

# Evaluación de medidas de seguridad en el suministro de agua de riego. El caso de la comunidad de regantes Genil-Cabra

Francisco Alcon<sup>1,\*</sup>, Víctor Martínez-García<sup>1</sup>, Margarita García-Vila<sup>2</sup>, Erasmo López-Becerra<sup>1,a</sup>, José Miguel Martínez-Paz<sup>3</sup> y Elías Fereres<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Economía de la Empresa. Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 48. 30203 Cartagena, España

<sup>a</sup> Universitat Politècnica de València. Departamento de Economía y Ciencias Sociales (DECS). Facultad de Administración y Dirección de Empresas Camino de Vera, s/n Edificio 7J, 46022 Valencia, España

<sup>2</sup> DAUCO, Universidad de Córdoba e Instituto de Agricultura Sostenible. CSIC. Córdoba. Avda. Menéndez Pidal, s/n. 14004 Córdoba, España

<sup>3</sup> Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Murcia. Facultad de Economía y Empresa. Campus de Espinardo. 30100 Murcia, España

## Resumen

El éxito de la adopción de medidas encaminadas a mejorar la garantía del suministro de agua de riego, tanto desde el punto de vista de la oferta como de la demanda, depende de su aceptación por los regantes, siendo la evaluación previa a su implementación de gran utilidad para la toma de decisiones. En este contexto, el objetivo de este trabajo es valorar los efectos de una de las medidas más utilizadas en la gestión de la oferta como es el aumento de la capacidad de almacenamiento y regulación, sobre el beneficio de los regantes. También se identifican aquellas características de los agricultores y las explotaciones que influyen en la heterogeneidad de las preferencias, y su efecto sobre la evolución temporal de la valoración. Para ello se ha utilizado la metodología de valoración contingente en la comunidad de regantes del Genil-Cabra (Córdoba, España)

Los resultados indican que los agricultores están dispuestos a pagar en media 23 €/ha y año para asegurar el suministro de agua, cifra que no cubriría los costes de la medida (38 €/ha y año). La renta anual neta y la superficie de cada tipo de cultivo, condicionada a la posibilidad de ser cultivado en secano, influyen sobre la preferencia individual de los regantes. Estos resultados, junto con la distribución espacial de las valoraciones individuales realizadas, ayudarán a los encargados de la gestión de la comunidad de regantes y el organismo de cuenca a tomar decisiones informadas sobre la adopción de medidas que permitan asegurar el suministro en el agua de riego.

**Palabras clave:** Valoración contingente, aceptabilidad, regadío, Córdoba.

## Assessment of irrigation water security measures: The case of the Genil-Cabra Irrigation Community

### Abstract

Adoption success of measures aimed at improving irrigation water supply reliability, both from the supply and demand side, depends on their acceptance by irrigators, being the evaluation prior to their imple-

---

\* Autor para correspondencia: francisco.alcon@upct.es

mentation very useful for decision-making. In this context, this work aims to assess the effects of one of the most widely used measures in supply management, such as the increase in storage and regulation capacity, on the irrigators' profits. It also aims to identify the farmers and farms characteristics that influence the heterogeneity of preferences, and their effect on the temporal evolution of valuation. For these purposes, the contingent valuation methodology has been used in the Genil-Cabra irrigation community (Cordoba, Spain). Results show that farmers are willing to pay on average 23 €/ha year to secure water supply, which would not cover the costs of the measure for increasing storage (38 €/ha year). The net annual income and the area of each type of crop, conditional on the possibility of being grown rain-fed, influenced the individual preference of irrigators. These results, together with the spatial distribution of the individual assessments made, should help the irrigation community management and the Water Authority to make informed decisions on measures to secure irrigation water supply.

**Keywords:** Contingent valuation, acceptability, irrigation, Córdoba.

## Introducción

En España, la agricultura de regadío se encuentra especialmente amenazada. Mientras que el uso del agua de riego se ha reducido en las últimas dos décadas (INE, 2018), la superficie regada se ha incrementado en más del 10 % (MAPA, 2019) y sigue siendo la actividad humana que más recursos hídricos emplea (INE, 2018). Ello lleva a mayores tensiones entre la oferta y la demanda de agua del regadío en muchas regiones españolas. Además, las predicciones sobre el cambio climático indican un aumento en las temperaturas y un posible descenso de las precipitaciones, fruto de una posible agudización de los fenómenos meteorológicos extremos como sequías e inundaciones (IPCC, 2020). Como consecuencia de todo ello, es esperable una menor disponibilidad de agua y mayor incertidumbre en el suministro de dotaciones adecuadas en muchas zonas regables (Leal García y Gómez Cantero, 2015; Gómez-Limón y Guerrero-Baena, 2019). Esta situación tendrá un impacto considerable en el sector agrario, dado que en España el regadío supone cerca del 60 % de la Producción Final Agraria, empleando aproximadamente un 20 % de la superficie agrícola del país. Desde el punto de vista económico, el regadío contribuye con el 75 % de la aportación del sector primario al PIB (MAPA, 2019), dado que una hectárea de regadío genera, por

término medio, un margen neto 6,5 veces superior a una hectárea de secano (Colino Sueiras y Martínez-Paz, 2020).

Ante la necesidad de adaptación de la agricultura de regadío a las condiciones pronosticadas por las futuras proyecciones climáticas, es preciso adoptar medidas encaminadas a mejorar la seguridad del suministro del agua de riego. Estas pueden actuar sobre la demanda del agua, limitándola, o sobre la oferta, incrementando el volumen disponible. En España tradicionalmente han predominado las medidas que actúan sobre la oferta, basadas en grandes inversiones destinadas a medidas estructurales y trasvases (Alcon et al., 2014), aunque recientemente se han considerado dentro de estas la incorporación de fuentes no-convencionales, como la reutilización de aguas residuales o la desalación. La modernización del regadío español, mejorando las infraestructuras e introduciendo sistemas de riego a presión ha reducido la demanda de muchas zonas regables. Adicionalmente, otras medidas que actúan sobre la demanda se adoptan por los propios agricultores, permitiéndoles equilibrar sus necesidades con el volumen de agua disponible por explotación (Alcon et al., 2019). Entre las medidas de gestión de la demanda se incluye el riego localizado (Alcon et al., 2011), las estrategias de riego deficitario encaminadas a maximizar la productividad del

agua y los mercados de agua (Alcon et al., 2014), los contratos de uso o los planes de seguro contra la sequía (Guerrero-Baena et al., 2019; Gómez-Limón y Guerrero-Baena, 2019; Gómez-Limón, 2020).

Independientemente del ámbito de actuación de cada medida, el éxito de esta dependerá de su aceptación por parte de los usuarios. Dicha aceptabilidad estará condicionada, entre otros aspectos, por sus costes y beneficios. Los costes de implantación de una medida son generalmente fácilmente medibles en términos monetarios. Sin embargo, conocer los beneficios derivados de aumentar la seguridad del suministro, no es una estimación directa, debido a la inexistencia de un mercado en el que se comercialice garantía del suministro de un volumen de agua como tal. Pese a que el agua tiene un precio asignado para los regantes, su coste no se ajusta a un mecanismo de mercado de asignación vía un precio, sino que se establece administrativamente a partir de tarifas públicas generalmente basadas en el principio de recuperación de costes de distribución y gestión (Colino Sueiras y Martínez-Paz, 2007).

