

## **Evaluación de alternativas de desacoplamiento total de ayudas COP: el caso de la agricultura de regadío en el valle del Guadalquivir\***

Manuel Arriaza y Pedro Ruiz Avilés

*Dpto. Economía y Sociología Agrarias. CIFA «Alameda del Obispo».*

José Antonio Gómez-Limón

*Dpto. Economía Agraria, ETSIAA Palencia. Universidad de Valladolid*

---

**RESUMEN:** El presente artículo compara la reforma de la PAC aprobada en junio de 2003 con un hipotético escenario de mayor liberalización en el que se permite la substitución de cultivos COP (cereales, oleaginosas y proteaginosas) por cultivos hortícolas y/o patatas. La simulación se lleva a cabo mediante el cálculo de una función de utilidad multiatributo para cada grupo homogéneo de agricultores: tres grupos en cada una de las tres comunidades de regantes. El método de cálculo de las funciones de utilidad no requiere ninguna interacción con el centro decisor. La validación de los modelos confirma la validez de esta metodología para la simulación de las decisiones de cultivo de estos productores. Los resultados sugieren que con el sistema alternativo propuesto, por un lado, es posible incrementar los ingresos de los agricultores manteniendo el mismo gasto presupuestario, y por otro, que son los pequeños productores los más beneficiados por esta medida.

---

**PALABRAS CLAVE:** PAC, Decisión multicriterio, Función de utilidad, Disociación de ayudas.

---

**Clasificación JEL:** Q12, Q18, C61 y Q15.

---

---

\* Los autores quieren manifestar su agradecimiento a los dos evaluadores anónimos cuyos comentarios y sugerencias han contribuido a la mejora de la versión inicial de este trabajo.

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología por medio del proyecto MULTIAGRO (AGL2003-07446-C03-01).

---

*Dirigir correspondencia a:* Manuel Arriaza. e-mail: manuel.arriaza.ext@juntadeandalucia.es. José Antonio Gómez-Limón: limon@iaf.uva.es

Recibido en octubre de 2003. Aceptado en abril de 2004.

### Assessment of an alternative decoupled agricultural support scheme for cop crops: the case of irrigated farms in the Guadalquivir Valley

**SUMMARY:** In this paper we compare the current CAP Reform with a more market-orientated policy which allows the substitution of COP for vegetables (including potatoes). In order to reproduce farmers' decision-making process, we first group farmers by farm size into three categories and then elicit a general utility function for each group. The elicitation of the bi-attribute utility functions, based on observed crop land allocation, does not require interaction with the farmers. The validation of the model seems to justify the methodological approach. The results regarding the alternative scheme proposed suggest that, with the same EAGGF expenditure, small and medium-sized farms in this region would benefit from this alternative scheme in terms of higher expected total gross margin, flexibility and freedom of crop choice.

**KEYWORDS:** CAP, Multicriteria Decision Making, Utility function, Decoupled subsidy.

**JEL classification:** Q12, Q18, C61 y Q15.

## 1. Introducción

La historia de la Política Agraria Común (PAC) ha sido, desde su creación en los primeros años sesenta, una continua sucesión de cambios, fruto de la necesaria respuesta de los poderes públicos a los sucesivos retos a los que debía hacer frente el sector. En este sentido, la última modificación importante de esta política común se ha producido en junio de 2003 con la llamada Reforma Intermedia de la PAC cuyo principal objetivo ha sido la adaptación *ex ante* de la PAC a las nuevas negociaciones de la OMC.

Debido a que la Agenda 2000 tenía como primer objetivo la profundización de la Reforma de 1992 y el consiguiente acercamiento de los precios internos a los existentes en el mercado mundial, esta reforma no se diseñó con la suficiente capacidad de compromiso como para responder a las mayores exigencias de una nueva ronda en el seno de la OMC (Beard y Swinbank, 1998; Swinbank, 1999; Josling y Tangermann, 1999; Van Meijl y Van Tongeren, 2002). En este sentido, la Agenda 2000 se ha considerado por muchos economistas agrarios como un primer paso hacia una reforma más radical que permitiera encuadrar los instrumentos de política agraria europea dentro de la llamada «Caja Verde», en lugar de ceñirse a defender las medidas encuadradas en la denominada «Caja Azul» (Swinbank y Tanner, 1999).

Dentro de este contexto es como se ha llevado a cabo la Reforma Intermedia de la PAC aprobada en el Reglamento CE 1782/03 de 29 de septiembre de 2003. En esta reforma, se incluye la posibilidad de efectuar una disociación total de las ayudas COP (cereales, oleaginosas y proteaginosas), si bien dejando a las autoridades nacionales o regionales la opción de mantener hasta un 25% de los pagos actuales por hectárea. De esta forma, las anteriores ayudas COP, encuadradas en la «Caja Azul» (por realizarse bajo programas de limitación de producción y estar basadas en rendimientos fijos) pasarían a la «Caja Verde», y por tanto compatibles con los compromisos en el seno de la OMC. Esta estrategia es dudosa ya que, como apuntan al-

gunos autores (Buckwell, 1997; García Álvarez-Coque, 2003; Sumpsi, 2003), sería preferible, de cara a la adopción de una postura de fuerza ante la OMC, la reducción de las ayudas directas, desacopladas o no, y el aumento de las políticas de desarrollo rural.

En el presente artículo se analiza tanto la reforma recientemente aprobada (2003) de pago único totalmente desacoplado como un sistema alternativo de ayudas comunitarias a los cultivos COP que, como única diferencia respecto al sistema aprobado, no presenta ninguna limitación en la libertad del agricultor a la hora de elegir sus cultivos, es decir, sin limitación del porcentaje dedicado a cultivos hortícolas y/o patatas sobre el total de la explotación. Esta alternativa no aborda, sin embargo, el cambio del sistema de ayudas de otros cultivos regulados básicamente a través de precios subvencionados y/o una fuerte protección arancelaria, como ocurre con la remolacha y el algodón. Por tanto, el objetivo del artículo consiste en simular los dos escenarios siguientes de política agraria:

- El primero, PAC-2003, reproduce la reforma aprobada en el Reglamento CE 1782/03 de 29 de septiembre de 2003, y que implica un pago único a la explotación del 100% de las ayudas por superficie de cereales, proteaginosos y oleaginosas (cultivos COP) sembradas en el periodo de referencia<sup>1</sup>. Por tanto, la simulación propuesta no vincula el 25% de la ayuda a la producción mediante una ayuda específica al cultivo, ya que ésta es una posibilidad que puede aplicar o no el Estado Miembro. Desde un punto de vista operativo, este escenario supone la igualación de la ayuda por hectárea de estos cultivos y el barbecho, ya que no se permite la sustitución de los mismos por cultivos hortícolas.
- El segundo escenario, COP-Hort, sí permite esta sustitución por lo que no existe un tratamiento diferencial de los cultivos COP y los hortícolas. Este escenario equivale a incrementar los márgenes brutos de los cultivos COP y los hortícolas en la misma cantidad, esto es, el pago único por hectárea de la explotación.

Las principales ventajas que se han aludido para forzar la aprobación de esta última reforma de la PAC han sido las siguientes:

- *Mantenimiento del presupuesto comunitario.* Uno de los requisitos de esta política es el cumplimiento de la línea directriz de neutralidad presupuestaria; es decir, que el sostenimiento de este tipo de producciones no entrañe ningún incremento del gasto FEOGA.
- *Sistema de ayudas agrarias compatibles con el proceso de liberalización de mercados.* Ya que puede incluirse en la ya mencionada «Caja Verde», por estar casi totalmente desacopladas de la producción obtenida<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Se está asumiendo pues, un *pago totalmente desacoplado*. Para este ejercicio no se ha considerado, por tanto, la posibilidad de realizar *pagos parcialmente desacoplados* (75% de pago desacoplado y 25% de la cuantía mediante ayudas específica al cultivo), como opcionalmente propone la reforma aprobada para aquellos Estados miembros que lo consideren oportuno.

<sup>2</sup> Algunos autores cuestionan este punto (Buckwell, 1998; McErlean *et al.*, 2003), ya que la reducción de la producción se estima que sería inferior a la que tendría lugar si se eliminaran completamente dichos pagos. Sin embargo, este tipo de apoyo interno ha sido aceptado por la OMC durante un periodo transitorio.

- *Flexibilidad en la toma de decisiones.* El agricultor incrementaría su libertad de elección de los cultivos. Esto podría redundar en rotaciones más favorables desde el punto de vista agronómico y de un desarrollo sostenible.

La hipótesis inicial de trabajo, y que se pretende contrastar a través de la aplicación práctica de la metodología propuesta, es que una disociación total como la alternativa que se propone genera, además, otra serie de efectos socioeconómicos positivos:

- *Mejora de las rentas de los agricultores.* Se prevé que con esta nueva política las rentas agrarias podrían mejorar respecto a las actuales, especialmente en el caso de los pequeños agricultores<sup>3</sup>, y por tanto dando una mayor legitimidad y justicia social a la distribución de las ayudas.
- *Mayor empleo rural.* La creación de empleo se halla dentro de las prioridades de la PAC. En la zona de estudio las estadísticas indican una tasa de desempleo de la población activa superior a la media nacional y, en ellas, la agricultura proporciona una parte muy importante del empleo total. Esta nueva política debería actuar cambiando la distribución de cultivos hacia aquéllos que demanden más empleo. El efecto positivo se extendería más allá de la explotación, teniendo implicaciones en el desarrollo rural a través de la generación de empleo indirecto resultado de la manipulación, industrialización y comercialización de los productos, en especial de los hortícolas y/o patatas.
- *Simplificación y reducción del control administrativo,* en la medida que no se requerirían los registros y los controles de las superficies sembradas de los cultivos COP.

Para simular ambos escenarios (CAP-2003 y COP-Hort) el presente artículo se apoya en la metodología de la programación matemática dentro del paradigma de decisión multicriterio, concretamente en la teoría de la utilidad multiatributo. Para ello se ha obtenido una función de utilidad con los dos primeros momentos del valor esperado del margen bruto total, la cual ha posibilitado la simulación del comportamiento en los dos escenarios planteados de tres grupos de agricultores (pequeños, medianos y grandes) en tres comunidades de regantes (Bajo Guadalquivir, Valle Inferior y Villar) del Valle del Guadalquivir.

## 2. Metodología

### 2.1. Modelización de la respuesta de los productores a los cambios de política agraria

Just (1993) considera dos posibilidades para la construcción de modelos predictivos de la respuesta de los productores ante cambios en la política agraria: los de programación matemática y los econométricos. En este artículo, el modelo empleado es el de programación matemática, ya que se basa en la optimización de una función de utilidad aditiva, sujeta a una serie de restricciones. Kingwell (1996) señala algunas

<sup>3</sup> El efecto redistributivo positivo de las ayudas directas puede encontrarse en Keeney (2000).

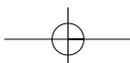


ventajas de éstos sobre los modelos econométricos. Primero, la programación matemática no requiere largas series de datos. Segundo, ésta permite la inclusión de efectos cruzados entre todos los inputs y opciones tecnológicas. Tercero, el uso de aplicaciones informáticas basadas en hojas de cálculo reduce el problema de opacidad (McPherson y Bennet, 1979) y el error de especificación (Pannell, *et al.*, 1992; Broke *et al.*, 1992).

Por otra parte, estos modelos de programación matemática presentan igualmente inconvenientes, entre los que destacan la definición de la lista de actividades y tecnologías alternativas y el problema de la agregación. De ambos problemas, sin duda el segundo es el que tiene mayor relevancia, sobre todo cuando se utilizan estas técnicas de programación en el análisis regional. Cuando los modelos se emplean desde una perspectiva microeconómica, éstos suelen optimizarse sin mayores dificultades usando precios exógenos (independientes del valor que tomen las variables de decisión incluídas en el problema). Sin embargo, el problema de agregación aparece cuando se consideran modelos regionales, incluso cuando se cumple el criterio de homogeneidad (Day, 1963; Miller, 1966; Buckwell y Hazell, 1972). Por este motivo es conveniente el uso de precios *endógenamente* obtenidos como variables del propio modelo. Para solventar en nuestros modelos esta limitación, hemos tenido en cuenta el impacto que sobre los precios regionales de los productos agrarios considerados tienen las variaciones en la oferta: en la superficie cultivada.

Un principio básicamente aceptado en la Teoría Económica es que el comportamiento de los empresarios se rige por la maximización del beneficio. Según éste, todo gestor de recursos productivos tiende, con su toma de decisiones, a conseguir un beneficio lo más elevado posible. Este axioma de la maximización del beneficio ha sido, sin embargo, frecuentemente discutido por distintos autores. Quienes consideran que los empresarios a la hora de tomar sus decisiones de producción tienen en mente, además del beneficio, otra serie de consideraciones relacionadas con su entorno económico, social, cultural y ambiental. Piénsese, por ejemplo, en la aversión al riesgo, la minimización de capital circulante en la producción, la minimización de la complejidad de gestión, la minimización de la mano de obra ajena, y un largo etcétera. En este contexto el empresario tomará sus decisiones de forma que se intenten satisfacer, en la medida de lo posible, todos ellos de forma simultánea. En el caso del sector agrario, numerosos estudios empíricos ratifican la diversidad de objetivos tenidos en cuenta por sus productores. En el ámbito internacional, entre otros, podemos citar a Gasson (1973), Hatch *et al.* (1974), Herath (1981) o Cary y Holmes (1982). De forma particular en España existen también evidencias al respecto, como ponen de manifiesto Sumpsi *et al.* (1997), Amador *et al.* (1998), Arriaza y Ruiz Avilés (2001) y Gómez-Limón *et al.* (2002).

Ante estas evidencias, consideramos necesario analizar el problema económico que nos ocupa dentro de la estructura teórica del paradigma de la Decisión Multicriterio. En concreto, hemos optado por realizar una modelización basada en la Teoría de la Utilidad Multiatributo (TUMA), como unos de los enfoques con mayor fundamento teórico (Ballesteros y Romero, 1998). Desde un punto de vista práctico, sin em-



bargo, la estimación de funciones de utilidad presenta diversas dificultades<sup>4</sup>. Debido a que la metodología empleada en esta investigación no requiere de ninguna interacción con los productores para obtener la función de utilidad, estos problemas son menos limitantes.

La TUMA tiene por objeto reducir los problemas de decisión en un contexto multicriterio a través de una función de utilidad cardinal, que se caracteriza por ser una expresión matemática capaz de ordenar las preferencias entre las distintas alternativas de acuerdo con un criterio único; el del valor alcanzado por la función de utilidad. En este sentido se supone que la utilidad generada por los  $n$  atributos valorados por el decisor en las diferentes alternativas puede ser cuantificada a través de una función matemática,  $U = U(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Si los atributos son preferentemente independientes unos de otros<sup>5</sup>, la formulación pasa a ser  $U = f\{u_1(x_1), u_2(x_2), \dots, u_n(x_n)\}$ , y adquiere o una forma aditiva:

$$U(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum w_i u_i(x_i), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad [1]$$

o una forma multiplicativa:

$$U(x_1, x_2, \dots, x_n) = \prod \{(K w_i u_i(x_i) + 1) - 1\} / K, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad [2]$$

donde  $0 \leq w_i \leq 1$  y  $K = f(w_i)$  (véase Fishburn, 1982). Si los atributos son preferentemente independientes y  $\sum w_i = 1$ , entonces  $K = 0$ , y la función de utilidad es aditiva. Si  $\sum w_i \neq 1$ , entonces  $K \neq 0$ , y la forma matemática es multiplicativa (Keeney, 1974).

Como la estimación de formas multiplicativas requiere una gran demanda de capacidad introspectiva por parte de los centros decisores, suelen adoptarse una o dos de las siguientes simplificaciones: *a*) que la función de utilidad multiatributo se considera lineal, o *b*) que la suma de los pesos de los atributos se supone igual a la unidad. En cualquiera de estos casos la función es aditiva. Esta aproximación de las funciones de utilidad aditivas a las funciones de utilidad «reales» suele justificarse desde el punto de vista psicológico en trabajos empíricos sobre la toma de decisiones en el ser humano, tal y como apuntan Dawes y Corrigan (1974), Einhorn y Hogart (1975) o Dawes (1979).

Aunque los requerimientos matemáticos necesarios para suponer una función de utilidad aditiva pueden llegar a ser realmente restrictivos (Fishburn, 1982; Edwards, 1977 y Farmer, 1987) han demostrado que la función aditiva permite una aproximación sumamente cercana a la función de utilidad verdadera, incluso cuando las anteriores condiciones no se satisfacen. En palabras de Hwang y Yoon (1981, p.103), «*la teoría, los cómputos de simulación y la experiencia sugieren que el método aditivo permite acercamientos sumamente próximos a formas no lineales*

<sup>4</sup> Como afirman Ballester y Romero (1998, p. 61), «*no es fácil encontrar un centro de decisión con el suficiente interés y conocimiento para contestar a un buen número de complejas preguntas*».

<sup>5</sup> Un atributo  $x_i$  es preferentemente independiente de otros  $n-1$  atributos  $x_j$  si las preferencias relacionadas con diferentes niveles del atributo  $x_i$  no dependen del nivel que toman los otros  $n-1$  atributos (véase, por ejemplo, Huirne y Hardaker, 1998).

*mucho más complicadas, mientras que las primeras son mucho más fácil de usar y comprender».*

Por los motivos antes mencionados, normalmente en el ámbito agrario se ha optado por calcular funciones de utilidad aditivas, especialmente cuando uno de los criterios considerados es el riesgo. Este estudio ha optado por seguir esta misma línea, y basar las simulaciones en una función de utilidad multiatributo separable y aditiva.

La valoración de las distintas alternativas (función de utilidad) en el caso de funciones aditivas resulta de sumar las contribuciones de cada uno de los atributos considerados adecuadamente ponderados en función de su importancia. Como los diferentes atributos están medidos en diferentes unidades, se requiere la normalización correspondiente. Matemáticamente resultaría:

$$U_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}, \quad i = 1, \dots, m \quad [3]$$

donde  $U_i$  es el valor de la utilidad de la alternativa  $i$ ,  $w_j$  es la ponderación o peso otorgado al atributo  $j$  y  $r_{ij}$  es el valor del atributo  $j$  para la alternativa  $i$ .

En nuestro caso las funciones de utilidad empleadas se han estimado considerando únicamente dos atributos como los más relevantes en la toma de decisiones de los agricultores analizados, a saber: el margen bruto total (MBT) esperado, definido como los ingresos totales por la venta del producto y la subvención menos los costes variables de producción, y la varianza del MBT.

Esta decisión de considerar una función de utilidad bi-criterio se avala en estudios anteriores realizados al efecto, como los de Sumpsi *et al.* (1997), Gómez-Limón y Berbel (2000), Amador *et al.* (1998) o Arriaza y Gómez-Limón (2003). Con estos dos primeros momentos del margen bruto de la explotación se establece el interés de los productores por maximizar su beneficio empresarial (maximización del MBT) y la minimización del riesgo, considerado en este caso como la varianza del MBT<sup>6</sup>. Si bien las funciones de utilidad estimadas en otros estudios incluyen otros criterios como la minimización de la mano de obra externa o la minimización de la dificultad de manejo del cultivo (ver por ejemplo Sumpsi *et al.*, 1997), la minimización del riesgo direcciona la solución óptima del modelo hacia soluciones similares a los que se obtendrían incluyendo adicionalmente estos otros criterios. La explicación hay que buscarla en la alta correlación positiva existente entre ellos (Berbel y Rodríguez, 1998; Gómez-Limón y Riesgo, 2004). Así, puede evidenciarse que los cultivos más arriesgados (p.e. hortícolas) requieren el mayor uso de mano de obra y la mayor dedicación del agricultor y viceversa. Esta elevada corre-

<sup>6</sup> Si bien es posible estimar el riesgo a partir de la curvatura de la función de utilidad que se obtiene mediante la teoría de la utilidad esperada convencional, este enfoque ha seguido tradicionalmente el método de las loterías para la estimación de dicha curvatura, lo cual requiere una interacción con el centro decisor que dificulta su operatividad. La ventaja del enfoque utilizado en el presente artículo radica en la posibilidad de su modelización incluso con una formulación matemática del riesgo no basada en la varianza sino por ejemplo en la agregación de un índice cualitativo de riesgo, como aparece en Arriaza y Gómez-Limón (2003).

lación tiene como consecuencia práctica que la consideración de uno sólo de estos criterios permite obtener funciones de utilidad multiatributo realmente operativas, que rinden resultados muy similares a los que ofrecerían otras funciones con mayor número de atributos.

Teniendo en cuenta estas consideraciones de partida pasamos a analizar la técnica multicriterio que nos ha permitido el cálculo de las funciones de utilidad aditivas.

## 2.2. Obtención de las funciones de utilidad

Amador *et al.* (1998) proponen un método para el cálculo de las funciones de utilidad subrogadas sin interacción con el centro decisor, evitando así la necesidad de que éstos tengan que responder a complejas cuestiones. La obtención de las funciones de utilidad individual está basada en la distribución de cultivos observada en cada caso. Esta técnica multicriterio para el cálculo de la función de utilidad es la que se ha aplicado al objeto de obtener las funciones de utilidad individuales de los agricultores seleccionados al objeto de agruparlas posteriormente y obtener así unas nuevas funciones de utilidad comunes para cada grupo homogéneo de productores.

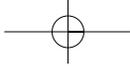
La metodología seguida en este trabajo se resume en el gráfico 1, el cual incluye los siguientes pasos<sup>7</sup>:

*Paso 1.* Se han seleccionado al azar 3 comunidades de regantes del Valle del Guadalquivir. En cada una de ellas se ha realizado una estratificación por tamaño de explotación, clasificando a los productores entre pequeños (menos de 10 ha), medianos (entre 10 y 20 ha) y grandes (más de 20 ha). A partir de esta estratificación se extrajo la muestra de agricultores en cada estrato para la oportuna encuesta, a partir de la cual se obtuvieron los datos necesarios para la construcción de los modelos.

*Paso 2.* En cada estrato analizado (3 estratos en cada una de las 3 comunidades de regantes) se calcularon los dos puntos extremos para la explotación de tamaño medio. El primer punto representa el valor del MBT y la varianza del MBT correspondientes al plan de cultivos que maximiza el MBT. El segundo minimiza la varianza del margen bruto sujeto a la obtención de un MBT mínimo. El segundo punto fue obtenido mediante un modelo de programación cuadrática (Anderson *et al.*, 1977, p.197; Hardaker *et al.*, 1997, p.186), donde el MBT mínimo se corresponde con el alquiler de la tierra en cada zona. Esta alternativa tiene un ingreso mayor y el mismo riesgo que la retirada de tierras. Así, para el estrato  $j$ , con un tamaño medio de explotación igual a  $s$  hectáreas: (1) se maximiza el MBT, obteniendo el primer punto extremo  $Q_j$  ( $MBT_{\max\_MBT}$ ,  $Var_{\max\_MBT}$ ); y (2) se minimiza la varianza sujeta al logro de un mínimo MBT, resultando en el segundo punto extremo  $P_j$  ( $MBT_{\min\_var}$ ,  $Var_{\min\_var}$ ).

*Paso 3.* El cálculo de los dos puntos extremos de cada agricultor está basado en los puntos extremos obtenidos para la explotación de tamaño medio del estrato al que per-

<sup>7</sup> Una información más detallada puede encontrarse en Arriaza (2000) y Arriaza y Ruiz (2001).



tenecen. Una vez se tiene  $Q_i$  y  $P_i$ , los puntos extremos para cualquier agricultor  $i$ , con un tamaño igual a  $r$ , serían:  $Q_i [MBT_{\max\_MBT} \cdot (s/r), Var_{\max\_MBT} \cdot (s/r)^2]$  y  $P_i [MBT_{\min\_var} \cdot (s/r), Var_{\min\_var} \cdot (s/r)^2]$ .

*Paso 4.* Utilizando los puntos extremos de cada agricultor  $i$ ,  $Q_i$  y  $P_i$ , y el valor actual del MBT y de la varianza correspondientes al plan de cultivos observado ( $MBT_i$ ,  $Var_i$ ), se obtiene el peso asignado a cada atributo resolviendo el siguiente ejercicio de programación lineal:

$$\text{Min } Z = \frac{n_1 + p_1}{MBT_i} + \frac{n_2 + p_2}{Var_i} \quad [4]$$

Sujeto a

$$\begin{aligned} w_{i1} \cdot MBT_{\max\_MBT} + w_{i2} \cdot MBT_{\min\_var} + n_1 - p_1 &= MBT_i \\ w_{i1} \cdot Var_{\max\_MBT} + w_{i2} \cdot Var_{\min\_var} + n_2 - p_2 &= Var_i \\ w_{i1} + w_{i2} &= 1 \end{aligned}$$

donde los puntos extremos han sido calculados para el tamaño de explotación del agricultor  $i$  como se explica anteriormente;  $w_{i1}$  es el peso que el agricultor  $i$  asigna a la maximización del margen bruto total, y  $w_{i2}$  el peso de la minimización de la varianza del MBT. Finalmente,  $p_i$  y  $n_i$  son las desviaciones positivas y negativas, respectivamente. Este ejercicio es similar a la programación por metas ponderadas (Sumpsi *et al.*, 1997), aunque en el lado derecho de las igualdades no hay metas sino valores observados.

*Paso 5.* El peso asignado por el grupo a cada atributo se obtiene como media de los pesos de los agricultores del mismo. Así, en la función de utilidad común del estrato, el peso asignado a la minimización de la varianza como  $w_2 = \sum w_{i2} / n$ , donde  $n$  es el número de agricultores en el estrato. Teniendo en cuenta que  $w_2 + w_1 = 1$ , el cálculo del otro peso es inmediato.

*Paso 6.* Los pesos calculados de esta manera son congruentes con la siguiente función de utilidad aditiva (Dyer, 1977):

$$U = f(MBT, Var) = \frac{w_1}{MBT_{\max\_MBT} - MBT_{\min\_var}} MBT - \frac{w_2}{Var_{\max\_MBT} - Var_{\min\_var}} Var \quad [5]$$

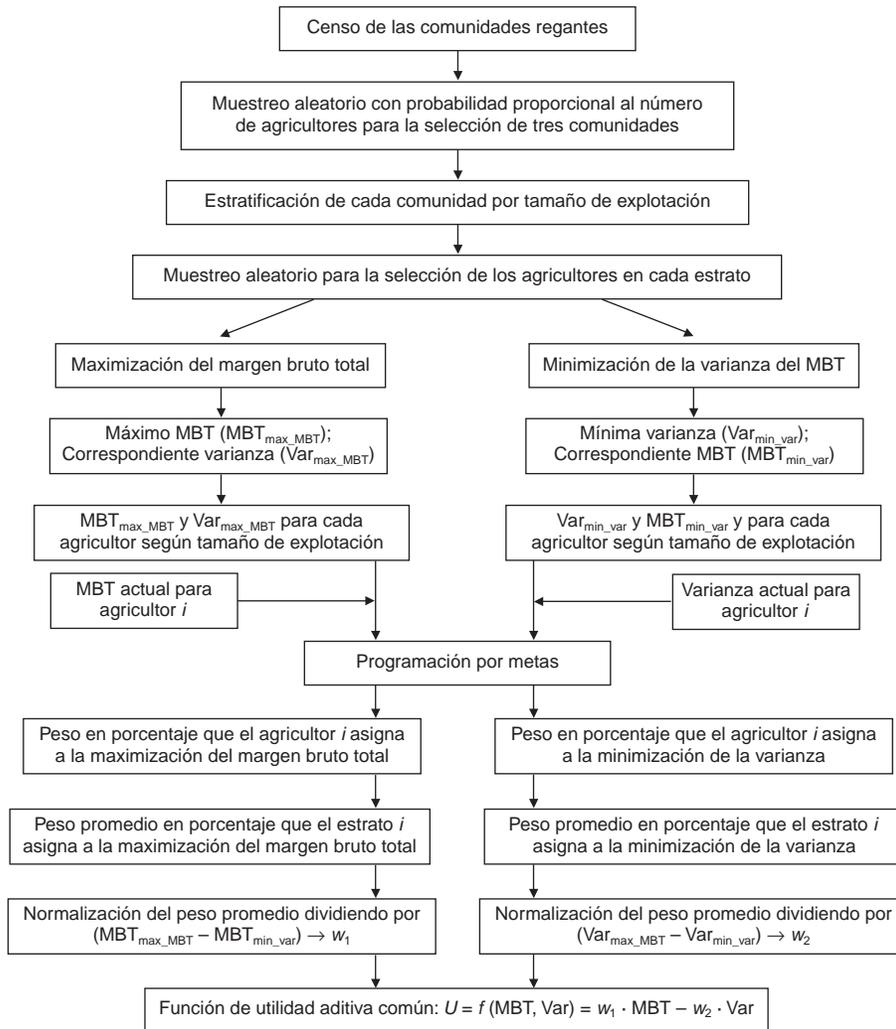
Como queda reflejado en la función de utilidad, los pesos asignados a cada atributo (el MBT y la varianza del MBT) son normalizados utilizando los valores extremos, permitiendo así la agregación de ambos atributos. El signo del atributo depende del efecto que tiene sobre la utilidad del agricultor, en este caso positivo para el margen bruto total, ya que más ingreso es mejor, y negativo para la varianza, pues menos riesgo es mejor.

Las funciones de utilidad así obtenidas para cada estrato han sido posteriormente las que se han empleado para simular los planes de cultivos (la distribución de cultivos que proporciona la mayor utilidad) de cada grupo de agricultores en cada escena-



GRÁFICO 1

**Pasos para la obtención de la función de utilidad aditiva común**



rio de política agraria planteada: la establecida por la Reforma Intermedia de la PAC y nuestra propuesta alternativa de pago único desacoplado. Para ello, por tanto, se han construido los correspondientes modelos que presentan como función objetivo la maximización de las mencionadas funciones de utilidad y, como restricciones, las utilizadas anteriormente en la determinación de los puntos extremos. Las únicas variaciones con respecto a los modelos empleados para la determinación de los puntos extremos son las subvenciones consideradas para los distintos cultivos, según el escenario de la PAC planteado.

Para terminar de comentar la metodología empleada, conviene aclarar que la adecuación de esta forma de realizar las simulaciones, usando para ello funciones de utilidad estimadas para un contexto de política agraria diferente, se justifica en la medida en que dichas funciones de utilidad pueden considerarse como elementos estructurales de los productores a medio plazo. En efecto, la ponderación de los objetivos perseguidos por los agricultores responde a condicionantes psicológicos y estructurales que no se ven alterados en el corto plazo. Este hecho permite, pues, evaluar escenarios de política agraria diferentes a los utilizados para el cálculo de dichas funciones.

### 3. Área de estudio y fuentes de información

#### 3.1. Área de estudio

Geográficamente, el área de estudio se localiza en el Valle del Guadalquivir, el cual constituye una de las áreas agrícolas con suelos de mayor fertilidad en el ámbito nacional. Esta favorable condición edafológica se une a un clima mediterráneo que, en conjunción con el riego, permite a los productores sembrar un amplio rango de cultivos, como algodón, hortalizas y frutales, aparte de los cultivos propiamente «continentales» (principalmente trigo, maíz, girasol y remolacha).

El estudio ha intentado ser representativo de todas las zonas de regadío del Valle. Por ello se comenzaron considerando todas las comunidades de regantes localizadas en el mismo, de las cuales fueron elegidas, por motivos operativos, únicamente 3. Para ello se siguió un procedimiento aleatorio, según la superficie ocupada por cada una de ellas. Así, han sido finalmente consideradas las comunidades de regantes del Bajo Guadalquivir, Valle Inferior y Villar.

El tamaño de explotación del regadío en estas zonas es inferior a 10 ha, como puede observarse en el cuadro 1, que resume el número de productores por comunidad de regantes y estratos considerados.

CUADRO 1

#### Número de productores y superficie para cada comunidad de regantes y estrato

| <i>Villar</i>                     | <10 ha | 10-20 ha | >20 ha | Total  |
|-----------------------------------|--------|----------|--------|--------|
| Número de productores             | 338    | 31       | 21     | 390    |
| Superficie total del estrato (ha) | 809    | 395      | 1.519  | 2.723  |
| <i>Valle</i>                      | <10 ha | 10-20 ha | >20 ha | Total  |
| Número de productores             | 1.999  | 190      | 189    | 2.378  |
| Superficie total del estrato (ha) | 5.205  | 2.699    | 10.911 | 18.815 |
| <i>Bajo</i>                       | <10 ha | 10-20 ha | >20 ha | Total  |
| Número de productores             | 3.351  | 1.001    | 446    | 4.798  |
| Superficie total del estrato (ha) | 9.116  | 12.473   | 29.712 | 51.301 |

Fuente: Comunidades de regantes.

Respecto a la distribución de cultivos, como puede observarse en el Cuadro 6, el algodón es el cultivo más importante en todos los estratos de las tres comunidades de regantes, seguido por el maíz en El Valle Inferior y en El Bajo Guadalquivir, y por el girasol en El Villar. En las tres comunidades, el porcentaje de cultivos hortícolas disminuye cuando la superficie de la explotación aumenta, mientras en los cultivos COP (cereales, oleaginosas y proteaginosas) ocurre precisamente lo contrario.

### 3.2. Fuentes de información

En la realización de este estudio se han utilizado tres fuentes de datos:

1. *Encuesta realizada a 175 agricultores pertenecientes a las tres comunidades de regantes.* Una vez seleccionadas las 3 comunidades de regantes, se han considerado en cada caso 3 estratos según el tamaño de explotación: a) menos de 10 ha, b) de 10 a 20 ha, y c) más de 20 ha. El número de agricultores encuestados en cada estrato ha sido proporcional al número de regantes, con un mínimo de 15 cuestionarios por grupo. Los datos recogidos incluían aspectos socio-económicos (edad, formación, tenencia de la tierra, porcentaje de renta proveniente de la agricultura, etc.), estructurales (sistema de riego, calidad de la tierra, rendimientos, etc.) e información sobre la toma de decisiones del agricultor (distribución de cultivos, uso de mano de obra ajena en la explotación, preferencias sobre objetivos perseguidos, etc.). Esta información permitió obtener la formulación matemática de las funciones de utilidad y el conjunto de restricciones de los modelos. En este sentido, si bien dicha formulación matemática ha sido calculada estando vigente la Agenda 2000, estas funciones, como hemos comentado anteriormente, son estructurales y pueden utilizarse para simular nuevos escenarios en el corto y medio plazo.
2. *Datos de una empresa consultora y contable.* Los datos utilizados se corresponden con un panel de 30 explotaciones de la zona, a las que se les ha practicado un seguimiento que abarca 14 años (desde 1987/88 hasta 2001/02). Las series temporales de márgenes brutos fueron utilizadas para la modelización del riesgo a partir de la matriz de varianzas-covarianzas. Tanto la localización de las fincas, en las mismas comunidades de regantes, como los resultados agronómicos, en términos de rendimientos, y económicos, en términos de margen bruto, indican que las diferencias entre los datos suministrados por éstas y los obtenidos en la encuesta no difieren significativamente. Si bien el tamaño medio de estas explotaciones es mayor que el de la encuesta, con un mínimo de 20 ha y un máximo de 450, el análisis de los datos de ambas fuentes mostró una independencia estadística entre el tamaño de la explotación y los rendimientos y márgenes brutos.
3. *Datos oficiales de producciones y precios.* Otra fuente secundaria de datos proviene del Boletín de Información Agraria y Pesquera que edita la Junta de Andalucía<sup>8</sup>. Las series temporales de producciones y precios que contiene per-

<sup>8</sup> Consejería de Agricultura y Pesca. Producciones regionales y precios percibidos por los agricultores. *Boletín de Información Agraria y Pesquera*, números 110 a 133. Junta de Andalucía.

mitieron la obtención de la elasticidad de demanda de algunos productos agrarios. Esta elasticidad es un dato fundamental en el modelo matemático ya que, a diferencia de los modelos tradicionales donde se limita la superficie de un cultivo de forma artificial para evitar la superespecialización, en el presente estudio esto se consigue disminuyendo los márgenes brutos de los productos en función de su elasticidad de demanda cuando se excede la superficie de referencia. Así, el modelo tiene en cuenta la respuesta del mercado ante un incremento importante de la superficie, y por tanto de producción, de un cultivo.

#### 4. Los modelos de programación matemática

La metodología expuesta previamente se ha aplicado a cada uno de los 9 estratos considerados. Para cada uno de ellos se han resuelto 4 ejercicios de programación: el primero consistente en la maximización del MBT para obtener el primer punto extremo. A diferencia del primer ejercicio, el segundo no ha sido lineal sino cuadrático, y minimiza la varianza del MBT, para así obtener el segundo punto extremo. El tercer ejercicio de programación minimiza las desviaciones lineales entre el comportamiento observado y los puntos extremos, determinando así los pesos asignados a cada uno de los dos objetivos. Finalmente, el último modelo es la maximización de la función de utilidad lineal con la siguiente forma:  $Max U = a \cdot MBT - b \cdot Varianza$ . Con este último, se han podido realizar posteriormente las simulaciones de la respuesta de los productores a la nueva política de pagos directos planteada.

En todos estos modelos las *variables de decisión* (actividades) empleadas, es decir, los cultivos que se consideran como alternativas para obtener la distribución óptima, se han seleccionado teniendo en cuenta los productos agrícolas ya cultivados en la zona (ver cuadro 2).

Otro elemento de los modelos a definir son las *restricciones* consideradas actualmente. Éstas han sido de tres tipos:

- Prácticas culturales de rotación de cultivos.
- Restricciones relativas a la normativa de la PAC (cupos de remolacha, etc.).
- Limitaciones técnico-productivas del estrato a similar (limitaciones de tipo edafo-climáticas, etc.).

Cada uno de los 9 modelos desarrollados ha tenido un conjunto de restricciones diferente, de acuerdo con las características estructurales propias de cada uno de ellos.

Hay que resaltar en este mismo sentido que, a diferencia de los modelos de programación lineal tradicionales, no se han dispuesto limitaciones en la superficie de productos hortícolas de la solución óptima. En este trabajo, gracias a la inclusión del riesgo asociado a cada cultivo y la disminución de márgenes brutos por exceso de oferta, no son necesarias este tipo de limitaciones.

Los valores del vector de MB y la matriz de varianza-covarianza son los mismos para todos los estratos de la misma comunidad de regantes. Las diferencias en los MB y las varianzas-covarianzas para cada comunidad se han obtenido a partir de los datos disponibles de las fuentes de información ya referidas.

## 5. Resultados

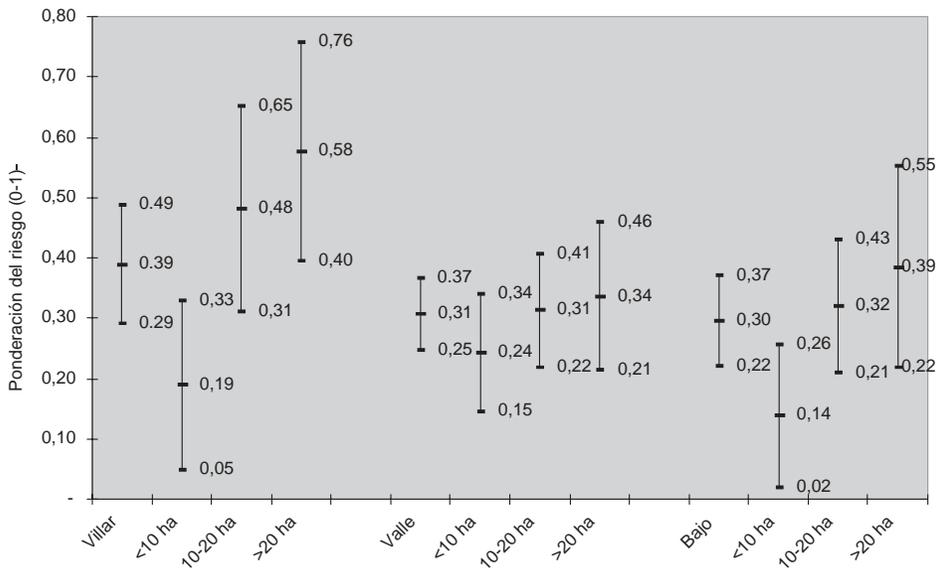
### 5.1. Formulación matemática de las funciones de utilidad

Para cada grupo de agricultores de las tres comunidades de regantes analizadas se ha obtenido una función de utilidad que simula el comportamiento agregado de sus miembros, siguiendo la metodología planteada al efecto.

El gráfico 2 presenta la ponderación, en tanto por uno, atribuida a la minimización del riesgo. El comportamiento medio de todos los agricultores en la comunidad se designa con el nombre de la comunidad, y a continuación la ponderación de cada estrato dentro de ésta. Con el fin de conocer la variabilidad de las ponderaciones dentro de cada grupo, se incluye además un intervalo de confianza del 95%.

GRÁFICO 2

**Ponderación de la minimización del riesgo (var) por estrato y comunidad.**  
Se incluye la media y un intervalo de confianza del 95%



Si bien el gráfico 2 sugiere que los pequeños agricultores tienen una menor aversión al riesgo por asignar un menor porcentaje de ponderación a la minimización del riesgo, esta impresión es errónea ya que para poder comparar el grado de aversión relativo es necesario normalizar dichos porcentajes, como se muestra en el cuadro 2. De hecho, los resultados obtenidos nos permite afirmar que los regantes de las zona analizadas presentan una aversión absoluta al riesgo decreciente (*Decreasing Absolute Risk Aversion* o DARA). Estos resultados son congruentes con la mayoría de estudios realizados al respecto, entre los que destacamos los de Wiens (1976), Binswanger (1980 y 1981), Lins *et al.* (1981), Hamal y Anderson (1982), Chavas y Holt

(1990 y 1996), Saha *et al.* (1994), Feinerman y Finkelshtain (1996), Bar-Shira *et al.* (1997), Saha (1997) o Gómez-Limón *et al.* (2003).

Para proceder a la normalización se divide la ponderación por el rango del atributo en la matriz de pagos. El cuadro 2 recoge los pesos porcentuales y normalizados que servirán como coeficientes en la función de utilidad. Por ejemplo, los agricultores de la comunidad de regantes El Villar pertenecientes al grupo con menos de 10 hectáreas ponderan la maximización del beneficio en un 81% frente al 19% de la minimización del riesgo. Sin embargo, normalizados dichos pesos, la función de utilidad adimensional (operativa) tiene la siguiente formulación matemática:

$$U = 14,439 \text{ MBT} - 0,018 \text{ var} \quad [6]$$

CUADRO 2

## Normalización de la ponderación de los atributos de la función de utilidad

|        |          | Ponderación en porcentaje |             | Ponderación normalizada |                 | Pendiente de U (b/a) |
|--------|----------|---------------------------|-------------|-------------------------|-----------------|----------------------|
|        |          | Max. MBT                  | Min. riesgo | Max. MBT (a)            | Min. Riesgo (b) |                      |
| Villar | <10 ha   | 81%                       | 19%         | 14,439                  | 0,018           | 0,0013               |
|        | 10-20 ha | 52%                       | 48%         | 3,123                   | 0,005           | 0,0017               |
|        | > 20 ha  | 42%                       | 58%         | 0,787                   | 0,001           | 0,0009               |
| Valle  | <10 ha   | 76%                       | 24%         | 10,811                  | 0,014           | 0,0013               |
|        | 10-20 ha | 69%                       | 31%         | 4,897                   | 0,002           | 0,0004               |
|        | > 20 ha  | 66%                       | 34%         | 1,729                   | 0,000           | 0,0001               |
| Bajo   | <10 ha   | 86%                       | 14%         | 9,829                   | 0,006           | 0,0006               |
|        | 10-20 ha | 68%                       | 32%         | 6,647                   | 0,006           | 0,0009               |
|        | > 20 ha  | 61%                       | 39%         | 1,600                   | 0,000           | 0,0003               |

Una vez obtenidas las correspondientes funciones de utilidad lineales, conviene señalar que éstas implican una tasa marginal de sustitución entre el MBT y la varianza constante. Esta suposición puede parecer poco realista pero, como antes se expuso, esta aproximación lineal de las funciones de utilidad ofrece resultados muy próximos a formas hipotéticamente más complejas, especialmente cuando se trabaja sobre estrechos rangos de valores (Hardaker *et al.*, 1997, p.164). Observando las alternativas de cultivo elegidas por los productores de las zonas analizadas, puede concluirse afirmando que los valores de los atributos (MBT y var) varían dentro de un estrecho rango y, por tanto, parece razonable una aproximación lineal de la función de utilidad.

## 5.2. Validación del modelo

Dentro del enfoque instrumental de la metodología de simulación planteada, más que una formulación matemáticamente precisa, lo que se exige a los subrogados de las funciones de utilidad antes obtenidas es que permitan ordenar las preferencias de las diferentes alternativas (planes de cultivo) de igual forma que lo hacen los propios

productores. En este sentido, para poder testar la capacidad de las funciones de utilidad para ordenar las alternativas, se ha calculado el valor de la utilidad (cuantificación de la preferencia) de 5 alternativas diferentes, utilizando para ello las funciones aditivas anteriormente obtenidas para cada estrato. La alternativa A representa al plan de cultivos observados para el conjunto de cada grupo de regantes homogéneo. Es lógico asumir que para el conjunto de productores del estrato, ésta será la alternativa posible más deseada y, por tanto, aquella con mayor valor en su función de utilidad. De la alternativa A a la E, hemos procedido a reducir progresivamente el porcentaje de los cultivos mayoritarios (algodón, cereales y girasol) y a incrementar el porcentaje de superficie ocupada por hortalizas y/o patatas, estableciendo así planes de cultivos cada vez menos interesantes para los productores. Realizando esta comprobación se ha comprobado como invariablemente, las 9 funciones de utilidad han ordenado perfectamente las 5 alternativas propuestas.

Además, como segundo procedimiento de validación, y asumiendo que los agricultores analizados producen en un punto cercano al de su máxima utilidad, se ha comprobado que en cada estrato el plan óptimo resultante de los modelos no difiere significativamente de la distribución de cultivos observada<sup>9</sup>.

El siguiente cuadro, como ejemplo de lo explicado anteriormente, compara la distribución de cultivos para el estrato más pequeño de la comunidad de regantes El Villar. En ésta se observa igualmente un índice de divergencia, obtenido éste como la suma de las desviaciones absolutas resultantes.

CUADRO 3  
Diferencias entre los planes de cultivos observados y de máxima utilidad para el estrato de menos de 10 ha en la CR El Villar

|            | Distribución de cultivos observada (%) | Distribución de cultivos de máxima utilidad (%) | Diferencia absoluta |
|------------|--|---|---------------------|
| Algodón    | 69,2                                   | 72,5  | 3,3                 |
| Girasol    | 18,8                                   | 14,0  | 4,7                 |
| Trigo      | 1,6                                    | 1,0   | 0,0                 |
| Maíz       | 1,4                                    | 2,6   | 1,2                 |
| Cebolla    | 3,0                                    | 1,8   | 1,2                 |
| Ajo        | 3,6                                    | ,5  | 0,0                 |
| Espárragos | 1,8                                    | 3,5   | 1,7                 |
| Patatas    | 0,7                                    | 1,1   | 0,3                 |
| Retirada   | 0,0                                    | 0,0   | 0,0                 |
| Total      | 100,0                                  | 100,0   | 13,2                |

Como se puede deducir de los índices de divergencia que muestra el cuadro 4, los valores óptimos de los planes de cultivos de todos los estratos analizados son lo suficientemente próximos a los reales, ofreciendo por tanto una buena aproximación al proceso decisional de los productores analizados.

<sup>9</sup> Un procedimiento similar de validación de modelos puede verse en Rigby y Young (1996), donde se compara el nivel observado y el nivel óptimo de las variables de decisión.

CUADRO 4

**Índice de divergencia de los diferentes estratos analizados (suma de las desviaciones absolutas entre el plan de cultivos óptimo y el observado)**

| Villar |          |        | Valle  |          |        | Bajo   |          |        |
|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|
| <10 ha | 10-20 ha | >20 ha | <10 ha | 10-20 ha | >20 ha | <10 ha | 10-20 ha | >20 ha |
| 13,2   | 11,7     | 11,2   | 15,2   | 19,8     | 9,3    | 11,3   | 13,7     | 5,3    |

### 5.3. Simulación de los escenarios de política agraria: los planes de cultivo

El siguiente cuadro nos muestra el pago único que recibiría la explotación tipo de cada estrato analizada en este trabajo por hectárea de cultivos COP (escenario PAC-2003) o por cada hectárea de cultivo COP, hortícola o patatas (escenario COP-Hort). Lógicamente, esta cantidad depende de la superficie tradicionalmente ocupada por éstos. Así, los estratos que en las pasadas campañas han tenido mayor porcentaje de hortícolas y/o patatas (*Valle* <10 ha y *Valle* 10-20 ha, con el 19,5 y 21,8% respectivamente) y menor superficie de COP (*Bajo* <10 ha, con el 13,8%), tendrán un menor pago por superficie.

CUADRO 5

**Pago único a la explotación por hectárea**

|                                | Villar |          |        | Valle  |          |        | Bajo   |          |        |
|--------------------------------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|--------|
|                                | <10 ha | 10-20 ha | >20 ha | <10 ha | 10-20 ha | >20 ha | <10 ha | 10-20 ha | >20 ha |
| Pago por superficie (euros/ha) | 428    | 513      | 614    | 284    | 278      | 371    | 255    | 391      | 438    |

Este cuadro pone en evidencia la paradoja que son las hectáreas de las explotaciones más grandes, tradicionalmente con mayor aversión al riesgo y con mayor proporción de superficie de cultivos COP (cultivos más «seguros»), las que van a recibir mayor cantidad de ayuda en concepto de pago desacoplado.

Teniendo en cuenta las cantidades anteriores se han recalculado los márgenes brutos de los cultivos COP (para los dos escenarios planteados) y de los cultivos hortícolas y patatas (para el escenario COP-Hort). A partir de estos nuevos márgenes brutos se ha procedido a simular cada escenario introduciendo en los correspondientes modelos las restricciones oportunas para permitir o no la permuta de cultivos COP por hortícolas o patatas.

El resultado de la simulación de ambos escenarios y la referencia de la situación actual (PAC-2000) aparece reflejado de forma agregada por zonas regables en el cuadro 6.

CUADRO 6

## Simulación de los dos escenarios de política agraria (% agregado de cultivos)

| Cultivos                  | ESCENARIO 0: PAC-2000 |              |              |              | ESCENARIO 1: PAC-2003 |              |             |              | ESCENARIO 2: COP-HORT |              |              |              |
|---------------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|--------------|-------------|--------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|
|                           | Villar                | Valle        | Bajo         | Todas        | Villar                | Valle        | Bajo        | Todas        | Villar                | Valle        | Bajo         | Todas        |
| Algodón                   | 64,3                  | 57,1         | 43,4         | 47,7         | 64,3                  | 53,2         | 42,7        | 46,2         | 65,7                  | 53,3         | 44,5         | 47,6         |
| Remolacha                 | 1,9                   | 6,4          | 7,2          | 6,8          | 1,9                   | 6,4          | 7,1         | 6,7          | 1,9                   | 6,4          | 7,1          | 6,7          |
| Maíz                      | 17,0                  | 16,2         | 23,1         | 21,1         | 20,8                  | 23,2         | 22,2        | 22,4         | 11,3                  | 18,9         | 27,1         | 24,4         |
| Girasol                   | 2,5                   | 10,9         | 15,6         | 13,9         | 0,0                   | 0,8          | 7,2         | 5,3          | 0,9                   | 3,2          | 4,1          | 3,7          |
| Trigo                     | 0,7                   | 2,4          | 4,8          | 4,0          | 1,0                   | 9,6          | 15,3        | 13,2         | 0,3                   | 7,8          | 9,7          | 8,8          |
| Patatas                   | 4,6                   | 4,2          | 2,9          | 3,3          | 4,6                   | 4,1          | 2,9         | 3,3          | 6,0                   | 5,4          | 4,0          | 4,4          |
| Tomates                   | 0,7                   | 0,2          | 0,2          | 0,2          | 0,7                   | 0,2          | 0,2         | 0,2          | 1,4                   | 0,3          | 0,2          | 0,3          |
| Espárrago verde           | 1,2                   | 0,2          | 0,2          | 0,2          | 1,2                   | 0,2          | 0,2         | 0,2          | 2,3                   | 0,4          | 0,1          | 0,3          |
| Espárrago blanco          | 2,1                   | 1,0          | 0,9          | 1,0          | 0,8                   | 1,0          | 0,5         | 0,7          | 2,4                   | 1,6          | 1,1          | 1,2          |
| Puerros                   | 1,4                   | 0,6          | 0,1          | 0,3          | 1,4                   | 0,6          | 0,1         | 0,3          | 1,9                   | 0,8          | 0,3          | 0,5          |
| Cebollas                  | 0,4                   | 0,1          | 0,1          | 0,1          | 0,2                   | 0,1          | 0,0         | 0,1          | 0,1                   | 0,1          | 0,1          | 0,1          |
| Otros hortalizas          | 3,0                   | 0,6          | 0,3          | 0,5          | 3,0                   | 0,6          | 0,3         | 0,5          | 5,6                   | 1,5          | 0,6          | 1,0          |
| Retirada                  | 0,0                   | 0,0          | 1,2          | 0,9          | 0,0                   | 0,0          | 1,3         | 0,9          | 0,0                   | 0,0          | 1,1          | 0,8          |
| <b>Total</b>              | <b>100,0</b>          | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b>          | <b>100,0</b> | <b>99,9</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b>          | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> |
| <b>Total Alg+Rem</b>      | <b>66,3</b>           | <b>63,5</b>  | <b>50,6</b>  | <b>54,5</b>  | <b>66,3</b>           | <b>59,6</b>  | <b>49,8</b> | <b>52,9</b>  | <b>67,7</b>           | <b>59,8</b>  | <b>51,6</b>  | <b>54,3</b>  |
| <b>Total COP</b>          | <b>20,2</b>           | <b>29,5</b>  | <b>43,5</b>  | <b>39,0</b>  | <b>21,8</b>           | <b>33,5</b>  | <b>44,6</b> | <b>40,9</b>  | <b>12,6</b>           | <b>30,0</b>  | <b>40,8</b>  | <b>37,0</b>  |
| <b>Total Hort+Patatas</b> | <b>13,5</b>           | <b>6,9</b>   | <b>4,7</b>   | <b>5,6</b>   | <b>11,9</b>           | <b>6,8</b>   | <b>4,2</b>  | <b>5,2</b>   | <b>19,7</b>           | <b>10,3</b>  | <b>6,5</b>   | <b>8,0</b>   |

Como podemos ver en el cuadro 6, el previsible cambio producido por la aplicación de la reforma recientemente aprobada (diferencia entre la situación actual -PAC-2000- y la simulada para el escenario PAC-2003) tiene un efecto significativo en la sustitución de girasol por trigo. Este cambio, no obstante, desde un punto de vista socioeconómico es poco relevante ya que son dos cultivos con márgenes brutos y necesidades de mano de obra similares. A esto podemos añadir una ligera reducción de la superficie total de hortalizas y patatas que pasan del 5,6% del total de la superficie en regadío al 5,2%, y un incremento de cultivos COP, también mínimo, del 39,0% hasta el 40,9%.

La sustitución de girasol por trigo en las zonas de regadío objeto de estudio responde a un mayor, aunque leve, ingreso por la venta del trigo comparado con el girasol, según los datos disponibles de la empresa consultora en las últimas campañas. La estabilidad relativa de la superficie dedicada al resto de cultivos son explicables por la propia definición de escenario considerado, que impide en la práctica mayores cambios: prohibición de la sustitución de cultivos COP por hortalizas, limitación de las superficies de remolacha (cupos individuales de los cultivadores) y limitación de las superficies de algodón (no superación de las superficies históricas individuales de los productores).

Respecto al escenario COP-Hort, por el contrario, como era de esperar, sí se producen mayores cambios en los planes de cultivo. Así, cabe destacar el incremento de la importancia de los cultivos hortalizas y/o patatas, que pasan a ocupar el 8,0% del total de la superficie de riego de las tres comunidades. Este incremento se realiza a costa de una reducción de la superficie de cultivos COP (del 39% al 37%).

CUADRO 7

Simulación de los dos escenarios de política agraria. Distribución porcentual de cultivos por comunidad de regantes y estrato

| Cultivos                | ESCENARIO 0: PAC-2000 |              |              |              |              |              | ESCENARIO 1: PAC-2003 |              |              |              |              |              | ESCENARIO 2: COP-HORT |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|-------------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                         | Villar                |              | Valle        |              | Bajo         |              | Villar                |              | Valle        |              | Bajo         |              | Villar                |              | Valle        |              | Bajo         |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|                         | <10                   | >20          | <10          | >20          | <10          | >20          | <10                   | >20          | <10          | >20          | <10          | >20          | <10                   | >20          | <10          | >20          | <10          | >20          |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Algodón                 | 69,2                  | 50,9         | 38,9         | 49,3         | 45,2         | 43,7         | 72,5                  | 59,9         | 43,5         | 69,0         | 38,8         | 19,0         | 49,3                  | 45,2         | 43,7         | 72,5         | 55,4         | 43,5         | 72,5         | 50,8         | 33,3         | 53,4         | 51,6         | 46,6         | 72,2         | 53,8         | 44,3         |              |              |              |              |              |              |              |
| Remolacha               |                       |              |              |              | 0,2          | 3,2          | 8,0                   | 10,1         |              |              |              |              |                       |              | 3,2          | 8,0          | 10,1         |              |              |              |              |              |              |              | 3,2          | 8,0          | 10,1         |              |              |              |              |              |              |              |
| Maíz                    | 1,4                   | 3,3          | 3,0          | 31,2         | 33,0         | 35,5         | 10,2                  | 13,0         | 19,6         | 2,8          | 6,6          | 4,7          | 35,8                  | 33,5         | 42,6         | 13,8         | 21,5         | 15,6         | 4,0          | 1,9          | 4,4          | 16,9         | 17,5         | 35,3         | 8,8          | 19,8         | 25,2         |              |              |              |              |              |              |              |
| Grasol                  | 18,8                  | 26,1         | 35,1         |              | 5,1          | 2,5          | 12,8                  | 18,5         |              | 30,5         | 41,1         |              |                       |              |              | 8,1          |              |              | 3,0          | 26,0         | 31,3         |              |              |              | 1,3          | 3,2          | 4,2          |              |              |              |              |              |              |              |
| Trigo                   | 1,6                   | 11,7         | 19,5         |              | 0,4          | 1,1          | 2,6                   | 5,6          |              | 19,1         | 16,6         | 31,9         |                       |              |              | 11,4         | 20,0         |              | 6,0          | 5,1          | 23,6         |              |              |              |              | 9,6          | 12,5         |              |              |              |              |              |              |              |
| Papas                   | 0,7                   | 0,4          | 0,1          | 7,2          | 14,7         | 8,1          | 3,5                   | 2,0          | 1,2          | 0,7          | 0,4          | 0,1          | 7,2                   | 14,4         | 8,1          | 3,5          | 2,0          | 1,2          | 2,8          | 1,8          | 0,5          | 10,3         | 16,3         | 10,2         | 3,9          | 3,2          | 1,9          |              |              |              |              |              |              |              |
| Tomates                 |                       |              |              |              | 1,1          | 0,2          | 0,4                   | 0,6          | 0,2          | 0,1          |              |              |                       |              | 1,1          | 0,2          | 0,4          | 0,6          | 0,2          | 0,1          |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Espárrago verde         | 1,8                   | 1,6          | 0,1          | 1,6          | 1,1          | 0,6          | 1,0                   |              |              | 1,8          | 1,6          | 0,1          | 1,6                   | 1,1          | 0,6          | 1,0          |              |              | 4,0          | 3,7          | 0,4          | 2,8          | 2,0          | 0,5          | 1,9          |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Espárrago blanco        |                       |              |              |              | 3,9          | 3,1          | 3,1                   | 0,6          | 0,2          |              |              |              |                       |              | 3,1          | 1,7          | 1,3          | 0,6          | 0,1          |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Puerros                 |                       |              |              |              | 1,3          | 0,3          | 0,1                   | 1,5          | 0,7          | 0,1          |              |              |                       |              | 1,3          | 0,3          | 0,1          | 1,5          | 0,7          | 0,1          |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Cebollas                | 3,0                   | 3,0          | 1,1          | 0,7          | 0,2          | 0,1          |                       |              |              | 3,0          | 2,5          | 1,1          |                       |              |              |              |              |              | 2,6          | 2,9          | 3,2          |              |              |              | 0,2          |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Otros hortícolas        | 3,6                   | 2,9          | 0,9          | 3,7          | 2,2          | 0,8          | 2,6                   | 0,2          | 0,1          | 3,6          | 2,9          | 0,9          | 3,7                   | 2,2          | 0,7          | 2,6          | 0,2          | 0,1          | 5,1          | 7,8          | 2,1          | 9,1          | 5,3          | 1,6          | 3,6          | 0,5          | 0,2          |              |              |              |              |              |              |              |
| Retirada                |                       |              |              |              | 1,3          | 1,9          |                       |              |              |              |              |              | 1,2                   | 2,1          |              |              |              |              |              |              |              | 1,2          | 1,9          |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>Total</b>            | <b>100,0</b>          | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b>          | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b>          | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> | <b>100,0</b> |
| <b>Total Alg+Rem</b>    | <b>69,2</b>           | <b>50,9</b>  | <b>38,9</b>  | <b>49,3</b>  | <b>45,2</b>  | <b>43,7</b>  | <b>72,5</b>           | <b>59,9</b>  | <b>43,5</b>  | <b>69,0</b>  | <b>38,8</b>  | <b>19,0</b>  | <b>49,3</b>           | <b>45,2</b>  | <b>43,7</b>  | <b>72,5</b>  | <b>55,4</b>  | <b>43,5</b>  | <b>72,5</b>  | <b>50,8</b>  | <b>33,3</b>  | <b>53,4</b>  | <b>51,6</b>  | <b>46,6</b>  | <b>75,4</b>  | <b>46,6</b>  | <b>75,4</b>  | <b>61,8</b>  | <b>54,4</b>  |              |              |              |              |              |
| <b>Total COP</b>        | <b>21,8</b>           | <b>41,2</b>  | <b>57,6</b>  | <b>31,2</b>  | <b>33,0</b>  | <b>41,0</b>  | <b>13,8</b>           | <b>28,4</b>  | <b>43,7</b>  | <b>21,9</b>  | <b>53,7</b>  | <b>77,6</b>  | <b>35,8</b>           | <b>33,5</b>  | <b>42,6</b>  | <b>13,8</b>  | <b>32,9</b>  | <b>43,8</b>  | <b>13,0</b>  | <b>33,0</b>  | <b>59,4</b>  | <b>16,9</b>  | <b>17,5</b>  | <b>35,3</b>  | <b>10,1</b>  | <b>32,6</b>  | <b>41,9</b>  |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>Total Hort+Papas</b> | <b>9,1</b>            | <b>7,9</b>   | <b>2,2</b>   | <b>19,5</b>  | <b>21,8</b>  | <b>13,2</b>  | <b>10,5</b>           | <b>3,7</b>   | <b>1,7</b>   | <b>9,1</b>   | <b>7,4</b>   | <b>2,2</b>   | <b>14,9</b>           | <b>21,3</b>  | <b>11,6</b>  | <b>10,5</b>  | <b>3,7</b>   | <b>1,6</b>   | <b>14,5</b>  | <b>16,2</b>  | <b>6,1</b>   | <b>29,7</b>  | <b>30,8</b>  | <b>16,2</b>  | <b>14,5</b>  | <b>5,6</b>   | <b>2,8</b>   |              |              |              |              |              |              |              |

Conviene señalar que del incremento de cultivos hortícolas y patatas, algo más de un 40% de incremento (desde un 5,6% en el escenario PAC-2000 hasta un 8,0% de la superficie total de las tres comunidades de regantes en COP-Hort), casi la mitad corresponde a patatas, cultivo éste, según apuntan los agricultores en la encuesta, menos arriesgado debido a su carácter no tan perecedero y destino dual, tanto industrial como para consumo en fresco.

No obstante, este impacto global de los dos escenarios planteados no es sino el resultado de adicionar comportamientos dispares por estrato y comunidad de regantes, tal y como puede apreciarse en el cuadro 7.

Como sugieren los resultados desagregados del cuadro 7, en el escenario COP-Hort el incremento de hortícolas y patatas más importante se produce en las explotaciones de los estratos de menor tamaño. Así, como media, las explotaciones menores de 10 ha pasarían de un porcentaje inicial de hortícolas y patatas del 13,5% hasta el 19,7%. Por el contrario, son las fincas más grandes (mayores de 20 ha) las que incrementarían en menor cuantía la superficie dedicada a estos cultivos para hacer frente a la aplicación del escenario propuesto (pasarían del 4,7% al 6,5%). La evolución de los hortícolas y la patata tiene, lógicamente, su contrapunto en los cultivos COP. Así, son las explotaciones más pequeñas las que disminuyen en mayor medida la superficie destinada a estos cultivos (del 20,2% actual al 12,6%), mientras que para las más grandes este descenso es menos acusado (del 43,5% al 40,8%).

Este comportamiento diferencial cabe explicarlo por el diferente grado de aversión al riesgo que tiene cada estrato. Así, como antes se comentó, los estratos más pequeños tienen una menor aversión al riesgo, lo que les hace tener una mayor propensión a cultivar hortícolas y patata (cultivos con mayor esperanza de margen bruto, pero también con mayor variabilidad). Por el contrario, los estratos de mayor tamaño, normalmente con un mayor grado de aversión al riesgo, tratan en todo caso de mantener un nivel de seguridad en sus ingresos, siendo para éstos menos atractivo el cultivo de este tipo de alternativas más especulativas.

#### **5.4. Simulación de los escenarios de política agraria: consecuencias socioeconómicas**

Desde el punto de vista socioeconómico, la reforma actual (PAC-2003) no tiene una especial incidencia en el empleo generado o el margen bruto esperado. En efecto, la sustitución de girasol por trigo y la leve reducción de hortícolas no cambian significativamente el uso de insumos de la zona. Por el contrario, el escenario COP-Hort sí se traduce en un impacto mayor en el uso de estos insumos como consecuencia de una reducción de la superficie de cultivos COP a favor de cultivos hortícolas.

Este cambio en la distribución de cultivos tiene una implicación socioeconómica clara en términos de margen bruto esperado y riesgo asociado, como muestra el cuadro 8.

En el caso del escenario PAC-2003 los cambios respecto a la situación inicial (valor 100) no son tan importantes en términos de margen bruto total esperado ni del riesgo asociado como en el escenario COP-Hort. En este último se producen mayores márgenes brutos esperados, más importantes cuanto menor es el tamaño de las explotaciones.

CUADRO 8

**Cambios previstos debido a la implantación de los escenarios PAC-2003 y COP-Hort  
(referencia inicial PAC-2000 = 100)**

|          |          | Villar |       |     | Valle |       |     | Bajo |       |     |
|----------|----------|--------|-------|-----|-------|-------|-----|------|-------|-----|
|          |          | <10    | 10-20 | >20 | <10   | 10-20 | >20 | <10  | 10-20 | >20 |
| PAC-2003 | MBT      | 101    | 102   | 96  | 106   | 100   | 97  | 101  | 101   | 99  |
|          | Var      | 101    | 101   | 92  | 99    | 98    | 92  | 105  | 102   | 89  |
|          | Utilidad | 97     | 97    | 109 | 92    | 92    | 95  | 96   | 94    | 98  |
| COP-Hort | MBT      | 111    | 112   | 107 | 104   | 104   | 101 | 105  | 97    | 96  |
|          | Var      | 116    | 123   | 102 | 112   | 117   | 106 | 108  | 88    | 96  |
|          | Utilidad | 110    | 110   | 109 | 103   | 101   | 101 | 103  | 101   | 102 |

En relación con el impacto de la política propuesta (escenario COP-Hort) sobre el nivel de exposición al riesgo de los productores, los resultados sugieren que el nuevo plan de cultivos óptimo presenta una mayor varianza que el correspondiente al escenario actual. Este aumento del riesgo es consecuencia implícita del mayor margen bruto esperado que se pretende alcanzar con la sustitución de COP por hortícolas y/o patatas. En este sentido, de los resultados de las simulaciones anteriores puede concluirse afirmando que los mayores beneficiarios del cambio de asignación de las ayudas directas son los agricultores más pequeños, ya que serán ellos, al ponderar en menor medida el objetivo de minimización del riesgo, los que mayores incrementos de utilidad (bienestar) tendrán, motivado fundamentalmente por el incremento en el MBT obtenido. En este sentido puede apuntarse un positivo efecto de la alternativa de pagos desacoplados propuesta sobre la redistribución social de la protección al sector agrario.

También es interesante destacar que, mientras en la actual reforma se produce una reducción generalizada, aunque leve, del bienestar de los productores, medible en términos de nivel de utilidad, en el escenario COP-Hort todos los estratos incrementan dicho nivel de bienestar (utilidad). Así, si bien los dos últimos estratos de la comunidad de regantes del *Bajo Guadalquivir* presentan una reducción del MBT esperado, esta reducción es más que compensada por una reducción en el riesgo asociado a los planes de cultivos óptimos, como demuestra el hecho de presentar un mayor nivel de utilidad.

Los requerimientos de mano de obra (mano de obra agraria directa e indirecta en el conjunto de las *filières* agroalimentarias) de los cultivos hortícolas son de 47 jornales por hectárea y año, comparado con los únicamente 3 de los cultivos COP<sup>10</sup>. Multiplicando la superficie de cada cultivo por sus demandas de mano de obra y dividiendo por la superficie total de cultivo, puede obtenerse la demanda media actual de este factor productivo por hectárea en el conjunto de las 3 comunidades de regantes estudiadas: 10,5 jornales por hectárea y año. Según los resultados obtenidos, esta cifra apenas se verá alterada con la puesta en marcha de la reforma aprobada (escenario PAC-2003), en la medida que los únicos cambios en los planes de cultivos (sustitu-

<sup>10</sup> Datos de demanda de mano de obra suministrados por una empresa consultora agrícola de la zona de estudio.

ciones entre cultivos COP) no tienen consecuencias relevantes sobre el empleo. No obstante, si adoptase la alternativa propuesta en este trabajo (escenario COP-Hort), esta media subiría hasta 11,5 jornales por hectárea y año, lo que supondría un aumento del empleo rural en un 9,3%. En este sentido también puede considerarse esta última alternativa como preferible dado el impacto positivo que tendría sobre el desarrollo rural de estas zonas de regadío.

## 6. Conclusiones

De acuerdo con las simulaciones realizadas, la nueva reforma de la PAC aprobada en septiembre de 2003 supone un ligero empeoramiento de los productores, en términos de niveles de utilidad con respecto a la situación anterior. Este escenario produce una sustitución parcial del girasol por el trigo en las zonas de riego analizadas. Agregadamente, existe un leve incremento de los cultivos COP y una ligera reducción de hortalizas y/o patatas.

Por el contrario, y según los resultados obtenidos, el escenario alternativo que permite la sustitución de COP por hortalizas y/o patatas tiene un efecto positivo sobre las rentas de la mayoría de los agricultores, en especial la de los pequeños productores debido a un incremento de la superficie de hortalizas y patatas que ronda un tercio de la superficie inicial. El hecho de presentar mayores niveles de utilidad en todos los estratos indica que el mayor riesgo asociado a este incremento de hortalizas es más que compensado por los mayores márgenes brutos esperados.

El presente artículo aporta algunos elementos de reflexión interesantes, a nuestro juicio, al debate político sobre la conveniencia o no de hacer compatible la siembra de cultivos hortalizas y patatas en las tierras ocupadas anteriormente por cultivos COP con la percepción de la ayuda desacoplada. Si bien la Reforma Intermedia de la PAC aprobada en 2003 descarta esta posibilidad, así como también parece que apuntan los borradores existentes de la reforma del sistema de apoyo al sector del algodón, los resultados de las simulaciones presentadas aquí sugieren que esta posibilidad no tendría un impacto radical en las distribuciones de cultivos actuales, y sí un efecto positivo sobre las rentas de la mayoría de los productores, especialmente los más pequeños.

En cualquier caso, si bien los modelos matemáticos contemplan reducciones del margen bruto de los cultivos hortalizas y/o patatas a medida que se incrementa su superficie, la complejidad de la estimación de la elasticidad de demanda de cada uno de estos productos, cuyo estudio más detallado excede el presente artículo, sugiere mostrar cierta cautela a la hora de predecir el incremento de renta que se produciría con la sustitución de los cultivos COP por hortalizas y/o patatas.

## Bibliografía

- Amador, F.; Sumpsi, J.M. y Romero, C. (1998). «A non-interactive methodology to assess farmers' utility functions: An application to large farms in Andalusia, Spain». *European Review of Agricultural Economics*, **25**:92-109.

- Anderson, J.R.; Dillon, J.L. y Hardaker, J.B. (1977). *Agricultural Decision Analysis*. Iowa University Press, Iowa.
- Arriaza, M. (2000). *Modelling conflict of objectives in responding to some of the changes in the Common Agricultural Policy: the case of irrigated agriculture in Andalusia, Spain*. Unpublished PhD thesis, University of Reading, U.K.
- Arriaza, M. y Gómez-Limón, J.A. (2003). «Comparative performance of selected mathematical programming models». *Agricultural Systems*, **77**:155-171.
- Arriaza, M.; Gómez-Limón, J.A. y Upton, M. (2002). «Local markets for irrigation water in Southern Spain: a multicriteria approach». *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, **46**(1):21-43.
- Arriaza, M. y Ruiz Avilés, P. (2001). *Impacto de diferentes medidas de política agraria en los cultivos de regadío del Valle del Guadalquivir*. Analistas Económicos de Andalucía, Málaga.
- Ballestero, E. y Romero, C. (1998). *Multiple Criteria Decision Making and its Applications to Economic Problems*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Bar-Shira, Z.; Just, R.E. y Zilberman, D. (1997). «Estimation for farmers' risk attitude: an econometric approach». *Agricultural Economics*, **17**(4):211-222.
- Beard, N. y Swinbank, A. (1998). *Decoupled Payments, the 'Blue-Box' and the CAP*. Unpublished paper. Department of Agricultural and Food Economics of the University of Reading.
- Berbel, J. y Rodríguez, A. (1998). «An MCDM approach to production analysis: An application to irrigated farms in Southern Spain». *European Journal of Operational Research*, **107**(1):108-118.
- Binswanger, H.P. (1980). «Attitudes toward risk: experimental measurement in rural India». *American Journal of Agricultural Economics*, **62**(3):395-407.
- Binswanger, H.P. (1981). «Attitudes toward risk: Theoretical implications of an experiment in rural India». *The Economic Journal*, **91**:867-890.
- Biswas, T. (1997). *Decision-Making under Uncertainty*. Macmillan Press, London.
- Brooke, A.; Kendrick, D. y Meeraus, A. (1992). *GAMS: A User's Guide. Release*. The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank, The Scientific Press, San Francisco.
- Buckwell, A.E. (1997). Toward a common agricultural and rural policy for Europe. *European Economy. Reports and Studies* 5.
- Buckwell, A.E. y Hazell, P.B.R. (1972). «Implications of aggregation bias for the construction of static and dynamic linear programming supply models». *Journal of Agricultural Economics*, **23**:119-134.
- Cary, J.W. y Holmes, W.E. (1982). «Relationship among Farmers' Goals and Farm Adjustment Strategies: Some Empirics of a Multidimensional Approach». *Australian Journal of Agricultural Economics*, **26**:114-130.
- Chavas, J.P. y Holt, M.T. (1990). «Acreage decisions under risk: the case of corn and soybeans». *Agricultural Economics of Agricultural Economics*, **72**(3):529-538.
- Chavas, J.P. y Holt, M.T. (1996). «Economic behavior under uncertainty: A joint analysis of risk preferences and technology». *Review of Economics and Statistics*, **78**(2):329-335.
- Day, R.H. (1963). «On aggregating linear programming models of production». *Journal of Farm Economics*, **45**:797-813.
- Dawes, R.M. (1979). «The robust beauty of improper linear models in decision making». *American Psychology*, **34**:571-582.
- Dawes, R.M. y Corrigan, B. (1974). «Linear models in decision making». *Psychological Bulletin*, **81**:95-100.

- Dyer, J.S. (1977). *On the relationship between Goal Programming and Multiattribute Utility Theory*. Management Study Center, University of California, Los Angeles.
- Edwards, W. (1977). Use of multiattribute utility measurement for social decision making. In D.E. Bell, R.L. Keeney y H. Raiffa (eds), *Conflicting Objectives in Decisions*. John Wiley & Sons, Chichester, pp. 247-276.
- Einhorn, H.J. y Hogart, R.M. (1975). «Unit weighting schemes of decision making». *Organizational Behavior and Human Performance*, **13**:171-192.
- Farmer, P.C. (1987). «Testing the robustness of multiattribute utility theory in an applied setting». *Decision Sciences*, **18**:178-193.
- Feinerman, E. y Finkelshtain, I. (1996). «Introducing socio-economic characteristics into production analysis under risk». *Agricultural Economics*, **13**:149-161.
- Fishburn, P.C. (1982). *The Foundations of Expected Utility*. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland.
- García Álvarez-Coque, J.M. (2003). «La agricultura española ante la reforma de la política agrícola común». *Papeles de Economía Española*, **96**:2-19.
- Gasson, R. (1973). «Goals and Values of Farmers». *Journal of Agricultural Economics*, **24**:521-537.
- Gómez-Limón, J.A.; Arriaza, M. y Berbel, J. (2002). «Conflicting implementation of agricultural and water policies in irrigated areas in the EU». *Journal of Agricultural Economics*, **53**(2):259-281.
- Gómez-Limón, J. A.; Arriaza, M. y Riesgo, L. (2003). «An MCDM analysis of agricultural risk aversion». *European Journal of Operational Research*, **151**(3):569-585.
- Gómez-Limón, J.A. y Berbel J. (2000). «Multicriteria Analysis of Derived Water Demand Functions: A Spanish Case Study». *Agricultural Systems*, **63**:49-72.
- Gómez-Limón, J.A. y Riesgo, L. (2004). «Irrigation water pricing: differential impacts on irrigated farms». *Agricultural Economics*, en prensa.
- Hamal, K.B. y Anderson, J.R. (1982). «A note on decreasing absolute risk aversion among farmers in Nepal». *Australian Journal of Agricultural Economics*, **26**(3):220-225.
- Hardaker, J.B.; Huirne, R.B.M. y Anderson, J.R. (1997). *Coping with Risk in Agriculture*. CAB International, Oxon, UK.
- Hatch, R.E.; Harman, W.L. y Eidman, V.R. (1974). «Incorporating Multiple Goals into the Decision-Making Process, A Simulation Approach for Firm Growth Analysis». *Southern Journal of Agricultural Economics*, **7**:103-10.
- Herath, H.M.G. (1981). «An Empirical Evaluation of Multiattribute Utility Theory in Peasant Agriculture». *Oxford Agrarian Studies*, **10**:240-254.
- Huirne, R.B.M. y Hardaker, J.B. (1998). «A multi-attribute utility model to optimise sow replacement decisions». *European Review of Agricultural Economics*, **25**:488-505.
- Hwang, C.L. y Yoon, K. (1981). *Multi Attribute Decision Making*. Springer-Verlag, New York.
- Ingersent, K.A. y Rayner, A.J. (1999). *Agricultural Policy in Western Europe and the United States*. Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Josling, T. y Tangermann, S. (1999). «Implementation of the WTO agreement on agriculture and developments for the next round of negotiations». *European Review of Agricultural Economics*, **26**:371-388.
- Just, R.E. (1993). «Discovering production and supply relationships: present status and future opportunities». *Review of Marketing and Agricultural Economics*, **61**: 11-40.
- Keeney, M. (2000). «The distributional impact of direct payments on Irish farm incomes». *Journal of Agricultural Economics*, **51**:252-263.
- Keeney, R.L. (1974). «Multiplicative utility functions». *Operations Research*, **22**:22-34.

- Kingwell, R. (1996). «Programming models of farm supply response: the impact of specification errors». *Agricultural Systems*, **50**:307-324.
- Lins, D.A.; Gabriel, S.C. y Sonka, S.T. (1981). «An analysis of the risk aversion of farm operators: an asset portfolio approach». *Western Journal of Agricultural Economics*, **6**(1):15-29.
- McErlean, S.; Wu, Z.; Moss, J.; Ijpelaar, J. y Doherty, A. (2003). «Do EU direct payments to beef producers belong in the «blue box»?». *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, **47**:55-73.
- McPherson, D. y Bennett, D. (1979). «Strengths and weaknesses of the systems approach». In *Land Use Planning-Recent Advances*. University of Western Australia and Australian. Institute of Agricultural Science, pp. 39-48.
- Miller, T.A. (1966). «Sufficient conditions for exact aggregation in linear programming models». *Agricultural Economics Research*, **18**:52-57.
- Pannell, D.J.; Kingwell, R y Schilizzi, S. (1992). *Debugging MP Models: Principles and Practical Strategies*. Contributed paper to the 36<sup>th</sup> Annual Conference of the Australian Agricultural Economics Society, Australian National University, feb 9-12, Canberra.
- Rigby, D. y Young, T. (1996). «European environmental regulations to reduce water pollution: an analysis of their impact on UK dairy farms». *European Review of Agricultural Economics*, **23**:59-78.
- Saha, A. (1997). «Risk preference estimation in the nonlinear mean standard deviation approach». *Economics Inquiry*, **25**:770-782.
- 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**(2):173-184.
- Sumpsi, J.M. (2003). «Una nueva política agraria para una nueva Unión». *Papeles de Economía Española*, **96**:42-59.
- Sumpsi, J.M.; Amador, F. y Romero, C. (1997). «On Farmers' Objectives: A Multi-Criteria Approach». *European Journal of Operational Research*, **96**:64-71.
- Swinbank, A. (1999). «CAP reform and the WTO: compatibility and developments». *European Review of Agricultural Economics*, **26**:389-407.
- Swinbank, A. y Tanner, C. (1999). *Farm Policy and Trade Conflict. The Uruguay Round and CAP Reform*. The University of Michigan Press, US.
- Van Meijl, H. y Van Tongeren, F. (2002). «The Agenda 2000 CAP reform, world prices and GATT-WTO export constraints». *European Review of Agricultural Economics*, **29**:445-470.
- Wiens, T.B. (1976). «Peasant risk aversion and allocative behaviour: A quadratic programming experiment». *American Journal of Agricultural Economics*, **58**:629-635.