmados en las noticias de prensa, para que los participantes mejoraran los aspectos locales de los escenarios (cultivos, impacto de las tendencias, etc.), descartando aspectos que podían resultar contradictorios o poco verosímiles.
- Discusión de las implicaciones de los escenarios para los tipos de agricultura y el uso del agua las zonas de procedencia de los participantes. A lo largo del ejercicio cada grupo fue desarrollando una imagen del estado final de escenario y se identificaron los cambios que este implicaba, haciendo hincapié sobre los siguientes temas: (1) Cambios de cultivos; (2) Cambios en los usos del agua; (3) Cambios en las políticas y (4) Otros cambios.
- Establecimiento de relaciones entre los aspectos clave identificados para elaborar un mapa de causa-efecto (Cuadro 2). Además, se preguntó explícitamente sobre la evolución de los cultivos actuales y las posibles alternativas de cultivos futuras (y cuando fue posible se cuantificaron las variaciones porcentuales esperadas de los cultivos).

Tras estas tres actividades se realizó una puesta en común entre los dos grupos que habían trabajado cada escenario.

CUADRO 1

Dos ejemplos de los diarios de 2030 distribuidos entre los participantes de los talleres



La Tribuna
ALBACETE

Una agricultura competitiva frente a la escasez de agua

La ausencia de subvenciones ha obligado a reestructurar el patrón de cultivos. Preservar el nivel del acuífero es una premisa fundamental para los agricultores. La tecnología está ofreciendo soluciones ante los retos climáticos.

Albacete, EFE. El calentamiento global está incrementando la presión sobre los recursos hídricos en el sistema Júcar, en línea con las previsiones pesimistas establecidas hace dos décadas. Sin duda alguna, la agricultura es el sector económico más severamente afectado por estos procesos climáticos.

En los últimos 20 años la región ha experimentado un aumento de 2°C en las temperaturas medias estivales, que ha incrementado notablemente las necesidades hídricas de los cultivos. Las lluvias se han reducido un 20% y la entrada en floración es un 40%, mientras que el acuífero de la Mancha Oriental ha disminuido su energía naturalmente. Sin embargo, los mecanismos de control de las superficies y cultivos regulares establecidos por los usuarios y la administración han logrado mantener un equilibrio en los niveles del acuífero de la Mancha Oriental. Esta eficaz gestión colectiva de las aguas subterráneas ha beneficiado a los cultivos de menor exigencia hídrica, pero ha limitado la entrada de agua que podrían beneficiarse de la disminución de las heladas.

La liberalización de los mercados y el calentamiento global determinan la evolución de la agricultura

El papel desempeñado por la Directiva Marco del Agua ha sido clave en la última década, al imponer la presencia de los usos ambientales sobre el aprovechamiento agrícola. La transición de la normativa ha condicionado la gestión del acuífero manchego, que ha superado las restricciones ambientales merced a la incorporación de tecnologías de ahorro.

En este sentido, el crecimiento de la inversión en riego agrario está dando los frutos en el campo manchego, y hace posible que muchos empresarios superen los retos impuestos por el cambio climático con inversiones en



Levante
EL MERCANTIL VALENCIANO

Aumenta la rentabilidad agrícola en la cuenca del Júcar por tercer año consecutivo

La clave del éxito se asienta en la reducción en el cultivo de frutas tradicionales, como los cítricos y caqui. Los grandes damnificados han sido las pequeñas explotaciones, que sobreviven gracias a las ayudas vinculadas a la protección del medio ambiente.

21. Octubre 2030. Albalat de la Ribera

Por tercer año consecutivo, y a pesar de la persistente sequía, la cuenca del Júcar aumenta su rentabilidad agrícola gracias a la presencia de sus principales productos en el mercado internacional.

Tras una década de reformas estructurales para favorecer la liberalización del comercio, las empresas valencianas confirman el incremento de las exportaciones de almendra, granada y aguacate.

El sector ha sabido reestructurarse a nivel local, y las pequeñas explotaciones en crisis durante la década de los años 2010-2020, han dado lugar a grandes empresas, como Valencia Almond, líder nacional en la producción de almendras, así como cooperativas de medianos y grandes agricultores competitivos a nivel internacional. Del mismo modo, cultivos tradicionales antes autóctonos, como el caqui, presentan buenas perspectivas de futuro gracias a su fuerte valor añadido.

El calentamiento global determina la evolución de la agricultura

El calentamiento global, con un incremento del 2% en la temperatura, ha incidido en una mayor demanda de riego, que se ve visto a su vez afectado por la disminución de las lluvias en torno a 20%.

Por este motivo, se redujo el cultivo de frutas vinculadas históricamente a la agricultura valenciana, como los cítricos y caqui, que también se vieron afectados durante la última década por la desertificación de buena fe.

'Arroz de Valencia', marca de calidad

La denominación de origen 'Arroz de Valencia' se encuentra bien posicionada en el mercado gracias a su singular homogeneidad y calidad apreciada en el mercado nacional. Además, este cultivo deliró de las pocas variedades que aún existen, y que se justifican por el carácter mediterráneo en el entorno de Fallubera.

La alta competitividad, la innovación y la participación social han promovido un desarrollo ágil de la tecnología y de la transformación de la tecnología al sector agrario.

Este factor, unido a la reorganización del sector, ha permitido disminuir los costes de producción para equipararse al mercado exterior.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Diseño y ponderación de medidas de adaptación

En esta segunda actividad se reorganizaron los grupos de manera que interactuaran participantes que anteriormente habían estado trabajando con escenarios diferentes. La actividad consistió en la propuesta de medidas de adaptación para la agricultura en los escenarios de cambio climático considerados para el año 2030, a partir del mencionado *downscaling* regional de los RCP. En el caso de La Ribera se asumieron incrementos de las temperaturas estivales entre 1,5 °C y 2 °C, un descenso del 15-20 % de las precipitaciones y de un 30-40 % de los caudales de entrada en Alarcón. En La Mancha, de forma adicional a estos valores, se asumía la imposibilidad de recuperar los acuíferos y un escenario de mantenimiento o caída de 50 m de los niveles piezométricos.

En primer lugar se realizó una lluvia de ideas de posibles medidas de adaptación, desde la escala de parcela hasta la de cuenca, sin considerar grandes limitaciones de capacidad política y de presupuesto. Posteriormente se efectuó una evaluación de las medidas confeccionadas, clasificándolas entre prioritarias, interesantes y no deseables. Además se recabó la opinión de los actores sobre las ventajas, inconvenientes y barreras para implementarlas. Este ejercicio permitió identificar las fronteras entre lo que son soluciones prioritarias y las que no son deseables según los agricultores, así como explorar las condiciones bajo las que opciones no viables pueden convertirse en viables. Al final del este ejercicio, los facilitadores añadieron medidas adicionales, con el objetivo de conocer la opinión de los participantes sobre medidas de adaptación que no habían surgido de manera espontánea. Tras esta actividad se realizó una nueva puesta en común con todos los asistentes, y se resumieron los principales temas abordados a modo de síntesis final.

4. Resultados¹

4.1. Visualizando el impacto del cambio climático

4.1.1. La Ribera del Xúquer. SSP5 (x RCP 8.5): Liberalización

Los participantes validaron el escenario climático propuesto, con algunas matizaciones respecto a la viabilidad de los cultivos. Consideraron particularmente difícil mantener el cultivo del arroz con un escenario de reducción del 40 % de los recursos hídricos. Pero dado que su superficie está protegida por la legislación ambiental, solo observaron probable una disminución del cultivo fuera de los espacios naturales protegidos (menos del 20 % de la superficie actual). En general, manifestaron una notable confianza en el patrón de cultivos local. En este sentido, la disminución de caqui y naranjo propuesta para 2030 les resultó precipitada, teniendo en cuenta que en 2016 el caqui sigue creciendo y presenta una superficie importante que no está todavía en

¹ Esta sección refleja los resultados de los ejercicios participativos y muestra las estrategias subjetivas de los participantes en los talleres ante los escenarios propuestos. Por tanto, no incluyen ni consideran juicios objetivos de los autores sobre cómo acometer los desafíos generados por el cambio climático en el sector agrario.

plena producción. La orientación de las producciones al mercado de calidad o *gourmet*, con nuevas variedades de mayor valor añadido, daría opciones de futuro a estos cultivos. No obstante, este escenario llevaría a una mayor diversificación, hacia otros cultivos más tolerantes a la escasez como el limonero o el granado. La investigación se destacó como un factor determinante para el desarrollo de estas nuevas variedades.

La disminución de los recursos disponibles, según los participantes, tendrá otras consecuencias en la comarca. Por un lado, deberá producirse con una mayor eficiencia, lo que derivará en sistemas más tecnificados, que los participantes denominaron “fábricas de alimentos”. Por otro lado, la sobreexplotación de los acuíferos tendrá efectos negativos sobre la calidad del agua, y la acumulación de cloruros podría crear problemas en los cultivos de caqui y naranjo.

Los incrementos en los costes del agua y de producción provocarán una acentuación de los actuales problemas de abandono de las tierras. Esto favorecerá la concentración de la propiedad, algo que ya ha empezado a ocurrir, aunque los participantes coincidieron en afirmar que no es probable que desaparezca el minifundio tradicional en poco más de una década.

Respecto a las tecnologías de riego, surgieron discrepancias entre los participantes sobre la eficiencia neta de los sistemas de riego por goteo y en consecuencia, no hubo acuerdo sobre la viabilidad futura de continuar con políticas activas de financiación de estas tecnologías. No obstante, sí que asumieron que en cualquier caso, la administración debería asegurar caudales ecológicos que garantizaran el suministro de los acuíferos y los ecosistemas adyacentes.

En este escenario también se producirán cambios en la estructura de los canales de comercialización, favoreciendo a las empresas multinacionales. No obstante, los usuarios esperan que en este ECC los precios de los productos sean mayores que en la actualidad, porque habrá un mercado más especializado en un producto de calidad. Finalmente, la escasez y el empeoramiento de la calidad del agua provocarán un repunte de los conflictos sociales y territoriales por el agua.

4.1.2. La Ribera del Xúquer. SSP3 (x RCP 8.5): Proteccionismo

Los participantes de este grupo concluyeron que climáticamente es un escenario creíble, de hecho, opinaron que su materialización ya es perceptible, aunque discreparon acerca la factibilidad del auge del proteccionismo debido al grado actual de internacionalización de la economía.

El cambio climático producirá según los participantes una mayor diversificación de cultivos y la introducción de variedades de menor exigencia hídrica. Indicaron que es previsible un descenso de los naranjos y de los frutales de hueso, pero esperan un incremento notable de la superficie de caqui debido a que la oferta está agrupada en una denominación de origen, y a que aguanta bien las oscilaciones climáticas. Asimismo esperan aumentos moderados del cultivo del almendro, incrementos leves en la superficie de granado y aguacate y nuevos cultivos tropicales como la chirimoya y la papaya.

En opinión de los participantes, el desarrollo de tecnologías ahorradoras de agua, como el riego por goteo, será fundamental para adaptarse a la escasez de agua. Los usuarios concluyeron que el riego por goteo tiene como inconvenientes que puede incrementar la salinidad del suelo y que reduce los retornos que en ocasiones pueden ser aprovechables, pero piensan que prosperará porque otorga comodidad al agricultor y resulta ventajoso cuando los costes del agua son elevados. No obstante indicaron que será necesario evaluar el impacto de la implantación de esa tecnología sobre la Albufera, debido a que los posibles ahorros generados por el riego por goteo reducirán la infiltración y la escorrentía de sobrantes de riego, disminuyendo el flujo de entrada a este humedal protegido.

Los participantes expresaron su preocupación por un futuro ascenso de los costes de producción, debido al aumento de los cánones, el mayor uso de aguas subterráneas, las nuevas plagas y enfermedades, y el incremento de la salinidad de los suelos. Este incremento de los costes de riego y producción hará inviables muchas explotaciones, cuyos propietarios se verán abocados al abandono. Esto provocará una progresiva concentración de la propiedad de la tierra y el agua y cambios en la estructura de los canales de comercialización de las producciones, que se concentrarán en unas pocas manos. Estos cambios en la estructura del sector, junto con el crecimiento demográfico y la escasez de recursos, son hechos que a su entender estimularán un aumento de los conflictos por el uso del agua.

4.1.3. La Mancha Oriental. SSP5 (x RCP 8.5): Liberalización

Los participantes afirmaron haber vivido situaciones similares de escasez, que fueron precisamente las que dieron lugar a la creación de la JCRMO; rebajaron el “catastrofismo” asociado a este escenario y subrayaron la capacidad de adaptación de su agricultura. De hecho, indicaron que algunos cultivos pueden verse beneficiados por las altas temperaturas y por los aumentos de dióxido de carbono. Piensan que habrá un retraso de las heladas y dudan sobre lo que ocurrirá con las precipitaciones. Siguiendo la tendencia de los últimos 20 años se cultivarán producciones menos demandantes de agua, facilitadas por la elevada tecnificación de la agricultura en la zona. La adaptación a la escasez de agua se realizará mediante el cultivo de producciones de ciclo muy corto (hortalizas) o de ciclo largo (leñosos), pese a que la introducción de cultivos leñosos está desincentivada por su largo periodo improductivo inicial. Esperan que disminuya la superficie cultivada de cereales y que desaparezca el maíz.

Los participantes consideraron indispensable un aumento de la investigación en el sector agropecuario que proporcione nuevos cultivos y variedades adaptadas, y que permita desarrollar el riego deficitario controlado. En un escenario en el que se prevén subvenciones de carácter ambiental; esperan un aumento de la agricultura ecológica, aunque hay usuarios que ponen en duda la rentabilidad de estas producciones.

En cuanto a la estabilidad del acuífero, observaron dos factores que pueden jugar papeles contrapuestos. Por un lado, el creciente control sobre las demandas de agua de los usuarios, favorecido por el uso de nuevas tecnologías, reducirá la presión. Por otro, la existencia de energías renovables con un coste marginal nulo puede favorecer las extracciones, aunque los usuarios ponen en duda el papel que los *lobbies* eléctricos pueden ejercer sobre los precios de la energía.

En cuanto al contexto socioeconómico, se puso de manifiesto la importancia de las ayudas de la PAC para sostener el sector en el futuro. Con o sin ellas, consideraron probable una reducción del número de pequeños agricultores, asociada a la despoblación de los núcleos rurales, que obligará a emplear más mano de obra extranjera para cubrir el trabajo agrario no cualificado. Asimismo, previeron un aumento de la conflictividad social (interregional), debido a la escasez de agua por la elevada demanda del litoral mediterráneo.

4.1.4. La Mancha Oriental. SSP3 (x RCP 8.5): Proteccionismo

En este grupo también se indicó que el escenario reproducía la situación que dio origen a la JCRMO y otorgaron un alto grado de confianza a la capacidad de adaptación de los agricultores, sin esperar situaciones catastróficas. Los resultados de las citas electorales recientes (referéndum británico y las elecciones norteamericanas), dieron credibilidad a una emergencia del proteccionismo. Pero su incidencia en las producciones locales se consideró limitada, esperándose un patrón futuro de cultivos de alto valor añadido, como hortalizas, agroindustriales o leñosos, desapareciendo el maíz y otros cultivos extensivos. La tendencia será producir productos de temporada y locales, y los avances biotecnológicos permitirán cultivar nuevas variedades adaptadas.

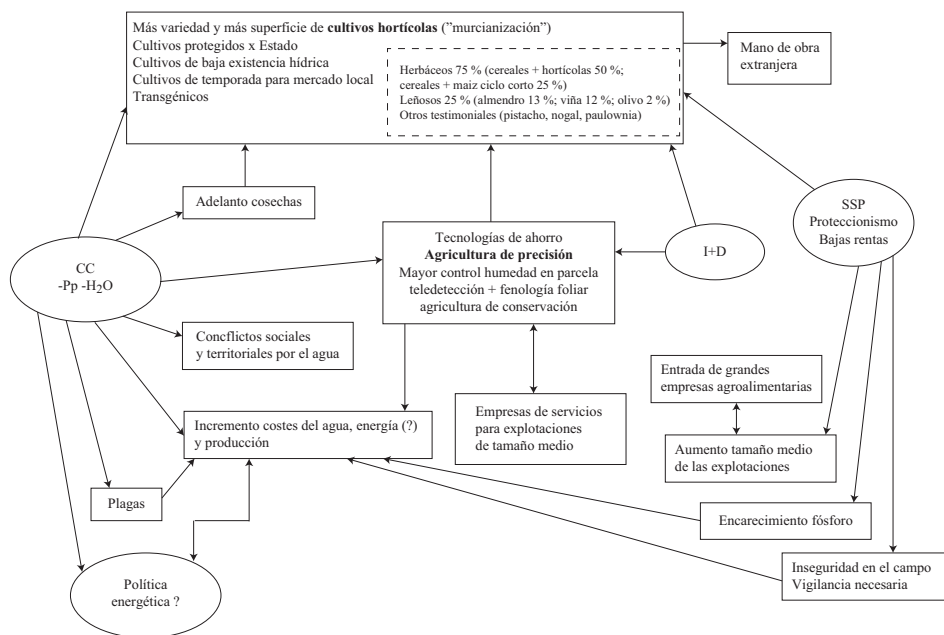
En opinión de los usuarios, en el futuro se seguirán produciendo mejoras en la eficiencia en el uso del agua. El uso de nuevas tecnologías resultará fundamental. Entre estas se señalaron la agricultura de precisión, el control de la humedad en parcela, la teledetección combinada con el estudio de la fenología foliar y la agricultura de conservación.

Los participantes manifestaron esperar un incremento de los costes de producción, por un alza de los fertilizantes (fósforo), por los problemas de seguridad del sector agrario (que harán necesaria la vigilancia) y la aparición de nuevas plagas. Este aumento estará estrechamente condicionado por la evolución que pueda tener la política energética estatal, y podría compensarse si se produjera una liberalización del autoconsumo de energía fotovoltaica.

En este escenario puede producirse una concentración de la propiedad que favorezca a las grandes corporaciones agroalimentarias, y una creciente dificultad para la viabilidad de las pequeñas explotaciones, que deberán mejorar sus dimensiones y emplear servicios de empresas especializadas para reducir costes de producción. Finalmente se prevé un empeoramiento de los conflictos territoriales por el agua.

CUADRO 2

**Ejemplo de mapa conceptual (causa-efecto) elaborado al final de la fase de *visioning*, para el caso de La Mancha y en el escenario “Proteccionista”.
Elipses para factores externos y rectángulos para procesos de cambio**



Fuente: Elaboración propia.

4.2. Propuesta y evaluación de medidas de adaptación

A la hora de proponer medidas de adaptación, tanto en La Ribera como en La Mancha los participantes se mostraron muy activos, y apenas fue necesaria la intervención de los facilitadores, únicamente para reconducir las discusiones y debates sobre medidas y asegurar su concreción. Los resultados muestran una variedad de propuestas algo contrastada entre las dos comarcas, pero pese a ello se dieron valoraciones bastante similares (Gráfico 1).

En la Ribera del Xúquer, la medida mejor valorada fue la inversión en I+D, que según los participantes debía orientarse tanto al desarrollo de tecnologías de ahorro, como al asesoramiento de las técnicas de aplicación del riego o a la incorporación de nuevas variedades menos demandantes de agua. También en menor medida se mencionó la necesidad de mejorar la investigación en la reducción de fitosanitarios y el tratamiento biológico de plagas y enfermedades. La única percepción negativa de dicha medida fue la posibilidad de que las mejoras varietales generaran una dependencia de ciertas empresas biotecnológicas.

La segunda medida mejor valorada fue la reivindicación de una gestión más participativa y más transparente, singularmente de los instrumentos de planificación hidrológica y las comisiones de desembalse, mediante una interacción más estrecha entre las comunidades de regantes y la CHJ. En esta línea también se apuntó la necesidad de una mayor integración de la gestión de las entidades de riego comarcales en una institución colectiva superior (en concreto se sugirió la conversión de la Unidad Sindical de Usuarios del Júcar en una comunidad general de regantes). El uso de aguas residuales para el riego recibió una valoración idéntica (Gráfico 1), pero los participantes señalaron dos matizaciones: en primer lugar, consideraron necesarios sistemas de control de la calidad para evitar daños no deseados en el suelo o las cosechas, y además remarcaron que su incorporación no debía redundar en un recorte de las concesiones de aguas superficiales existentes.

La modernización de regadíos suscitó algunos de los debates más intensos de la jornada, entre quienes defendían su utilidad y quienes criticaban cómo se había desarrollado la promoción de esta medida en los últimos años, centrada en la masiva implantación del riego por goteo sin suficiente reflexión ni apoyo formativo. Esta disparidad se tornó en consenso cuando se reformuló la propuesta como el desarrollo de una modernización de regadíos de segunda generación, ajustada a la diversidad territorial y agronómica del regadío comarcal, con mejoras técnicas y mayor capacitación de usuarios y evitando la reasignación de los posibles recursos ahorrados a usos no ambientales. Se subrayó asimismo la necesidad de que el Estado continúe contribuyendo financieramente a la incorporación de estas tecnologías.

Las medidas que recibieron una valoración más negativa fueron el uso de trasvases (citándose el caso del Ebro) y la introducción de mercados de agua. En el caso de los mercados, el rechazo se extiende a otros instrumentos económicos (la tarificación por tramos tampoco salió bien parada) y en buena medida emana de una preocupación, expresada por varios asistentes, por la aparición de posibles *aguatenientes* que pudieran mantener cautiva una parte de los recursos concesionales con fines especulativos. Este hecho se consideró también en la valoración sobre las revisiones concesionales, que algunos preferían evitar para no ver mermados sus recursos, pero que otros recalcaron como imprescindible para impedir el acaparamiento de recursos hídricos. Otras medidas aportadas pero valoradas solo (y positivamente) en uno de los grupos fueron: una gestión más ágil y flexible del potencial de uso conjunto de la comarca, medidas de manejo forestal de la recarga de acuíferos, protección efectiva de los caudales ecológicos y una mejora de los canales de comercialización.

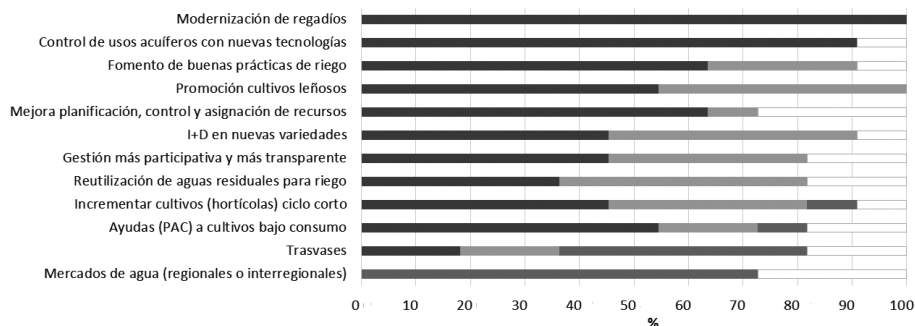
Por lo que respecta a La Mancha Oriental, la modernización de regadíos tuvo un apoyo unánime como medida prioritaria. Todos los participantes remarcaron la importancia de la mejora de la eficiencia de los sistemas de riego y recalcaron que la promoción de las tecnologías ahorradoras debía llegar a todos los rincones de la cuenca. En general, en La Mancha la incorporación de nuevas tecnologías fue el elemento más destacado, y se subrayó también su capacidad para contribuir al control de las masas de aguas subterráneas, la segunda medida más valorada. Esta apuesta se fundamentaba en la satisfactoria experiencia de la JCRMO en el control de superficies regadas mediante teledetección. Según los participantes, se debía profundizar en

estos sistemas de gestión y extenderlos tanto a los cultivos leñosos de la región (hoy día en su mayor parte fuera de los sistemas de control de la JCRMO), como a otros territorios. Estas valoraciones no se deben desvincular del apoyo, también amplio, que suscitó el fomento de buenas prácticas de riego, el cual se sugirió debía basarse en una buena gestión y en el uso de la tecnología. Además, la inversión en I+D aplicado a la obtención de nuevas variedades se valoró también positivamente.

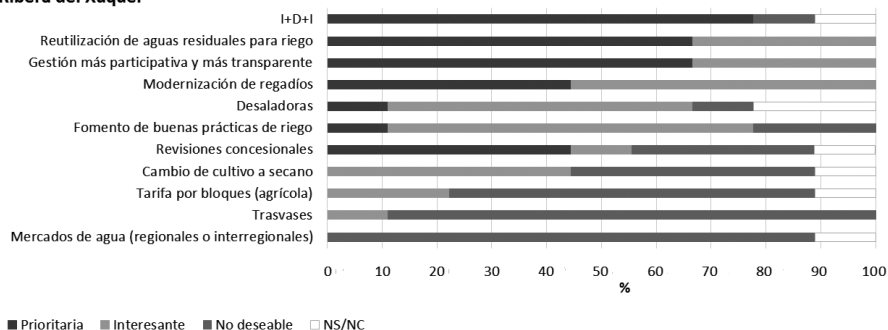
GRÁFICO 1

Cuadro resumen de la valoración de las principales medidas de adaptación propuestas en los talleres de La Mancha y La Ribera

La Mancha Oriental



La Ribera del Xúquer



Fuente: Elaboración propia.

La gestión ocupó un segundo escalón en las valoraciones. Se demandó y valoró una administración más participativa y transparente, reclamándose tanto una despolitización de la gestión del agua, como una mayor centralización competencial por parte del Estado, en perjuicio de los organismos de cuenca. En este particular, los regantes expresaron su hartazgo respecto a los conflictos territoriales de gestión y lamentaron su lejanía respecto a la sede de la CHJ. Durante estos debates sobre la gestión se puso

el acento en la necesidad de disponer de mecanismos efectivos de control del recurso, como un elemento clave para una gestión “realista” de la cuenca.

En este segundo nivel de valoración quedaron también las estrategias de elección de cultivos. La adopción de un patrón en el que los leñosos ocuparan una mayor superficie fue la opción más unánimemente valorada, si bien la expansión de los hortícolas también alcanzó una aceptación generalizada. Se consideró conveniente que la PAC incorporase ayudas preferenciales para los cultivos de bajo consumo hídrico. No obstante, tanto esta como las otras medidas de estímulo a determinadas producciones fueron cuestionadas por varios participantes, que expresaron su desconfianza hacia la utilidad de estos mecanismos, al considerarlos poco eficaces y generadores de distorsiones en los mercados. Algunos además subrayaron que más que penalizar o estimular determinados cultivos, estas actuaciones debían efectuarse únicamente de manera indirecta, mediante el control efectivo de las asignaciones hídricas a cada explotación, dando libertad al agricultor para plantar lo que desee en función de las demandas de mercado y dentro de un rango de recursos a utilizar anualmente.

En cuanto a las medidas de gestión de la oferta y el uso de instrumentos económicos las respuestas de los regantes castellano-manchegos presentaron un alto grado de similitud con sus vecinos valencianos. El único tipo de recurso bien valorado fueron las aguas residuales depuradas, cuya utilización se deseó condicionada, como en el caso de La Ribera, a la implementación de sistemas eficaces de control de la calidad. Asimismo, los regantes expresaron un mayoritario rechazo al uso del agua trasvasada –por su conflictividad social–, y una oposición prácticamente unánime a la introducción de mercados de agua regionales o interregionales. Esto se fundamentaba en lo que los participantes denominaron “una mentalidad de aguas subterráneas” y en el escaso interés en financiar nuevas conducciones de transferencia. Adicionalmente, se mencionaron otras medidas poco consideradas pero positivamente valoradas, como la agricultura de conservación, la promoción del autoconsumo energético y las políticas de desarrollo rural y apoyo a jóvenes agricultores.

5. Discusión y conclusiones

El método desarrollado ha permitido analizar de manera estructurada las consecuencias de varios escenarios globales de cambio climático y socioeconómico sobre el futuro de la agricultura en un contexto local, y a continuación debatir e identificar medidas de adaptación por los actores del sector. La combinación de técnicas de reescalado (*downscaling*) climático y socioeconómico representa una novedad que posibilita la interacción y apropiación de escenarios futuros por los actores implicados en el proceso de adaptación. A su vez la implicación de los actores locales da la posibilidad de contrastar, adaptar y validar los escenarios a la realidad y permite la identificación y priorización de medidas de adaptación del sector agrícola al cambio global. Conceptualmente, este enfoque es similar al ejercicio de corrección de sesgos (*bias-correction*) realizado en la modelación climática.

Desde una perspectiva metodológica, el uso de variables supralocales (SSP) es imprescindible, dado que aunque los desafíos ligados a la adaptación están domina-

dos por cuestiones locales, dependen en cierta medida de otros factores regionales, nacionales e internacionales (O'Neill, 2017). El uso de los SSP como elementos de partida facilitó enormemente las dinámicas de trabajo que condujeron al reescalado de estos escenarios. Los contenidos de los SSP, si bien no fueron excesivamente cuestionados, sí que resultaron claramente reformulados a la hora de desarrollar los escenarios de cambio global en ambas comarcas. Para los actores participantes resultaba impensable construir su visión sin fundamentarse en su percepción diaria sobre el terreno o en su estimación de las perspectivas de futuro próximo del sector.

El reescalado de los SSP aporta enseñanzas interesantes. El método desarrollado ofreció un espacio de reflexión común y de intercambio entre actores, gracias al carácter participativo de los talleres y a la combinación de dinámicas de *visioning* y lluvia de ideas. Estos ejercicios ayudaron a superar las visiones preconcebidas de los actores para enfrentarse a los desafíos del cambio global. En algún caso incluso, algunas tendencias locales actuales, pese a no estar alineadas con el escenario debatido, se asumieron como previsibles (ej. importante presencia de la I+D y del desarrollo tecnológico en ambos escenarios), ya que se basaban en un buen conocimiento de la realidad del sector en el momento actual y en el contexto específico de ambas zonas.

En líneas generales, la participación local resultó clave para elaborar una visión más integrada de la evolución del sector agrícola y sus implicaciones para la gestión y gobernanza del agua. Esto permitió abordar relaciones más complejas que si el debate se hubiera centrado exclusivamente en torno a la gestión de los recursos hídricos, ya que la discusión aportó aspectos novedosos, como la incidencia que podría tener el desarrollo de energías renovables en la sobreexplotación de acuíferos (al reducir los costes de extracción), o el observado incremento del abandono de explotaciones en las zonas litorales, que podría resultar en un mayor acaparamiento de tierras y de agua.

En el caso de estudio, los agricultores de las dos principales zonas regables de la cuenca del Júcar demostraron ser plenamente conscientes de los retos que supondrán en un futuro inmediato los procesos de cambio climático. Pese al reconocimiento de la magnitud del desafío climático, los regantes demostraron tener una elevada confianza en la capacidad del sector para sobreponerse a este reto, basada fundamentalmente en dos aspectos. En primer lugar, en la capacidad de resiliencia que otorga el cambio de cultivos y variedades, hacia patrones que incluso en el caso de la Mancha, pueden permitir mejorar la rentabilidad de las explotaciones. En segundo lugar, en ambos territorios los regantes mostraron una elevada confianza en la tecnología agronómica para adaptar sus producciones a las crecientes exigencias hídricas.

Una de las debilidades de estas metodologías es que los participantes pueden aportar ideas o vislumbrar tendencias que carecen de una base científica, son contradictorias o insostenibles. Esto sucedió cuando estos demandaron la reforestación de la cuenca para captar más recursos hídricos (cuando la reforestación produce el efecto contrario sobre la escorrentía de la cuenca, como ha sucedido en el Júcar en el último medio siglo). También cuando los agricultores manifestaron ser reacios a modificar sus concesiones administrativas de aguas superficiales tras incorporar aguas residuales depuradas, hecho que, aunque desde su perspectiva presenta una cierta ló-

gica –ya que incrementa su garantía de suministro–, a escala de cuenca es netamente perjudicial, pues desajusta los recursos reales y los concesionales (agua de papel). En estos casos, es necesario que los investigadores que participan en los talleres sean capaces de discutir estas cuestiones al final de la sesión, elaborando una reflexión conjunta que permita matizar y mejorar los resultados de la metodología.

La inversión en I+D en el sector apareció como un elemento sustancial de los escenarios de futuro y como una de las medidas de adaptación más valoradas, sustentada en La Mancha en su experiencia reciente en tecnologías de riego y de control de superficies regadas, y orientada en La Ribera hacia las mejoras varietales. Consecuentemente con estas observaciones, la modernización de los sistemas de riego, como medida para mejorar la eficiencia de distribución y aplicación fue reconocida como un aspecto clave. No obstante, el reciente debate sobre el *efecto rebote* y otras consecuencias derivadas de la introducción de estas tecnologías (Ward y Pulido, 2008; Berbel *et al.*, 2015), generó una interesante discusión en La Ribera, donde se consensuó reclamar una modernización de segunda generación, mejor adaptada a las condiciones locales y dotada de medidas de control y atenuación de impactos.

En todos los casos y escenarios, se constata una preocupación por la conflictividad social y territorial en torno a la gestión del agua, asociada a la instrumentalización política de estos procesos. Pese a las distintas posiciones que ambos grupos de usuarios adoptan en la cuenca, los talleres demostraron que en ambos territorios existen importantes puntos de coincidencia en torno a la mejora de la gobernanza del agua. Los regantes de La Mancha y La Ribera coinciden en demandar más transparencia, más participación de los usuarios y más mecanismos de control y en bastantes casos demandan la existencia de mecanismos de revisión concesional. Esta reivindicación de los procedimientos participativos en la gestión del agua, reconocida de forma creciente a nivel político, dota de sentido al desarrollo de metodologías participativas para la definición de las estrategias de adaptación al cambio climático, como la expuesta en este caso.

En definitiva, el trabajo realizado proporciona una mejora metodológica en la elaboración de escenarios socioeconómicos de cambio global y contribuye a un mejor diseño de medidas de adaptación. Más allá del reescalado de los SSP, este método logra integrar otros factores identificados por los actores en el ejercicio de *downscaling* socioeconómico. El método desarrollado garantiza una mayor relevancia y credibilidad de los escenarios de cambio en el contexto local, y también de las medidas de adaptación identificadas, aportando una mayor apropiación por parte de los actores locales y agilizando el proceso de adaptación.

6. Referencias

- Adger, W.N. (2006). “Vulnerability”. *Global Environmental Change*, 16(3), 268-281. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>.
- Alcamo, J., Flörke, M. & Märker, M. (2007). “Future long-term changes in global water resources driven by socio-economic and climatic changes”. *Hydrological Science Journal*, 52(2), 247-275. <http://dx.doi.org/10.1623/hysj.52.2.247>.

- Alcamo, J. (2008). *Environmental futures: The practice of environmental scenario analysis. Future long-term changes in global water resources driven by socio-economic and climatic changes*. Amsterdam: Elsevier.
- Assimacopoulos, D., Kampragkou, E., Andreu, J., Bifulco, C., De Carli, A. & De Stefano, L. (2014). "Future drought impact and vulnerability. Case study scale". *DROUGHT-R&SPI Technical Report No. 20*.
- Berbel, J., Gutiérrez-Martín, C., Rodríguez-Díaz, J.A., Camacho, E. & Montesinos, P. (2015). "Literature Review on Rebound Effect of Water Saving Measures and Analysis of a Spanish Case Study". *Water Resources Management*, 29(3), 663-678. <http://dx.doi.org/10.1007/s11269-014-0839-0>.
- Berkhout, F., Hertin, J. & Jordan, A. (2002). "Socio-economic futures in climate change impact assessment: Using scenarios as 'learning machines'". *Global Environmental Change*, 12: 83-95. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-3780\(02\)00006-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-3780(02)00006-7).
- Bhave, A.G., Mishra, A. & Raghuwanshi, N.S. (2013). "A combined bottom-up and top-down approach for assessment of climate change adaptation options". *Journal of Hydrology*, 518(A), 150-161. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.08.039>.
- Bojovic, D., Bonzanigo, L., Giupponi, C. & Maziotis, A. (2015). "Online participation in climate change adaptation: A case study of agricultural adaptation measures in Northern Italy", *Journal of Environmental Management*, 157, 8-19. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.04.001>.
- Bonzanigo, L., Bojovic, D., Giupponi, C. & Maziotis, A. (2015). "Agricultural policy informed by farmers' adaptation experience to climate change in Veneto, Italy". *Regional Environmental Change*, 16(1), 245-258. <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-014-0750-5>.
- Carpenter, S.R., Bennett, E.M. & Peterson, G.D. (2006). "Scenarios for ecosystem services: An overview", *Ecology and Society*, 11(1), 29. Retrieved from: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art29>.
- Chaudhury, M., Vervoort, J., Kristjanson, P.M., Ericksen, P. & Ainslie, A. (2013). "Participatory scenarios as a tool to link science and policy on food security under climate change in East Africa". *Regional Environmental Change*, 13(2), 389-398. <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-012-0350-1>.
- Christensen, O.B., Gutowski, W.J., Nikulin, G. & Legutke, S. (2014). *CORDEX Archive design*. Retrieved from: <http://cordex.dmi.dk/>.
- Cohen, S., Neilson, D., Smith, S., Neale, T., Taylor, B., Barton, M., Merritt, W., Alila, Y., Shepherd, P., McNeill, R., Tansey, J., Carmichael, J. & Langsdale, S. (2006). "Learning with local help: Expanding the dialogue on climate change and water management in the Okanagan region, British Columbia, Canada". *Climatic Change*, 75(3), 331-358. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-006-6336-6>.
- COM. (2013). *An EU Strategy on adaptation to climate change*, European Commission.

- De Stefano, L., Hernández Mora, N., Iglesias, A. & Sánchez, B. (2014). “Water for rice farming and biodiversity: Exploring choices for adaptation to climate change in Doñana, southern Spain”. En Stucker, D. & López-Gun, E. (Eds.): *Adaptation to Climate Change through Water Resources Management: Capacity, Equity, and Sustainability*. Oxford, UK: Routledge / Earthscan.
- Ekström, M., Kuruppu, N., Wilby, R.L., Fowler, H.J., Chiew, F.H.S., Dessai, S. & Young, W.J. (2013). “Examination of climate risk using a modified uncertainty matrix framework - Applications in the water sector”. *Global Environmental Change*, 23(1), 11-129. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.11.003>.
- Faysse, N., Rinaudo, J.D., Bento, S., Richard-Ferroudji, A., Errahj, M., Varanda, M., Imache, A., Dionnet, M., Rollin, D., Garin, P., Kuper, M., Maton, L. & Montginoul, M. (2014). “Participatory analysis for adaptation to climate change in Mediterranean agricultural systems: Possible choices in process design”. *Regional Environmental Change*, 14(s1), 57-70. <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-012-0362-x>.
- Girard, C., Rinaudo, J.D., Pulido-Velázquez, M., Pagé, C. & Caballero, Y. (2015a). “Integrating top-down and bottom-up approaches to design global change adaptation at the river basin scale”. *Global Environmental Change*, 34, 132-146. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.07.002>.
- Girard, C., Rinaudo, J.D., Pulido-Velázquez, M. & Caballero, Y. (2015b). “An interdisciplinary modelling framework for selecting adaptation measures at the river basin scale in a global change scenario”. *Environmental Modelling and Software*, 69, 42-54. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.02.023>.
- García de Jalón, S., Iglesias, A., Cunningham, R. & Pérez Díaz, J.I., (2014). “Building resilience to water scarcity in southern Spain: A case study of rice farming in Doñana protected wetlands”. *Regional Environmental Change*, 14(3), 1229-1242. <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-013-0569-5>.
- González del Tánago, I., Urquijo, J., Blauhut, V., Villarroya, F. & De Stefano, L. (2016). “Learning from experience: A systematic review of assessments of vulnerability to drought”. *Natural Hazards*, 80(2), 951-973. <http://dx.doi.org/10.1007/s11069-015-2006-1>.
- Gudmundsson, L., Bremnes, J.B., Haugen, J.E. & Engen-Skaugen, T. (2012). “Technical Note: Downscaling RCM precipitation to the station scale using statistical transformations – a comparison of methods”. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16, 3383-3390. <http://dx.doi.org/10.5194/hess-16-3383-2012>.
- Hallegatte, S. (2009). “Strategies to adapt to an uncertain climate change”. *Global Environmental Change*, 19(2), 240-247. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.12.003>.
- Hatzilacou, D., Kallis, G., Mexa, A., Coccosis, H. & Svoronou, E. (2007). “Scenario workshops: A useful method for participatory water resources planning”. *Water Resources Research*, 43, W06414. <http://dx.doi.org/10.1029/2006WR004878>.

- Iglesias, A., Garrote, L., Quiroga, S. & Moneo, M. (2012) "A regional comparison of the effects of climate change on agricultural crops in Europe". *Climatic Change*, 112(1), 29-46. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-011-0338-8>.
- Iglesias, A. & Garrote, L. (2015). "Adaptation strategies for agricultural water management under climate change in Europe". *Agricultural Water Management*, 155, 113-124. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2015.03.014>.
- Iglesias, A., Sánchez, B., Garrote, L. & López, I. (2015). "Towards adaptation to climate change: Water for rice in the coastal wetlands of Doñana, Southern Spain". *Water Resources Management*, 31(2), 629-645. <http://dx.doi.org/10.1007/s11269-015-0995-x>.
- IPCC. (2014a). "Annex XX: Glossary". J., Agard, E.L.F., Schipper, J., Birkmann, M., Campos, C., Ubeux, Y., Nojiri, L., Olsson, B., Osman-Elasha, M., Pelling, M.J., Prather, M.G., Rivera-Ferre, O.C., Ruppel, A., Sallenger, K.R., Smith, A.L. St. Clair, K.J., Mach, M.D. & Mastrandrea, T.E., Bilir (Eds.). En: Barros, V.R., Field, C.B., Dokken, D.J., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R. & White L.L. (Eds.). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. NY, USA: Cambridge University Press.
- IPCC. (2014b). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Core Writing Team, R.K. Pachauri & L.A. Meyer (Eds.). Geneva, Switzerland: IPCC.
- JCRMO (Junta central de regantes de la Mancha Oriental). (2016). "Memoria 2016". Retrieved from: http://www.jcrmo.org/wp-content/uploads/2018/01/Memoria_2016.pdf.
- Kok, K., Hesselbjerg Christensen, J., Sloth Madsen, M., Pedde, S., Gramberger, M., Jäger, J. & Carter, T. (2015). "Evaluation of existing climate and socio-economic scenarios including a detailed description of the final selection". *IMPRESSIONS*. Retrieved from: <http://impressions-project.eu>.
- Krysanova, V., Dickens, C. & Timmerman, J. *et al.* (2010). "Cross-comparison of climate change adaptation strategies across large river Basins in Europe, Africa and Asia". *Water Resource Management*, 24(14), 4121-4160. <http://dx.doi.org/10.1007/s11269-010-9650-8>.
- Kwakkkel, J.H., Haasnoot, M. & Walker, W.E. (2015). "Developing Dynamic Adaptive Policy Pathways: A computer-assisted approach for developing adaptive strategies for a deeply uncertain world". *Climatic Change*, 132(3), 373-386. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-014-1210-4>.
- Lempert, R.J., Groves, D.G., Popper, S.W. & Bankes, S.C. (2006). "A general, analytic method for generating robust strategies and narrative scenarios". *Management Science*, 52(4), 514-528. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.1050.0472>.

- Li, H., Sheffield, J. & Wood, E.F. (2010). "Bias correction of monthly precipitation and temperature fields from Intergovernmental Panel on Climate Change AR4 models using equidistant quantile matching". *Journal of Geophysical Research: Atmospheres (1984–2012)*, 115(D10), 1-20. <http://dx.doi.org/10.1029/2009JD012882>.
- Lim, B., Burton, I., Malone, E. & Huq, S. (2004). *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Malekpour, S., Brown, R.R. & de Haan, F.J. 2015. "Strategic planning of urban infrastructure for environmental sustainability: Understanding the past to intervene for the future". *Cities*, 46, 67-75. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2015.05.003>.
- Mallampalli, V.R., Mavrommati, G., Thompson J., Duveneck M., Meyer, S., Ligmann-Zielinska, A., Gottschalk Druschke, C., Hychka, K., Kenney, M.A., Kok, K. & Borsuk, M.E. (2016). "Methods for translating narrative scenarios into quantitative assessments of land- use change". *Environmental Software and Modeling* 82, 7-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.04.011>.
- March, H., Therond, O. & Leenhardt, D. (2012). "Water futures: Reviewing water-scenario analyses through an original interpretative framework". *Ecological Economics*, 82, 126-137. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.07.006>.
- Moore, S.S., Seavy, N.E. & Gerhart, M. (2013). *Scenario planning for climate change adaptation. A guidance for resource managers*. California: Point Blue Conservation Science and California Coastal Conservancy.
- O'Neill, B.C., Kriegler, E., Riahi, K., Ebi, K.L., Hallegatte, S., Carter, T.R., Mathur, R. & van Vuuren, D.P. (2014). "A new scenario framework for climate change research: The concept of shared socioeconomic pathways". *Climatic change*, 122(3), 387-400. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-013-0905-2>.
- O'Neill, B.C., Kriegler, E., Ebi, K.L., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D.S., Van Ruijven, B.J., van Vuuren, D.P. & Birkmann, J. (2017). "The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century". *Global Environmental Change* 42, 169-180. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004>.
- Pahl-Wostl, C. (2008). "Participation in Building Environmental Scenarios". En: Alcamo, J. (Ed.): *Environmental futures: The practice of environmental scenario analysis. Future long-term changes in global water resources driven by socio-economic and climatic changes*. Amsterdam: Elsevier.
- PHJ. (2015). *Plan Hidrológico de la Cuenca del Júcar*, Confederación Hidrográfica del Júcar. Retrieved from: <http://www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacion-hidrologica/Paginas/PHC-2015-2021-Plan-Hidrologico-cuenca.aspx>.
- Picketts, I.M., Curry, J., Déry, S.J. & Cohen, S.J. (2013). "Learning with practitioners: Climate change adaptation priorities in a Canadian community". *Climatic Change*, 118(2), 321-337. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-012-0653-8>.

- Riahi, K., van Vuuren, D.P., Kriegler, E., Edmonds, J., O'Neill, B., Fujimori, S., Bauer, N., Calvin, K., *et al.* (2017). "The shared socioeconomic pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview". *Global Environmental Change*, 42, 153-168. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>.
- Rinaudo, J.D. (2008). *Evaluation économique du programme de mesures de gestion quantitative des ressources en eau dans l'Ouest de l'Hérault, Volume I: Scénario tendanciel et analyse coût-efficacité pour l'usage agricole de l'eau*, BRGM/RP - 56143 – FR. Retrieved from: <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-56143-FR.pdf>.
- Rinaudo, J.D., Maton, L., Terrason, I., Chazot, S., Richard-Ferroudji, A. & Caballero, Y. (2013). "Combining scenario workshop with modelling to assess future irrigation water demands". *Agricultural Water Management*, 130, 103-112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2013.08.016>.
- Rothman, D.S. (2008). "A Survey of Environmental Scenarios". En: Alcamo, J. (Ed.): *Environmental futures: The practice of environmental scenario analysis. Future long-term changes in global water resources driven by socio-economic and climatic changes*. (pp. 37-65). Amsterdam: Elsevier.
- Témez, J.R. (1977). *Modelo matemático de transformación precipitación-aportación*. ASINEL.
- Van Aalst, M.K., Cannon, T. & Burton, I. "Community level adaptation to climate change: The potential role of participatory community risk assessment". *Global environmental change-human and policy dimensions*, 18, 165-179. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.06.002>.
- Van Aalst, M.K., Cannon, T. & Burton, I. (2008). "Community level adaptation to climate change: The potential role of participatory community risk assessment". *Global Environmental Change*, 18(1), 165-179. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.06.002>.
- Van der Voorn, T., Pahl-Wostl, C. & Quist, J. (2012). "Combining backcasting and adaptive management for climate adaptation in coastal regions: A methodology and a South African case study". *Futures*, 44, 346-364. <http://dx.doi.org/10.1016/j.futures.2011.11.003>.
- Van Vuuren, D.P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., Hurtt, G.C., Kram, T., Krey, V., Lamarque, J.-F., Masui, T., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Smith, S.J. & Rose, S.K. (2011). "The representative concentration pathways: An overview". *Climatic Change*, 109, 5-31. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z>.
- Van Vuuren, D.P., Kriegler, E. & O'Neill, B.C. *et al.* (2014). "A new scenario framework for Climate Change Research: Scenario matrix architecture". *Climatic Change*, 122(3), 373. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-013-0906-1>.

- Varela-Ortega, C., Blanco-Gutiérrez, I., Esteve, P., Bharwani, S., Fronzek, S. & Downing, T.E. (2016). "How can irrigated agriculture adapt to climate change? Insights from the Guadiana Basin in Spain". *Regional Environmental Change*, 16, 59-70. <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-014-0720-y>.
- Vermeulen, S.J., Challinor, A.J., Thornton, P.K., Campbell, B.M., Eriyagama, N., Vervoort, J.M., Kinyangi, J., Jarvis, A., Läderach, P., Ramirez-Villegas, J., Niclkin, K.J., Hawkins, E. & Smith, D.R. (2013). "Addressing uncertainty in adaptation planning for agriculture". *PNAS*, 110(21), 8357-8362.
- Vervoort, J., Thornton, P.K., Kristjanson, P., Förch, W., Ericksen, P.J., Kok, K., Ingram, J.S.I., Herrero, M., Palazzo, A., Helfgott, A.E.S., Wilkinson, A., Havlík, P., Mason-D'Croz, D. & Jost, C. (2014). "Challenges to scenario-guided adaptive action on food security under climate change". *Global Environmental Change*, 28, 383-394. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.03.001>.
- Walker, W.E., Haasnoot, M. & Kwakkel, J.H. (2013). "Adapt or perish: A review of planning approaches for adaptation under deep uncertainty", *Sustainability*, 5(3), 955-979. <http://dx.doi.org/10.3390/su5030955>.
- Ward, F.A. & Pulido-Velázquez, M. (2008). "Water conservation in irrigation can increase water use". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(47), 18215-18220. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0805554105>.
- Westcott, R. (2004). "A scenario approach to demand forecasting". *Water Science & Technology Water Supply*, 4(3), 45-55. <http://dx.doi.org/10.2166/ws.2004.0042>.
- World Bank. (2010). *The economics of adaptation to climate change*, Washington: World Bank.