En la literatura se recogen numerosos trabajos en los que se analizan los costes y los beneficios asociados a la demanda de agua de riego a través de la adopción de medidas que actúan sobre la oferta, incrementando así el volumen del recurso disponible. Alcon et al. (2014) evaluaron la aceptabilidad de los agricultores de distintos tipos de medidas para incrementar la garantía del suministro, encontrando menor aversión hacia aquellas que actúan sobre la oferta, como trasvases o utilización de aguas regeneradas, frente a otras que actúan sobre la demanda. Bell et al. (2014a) estudiaron la aceptabilidad de los agricultores por aumentar la garantía del suministro mediante mejoras en la red de distribución, financiándose estas mediante un precio del agua más alto que permita establecer un sistema de distribución basado en la

recuperación de costes. Guerrero-Baena et al. (2019) clasifican a los agricultores de una Comunidad de Regantes (CR) según sus características socioeconómicas y su nivel de aceptación de la construcción de un embalse. Tang et al. (2013) estudian el valor económico del agua de riego, con el fin de conocer la DAP por el uso de esta y poder proponer medidas para mejorar la garantía del suministro. Por otro lado, Mesa-Jurado et al. (2012) identificaron la existencia de una demanda por mejorar la garantía de suministro de agua de riego, descubriendo la existencia de valores de no-mercado asociados con dicha mejora en condiciones de escasez, sin especificar las medidas necesarias para su consecución.

En estos trabajos también se han estudiado las características de los agricultores o de las explotaciones que influyen en la heterogeneidad de las preferencias por la demanda de agua. Entre otras, la edad, la renta, el tamaño de la explotación o la percepción del consumo son características que pueden influir sobre la demanda de medidas de gestión del agua de riego. Sin embargo, no se ha tenido en cuenta la influencia de variables relacionadas con el tipo de cultivo condicionada a la posibilidad de que este pueda ser cultivado en seco.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es valorar los efectos de una medida de gestión del agua de riego que actúa sobre la oferta mejorando la garantía del suministro de agua a los regantes. Dicha medida se corresponde con la construcción de una infraestructura de almacenamiento de agua que permita almacenar excedentes de agua durante la primavera para suministrar mayores recursos en verano que en la situación actual. Así mismo, se identifican aquellas características de los agricultores y de las explotaciones que influyen en la heterogeneidad de las preferencias, además de su efecto sobre la evolución temporal de la valoración. Los beneficios de dicha medida, estimados

mediante valoración contingente, han sido comparados con los costes totales a lo largo de la vida útil del embalse, mediante un análisis financiero de inversiones. Finalmente, se estudió la evolución de la demanda mediante la cartografía de cultivos.

Este trabajo contribuye al estudio de la heterogeneidad de las preferencias de los agricultores frente a la aceptación de medidas para garantizar el suministro actuando desde la oferta, añadiendo la tipología de cultivos condicionada a la posibilidad de que estos puedan ser cultivados en secano, como un factor importante en la valoración de dichas medidas. Además, la inclusión de esta variable relacionada con el tipo de cultivos permite conocer las variaciones en el tiempo de la valoración de la medida propuesta, si se cuenta con una cartografía de los cultivos adecuada. Los resultados obtenidos permiten a los gestores del agua tomar decisiones ex-ante para maximizar el beneficio derivado del uso del recurso.

## Material y métodos

### Caso de estudio

El área de estudio es la Colectividad de Santaella, situada dentro de la Comunidad de Regantes (CR) Genil-Cabra, en la provincia de Córdoba. La zona tiene un clima típico Mediterráneo con una precipitación media anual en torno a los 600 mm concentrada entre octubre y abril, y una evapotranspiración anual en torno a 1.300 mm (García-Vila et al., 2008). La CR Genil-Cabra se constituyó en 1991 al amparo del aprovechamiento de las aguas del río Genil a través del embalse de Iznájar, con una superficie inicial de 6.900 ha (Lorite et al., 2004), ampliada en 2015 hasta alcanzar las 15.300 ha actuales (Carmona y Ruiz, 2010). La colectividad está dividida en 3.514 parcelas, siendo el tamaño medio de la parcela de 2,03 ha y el número de parcelas promedio por agricultor de 5,95 (Tabla 1). Los principales cultivos de esta son el olivo, el gi-

Tabla 1. Características de la comunidad de regantes.  
Table 1. Irrigation community characteristics.

Variable	Descripción	Valor
Tamaño medio de parcela (ha)	Superficie media de las parcelas de la colectividad	2,03
Número de parcelas promedio por agricultor	Cantidad media de parcelas de cada miembro de la colectividad	5,95
Superficie media por agricultor (ha)	Media de la superficie de cada agricultor	5,88
Superficie en la CCRR (ha)	Cultivos de regadío ( <i>Sup_R</i> )	899
	Cultivos de secano o regadío ( <i>Sup_S</i> )	2.571
	Superficie de cultivo total	3.470

rasol, el trigo y los cultivos hortícolas (Lorite et al., 2012; Guerrero-Baena et al., 2019). Para identificar la necesidad de agua de riego del cultivo sobre la demanda de una mayor garantía del abastecimiento, se distinguió

entre aquellos cultivos que podrían producir en secano (*Sup\_S*) y los que no son viables (*Sup\_R*), los cuales ocupan un 75 % y 25 % de la superficie agrícola de la colectividad, respectivamente. (Tabla 1).

El sistema tarifario del agua establecido en la CR es binómico: una parte corresponde a un componente fijo (por hectárea), destinado a sufragar la gestión y el mantenimiento de la infraestructura de la CR; la otra parte es variable en función del consumo de cada agricultor, y se destina a sufragar el gasto energético del bombeo del agua (Lorite et al., 2012). El componente fijo asciende a 147,5 €/ha, mientras que el variable oscila en torno a 0,042 €/m<sup>3</sup> (Guerrero-Baena et al., 2019).

La CR ha atravesado severos problemas de abastecimiento desde su inicio. La dotación media entre 1996-2015 ha estado en torno a 2.500 m<sup>3</sup>/ha año, mientras que la concesión es de 5.000 m<sup>3</sup>/ha año (Guerrero-Baena et al., 2019). Estos bajos valores de garantía volumétrica se deben a las restricciones impuestas por el organismo regulador, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG), respecto al umbral crítico de caudal del río Genil y al abastecimiento de otros usos o asignaciones con mayor prioridad.

Ante esta situación, la CR se planteó la construcción de tres embalses de regulación que le permitiesen aumentar su capacidad de almacenamiento para los periodos en los que hay restricciones y así garantizar a cada regante 3.000 m<sup>3</sup>/ha anuales a largo plazo, 500 m<sup>3</sup>/ha por encima de la dotación media recibida y reduciendo la variabilidad interanual. El coste de esta inversión ascendía a 27 M€, recayendo sobre los regantes el pago de 5,4 M€ y el mantenimiento de la infraestructura, lo cual estimó la CR en un sobrecoste de 38 €/ha año durante la vida útil del proyecto (Guerrero-Baena et al., 2019).

### **Valoración contingente**

Para cuantificar en términos monetarios los beneficios percibidos por los regantes de la mejora en la garantía del suministro de agua derivada de la posible construcción de los embalses, se ha utilizado el método de Valora-

ción Contingente (VC). La VC permite cuantificar el valor de bienes y servicios carentes de mercado, midiendo en unidades monetarias los cambios en el nivel de bienestar individual provocados por variaciones de cantidad o calidad en un bien o servicio (Mitchell y Carson, 1989).

La VC se basa en mercados hipotéticos donde el bien o servicio a evaluar es intercambiado por un precio dado, como si se tratase de cualquier producto en el mercado. El instrumento de mercado es la encuesta, donde el encuestador representa la parte ofertante y el encuestado a la parte demandante por un bien o servicio que supone un cambio en su nivel de bienestar. El encuestado declara sus preferencias acerca del bien o servicio presentado, indicando su disposición a pagar (DAP) por adquirirlo.

Para conocer la DAP se ha utilizado el formato de elección dicotómica doble. Con este formato se le pregunta al encuestado si está dispuesto a pagar (aceptar) una cantidad concreta de dinero (bid1) por un cambio en la cantidad o calidad del bien o servicio, siendo esta elección dicotómica (acepta-no acepta). Posteriormente, en base a la respuesta, se presenta al encuestado un segundo precio (bid2), con una cantidad de dinero diferente, la cual será superior (inferior) si acepta (rechaza) el bid1. El uso de este modelo presenta una serie de ventajas frente al formato de elección única (Knapp et al., 2018), como un menor número de respuestas requeridas y una reducción del sesgo estratégico. Este sesgo suele producirse cuando los encuestados ofrecen respuestas no coincidentes con su verdadera valoración, según crea que su respuesta será tenida en cuenta, dando una DAP más baja (López-Becerra y Alcon, 2021).

La ecuación para la aplicación del modelo de elección dicotómica doble es definida como (Haab y McConell, 2002):

$$DAP_{ij} = X_{ij}\beta' + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

Donde  $DAP_{ij}$  representa la disposición a pagar del individuo  $j$  para el *bid*  $i$  ( $i = 1, 2$ );  $X_{ij}$  es un vector de características sociodemográficas del individuo;  $\beta^i$  es el correspondiente vector de coeficientes estimados; y  $\varepsilon$  es el término de error<sup>2</sup>:  $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma_i^2)$ .

Por ello, la DAP quedará definida en intervalos en función de las respuestas a los precios ofrecidos, correspondiendo los extremos de los intervalos con el *bid*1 ( $B^1$ ) y el *bid*2 ( $B^2$ ). De este modo, se pueden definir cuatro intervalos de DAP (Alberini et al., 2003):

- $DAP \geq B^2$  El encuestado acepta ambos precios  $B^i$
- $B^1 \leq DAP \leq B^2$  El encuestado acepta el precio de salida  $B^1$  pero rechaza el siguiente  $B^2$
- $B^2 \leq DAP < B^1$  El encuestado rechaza el precio de salida  $B^1$  pero acepta el siguiente  $B^2$
- $DAP < B^2$  El encuestado rechaza ambos precios  $B^i$

Tomando en cuenta la probabilidad de observar cada una de las posibles elecciones, la  $j$ -ésima contribución a la función de probabilidad puede ser especificada como (Haab y MacConnell, 2002):

$$L_j(\mu|B^i) = \Pr(\mu_1 + \varepsilon_{1j} > B^1, \mu_2 + \varepsilon_{2j} \geq B^2)^{YY} \\ \times \Pr(\mu_1 + \varepsilon_{1j} \geq B^1, \mu_2 + \varepsilon_{2j} < B^2)^{YN} \\ \times \Pr(\mu_1 + \varepsilon_{1j} < B^1, \mu_2 + \varepsilon_{2j} \geq B^2)^{NY} \\ \times \Pr(\mu_1 + \varepsilon_{1j} < B^1, \mu_2 + \varepsilon_{2j} < B^2)^{NN} \quad (2)$$

Donde  $\mu_1$  y  $\mu_2$  son las medias para  $B^1$  y  $B^2$ , respectivamente, e  $YY = 1$  para una respuesta "sí-sí",  $YN = 1$  para una respuesta "sí-no",  $NY = 1$  para una respuesta "no-sí" y  $NN = 1$  para una respuesta "no-no", 0 en cualquier otro caso.

La función de probabilidad se estima usando un modelo probit bivalente, a través del

método de máxima verosimilitud. Si se define  $\Phi_{\varepsilon_1, \varepsilon_2}(\cdot)$  como la función de distribución acumulada de una normal estándar bivalente con media  $\mu_1$  cero, varianza  $\sigma^2$  unitaria, la  $j$ -ésima contribución a la función de probabilidad probit bivalente se define como sigue (Ecuación 3):

$$L_j(\mu|B^i) = \Phi_{\varepsilon_1, \varepsilon_2} \left( d_{1j} \left( \frac{B^1 - \mu_1}{\sigma^2} \right), d_{2j} \left( \frac{B^2 - \mu_2}{\sigma^2} \right), d_{1j}, d_{2j}, \rho \right) \quad (3)$$

Donde  $\mu_{1j} = 1$  si el individuo está dispuesto a pagar por  $B^1$ , y 0 en caso contrario;  $\mu_{2j} = 1$  si el individuo está dispuesto a pagar por  $B^2$ , y 0 en caso contrario;  $d_{1j} = 2\mu_{1j} - 1$  y  $d_{2j} = 2\mu_{2j} - 1$  (Haab y MacConnell, 2002), siendo  $\rho$  es el coeficiente de correlación.

A partir de estos resultados, se puede estimar la DAP media, la cual se obtienen a partir del exponencial del negativo del cociente entre el término constante y el coeficiente asociado al  $B^i$ .

$$DAP \text{ media} = \exp \left( \frac{-\bar{X} \hat{\beta}'_i}{\hat{\beta}'_{i0}} \right) \quad (4)$$

Donde  $\chi$  es un vector fila  $k \times 1$  que contiene los valores medios de las variables explicativas, incluyendo 1 para el término constante;  $\hat{\beta}'_i$  es un vector columna  $k-1 \times 1$  de los coeficientes estimados,  $\hat{\beta}'_{i0}$  es el coeficiente asociado a  $B^i$ ; y  $\hat{\sigma}_i^2$  se corresponde con la varianza estimada. Los intervalos de confianza en torno a la DAP media son estimados mediante el conocido como *Delta Method*, el cual permite derivar un aproximado de la distribución de probabilidad para una función de un estimador estadístico asintóticamente normal a partir del conocimiento de la limitación de varianza, obteniéndose de esta forma intervalos simétricos (Oehlert, 1992; Whitehead, 2016).

### Toma de datos

La toma de datos para la aplicación de la VC se realizó a través de entrevistas personales a agricultores durante los meses de junio y julio de 2013, año base del trabajo, utilizando un cuestionario estructurado. Dicho cuestionario constaba de tres bloques relacionados con las características del agricultor, el escenario y las preguntas de valoración y las características socioeconómicas del agricultor y de su explotación. El escenario de valoración planteaba una situación en la cual el agricultor recibiría una cantidad de agua garantizada en el largo plazo de 3.000 m<sup>3</sup>/ha (500 m<sup>3</sup>/ha por encima de la dotación media recibida). Para esta dotación se planteaba la construcción de un embalse que permitiera almacenar agua en los periodos de mayor caudal del río, donde no hubiera restricciones. El escenario de valoración propuesto era coincidente con el debate establecido dentro de la CR, y por lo tanto conocido por todos los regantes. También era conocido por los regantes que, en situaciones extremas, por ejemplo, en periodo de sequía, la garantía de suministro se suele ver comprometida. Tras

presentar el escenario de valoración, se les pregunta a los agricultores, que actualmente pagan por el mantenimiento de una determinada infraestructura de distribución del agua de riego, si estarían dispuestos a pagar un precio mayor por un cambio en dicha infraestructura que repercuta sobre la garantía del suministro. Es decir, que se plantea la disposición subjetiva a pagar más (DAPM) (Colino Sueiras y Martínez-Paz, 2007) por garantizar un volumen mínimo disponible superior a la dotación media recibida desde la puesta en riego. La pregunta realizada al entrevistado era si estaba dispuesto a pagar una tasa adicional a los gastos de la comunidad para la construcción y mantenimiento de dicho embalse. Mediante la realización de un pretest a 20 agricultores y utilizando la pregunta de valoración en formato abierto, se determinaron los tres precios de partida. Los precios de partida fueron asignados de forma aleatoria a cada encuestado. En función de la respuesta del entrevistado, un precio mayor (menor) fue ofrecido en función de si la primera respuesta fue positiva (negativa). La Figura 1 recoge los precios ofrecidos a los agricultores en función de sus respuestas.

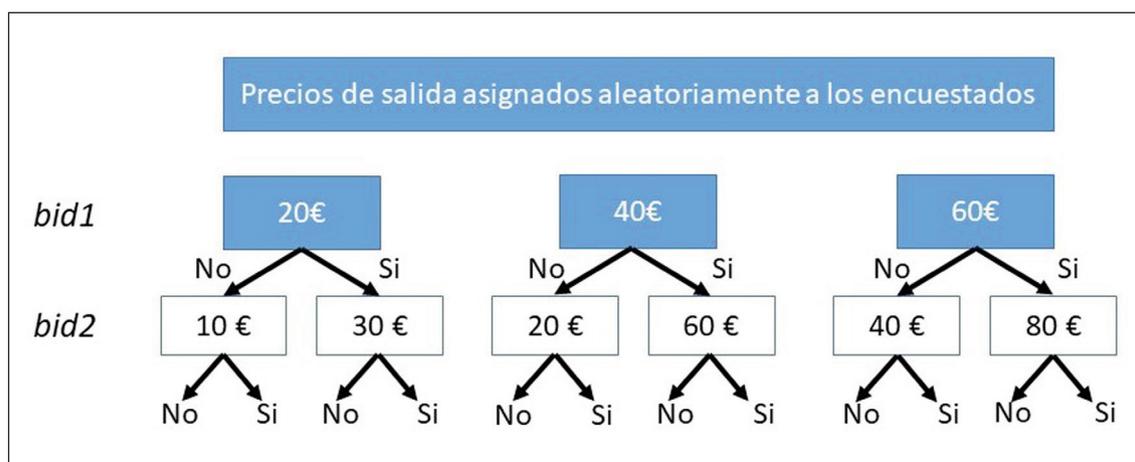


Figura 1. Esquema de precios para la aplicación del modelo de elección dicotómica doble.  
 Figure 1. Pricing scheme for the double bounded dichotomous choice model.

### ***Evolución temporal de la disposición al pago***

Para el estudio de la evolución temporal de la valoración de la medida, se ha obtenido la distribución espacial de los cultivos a partir de la cartografía de la zona, tanto para el año base 2013, situación en la que se cuantificaron las preferencias de los regantes, como para 2016 y 2019. Dicha cartografía ha sido obtenida mediante teledetección, realizando una clasificación supervisada en una imagen satélite multiespectral. La fuente empleada para esta cartografía en el año 2013 es el satélite Landsat 8, mientras que para 2016 y 2019 se ha empleado el satélite Sentinel 2, el cual cuenta con una mejor resolución espacial y cuyas imágenes se encuentran disponibles.

El método de clasificación empleado es el Random Forest, ya que de acuerdo con los trabajos de Du *et al.* (2015) y Rodríguez-Galiano *et al.* (2012), mejora la precisión de la clasificación de usos del suelo respecto a otros métodos. La creación de áreas de entrenamiento y validación de la clasificación ha sido realizada a partir de la fotointerpretación de las ortofotografías del Plan Nacional de Ortofo-

tografía Aérea (PNOA, 2020) para los años 2013, 2016 y 2019, tomadas para el área de estudio en días próximos a las imágenes satélite y momento de la toma de datos.

### ***Caracterización de la muestra***

La información muestral se obtuvo a través de entrevistas personales realizadas a agricultores aleatoriamente elegidos del censo de la CR, obteniéndose 100 cuestionarios válidos para el análisis. Considerando la población de 590 agricultores que componen el total de la Colectividad de Santaella, área de estudio de este trabajo, y para un nivel de confianza del 95 %, la muestra de 100 encuestados arroja un error del 8,94 % para proporciones intermedias, y de 5,36 % para proporciones extremas.

En la Tabla 2 se recoge una descripción de las características de la muestra, en la que se puede apreciar que predominan los individuos de edad avanzada y gran experiencia en la agricultura, con bajo nivel de estudios y de renta. Pese a los acusados déficits de agua en relación a la concesión que ha experimentado la CR desde sus inicios a mediados de la

Tabla 2. Características de la muestra.  
*Table 2. Sample characteristics.*

Variable	Descripción	Media/Valor	Desv. Std.
Edad (%)	Edad de los encuestados	61,36	10,82
Experiencia (años)	Experiencia como agricultor	43,21	15,77
Renta (€)	Renta anual neta	16.560	10.841
Nivel de estudios (%)	Sin estudios	32	–
	Graduado escolar	37	–
	BUP/Bachillerato/FP	19	–
	Universitarios	12	–
Seguridad en el abastecimiento (%)	Necesidades hídricas cubiertas en las últimas 10 campañas	70	–

década de 1990, el 70 % de los encuestados manifiesta no haber tenido problemas en el abastecimiento durante las últimas 10 campañas. Ello puede explicarse porque los principales cultivos de la muestra son los cereales (44 %) y el olivo (24 %), si bien los cultivos hortícolas están presentes en el 32 % de la superficie. La superficie total de las explotaciones de la muestra supone un 50,2 % de la extensión total de la CR.

## Resultados

### *Análisis de la disposición al pago*

Del análisis de la DAPM binaria de los agricultores por la implantación de un embalse que permita garantizar un suministro de agua de 3.000 m<sup>3</sup>/ha y año a los regantes en el largo plazo refleja que casi la mitad de los encuestados (47 %) están dispuestos a pagar un sobreprecio en la tarifa del agua. Entre los agricultores que no están dispuestos a asumir este sobrecoste hay que distinguir entre quienes realmente no valoran un incremento en la garantía del agua de riego (ceros reales) de aquellos que no participan en el mercado hipotético (ceros protesta). Estos últimos no manifiestan sus verdaderas preferencias al no participar en el mercado propuesto. Es decir, su respuesta no se corresponde con una nula valoración del incremento de garantía del suministro propuesto, sino con una negativa a participar en el ejercicio de valoración, por lo que son excluidos del análisis (Perni et al., 2020). Han sido considerados ceros protesta aquellos que manifestaron no creer que la medida aumente la garantía del suministro o por desconfianza en la administración de la CR. De esta manera, entre los 53 ceros, se distinguen 30 ceros reales y 23 ceros protesta. Con estas consideraciones, el 61 % de los participantes en el mercado hipotético acepta una DAPM por la implantación de la medida, mientras que el 39 % no está dispuesto a contribuir para su implantación.

Dada la elevada proporción que suponen los ceros protesta sobre la muestra, se han analizado las características de los agricultores que hayan podido tener un efecto sobre dar una respuesta real o una protesta a través de un modelo logit (Perni et al., 2011). Únicamente ha resultado significativa la variable que recoge la percepción del agricultor sobre si ha tenido sus necesidades de agua cubiertas en las últimas 10 campañas o si, por el contrario, ha recibido menos volumen del que necesitaba. De hecho, se aprecia una relación significativa entre dicha variable y la variable protesta ( $\text{Chi}^2 = 4,09$ ;  $p < 0,05$ ), de ahí que aquellos agricultores que manifiestan haber tenido sus necesidades hídricas cubiertas en los últimos 10 años no estuvieran dispuestos a participar en el mercado hipotético propuesto.

A partir de los encuestados que han participado en el mercado hipotético, se ha estimado la función de demanda subyacente por la garantía de suministro, considerando que la respuesta al segundo precio está condicionada por la respuesta dada al primer precio. Por tanto, se realiza la estimación conjunta de dos funciones de demanda, de modo que la variable explicada de cada una de ellas es la respuesta del encuestado acerca de su DAPM en cada pregunta de valoración.

La función estimada a través del modelo prohibit bivalente inicial incluye en su modelización variables como el consumo anual de agua del agricultor, el sistema de riego empleado, la sensibilidad al déficit hídrico de sus cultivos (estimada por el indicador  $K_y$  de las funciones de producción respecto al agua; Doorenbos y Kassam, 1979), la edad, los años de experiencia en la agricultura o el nivel de estudios (Modelo 1). Para prevenir cualquier tipo de sesgo estratégico por el cual la función de utilidad difiera de la primera, se ha procedido a restringir los coeficientes de ambas funciones siguiendo la técnica propuesta por Cameron y Quiggin (1994). A partir de este

modelo y siguiendo un procedimiento de exclusión de la variable menos significativa paso a paso se obtiene el Modelo 2, que recoge la función de utilidad subyacente a los dos precios ofrecidos a los demandantes. Otro tipo de sesgo que se puede dar en un modelo dicotómico doble es el llamado efecto anclaje, bajo el cual el precio de salida condiciona la DAPM final del encuestado. Para constatar que no se haya producido este tipo de sesgo, en el Modelo 3 se ha introducido el precio de salida como variable explicativa en la ecuación que explica el segundo precio de acuerdo con Whitehead (2002). Además, para garantizar la no negatividad de las variables  $bid_1$  y  $bid_2$ , para la realización de los modelos, estas variables se han transformado a logaritmos naturales de los precios ( $lnbid_1$  y  $lnbid_2$ ). Los modelos probit bivariantes estimados para identificar la DAPM y la heterogeneidad de las preferencias de los agricultores vienen recogidos en la Tabla 3.

El contraste de las diferencias entre los logaritmos de verosimilitud ( $LL$ ) de los modelos,  $LR$  test, indica que el Modelo 2 es el que mejor se ajusta a la demanda, dado que la inclusión de variables no significativas o del efecto anclaje no mejora el modelo con un nivel de significación del 5 %.

Los coeficientes estimados para los  $bids$  en los dos modelos son negativos, reflejando que las DAPM elevadas no son deseadas por los usuarios. Esto supone una relación inversa entre los precios presentados y las elecciones de los encuestados, de modo que cuanto mayor es el precio propuesto al encuestado ( $lnbid$ ), menor será la disponibilidad a aceptarlo. Las variables  $Sup_S$  y  $Sup_R$  son significativas y muestran coeficientes positivos. Es decir, que, a mayor superficie de la explotación, mayor DAPM. El aumento de esta probabilidad por cada unidad de superficie, medido mediante la utilidad marginal de cada variable, es superior en aquellos cultivos que requieren ser cultivados en régimen de

regadío ( $Sup_R$ ) que en aquellos que pueden cultivarse tanto en secano como en regadío ( $Sup_S$ ). El coeficiente de la variable  $renta$  también indica que esta también influye de forma positiva y directa sobre la aceptación del  $bid$  propuesto.

La DAPM media asociada al formato cerrado de valoración contingente se ha obtenido de acuerdo a los coeficientes del Modelo 2, que al encontrarse restringidos coincide para ambos  $bids$ . La cantidad de dinero que los regantes de la CR están dispuestos a pagar por mejorar la garantía de suministro en el largo plazo asciende a 23,03 €/ha y año (IC: 11,08-31,51). Estos resultados del modelo dicotómico doble son similares a los obtenidos utilizando un formato de valoración abierto en el que la DAPM media es de 18,01 €/hectárea y año (IC: 13,48-22,1) (Tabla 4). La distribución de la densidad de la DAPM muestra las preferencias de los agricultores por valores no elevados, siendo el valor modal 0, fruto de la escasa valoración de la medida.

Los resultados ponen de manifiesto que los regantes de la CR están dispuestos a pagar 23,03 €/ha y año para la construcción del embalse, siendo escasa la diferencia entre el resultado del modelo dicotómico doble y el modelo abierto.

### **Análisis financiero**

Para poder conocer la viabilidad de la inversión necesaria para garantizar el suministro de agua ofrecido en el escenario de valoración, se ha realizado un análisis financiero que evalúe de forma conjunta, tanto los cobros (costes) como los pagos (beneficios) derivados de la medida de garantía de suministro propuesta. El coste de la construcción de los embalses propuestos ascendía a 5,4 millones de euros para la Comunidad de Regantes. Se considera que esta inversión tiene una vida útil de 20 años, unos costes de manteni-

Tabla 3. Modelos probit bivariantes estimados.  
 Table 3. Estimated bivariate probit models.

VARIABLES	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
<b>Probit 1</b>			
<i>Inbid1</i>	-0,76**	-0,76**	-0,85**
<i>Consumo</i>	0,00	–	–
<i>Sist. Riego</i>	0,04	–	–
<i>Edad</i>	-0,1	–	–
<i>Experiencia</i>	0,01	–	–
<i>Nivel estudios</i>	-0,02	–	–
<i>Ky_m</i>	-2,33	–	–
<i>sup_R</i>	0,01	0,02*	0,02*
<i>Sup_S</i>	0,01	0,01*	0,01*
<i>renta</i>	0,00**	0,00***	0,00***
<i>Constante</i>	4,01*	1,45	1,88*
<b>Probit 2</b>			
<i>Inbid1</i>	–	–	-0,09
<i>Inbid2</i>	-0,76**	-0,76**	-0,85**
<i>Consumo</i>	0,00	–	–
<i>Sist. Riego</i>	0,04	–	–
<i>Edad</i>	-0,1	–	–
<i>Experiencia</i>	0,01	–	–
<i>Nivel estudios</i>	-0,02	–	–
<i>Ky_m</i>	-2,33	–	–
<i>sup_R</i>	0,01	0,02*	0,02*
<i>Sup_S</i>	0,01	0,01*	0,01*
<i>renta</i>	0,00**	0,00***	0,00**
<i>Constante</i>	4,01*	1,45	1,88*
$\rho$	0,34	0,38	0,47
LL	-85,21	-86,85	-85,48
AIC	194,42	185,7	184,96
N	77	77	77
LR test rho = 0 Chi <sup>2</sup>	1,42	1,74	1,97

Nivel de significación \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

Tabla 4. Disposición a Pagar Más (DAPM) por la construcción del embalse para mejorar la garantía del suministro de agua (€/ha/año).

Table 4. Willingness to pay for the construction of the reservoir to improve water supply reliability (€/ha year).

		Valor	Intervalo de confianza (95%)	Desv. Std.
	<b>Formato cerrado</b>			
Modelo 2	DAPM Media (€)	23,03	11,08-31,5	6,11
	<b>Formato abierto</b>			
Muestra	DAPM Media (€)	18,1	13,48-22,71	2,32

miento estimados de 16,94 €/ha y año y una tasa de descuento del 7 %. Bajo estas consideraciones, el coste anual asciende a 38 €/ha. Del análisis conjunto de cobros (siendo estos la aceptabilidad de la medida por parte de los agricultores, representada como DAPM) y pagos a lo largo de la vida útil de proyecto se obtiene un Valor Actual Neto de la inversión negativo (-3,8 millones de euros), lo cual indica la no viabilidad de la nueva infraestructura en las condiciones de éste estudio. Además, esta incumpliría los principios de sostenibilidad económica de la Directiva Marco de Agua (DMA). Estos resultados coinciden con los descritos por Guerrero-Baena et al. (2019) para la misma CR y por Mesa-Jurado et al. (2012) para la subcuenca del río Guadalbullón, la cual, al igual que la Colectividad de Santaella, también se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica del Guadalquivir.

La obtención de una ganancia neta negativa derivada de la implantación de la medida, se da en un contexto donde la mayoría de regantes (70 %) manifiesta no haber tenido problemas de abastecimiento de agua en los últimos años, la renta anual neta de estos es muy baja, y además se ha producido una expansión de un cultivo con bajos requerimientos hídricos e ingresos sostenidos como es el olivar (Roldán-Casas et al., 2013).

### **Evolución de la disposición al pago entre 2013 y 2019**

Los cambios en la extensión de cada tipo de cultivo en la Colectividad de Santaella han sido medidos, con el fin de comprobar si ha habido cambios en la superficie que ocupa cada grupo de cultivos que puedan repercutir en cambios sustanciales sobre la DAPM y, en consecuencia, sobre la aceptabilidad por la implantación de la medida. Una de las limitaciones de este trabajo es asumir unas preferencias estables y estáticas para un periodo de 6 años, dado que las preferencias de los agricultores también podrían estar influenciadas por cambios acontecidos en otras variables externas como el nivel de renta.

Se han realizado clasificaciones supervisadas para los años 2013, 2016 y 2019, con las que determinar la superficie de cada tipo de cultivo dentro de cada una de las 3.514 parcelas de la Colectividad. Para ello se han creado 4 clases de cultivos asociadas a la expresión espacial del Modelo 2 y compatibles con las imágenes de Landsat 8 y Sentinel 2. Para la creación de las áreas de entrenamiento y validación, se han seleccionado aleatoriamente un 60 % de los píxeles para entrenamiento y un 40 % para validación, a partir de digitalizar distintas parcelas de cada ortofoto del

PNOA. La evaluación de la precisión de la clasificación realizada mediante una matriz de confusión muestra unos valores kappa de porcentaje de acierto en la clasificación del 90 % en 2013, 87 % en 2016 y 85 % en 2019, pudiendo así asociar el cultivo existente a cada pixel. A través de una estadística zonal obtiene una cartografía del parcelario por cultivos que permite cartografiar la DAPM.

Del análisis de la evolución de los cultivos en el periodo 2013-2019 se aprecia un crecimiento sostenido del olivar frente al resto de cultivos no permanentes, que pese a sus fluctuaciones, mantienen cierta estabilidad en su distribución. En el caso de los cereales de verano, su extensión es ligeramente mayor, mientras que los cereales de invierno y los hortícolas son menores, al haber perdido superficie respecto al olivar o los cereales de verano (Tabla 5).

Para la integración del efecto las variables empleadas en el Modelo 2 en la distribución espacial de la DAPM, la variable *Sup\_S* recoge el cultivo del olivar y los cereales, mientras que los cultivos hortícolas se corresponden con la variable *Sup\_R*. Bajo estas consideraciones, la DAPM de cada parcela ha sido reestimada, utilizando el *Delta Method*, y tras-

ladada al parcelario de la CR. A pesar de que un pequeño número de parcelas destaca con una DAPM notablemente superior a la obtenida para el año 2013, tanto el número de estas parcelas como el valor de la DAPM, en general, se ha ido reduciendo con el paso del tiempo debido a los cambios de cultivo, no apreciándose diferencias significativas en los valores de la DAPM a lo largo del tiempo (ANOVA *p*valor < 0,05) representados en la Tabla 5 y Figura 2.

## Discusión

Del análisis de la demanda de los agricultores de una CR por obtener una garantía de suministro en el largo plazo de 3.000 m<sup>3</sup>/ha y año, cabe destacar que a pesar de los déficits de agua que ha experimentado la CR desde la puesta en riego, el 70 % de los regantes entrevistados manifieste no haber tenido problemas para cubrir sus necesidades de agua en las últimas 10 campañas, lo cual ha podido influir de manera significativa en el elevado número de 0 protesta. Por otro lado, entre los encuestados que aceptaron participar en el mercado hipotético pro-

Tabla 5. Evolución de los cultivos y la Disposición a Pagar Más (DAPM) en la Colectividad de Santaella.

*Table 5. Evolution of crops and willingness to pay for storage (DAPM) in the Santaella Community.*

	Superficie (ha)		
	2013	2016	2019
Cereales de verano	1.122,8	569,3	1.333,3
Cereales de invierno	1.218,8	1.564,0	932,4
Olivos	2.952,2	3.159,4	3.480,9
Hortícolas	1.624,3	1.625,3	1.171,3
DAPM (€/ha)	49,44	49,88	49,79

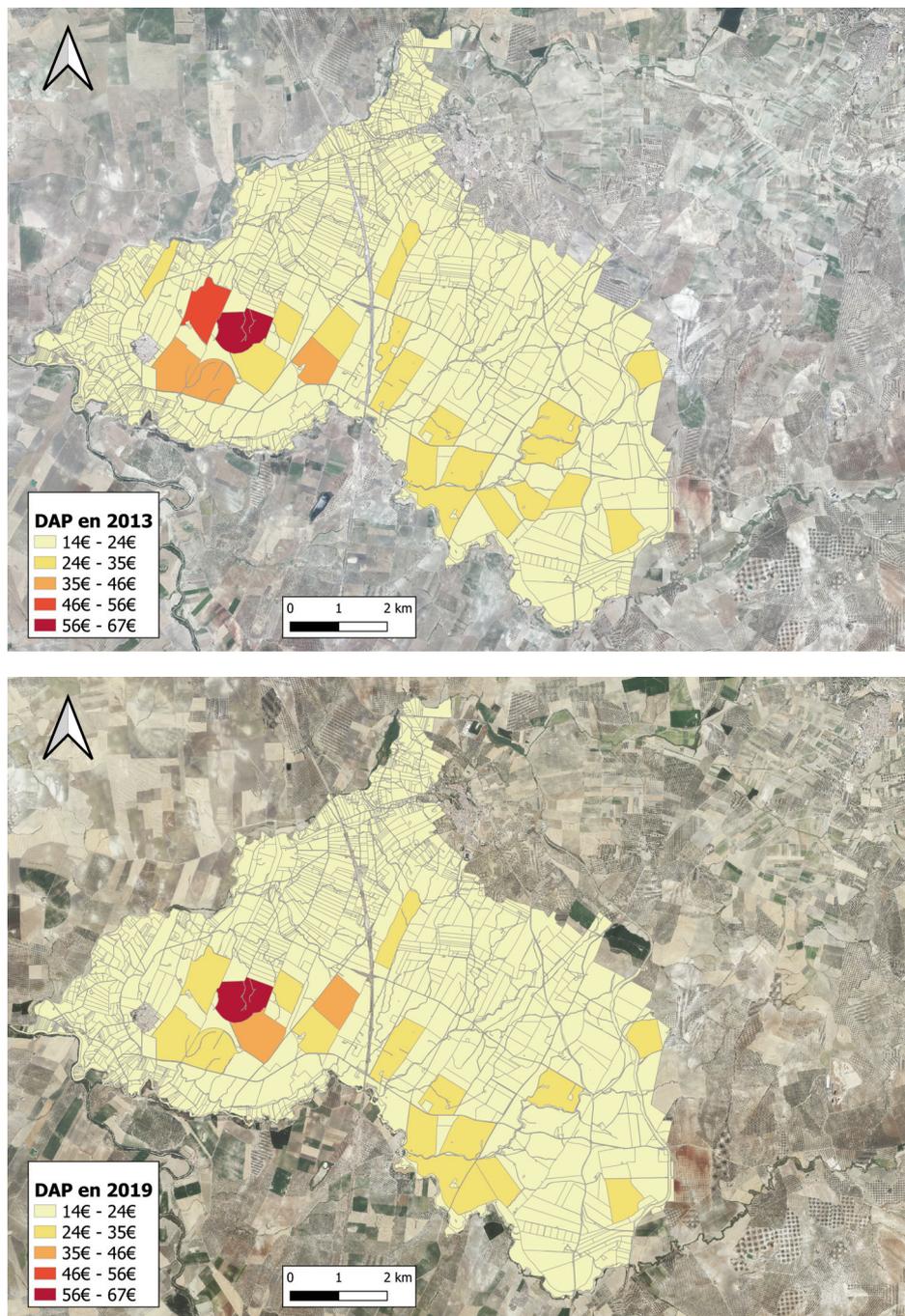


Figura 2. Disposición a Pagar Más (DAPM) transferida al parcelario de la Colectividad de Santaella en 2013 y 2019.

*Figure 2. Willingness to pay more depicted in the Santaella Community map in 2013 and 2019.*

puesto, un 38,9 % de los encuestados no valoró la garantía de suministro ofrecida. Esta situación podría estar relacionada con la ausencia de problemas en el abastecimiento y, además, por el gran número de agricultores de la muestra con una renta anual neta igual o inferior a 6.000 €, dada la influencia de la variable *renta* sobre la DAPM.

Los resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos en los dos trabajos realizados recientemente sobre gestión del agua de riego en la colectividad de Santaella. Guerrero-Baena et al. (2019), además de reportar también una elevada cantidad de ceros reales, identificaron tres grupos de agricultores según su valoración de la construcción del embalse y características socioeconómicas, siendo el grupo mayoritario el de aquellos que no valoran la medida propuesta. Además, también identifican una cierta influencia del tipo de cultivo sobre la probabilidad de aceptar una mayor DAPM, mediante la percepción que tiene el agricultor respecto a si su consumo de agua se encuentra por encima o por debajo del consumo medio que realizan el resto de agricultores. En el segundo, Villanueva y Glenk (2021) analizan las preferencias de los regantes respecto a las distintas medidas para mejorar la garantía del suministro del agua de riego. Dichos autores también encuentran una baja valoración de la construcción de embalse, siendo las opciones más valoradas las relacionadas con la mejora de las infraestructuras y con la creación de cuentas de almacenamiento de agua. También señalan que variables como la edad, renta anual, formación, percepción del consumo o la predominancia de cultivos con bajas necesidades hídricas influyen sobre las preferencias de los agricultores.

La heterogeneidad en la DAPM obtenida en este trabajo en el Modelo 2 queda reflejada en la cartografía de cultivos sobre el parcelario, donde en los distintos años se aprecia una elevada heterogeneidad, causada tanto por la extensión de la parcela como por los di-

ferentes efectos marginales de cada tipo de cultivo, ya que una hectárea de superficie de cultivos hortícolas hace aumentar la DAPM un 57 % más que una hectárea de cereales u olivo. La evidente expansión del olivar, un cultivo con baja demanda de riego, frente al resto de cultivos ha hecho que, tanto en 2016 como en 2019, la demanda por la implantación de la medida no sea diferente a la demanda del año 2013. En todo caso, podría cuantificarse el aumento de los ingresos en el olivar por la adición de los 500 m<sup>3</sup>/ha a la dotación de 2500 m<sup>3</sup>/ha, basándonos en la función de producción de Moriana et al. (2003). Dependiendo del nivel de intensificación del olivar, el incremento productivo variaría entre menos de 25 kg/ha de aceite hasta un máximo de unos 100 kg/ha de aceite para nuevas plantaciones superintensivas. En cualquier caso, los ingresos adicionales superarían los 22 €/ha que los encuestados están dispuestos a pagar por la garantía adicional de suministro.

Las diferencias en la valoración de la medida podrían indicar la necesidad de otro tipo de vehículo de pago, como pudiera ser el cobro de una tarifa volumétrica, el cual se ha mostrado como preferido en otros trabajos obteniendo DAPM positivas que superan los gastos de las medidas propuestas (Rigby et al., 2010; Alcon et al., 2014; Knapp et al., 2018; Alcon et al., 2019). La implementación de una tarifa fija en función de la superficie no siempre es un instrumento de pago bien aceptado por los agricultores, como muestran Tang et al. (2013), que si bien también han obtenido valores de disposición al pago positivos, estos han sido insuficientes para cubrir los costes de la medida. El uso de un sistema tarifario binómico, con tramos en función del consumo, podría hacer que aquellos agricultores que más se beneficiasen de la medida al demandar más agua, asumieran mayor coste por la misma.

La estabilidad en el tiempo de las preferencias declaradas es coincidente con las estimaciones realizadas por Lew y Wallmo (2017)

y Skourtos et al. (2010), salvo que se produzca algún tipo de fenómeno extremo atípico que pueda provocar un cambio repentino en estas (Bliem et al., 2012), situación no acontecida en la zona de estudio.

No obstante, a pesar de que los resultados son coherentes con la literatura y los trabajos previos en la zona de estudio, este trabajo presenta una serie de limitaciones como el tamaño muestral, que puede limitar la fiabilidad de las estimaciones. Por otro lado, la determinación de las áreas de entrenamiento y validación mediante fotointerpretación de imágenes de alta resolución implica la asunción de pequeños errores, bien por variaciones en la cobertura del suelo en los días de diferencia entre la imagen fotointerpretada y la del sensor multispectral empleado para la clasificación, o bien por una errónea interpretación de la ortofoto. Finalmente, la asunción de unas preferencias estables y estáticas para un periodo de 6 años podría estar influenciada por cambios en los niveles de renta de los agricultores no recogidos en el modelo.

## Conclusiones

Para que una medida destinada a mejorar la garantía de suministro del agua de riego tenga éxito en su implantación, es vital conocer que valoración hacen de esta los usuarios, así como de los factores que intervienen en su heterogeneidad. En condiciones de escasez, las medidas orientadas a actuar sobre el lado de la oferta han sido históricamente consideradas como las más efectivas y socialmente aceptadas al no implicar una gestión adicional a los usuarios. Sin embargo, en la actualidad, la valoración de estas medidas, aun pudiendo ser necesarias y compatibles para la implantación de medidas que actúen sobre la demanda, con elevados costes de inversión, no son tan valoradas.

La disposición a pagar más por incrementar la garantía de suministro del agua de riego en el largo plazo es de 23,03 €/ha y año, una cantidad notablemente inferior al coste de la medida (38 €/ha año) y los resultados indican que los beneficios de la medida se mantienen constantes a lo largo del tiempo. En el caso de la CR estudiada, parece que las restricciones en la dotación recibida por los agricultores desde la puesta en riego (un 50 % de media respecto a la concesión, y aún menos en ciertos años de sequía al principio del periodo) han llevado al establecimiento de un patrón de cultivos estable y muy adaptado al nivel de suministro de agua de riego. Ello hace que, sin la introducción de nuevos cultivos con mayor demanda hídrica, como podría ser el almendro, no haya un interés genuino por aumentar la garantía en el suministro de agua. Un cambio en el patrón de cultivos hacia otros de mayores requerimientos hídricos podría cambiar la actitud de los regantes y afectar a la gestión de los recursos hídricos.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado bajo el Proyecto SIRRIMED (FP7-FOOD-CT-2009-245159), financiado por la Comisión Europea, y el Proyecto 20912/PI/18 de la Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia.

## Referencias bibliográficas

Alberini A, Boyle K, Welsh M (2003). Analysis of contingent valuation data with multiple bids and response options allowing respondents to express uncertainty. *Journal of Environmental Economics and Management* 45(1): 40-62. [https://doi.org/10.1016/S0095-0696\(02\)00010-4](https://doi.org/10.1016/S0095-0696(02)00010-4).

- Alcon F, de Miguel MD, Burton M (2011). Duration analysis of adoption of drip irrigation technology in southeastern Spain. *Technological Forecasting and Social Change* 78(6): 991-1001. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.02.001>.
- Alcon F, Tapsuwan S, Brouwer R, de Miguel MD (2014). Adoption of irrigation water policies to guarantee water supply: A choice experiment. *Environmental Science & Policy* 44: 226-236. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.08.012>.
- Alcon F, Tapsuwan S, Brouwer R, Yunes M, Mounzer O, de-Miguel MD (2019). Modelling farmer choices for water security measures in the Litani river basin in Lebanon. *Science of the Total Environment* 647: 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.410>.
- Bell AR, Shah MAA, Ward PS (2014). Reimagining cost recovery in Pakistan's irrigation system through willingness-to-pay estimates for irrigation water from a discrete choice experiment. *Water Resources Research* 50: 6679-6695. <https://doi.org/10.1002/2014WR015704>.
- Bliem M, Getzner M, Rodiga-Laßnig P (2012). Temporal stability of individual preferences for river restoration in Austria using a choice experiment. *Journal of Environmental Management* 103: 65-73. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.02.029>.
- Cameron TA, Quiggin J (1994). Estimation using contingent valuation data from a "dichotomous choice with follow-up" questionnaire. *Journal of Environmental Economics and Management*. <https://doi.org/10.1006/jeem.1994.1035>.
- Carmona MA, Ruiz N (2010). La ampliación de la comunidad de regantes del Genil-Cabra (colectividad Santaella): un modelo de asesoramiento al regante. *Boletín Trimestral de Información Al Regante* 13: 2-3.
- Colino Sueiras J, Martínez-Paz JM (2007). Productividad, disposición al pago y eficiencia técnica en el uso del agua: La horticultura intensiva de la Región de Murcia. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 7(14): 109-125. <https://doi.org/10.7201/earn.2007.14.06>.
- Colino Sueiras J, Martínez-Paz JM (2020). Sector Agrario. En: *Lecciones de Economía Española*, 15ª Ed (Ed. García-Delgado JL, Myro R), pp. 167-184. Civitas Thomson Reuters, Madrid, España.
- Doorenbos J, Kassam AH (1979). Yield response to water. *Estudio de Riego y Drenaje* 33. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, Roma, Italia.
- Du P, Samat A, Waske B, Liu S, Li Z (2015). Random forest and rotation forest for fully polarized SAR image classification using polarimetric and spatial features. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 105: 38-53. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.03.002>.
- García-Vila M, Lorite IJ, Soriano MA, Fereres E (2008). Management trends and responses to water scarcity in an irrigation scheme of Southern Spain. *Agricultural Water Management* 95: 458-468. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2007.11.009>.
- Gómez-Limón JA, Guerrero-Baena MD (2019). Diseño de un seguro indexado para la cobertura del riesgo de sequía hidrológica en la agricultura de regadío. *Agua y Territorio* 13: 79-92. <https://doi.org/10.17561/at.13.4057>.
- Gómez-Limón JA (2020). Hydrological drought insurance for irrigated agriculture in southern Spain. *Agricultural Water Management* 240: 106271. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106271>.
- Guerrero-Baena MD, Villanueva AJ, Gómez-Limón JA, Glenk K (2019). Willingness to pay for improved irrigation water supply reliability: An approach based on probability density functions. *Agricultural Water Management*. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.02.027>.
- Haab TC, McConnell KE (2002). Valuing environmental and natural resources: The econometrics of non-market valuation. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, Reino Unido.
- INE (2018). Estadística sobre el uso del agua. Instituto Nacional de Estadística. Disponible en: <https://www.ine.es/uc/KFMQdZ2K> (consultado: 25 abril 2020).
- IPCC (2020). Report on Climate Change and Land. The Intergovernmental Panel on Climate Change. 44 p. Disponible en: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch) (consultado: 25 abril 2020).

- Knapp T, Kovacs K, Huang Q, Henry C, Nayga R, Popp J, Dixon B (2018). Willingness to pay for irrigation water when groundwater is scarce. *Agricultural Water Management* 195: 133-141. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.10.013>.
- Leal García D, Gómez Cantero J (2015). Implicaciones del cambio climático en la transición hacia un modelo productivo de futuro. *Panorama Social* 21: 101-114.
- Lew DK, Wallmo K (2017). Temporal stability of stated preferences for endangered species protection from choice experiments. *Ecological Economics* 131: 87-97. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.08.009>.
- López-Becerra EI, Alcon F (2021). Social desirability bias in the environmental economic valuation: An inferred valuation approach. *Ecological Economics* 184: 106988. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.106988>.
- Lorite IJ, Mateos L, Fereres E (2004). Evaluating irrigation performance in a Mediterranean environment: I. Model and general assessment of an irrigation scheme. *Irrigation Science* 23(2): 77-84. <https://doi.org/10.1007/s00271-004-0095-9>.
- Lorite IJ, García-Vila M, Carmona MA, Santos C, Soriano MA (2012). Assessment of the irrigation advisory services' recommendations and farmers' irrigation management: a case study in Southern Spain. *Water Resources Management* 26(8): 2397-2419. <https://doi.org/10.1007/s11269-012-0023-3>.
- MAPA (2019). Anuario de estadística 2019. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.
- Mesa-Jurado MA, Martín-Ortega J, Ruto E, Berbel J (2012). The economic value of guaranteed water supply for irrigation under scarcity conditions. *Agricultural Water Management* 113: 10-18. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2012.06.009>.
- Mitchell RC, Carson RT (1989). Using surveys to value public goods: the contingent valuation method. RFF press, New York, USA. 484 pp. <https://doi.org/10.4324/9781315060569>.
- Moriana A, Orgaz F, Pastor M, Fereres E (2003). Yield responses of a mature olive orchard to water deficits. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 128(3): 425-431.
- Oehlert GW (1992). A note on the delta method. *American Statistician* 46(1): 27-29. <https://doi.org/10.1080/00031305.1992.10475842>.
- Perni A, Martínez-Carrasco F, Martínez-Paz JM (2011). Economic valuation of coastal lagoon environmental restoration: Mar Menor (SE Spain). *Ciencias Marinas* 37(2): 175-190. <https://doi.org/10.7773/cm.v37i2.1889>.
- Perni A, Barreiro-Hurlé J, Martínez-Paz JM (2020). When policy implementation failures affect public preferences for environmental goods: implications for economic analysis in the European water policy. *Ecological Economics* 169: 106523 <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106523>.
- PNOA (2020). Plan Nacional de Ortofotografía Aérea. Ortofotos digitales de los vuelos PNOA. Madrid: Ministerio de Fomento. Disponible en: <https://pnoa.ign.es/> (Consultado: 25 abril 2020)
- Rigby D, Alcon F, Burton M (2010). Supply uncertainty and the economic value of irrigation water. *European Review of Agricultural Economics* 37(1): 97-117. <https://doi.org/10.1093/erae/jbq001>.
- Rodríguez-Galiano VF, Ghimire B, Rogan J, Chica-Olmo M, Rigol-Sánchez JP (2012). An assessment of the effectiveness of a random forest classifier for land-cover classification. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 67: 93-104. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2011.11.002>.
- Roldán-Casas JA, Dios-Palomares R, Martínez-Paz JM (2013). Spatial integration of the European olive oil market. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria* 109: 458-475. <https://doi.org/10.12706/itea.2013.028>.
- Skourtos M, Kontogianni A, Harrison PA (2010). Reviewing the dynamics of economic values and preferences for ecosystem goods and services. *Biodiversity and Conservation* 19(10): 2855-2872. <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9722-3>.

Tang Z, Nan Z, Liu J (2013). The willingness to pay for irrigation water: A case study in Northwest China. *Global Nest Journal* 15(1): 76-84. <https://doi.org/10.30955/gnj.000903>.

Villanueva AJ, Glenk K (2021). Irrigators' preferences for policy instruments to improve water supply reliability. *Journal of Environmental Management* 280: 111844. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111844>.

Whitehead JC (2002). Incentive incompatibility and starting-point bias in iterative valuation questions. *Land Economics* 78(2): 285-297. <https://doi.org/10.2307/3147274>.

Whitehead JC (2016). Plausible responsiveness to scope in contingent valuation. *Ecological Economics* 128: 17-22. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.03.011>.

(Aceptado para publicación el 17 de junio de 2021)