



**Impacto socioeconómico de diferentes
medidas de política agraria en los cultivos
de regadío del valle del Guadalquivir
(accésit)**

Manuel Arriaza Balmón
Pedro Ruiz Avilés

III Premio Unicaja de Investigación sobre desarrollo
económico y estudios agrarios



Unicaja
Fundación



**Impacto socioeconómico
de diferentes medidas
de política agraria en los
cultivos de regadío
del Valle del Guadalquivir**

Manuel Arriaza Balmón
Pedro Ruiz Avilés

Reunidos en la Ciudad de Sevilla el día 9 de Mayo de 2001 un jurado presidido por Braulio Medel Cámara y compuesto por Rafael Cano López, José Javier Rodríguez Alcalde y Francisco Villalba Cabello, decidió por unanimidad conceder a esta investigación un Accésit del III PREMIO UNICAJA DE INVESTIGACIÓN SOBRE DESARROLLO ECONÓMICO Y ESTUDIOS AGRARIOS. El premio fue convocado por Analistas Económicos de Andalucía en el otoño de 2000 y cuenta con el patrocinio de la Fundación UNICAJA.

Impacto socioeconómico de diferentes medidas de política agraria en los cultivos de regadío del Valle del Guadalquivir

Equipo de Investigación y Edición

Investigación	Manuel Arriaza Balmón Pedro Ruiz Avilés
Coordinación	M ^a Dolores Fernández-Ortega Jiménez
Proyecto, Realización, Coordinación y Edición	

*A nuestras esposas
e hijos*

Producción

Analistas Económicos de Andalucía

C/. Ancla, nº 2 - 6ª planta. 29015 MÁLAGA

Tel.: 952 22 53 05 = 06

Fax: 952 21 20 73

e-mail: aea@unicaja.es

[www: analistaseconomicos.com](http://www.analistaseconomicos.com)

D.L.: MA-1622 / 2001

I.S.B.N.: 84-95191-50-4

La responsabilidad de las opiniones emitidas en este documento corresponde exclusivamente a los autores que no son, necesariamente, las de UNICAJA o Analistas Económicos de Andalucía.

Reservados todos los derechos. Queda prohibido reproducir parte alguna de esta publicación, su tratamiento informático o la transcripción por cualquier medio, electrónico, mecánico, reprografía y otro sin el permiso previo y por escrito del editor.

© Analistas Económicos de Andalucía

Agradecimientos

En primer lugar, quisiéramos agradecer al catedrático del Departamento de Economía Agraria de la Universidad de Reading, Professor Martin Upton, sus comentarios y sugerencias en la elaboración de este trabajo.

De igual forma, este trabajo ha sido en gran parte posible gracias a la financiación del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) mediante una beca predoctoral para el extranjero concedida dentro del proyecto nacional "Impacto de la reforma de la PAC sobre la renta, empleo y otros factores de producción en los sectores de cultivos herbáceos, materias grasas y ganadería extensiva" INIA SC 94-095.

A todos los miembros del departamento de Economía y Sociología Agrarias del Centro de Investigación y Formación Agraria de Córdoba de la Dirección General de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de la Junta de Andalucía, en especial a D. Francisco Barea Barea, D. José González Arenas y D. Antonio Vázquez Cobos, así como al personal administrativo D. Ildefonso Díaz Canalejo, D. Alfonso Gutiérrez Rodríguez y D. Juan Palacios Guillén, por su continuo apoyo.

Por último, a Unicaja y Analistas Económicos de Andalucía por la concesión del premio y su posterior publicación, dándonos la oportunidad de hacer llegar el presente estudio a muchos de los agentes económicos y sociales relacionados con el sector agrario de Andalucía.

Impacto Socioeconómico de diferentes medidas de política agraria en los cultivos de regadío del Valle del Guadalquivir

Índice

	Presentación	15
CAPÍTULO I	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	19
I.1.	Introducción	19
I.2.	Objetivos del estudio	21
I.3.	Relevancia de la investigación	21
I.4.	Organización de los capítulos	23
CAPÍTULO II	FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLOGÍA	29
II.1.	Aspectos filosóficos de la investigación	29
II.2.	Los modelos y la simulación de políticas agrarias	31
II.3.	Técnicas multicriterio de toma de decisiones	33
II.4.	Teoría de la utilidad multiatributo	37
II.5.	Implicaciones teóricas de las funciones de utilidad aditivas	42
II.6.	Resumen de la metodología aplicada	45
CAPÍTULO III	ZONA DE ESTUDIO Y FUENTES DE DATOS	49
III.1.	Localización de la zona de estudio	49
III.1.1.	Comunidad de regantes El Villar	50
III.1.2.	Comunidad de regantes El Valle Inferior	52
III.1.3.	Comunidad de regantes El Bajo Guadalquivir	53
III.1.4.	Distribución de cultivos en las comunidades de regantes	54
III.2.	Fuentes de datos	56
III.2.1.	Datos de la empresa consultora y contable	56
III.2.2.	Datos oficiales de producciones y precios	56

	III.2.3. Información recogida en el cuestionario de la encuesta	57
	III.3. Diseño del muestreo estadístico	63
	III.4. Resumen de la zona de estudio y fuentes de datos	65
CAPÍTULO IV	ESPECIFICACIÓN MATEMÁTICA DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN	69
IV.1.	Los elementos del modelo	69
	IV.1.1 La función objetivo	69
	IV.1.2. Actividades consideradas en cada modelo	69
	IV.1.3. Las restricciones del modelo	70
	IV.1.4. Márgenes brutos medios y matriz de varianzas-covarianzas	72
IV.2.	Supuestos de los modelos matemáticos utilizados	74
	IV.2.1. Supuestos de los modelos de programación lineal tradicionales	74
	IV.2.2. Supuestos relativos al uso de una función de utilidad aditiva	75
IV.3.	Simulación del nuevo escenario de política agraria	76
IV.4.	Expresión matemática de las funciones de utilidad	77
CAPÍTULO V	VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN	85
V.1.	Ordenación de diferentes alternativas de cultivo	85
V.2.	Reproducción de la situación actual	87
V.3.	Consistencia con las predicciones hechas por otros modelos	88
V.4.	Tendencias declaradas por los agricultores en la encuesta	90
CAPÍTULO VI	SIMULACIONES DE LOS ESCENARIOS DE POLÍTICA AGRARIA	95
VI.1.	Escenario 1: Agenda 2000	95
VI.2.	Escenario 2: pago único por superficie para COP y hortícolas	98

CAPÍTULO VII	CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES	107
	REFERENCIAS	111
	BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL RECOMENDADA	119
	ANEJO. EL CUESTIONARIO	129

Presentación

Braulio Medel Cámara. Presidente de Unicaja.

UNICAJA, ha patrocinado, un año más, la convocatoria del **Premio UNICAJA de Investigación sobre Desarrollo Económico y Estudios Agrarios**, con el fin de promover e incentivar la realización, y su posterior difusión, de investigaciones para la mejora y ampliación del conocimiento sobre la realidad socioeconómica que nos rodea, que constituye uno de los principales cometidos en los que se fundamenta el avance y desarrollo de la sociedad. La implantación y continuación de este premio pone de manifiesto la apuesta decidida que viene realizando nuestra entidad por la investigación económica, con la certeza de que estos estudios serán de gran utilidad para los profesionales y especialistas y, por extensión, para la sociedad en su conjunto.

Este premio de Investigación, que fue promovido inicialmente por Analistas Económicos de Andalucía, sociedad del grupo UNICAJA, en el año 1998, se encuadra en la actual convocatoria dentro del conjunto de premios que promueve Unicaja a través de la Fundación UNICAJA.

En la tercera convocatoria, dada la calidad de los trabajos presentados, el Jurado, por unanimidad, acordó conceder un accésit al trabajo **“Impacto socioeconómico de diferentes medidas de Política Agraria en los cultivos de regadío del Valle del Guadalquivir”**, realizado por un equipo de investigadores del Centro de Investigación y Formación Agraria de Córdoba, de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, compuesto por D. Manuel Arriaza Balmón, investigador principal, y D. Pedro Ruiz Avilés, ambos doctores Ingenieros Agrónomos. Esta investigación analiza los efectos de la implantación de un nuevo sistema de ayudas comunitarias a los cultivos herbáceos de regadío en el Valle del Guadalquivir. El estudio se apoya en la metodología de la programación matemática dentro del paradigma de decisión multicriterio, concretamente en la teoría de la utilidad multiatributo, que permite la predicción del comportamiento de los agricultores de una forma más exacta que la metodología tradicional neoclásica basada en la maximización del beneficio como único objetivo.

Este trabajo es editado por el Servicio de Publicaciones de la Fundación UNICAJA, incorporándose así a la serie de documentos que tienen como finalidad principal estimular las investigaciones y divulgar sus resultados para mejorar la economía regional.

El patrocinio continuado de estos trabajos por parte de UNICAJA es fiel reflejo de su voluntad de apoyo al sector agrario y el deseo de profundizar en su conocimiento y estudio como uno de los sectores claves del desa-

rrollo futuro de nuestra región y que desempeña un papel crucial dentro del conjunto de la economía española. En definitiva, deseamos que la presente edición tenga tan favorable acogida como las anteriores, y constituya un documento útil para todos los profesionales y estudiosos del sector agrario andaluz, al tiempo que sea un referente básico para la realización de ulteriores investigaciones que contribuyan a su mejor conocimiento.



INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Capítulo I

I. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

I.1 Introducción

Considerando las líneas prioritarias que subyacen en los últimos acuerdos de la Organización Mundial del Comercio (OMC), y los cambios introducidos en el sistema de subsidios agrícolas de los Estados Unidos (*FAIR Act*), parece probable que la Unión Europea tenga que acometer nuevas reformas de la Política Agrícola Común (PAC), posiblemente antes de la finalización de la actual Ronda de la OMC, y más allá de los tímidos pasos realizados en la Agenda 2000.

En efecto, la Agenda 2000 tiene como primer objetivo el cumplimiento de los acuerdos de Marrakech sobre reducción del 36 por ciento del gasto presupuestario en las restituciones a la exportación (respecto al nivel del periodo 88-90, y finalizando en 2000), y del 21 por ciento del volumen total de las exportaciones subsidiadas. Sin embargo, estos acuerdos no se han diseñado con suficiente capacidad de compromiso para encarar el reto de la ampliación de la Unión Europea hacia el Este, o para responder a las previsibles mayores exigencias de una nueva ronda de la OMC (Swinbank, 1999).

En este sentido, la Agenda 2000 es considerada por muchos economistas agrarios como un primer paso hacia una reforma más radical que permita encuadrar los instrumentos de política agraria europea dentro de la llamada *Caja Verde*, en lugar de ceñirse a defender las medidas que actualmente se encuentran en la denominada *Caja Azul*¹. Según el criterio de inclusión en esta *Caja Azul*, los pagos directos efectuados bajo programas de limitación de producción no estarán sujetos al acuerdo de reducción del nivel de ayudas interno si estos pagos se realizan para una superficie y rendimientos fijos². Por el contrario, para que las ayudas al sector agrario puedan incluirse dentro de la *Caja Verde*, y, por tanto sean aceptadas por la OMC, es necesario que estos subsidios no estén ligados a la producción. Así pues el agricultor podría recibir una cantidad fija de ayuda, incluso si decidiera no cultivar sus tierras.

Aunque la Unión Europea y los Estados Unidos han hecho uso de las exenciones permitidas por la mencionada *Caja Azul* —esto es, de subsidios

¹ Ver por ejemplo Swinbank y Tanner (1999).

² Párrafo 5 del Artículo 6 del Tratado de Blair House entre los Estados Unidos y la Unión Europea en noviembre de 1992.

ligados a controles de producción—, la adopción por parte de los Estados Unidos en 1996 de una nueva reforma agraria (*Federal Agricultural Improvement and Reform –FAIR Act ó Farm Bill–*), permitirá a este país defender que ya no es necesario mantener este tipo de subsidios. Esto hará aún más difícil la justificación por parte de la Unión Europea de la continuación de este tipo de ayudas en la siguiente ronda de la OMC (Josling y Tangermann, 1999; Bureau et al, 1997). Finalmente, existe la llamada *Caja Ámbar*, que incluye medidas de apoyo al sector agrario prohibidas por la OMC por estar directamente vinculadas a la producción.

En el presente estudio se trata de analizar la implantación de un nuevo sistema de ayudas comunitarias a los cultivos herbáceos de regadío en el Valle del Guadalquivir. Básicamente, este sistema consistiría en otorgar un pago único por hectárea basado en la cantidad de ayudas percibidas por el agricultor en la campaña de referencia: 1997/98. