

Tobarra González, Miguel Ángel; Castro Valdivia, Juan Patricio

Article

Incertidumbre hídrica y prima de riesgo en la agricultura de la cuenca del Segura

Atlantic Review of Economics

Provided in Cooperation with:

Economists Association of A Coruña

Suggested Citation: Tobarra González, Miguel Ángel; Castro Valdivia, Juan Patricio (2011) :
Incertidumbre hídrica y prima de riesgo en la agricultura de la cuenca del Segura, Atlantic Review of
Economics, ISSN 2174-3835, Colegio de Economistas de A Coruña, A Coruña, Vol. 2, pp. 1-17

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/67369>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Incertidumbre hídrica y prima de riesgo en la agricultura de la cuenca del Segura

Miguel Ángel Tobarra González

Departamento de Economía

Facultad de Ciencias de la Empresa (Antiguo Centro de Instrucción de Marinería)

Universidad Politécnica de Cartagena

miguel.tobarra@upct.es

Juan Patricio Castro Valdivia

Departamento de Economía

Facultad de Ciencias de la Empresa (Antiguo Centro de Instrucción de Marinería)

Universidad Politécnica de Cartagena

juanpatricio.castro@upct.es

Resumen

En este artículo se utiliza el concepto de prima de riesgo para valorar el coste de la incertidumbre hídrica de un agricultor adverso al riesgo en la cuenca del Segura. La estimación obtenida proporcionaría el incremento en la disposición a pagar por un recurso más seguro. Este cálculo puede ser tenido en cuenta por las autoridades a la hora de decidir la realización o no de determinadas obras hidráulicas. También sería de utilidad para las compañías de seguro, pues la variabilidad hídrica puede ser un componente a incluir en un seguro agrario combinado.

Abstract

In this article, premium risk concept is used to value the cost of water uncertainty for a risk adverse farmer in the Segura Basin. The obtained estimation would proportionate the increment in the willingness to pay for a more secure resource. This calculus can be taken into account by authorities by deciding the construction of determined hydraulic infrastructure. It can be also useful for insurance companies because water variability can be a component of an agrarian insurance.

Palabras clave: prima de riesgo, incertidumbre hídrica, prima de seguro, disposición a pagar por el agua

Clasificación JEL: Q12, Q25

1.- Introducción

La mayoría de los factores productivos agrarios pueden considerarse como no limitados ya que no existen, en principio, restricciones para su uso. Un agricultor podrá adquirir al precio que determinen las condiciones de oferta y demanda de un factor productivo la cantidad que desee del mismo (son los casos de la maquinaria, los fertilizantes o el trabajo). Sin embargo, los recursos naturales constituyen un tipo de factor productivo que no se ajusta a este patrón pues están claramente limitados. Un ejemplo es el del recurso natural agua en las zonas áridas como el sureste español. La agricultura de regadío de esta zona es la más rentable y competitiva de todo el país, genera una importante entrada de divisas vía exportaciones y las grandes diferencias de rendimiento con el secano hace inviable a éste como alternativa. Todo ello se traduce también en unas disposiciones al pago elevadas por el recurso natural agua si bien no existen auténticos mercados en los que entren en juego. En estos territorios, el agricultor no dispone del agua que necesitaría, lo que la convierte en un factor limitativo, y además, en muchas ocasiones, ni siquiera sabe con certeza la cantidad de la que va a disponer, lo que es un claro factor de incertidumbre.

La agricultura es una actividad especialmente expuesta al riesgo y Hardaker et al. (2004) distinguen entre varios tipos de riesgo. El riesgo en la producción se deriva de la naturaleza impredecible del tiempo meteorológico y la incertidumbre sobre el desarrollo de cultivos o ganado a través de la incidencia de enfermedades, plagas o cualquier otro factor impredecible. El riesgo de mercado (o de precios) hace referencia a la incertidumbre con respecto a los precios de mercado de los productos o de los inputs utilizados en el proceso productivo, ya que un agricultor no tiene certeza sobre los mismos en el momento en que toma sus decisiones sobre qué cultivar o que inputs utilizar. Al mismo tiempo, existe el denominado riesgo institucional que es el que se deriva de las decisiones de las autoridades que afectan a las explotaciones agrícolas. Ejemplos de ellas son la aparición de restricciones sobre el uso de pesticidas o fertilizantes, cambios en la normativa sobre desechos agrícolas o modificaciones fiscales que pueden afectar a la rentabilidad de las empresas. Otro riesgo es el humano o personal inherente a la propia vida de los agricultores pues determinadas crisis personales como una enfermedad, pueden causar serios daños a una explotación o sustanciales incrementos en los costes. El efecto agregado del riesgo en la producción, de mercado, institucional y personal es denominado riesgo empresarial (business risk). A éste, habría que añadir el riesgo financiero como incrementos inesperados en los tipos de interés o la carencia de fondos en el momento requerido.

Los agricultores tratan de protegerse ante el riesgo con estrategias diversas. Entre ellas, hay algunas que podríamos clasificar como informales, especialmente utilizadas por agricultores de países en vías de desarrollo, como la diversificación de cultivos (Matlon 1990), almacenamiento de cereales (Udry 1994) o la posesión de ganado (Christensen 1989). Sin embargo, estas estrategias poco sofisticadas plantean inconvenientes y son especialmente vulnerables a episodios como las sequías, que afectan a amplias zonas (Sakurai y Reardon 1997).

En los países desarrollados, las estrategias son más complejas y pueden incluir con facilidad seguros agrarios. Así, en Estados Unidos, Sherrick et al. (2004) estudian los factores que influyen en las decisiones de los agricultores a la hora de contratar o no seguros agrarios y encuentran una mayor probabilidad para su contratación en el caso de explotaciones más grandes, antiguas, con menor grado de propiedad y mayor riesgo percibido en la productividad.

Repasando la problemática de los seguros, Mahul y Vermersch (2000), señalan que los programas de seguros individuales no tienen éxito como consecuencia de problemas de riesgo moral y selección adversa mientras que los programas de seguros de producción por zonas tampoco lo tienen como consecuencia de la importancia del riesgo sistémico. Éste hace referencia a aquellos sucesos que afectan a todos los agricultores de la zona a la vez (como una sequía) y que hacen que el riesgo de la producción agrícola no sea diversificable ni reasegurable. Los mercados financieros sí tienen capacidad para diversificar este riesgo por lo que los contratos de futuros y opciones de seguros de producción agrícola pueden ser los instrumentos adecuados para conseguir asegurar las cosechas. Estos autores realizan una ilustración empírica de estos resultados teóricos con una muestra de productores de trigo en Francia y concluyen, que efectivamente, los contratos de futuros y opciones suministran una mayor protección global frente al riesgo que los programas de seguros individuales.

Diversos autores han tenido en cuenta la incertidumbre hídrica en sus modelos. Así, a modo de ejemplos, podemos señalar los trabajos de Burt (1967), Knapp y Olson (1995) y Rubio y Castro (1996) relativos a la explotación óptima de acuíferos, los de Calatrava y Garrido (2005), Hollinshead y Lund (2006) o Ranjan y Shogren (2006) en mercados de agua, o el de Howitt y Taylor (1993) que concluyen que el agua es usada menos intensamente en un contexto de oferta hídrica incierta. Sin embargo, en ellos, aunque se tiene en cuenta la incertidumbre, no se ha tratado de valorar la misma explícitamente, estudiando los aspectos económicos que tendría su desaparición y las posibilidades que ello abre en el campo de la gestión del agua.

Éste es un aspecto novedoso de este artículo pues se utiliza el concepto de prima de riesgo (premium risk) para tratar de valorar la desaparición de la incertidumbre hídrica.

Asimismo, puesto que la variabilidad hídrica es una contingencia que puede cubrir un seguro agrario, la prima de riesgo aquí calculada puede ser la valoración de un componente de un seguro agrario combinado. Éste haría referencia a la disposición a pagar de un agricultor porque se le garantizara, año a año, una determinada disponibilidad de agua, evitando las oscilaciones interanuales en torno a un valor medio. Se investiga así en un campo poco desarrollado hasta ahora en España, el de los seguros agrarios, con algunas excepciones como las de Sumpsi et al. (2003), Estavillo Dorado et al. (2005), Bielza et al. (2007) y Aguado y Garrido (2008).

El factor productivo agua puede ser considerado como una variable estocástica. El agricultor no sabe la cantidad de la que va a disponer, ésta depende, entre otros factores, en la cuenca del Segura, de las precipitaciones intra e inter cuencas y de decisiones políticas (piénsese en los trasvases). El agricultor no puede pensar en términos del agua que necesitaría, lo que equivaldría a pensar que existe un mercado de agua en el que abastecerse a un precio dado, sino que debe adaptar su comportamiento a la disponibilidad de agua existente.

En este artículo, se considera que la incertidumbre hídrica se traduce en riesgo en la producción, pues la variabilidad en las disponibilidades del recurso agua se traduce en variabilidad de la superficie de regadío y, por tanto, en variabilidad de la producción.

Dado que la mayoría de las personas prefieren resultados seguros a situaciones con resultados variables, aunque tengan el mismo valor esperado, una menor oscilación del agua en torno a un valor medio, permitiría una menor oscilación de la producción y, ceteris paribus, de los beneficios agrícolas. El hecho de una menor oscilación de los beneficios supondría, por sí sola, una mayor utilidad y bienestar, que se tratará de valorar económicamente en este artículo. Asimismo, esta valoración económica nos puede dar una medida del incremento en la disposición a pagar por un recurso más seguro (aunque no más abundante), que puede ser de utilidad para las autoridades hídricas, por ejemplo, a la hora de construir infraestructuras hidráulicas y para las compañías de seguros a la hora de calcular adecuadamente primas de seguro.

En la próxima sección se tratarán aspectos teóricos y metodológicos, en la sección tres se realizará una simulación con las respuestas a una encuesta realizada sobre una muestra de comunidades de regantes de la cuenca del Segura. Finalmente, en la sección cuatro se presentan las conclusiones.

2.- Metodología

Primero se comprobará de una manera sencilla que la desaparición de la incertidumbre hídrica generaría una menor variabilidad en los beneficios de los agricultores adoptando el siguiente supuesto simplificador. En las tierras de regadío, el agricultor combina de forma óptima una serie de factores productivos (tierra, trabajo, fertilizantes, semillas, agua...). Esto le permite alcanzar una rentabilidad máxima por hectárea, dados unos precios del producto y los factores de producción. Si toda la superficie pudiera ser regada, se alcanzaría el que denominamos beneficio potencial de la explotación (BP),

$$BP = (P \cdot r - \sum_{j=1}^n P_j) s \quad [1]$$

donde

P es el precio del producto

r el rendimiento por hectárea

P_j de $j=1, \dots, n$, es el gasto por hectárea de cada uno de los n factores productivos utilizados en la explotación (incluido el agua) y

s la superficie de regadío de una explotación.

Sin embargo, las habituales restricciones de agua impiden que se pueda regar toda la superficie calificada de regadío. Dependiendo de la mayor o menor superficie que pueda finalmente ser regada en una campaña, mayor o menor será el beneficio obtenido en una explotación agrícola. Si toda la superficie pudiera regarse, se alcanzaría el beneficio potencial. Caso de no poder hacerse, el beneficio vendría dado por la siguiente expresión,

$$B = (P \cdot r - \sum_{j=1}^n P_j) \cdot s \cdot \Omega(e) + u \quad [2]$$

siendo $\Omega(e)$ el porcentaje de tierra que puede ser regado, y que está relacionado directamente con el agua disponible. Puede considerarse como una distribución de probabilidad que toma valores entre cero y uno, $\Omega \in [0,1]$. Cada campaña, indicaría el porcentaje de agua recibida sobre el total de agua que una comunidad de regantes o un agricultor tiene teóricamente asignada en su concesión. Este porcentaje será mayor o menor dependiendo de variables no controlables como las lluvias en cuencas cedentes o factores políticos, que se recogerían en el término “e”.

Si $\Omega(e) = 0$, una comunidad no dispone de agua para regar ese año.

Si $\Omega(e) = 1$, una comunidad dispone de toda su dotación de agua para regar ese año.

“u” es un término estocástico, que recogería imprevistos de todo tipo, y que se supone se comporta como un ruido blanco con media cero y varianza constante.

La variabilidad de la ecuación [2] vendrá dada por su varianza:

$$Var(B) = [(P \cdot r - \sum_{j=1}^n P_j) \cdot s]^2 Var(\Omega(e)) + Var(u) \quad [3]$$

Ahora bien, si un agricultor tuviese garantizada plenamente su dotación de agua en un determinado nivel, la disponibilidad del recurso no sería una variable estocástica y la variabilidad del beneficio quedaría considerablemente reducida ya que el primer componente de la expresión anterior desaparecería pues $Var(\Omega(e)) = 0$.

Una vez se ha verificado que una menor variabilidad hídrica redundaría en una menor variabilidad del beneficio, el paso siguiente sería tratar de valorar la desaparición de dicha variabilidad.

La teoría económica señala que los individuos reaccionan de manera distinta ante situaciones de incertidumbre. Hay individuos que escapan y evitan situaciones de riesgo, mientras que otros individuos afrontan riesgos y prosperan en ambientes arriesgados. La hipótesis de la utilidad esperada explica estas diferencias de comportamiento a través de las diferentes formas de las funciones de utilidad de los individuos. Así, dada una función de utilidad con un único argumento, el dinero (riqueza, renta de una persona), la función de utilidad de un individuo que prefiere la certidumbre, que es adverso al riesgo, muestra una utilidad marginal del dinero positiva pero decreciente a medida que la cantidad de éste aumenta; la función de utilidad de un individuo que es amante del riesgo, muestra una utilidad marginal del dinero positiva y creciente con la cantidad de éste; la función de utilidad de un individuo neutral ante el riesgo muestra una utilidad marginal del dinero constante.

La mayoría de los estudios señalan que los agricultores son adversos al riesgo (Lin et al. 1974, Binswanger 1981, Antle 1987, Saha et al. 1994, Lien y Hardaker 2001, Kim y Chavas 2003, etc). Por ello, se usará una función de utilidad logarítmica para representar las preferencias y bienestar de los agricultores.

Una cuestión a tratar en estas circunstancias es el argumento de la función de utilidad.

Hardaker et al. (2004) señala que tres alternativas son habitualmente utilizadas en los modelos agrícolas: riqueza, renta o ganancias y pérdidas. En teoría, podría esperarse que los individuos integrasen sus valoraciones de preferencias para estas tres variables ya que ganancias y pérdidas pueden ser consideradas como cambios marginales de la riqueza, mientras que la riqueza puede ser conceptualizada como el valor capitalizado de todas las rentas presentes y futuras¹. En este artículo, se utiliza la variable beneficio como argumento de la función de utilidad como Howitt y Taylor (1993).

Siguiendo las hipótesis de Von Neumann-Morgenstern, se considerará que los agentes económicos tratan de maximizar su utilidad esperada, el valor esperado de su índice de utilidad. Dado que se supone que los agricultores son individuos adversos al riesgo, se utilizará la función $U(B) = \ln(B)$ para representar el índice de utilidad de estos agentes. Esta función de utilidad, a la que Pratt (1964) denominaba función de utilidad “de todo el mundo”, muestra un coeficiente de aversión absoluta al riesgo decreciente en el nivel de beneficios y un coeficiente de aversión relativa al riesgo constante².

¹ Así, para ganancias y pérdidas podríamos decir que $W = W_0 + g$ donde W es la riqueza, W_0 la riqueza inicial y g ganancia o pérdida.

La integración de la renta en este esquema depende de cómo fuese vista la renta en cada caso particular. Si la decisión arriesgada bajo consideración afecta a la renta en un año solo, entonces la diferencia entre renta real y la renta “normal” puede ser vista como una ganancia o una pérdida y , por tanto, podría esperarse que se tratara como antes, $W = W_0 + i - i_p$ donde i es la renta temporal e i_p es la renta permanente.

Si la renta afectada es la renta permanente, la renta en algunos años futuros, la relación integradora sería $W = cy_p$ donde c es un factor de capitalización e y_p es la renta permanente.

² En los análisis económicos del riesgo, puede ser conveniente disponer de una medida del grado de aversión al riesgo de los individuos. Una medida muy utilizada es el denominado coeficiente de aversión absoluta al riesgo, $c_a(W)$, inicialmente desarrollado por J.W.Pratt (1964), que lo definió como

$$c_a(W) = -U''(W) / U'(W) \text{ donde } W \text{ es el nivel de riqueza.}$$

Dado que la utilidad marginal del dinero es positiva pero decreciente para un agente adverso al riesgo, este coeficiente es positivo para este tipo de agente, e implica que la aversión al riesgo es decreciente en el nivel de riqueza.

Otra medida del grado de aversión al riesgo sería el coeficiente de aversión relativa al riesgo, $c_r(W)$, definido como $c_a(W)$ multiplicado por la riqueza.

$$c_r(W) = W c_a(W) = W \{-U''(W) / U'(W)\}.$$

Dada la función de utilidad que nosotros utilizamos, $\ln(B)$, podemos constatar que los coeficientes de aversión absoluta y relativa al riesgo son, respectivamente:

$$c_a(B) = 1 / B \text{ donde } B \text{ es el nivel de beneficios de una comunidad de regantes, y}$$

$$c_r(B) = B c_a(B) = B (1 / B) = 1, \text{ esto es una aversión relativa al riesgo constante.}$$

Un individuo adverso al riesgo estará dispuesto a pagar una determinada cantidad, un seguro, por protegerse de una determinada contingencia. Ésta es la denominada prima de riesgo, que se define como la diferencia entre el beneficio esperado y la certeza equivalente. La certeza equivalente es la suma segura de dinero que haría que una persona fuese indiferente entre aceptar el riesgo o aceptar la suma segura. La razón de la existencia de esta prima es que para un individuo adverso al riesgo, la utilidad del beneficio esperado es superior a la utilidad esperada del beneficio, esto es, la utilidad de las distintas realizaciones posibles de beneficio, ponderadas cada una por la probabilidad de que sucedan (p_i en la fórmula [4]). En este artículo, vistos los vínculos entre variabilidad hídrica y variabilidad del beneficio, se identifica esta prima de riesgo con una prima de seguro que el agricultor está dispuesto a pagar por protegerse de una asignación de agua variable que genera un beneficio variable. Así, la prima de seguro γ sería la que resolviera la siguiente ecuación:

$$\ln\{E[\Omega]BP - \gamma\} = \sum_{i=1}^n p_i \ln \Omega_i BP \quad [4]$$

Esta prima de seguro puede ser un indicador del coste de la incertidumbre hídrica. Su desaparición proporcionaría cierto margen para una hipotética subida de tarifas de agua en el caso de que se tomen medidas que aseguren el suministro de agua a los regantes. Por tanto, sería posible un incremento de tarifas que, acompañadas de esta reducción del riesgo, deje inalterado el bienestar de los agricultores.

A continuación, se tratará de hacer una estimación de la prima de seguro que pueden tener los agricultores de la cuenca del Segura y del margen que a través de ella quedaría para una subida en las tarifas hídricas, siempre y cuando se tomaran medidas que garantizaran un determinado nivel de suministro de agua.

3.- Simulación

El cálculo de la prima de seguro se ha realizado en base a las respuestas de 44 comunidades de regantes situadas en la cuenca del Segura, obtenidas sobre un total de 135 a las que se le envió un cuestionario en 2005. La superficie de las mismas asciende a un total de 136.256 hectáreas de las que el 97% son de regadío, lo que supondría aproximadamente el 50% del total de las 265.969 hectáreas de regadío que, en la cuenca del Segura, contabiliza el Libro Blanco del Agua.

La pregunta doce del cuestionario resulta muy significativa a la hora de estudiar la escasez de recursos hídricos en esta cuenca. En ella se pregunta para la serie histórica 1990-2003, los hm³ de agua a los que se tiene derecho y los hm³ recibidos anualmente. A esta pregunta únicamente dieciocho comunidades han contestado en todos sus campos (la dificultad de disponer de datos para un periodo amplio de tiempo y/o el esfuerzo necesario para responder a esta cuestión son posibles motivos para una menor tasa de respuesta observada en esta pregunta). No obstante, es significativo el hecho de que todos los años de la serie muestran un volumen de agua recibido significativamente inferior al que se tiene derecho. Además, son escasas las comunidades que reciben el agua correspondiente a su dotación teórica. Esta muestra se puede considerar aceptable ya que las hectáreas de riego estudiadas (80.458) suponen casi el 60% de la muestra inicial y un 30% del total de regadío de la cuenca. El periodo analizado es lo suficientemente amplio, quedando en él incluidas situaciones de sequía como la vivida en los años 1992-1995 con situaciones de bondad hídrica de los años 1998-2002.³

Estimación de la prima de seguro

Un agricultor no sabe al principio de la campaña agrícola del agua que va a disponer. Observando las asignaciones históricas podría hacerse una idea de la distribución que seguiría su asignación de agua en base a una media y unos valores máximos y mínimos que darían el recorrido de esa distribución. Partiendo del hecho de que es un individuo adverso al riesgo, estaría dispuesto a pagar una cantidad (una prima de seguro) por asegurarse el que sería beneficio esperado a priori, correspondiente con la asignación media de agua. La utilidad que obtendría de este beneficio seguro sería superior a la que obtendría con la realización de un juego justo en el que entran en juego las asignaciones realmente recibidas cada año con la probabilidad de su frecuencia relativa. La utilidad del beneficio esperado es superior a la utilidad esperada de las distintas realizaciones posibles de beneficio.

³ Habría de señalarse la dificultad que existe para conseguir información de campo con la que realizar estudios de este tipo. Por eso es de agradecer la colaboración de las comunidades de regantes que a continuación se citan: Heredamiento Aguas Torres de Cotillas, Comunidad de Regantes de Aguas del Tránsito Tajo-Segura de Librilla, Riegos de Levante Margen Derecha, Comunidad de regantes del Campo de Cartagena, Juzgado Privativo de aguas de Callosa, Comunidad de regantes Rafá y Pozo de las Atalayas, Comunidad de regantes de Aguas del Tránsito Tajo-Segura, Comunidad de regantes Rambla Salada, Heredamiento de regantes de Molina de Segura, Comunidad de regantes San Miguel, Heredamiento de aguas Huerta de Colomi y Tirieza, Comunidad de Regantes San Onofre y Torremendo, Comunidad de Regantes Miravete-Beniaján, Comunidad de Regantes La Purísima, Heredamiento de Aguas de Alguazas, Comunidad de Regantes Jumilla-Cañada del Judío, Comunidad de Regantes de Campotéjar y Comunidad de Regantes Tránsito Tajo Segura de Sangonera la Seca.

Por otro lado, en relación a la representatividad del estudio, lo ideal sería disponer de datos de toda la población. La información disponible supone un 30% del regadío de la cuenca del Segura. No obstante, la mayoría de las respuestas recibidas proceden de comunidades que reciben agua del Acueducto Tajo-Segura. Si redujésemos la población de estudio a las hectáreas de regadío que reciben agua trasvasada desde el Tajo, que serían 141.000, la muestra ascendería al 57% de la población.

A partir de las respuestas de las dieciocho comunidades, se obtiene una asignación real anual para el conjunto de la cuenca. Para ello se ha ponderado la respuesta de cada comunidad con el porcentaje que supone su superficie dentro de la superficie total de la muestra relevante. La asignación media recibida en el periodo de estudio es igual al 60% de la dotación teórica, destacando el año 1994 como el más seco (se recibió el 28,36%) y el año 1998 como el más benigno (se recibió el 80,54 %).

Haciendo un sencillo cálculo, la prima de seguro γ es la que resuelve la siguiente ecuación

$$\ln\{E(\Omega)(P \cdot r - \sum_{j=1}^n P_j)s - \gamma\} = \sum_{i=1}^n \frac{f_i}{F} \ln \Omega_i (P \cdot r - \sum_{j=1}^n P_j)s \quad [5]$$

donde Ω_i son los posibles resultados de la variable aleatoria agua, en nuestro caso, el porcentaje que de la dotación teórica de agua se recibe anualmente

f_i el número de veces que se observa ese resultado y

F el número de realizaciones disponibles (14, las correspondientes a la serie anual 1990-2003).

Resolviendo la ecuación [5] se obtiene la siguiente prima de seguro

$$\gamma = (0,58413983 - 0,54790332) \cdot (P \cdot r - \sum_{j=1}^n P_j) \cdot s = 0,036 \cdot (P \cdot r - \sum_{j=1}^n P_j) \cdot s$$

Es decir, un agricultor está dispuesto a pagar una prima de seguro igual al 3,6 % de su beneficio potencial porque le aseguren la asignación esperada de agua, y con ello, el beneficio esperado. La valoración que estos agentes estarían haciendo de la reducción en la variabilidad del beneficio asociada a la variabilidad hídrica, es de un 3,6 % del beneficio potencial de su explotación. Dados estos resultados, las autoridades conseguirían incrementar el bienestar de los agricultores si consiguieran reducir la variabilidad de las asignaciones reales que éstos reciben, por lo que tiene sentido realizar acciones encaminadas a lograr este objetivo. Medidas como permitir que un agricultor pueda posponer su consumo de agua de una campaña a otra, combinar la utilización de agua superficial y subterránea o permitir cesiones de agua entre agricultores que permitan amortiguar las diferencias interanuales de los caudales recibidos, lograrían mejoras de bienestar aún sin disponer de mayores recursos. En este contexto, los Bancos de Agua podrían tener un papel fundamental, pues facilitarían la adopción de las medidas señaladas y dotarían de más flexibilidad y capacidad de adaptación al regadío.

Para traducir la desaparición de la incertidumbre hídrica en disposición al pago por el agua se necesita información acerca de la rentabilidad del regadío. Se utilizará para ello los

datos de rentabilidad incluidos en Albiac et al. (2008). En el citado artículo se señala que en la cuenca del Segura, 154.800 has de regadío generan una renta neta de 536 millones de euros utilizando para ello 863 hm³ de agua. Con el dato de renta neta y de superficie de regadío podemos obtener una rentabilidad media para la cuenca de 3.462,5 euros por hectárea.

El 3,6 % de este beneficio por hectárea se traduciría en una disposición a pagar por un seguro contra la incertidumbre hídrica de 124,65 euros por hectárea, como media para la cuenca. No obstante, dependiendo de la rentabilidad del cultivo, esta disposición a pagar variaría, siendo muy superior en cultivos de invernadero⁴. Esta estimación sería únicamente un componente de la prima de un seguro agrario combinado, pues hay otras fuentes de riesgo además de la estudiada, relativas a otros acontecimientos como incendios, granizo, plagas o volatilidad de los precios agrarios. Sin embargo, este cálculo supone un esfuerzo, basado en fundamentos microeconómicos, para tratar de evaluar adecuadamente dichas primas de seguro.

Tomando como referencia una dotación media para la cuenca del Segura de 5000 m³ por hectárea⁵, las cifras anteriores equivaldrían a un incremento en la disposición a pagar por m³ de agua de 2,5 céntimos de euro para el conjunto de la demarcación.

Por tanto, cabe concluir que la reducción de la variabilidad en las asignaciones de agua, haciendo que los agentes recibieran la cantidad media correspondiente al periodo 1990-2003, implicaría la desaparición de una prima de seguro correspondiente al 3,6 % del beneficio de una explotación. Ello se podría traducir en una mayor disposición al pago de los agricultores por el recurso natural agua siempre que esa media quede garantizada. Este incremento en la disposición a pagar (que dependería de la propia rentabilidad de las explotaciones y de la variabilidad de la cantidad de agua recibida cada año) podría ser un dato a tener en cuenta a la hora de decidir la realización o no de determinadas infraestructuras hidráulicas.

Bajo los supuestos que hemos adoptado, si los agricultores fuesen neutrales al riesgo, la prima de seguro sería nula. Si fuesen propensos al riesgo, la variabilidad del beneficio no supondría una pérdida de utilidad. Este último caso es teóricamente posible pero no es esperable encontrar agricultores amantes del riesgo.

Estos cálculos deben considerarse una disposición mínima a pagar, pues únicamente se han tenido en cuenta aspectos relacionados con las preferencias de los individuos, con el

⁴ Si consideramos una renta neta de 15.000 euros por hectárea de invernadero, la disposición a pagar ascendería a 540 euros por hectárea. Con una dotación de 5.000 m³ por hectárea, ello supondría un incremento en la disposición a pagar de casi 11 céntimos de euro por m³, siempre que el caudal recibido quede garantizado en el nivel medio del periodo 1990-2003.

⁵ Dato manejado en varios estudios y muy aproximado al de Albiac et al. (2008).

rechazo que suelen generar las situaciones de incertidumbre en los agentes económicos. Se ha valorado el incremento de bienestar que podría generar la garantía de una dotación de agua correspondiente al valor de la asignación media recibida durante el periodo de estudio. Otra cuestión es que la desaparición de dicha incertidumbre pudiese generar por añadidura una mayor rentabilidad de las explotaciones al traducirse en una mejor toma de decisiones o ajuste de los factores productivos que podría redundar en mayores beneficios⁶.

4.- Conclusiones

El agua es un factor limitativo en las zonas agrícolas de la cuenca del Segura. Las comunidades de regantes de esta demarcación no disponen del agua que tienen teóricamente asignada. Esto se traduce en la imposibilidad de poder regar toda la superficie o soportar infradotación en los cultivos. Este problema tiene difícil solución y podría agravarse como consecuencia de la sobreexplotación de aguas subterráneas. La única manera, a priori, de acabar con esta limitación sería la llegada de nuevas aportaciones procedentes de trasvases de otras cuencas o la desalación, combinadas con algunas políticas de demanda y ciertas ayudas al sector agrario.

Otra cuestión de relevancia en este territorio es la incertidumbre acerca de la cantidad de agua de la que finalmente se dispondrá en una campaña para regar (incertidumbre y riesgo asociado). Este artículo trata de estimar el coste de la incertidumbre hídrica para un agricultor en la cuenca del Segura, utilizándose para ello el concepto de prima de riesgo.

Dado que los agricultores son adversos al riesgo, estarían dispuestos a pagar una determinada suma por asegurarse una cantidad cierta de agua, ya que la variabilidad de la misma se traduce en variabilidad de sus beneficios. Si la variabilidad en las disponibilidades hídricas se redujese al mínimo, desaparecería la incertidumbre en relación a este factor y la prima de riesgo vinculada a la misma. En general, todas las medidas que permitan reducir la variabilidad de la dotación real lograrían mejoras del bienestar de los agricultores aún sin disponer de mayores caudales. En esta línea puede tener un papel de importancia la constitución de Bancos de Agua, si bien su funcionamiento no debería limitarse a periodos de sequía.

⁶ Ese incremento en los beneficios (en que se traduciría el ahorro de costes) puede considerarse como un incremento en la disposición a pagar (así se recogió en Eckstein (1958) por primera vez y se ha utilizado en artículos como el de Pattanayak y Kramer (2001)).

En este trabajo se ha calculado dicha prima como un 3,6 % del beneficio de una explotación. Ello se traduce en un incremento en la disposición a pagar por el agua, por parte de los agricultores de la cuenca del Segura, de 124,65 euros por hectárea ó de 2,5 céntimos por m³ como media, siempre que el suministro de agua quede garantizado en un determinado nivel (aproximadamente el 60% de la dotación teórica). No obstante, con los cultivos más rentables esta disposición a pagar ascendería notablemente.

Hay que destacar que los cálculos realizados aquí se refieren al coste que tiene la incertidumbre como consecuencia de las preferencias de los agricultores, de su aversión al riesgo, sin tener en cuenta otros aspectos derivados de la incertidumbre hídrica que pudieran suponer algún coste. Así pues, nuestra estimación debe entenderse como una disposición mínima a pagar por conseguir la desaparición de la variabilidad en las asignaciones.

Esta prima de riesgo se puede asimilar a un componente de la prima de un seguro agrario combinado. Este componente haría referencia exclusivamente a la variabilidad hídrica. Mostraría la disposición a pagar del agricultor por asegurarse la asignación media de agua que ha recibido en un periodo de tiempo relevante, anterior a la campaña en que se ha de contratar el seguro. Esta estimación presenta como principal atractivo su cálculo sencillo, basado en variables objetivas, que no dependen del tipo de agente que contrata el seguro, ni de su comportamiento tras la firma del mismo, por lo que está exento de problemas de selección adversa y riesgo moral.

Referencias bibliográficas

- Aguado Manzanares, S. y Garrido Colmenero, A. (2008). "Evaluación de un seguro agrario mediante opciones reales". *Revista de Economía Aplicada* 47 (vol XVI), 51-76.
- Albiac, J., Tapia, J., Meyer, A., Hanemann, M., Mema, M., Calatrava, J., Uche, J. y Calvo, E. (2008). "Los problemas económicos de la planificación hidrológica". *Revista de Economía Aplicada* 47 (vol XVI), 25-50.
- Antle, J.M. (1987). "Econometric estimation of producers' risk attitudes". *American Journal of Agricultural Economics* (August) 69, 509-522.
- Bielza Díaz-Caneja, M., Garrido Colmenero, A. y Sumpsi Viñas, J.M. (2007). "Finding optimal price risk management instruments: The case of Spanish Potatoe Sector". *Agricultural Economics*, vol. 36, nº 1, 67-78.
- Binswanger, H.P. (1981). "Attitudes toward risk: theoretical implications of an experiment in rural India". *Economic Journal* 91 (December), 867-889.
- Burt, O.R. (1967). "Temporal allocation of groundwater". *Water Resources Research* 3, 45-56.
- Calatrava, J. y Garrido, A. (2005). "Modelling water markets under uncertain water supply". *European Review of Agricultural Economics* 32 (2), 119-142.
- Christensen, G.N. (1989). "Determinants of Private Investment in Rural Burkina Faso". PhD dissertation, Cornell University.
- Eckstein, O. (1958). "Water resource development: the economics of Project evaluation". Cambridge, Mass. Harvard Univ. Press.
- Estavillo Dorado, J., Aguado Manzanares, S., Bielza Díaz-Caneja, M., Garrido Colmenero, A. y Sumpsi Viñas, J.M. (2005). "El nuevo seguro de ingresos de la patata: una evaluación preliminar". *Economía Agraria y Recursos Naturales*, vol.5, 9, 139-163.
- Hardaker, J.B., Huirne, R.B.M. y Anderson, J.R. (2004). "Coping with risk in Agriculture". Wallingford, UK. Second Edition. CABI Publishing.
- Hollinshead, S.P. y Lund, J.R. (2006). "Optimization of environmental water purchases with uncertainty". *Water Resources Research*, 42, W08403.

- Howitt, R.E. y Taylor, C.R. (1993). "Some microeconomics of agricultural resource use". In "Agricultural and Environmental Resource Economics". Oxford: Oxford University Press, G.A. Carlson, D. Zilberman y J.A. Miranowski (eds), 28-68.
- Knapp, K.C. y Olson, L.J. (1995). "The economics of conjunctive groundwater management with stochastic surface supplies". *Journal of Environmental Economics and Management* 28, 340-356.
- Kim, K. y Chavas, J.P. (2003). "Technological change and risk management: an application to the economics of corn production". *Agricultural economics* 29, 125-142.
- Lien, G. y Hardaker, J.B. (2001). "Whole-farm planning under uncertainty: impacts of subsidy scheme and utility function on portfolio choice in Norwegian agriculture". *European Review of Agricultural Economics* 28 (1), 17-36.
- Lin, W., Dean, G.W. y Moore, C.V.(1974). "An empirical test of utility versus profit maximization in agricultural production". *American Journal of Agricultural Economics* 56 (August), 497-508.
- Mahul, O. y Vermersch, D. (2000). "Hedging crop risk with yield insurance futures and options". *European Review of Agricultural Economics* 27 (2), 109-126.
- Matlon, P. (1990). "Farmer risk management strategies: The Case of West-African Semi-Arid Tropics". The World Bank's Tenth Agriculture Sector Symposium, Washinton DC.
- Ministerio de Medio Ambiente (1998). Libro Blanco del Agua en España.
- Pattanayak, S.K. y Kramer, R.A. (2001). "Pricing ecological services: willingness to pay for drought mitigation from watershed protection in eastern Indonesia". *Water Resources Research* 37 (3), 771-778.
- Pratt, J.W. (1964). "Risk Aversion in the Small and in the Large". *Econometrica* 32, 122-136.
- Rajan, R. y Shogren, J.F. (2006). "How probability weighting affects participation in water markets". *Water Resources Research*, 42 W08426.
- Rubio, S.J. y Castro, J.P. (1996). "Long run groundwater reserves under uncertainty". *Investigaciones Económicas*. Vol. XX(1), 71-88.

- Sakurai, T. y Reardon, T. (1997). "Potencial demand for drought insurance in Burkina Faso and its determinants". *American Journal of Agricultural Economics* 79 (November), 1193-1207.
- Saha, A., Shumway, C.R. y Talpaz, H. (1994). "Joint estimation of risk preference structure and technology using expo-power utility". *American Journal of Agricultural Economics* 76 (May), 173-184.
- Sherrick, B.J., Barry, P.J., Ellinger, P.N. y Schnitkey, G.D. (2004). "Factors influencing farmers' crop insurance decisions". *American Journal of Agricultural Economics* 86 (February), 103-114.
- Sumpsi Viñas, J.M., Garrido Colmenero, A., Bielza Díaz-Caneja, M., Estavillo Dorado, J., Ambrosio Flores, L., Navas Moreno, N. y Aguado Manzanares, S. (2003). Estudio de viabilidad de un seguro de precios en el sector de la patata. Informe de Síntesis. Estudio para la Entidad Estatal de Seguros Agrarios (ENESA).
- Traxler, G.J., Falk-Zepeda, J.L., Ortiz-Monasterio, R. y Sayre, K. (1995). "Production risk and the evolution of varietal technology". *American Journal of Agricultural Economics* 77 (February), 1-7.
- Udry, C. (1994). "Risk and Insurance in a Rural Credit Market: An Empirical Investigation in Northern Nigeria". *Rev. Econ. Stud.* 61 (July 1994), 495-526.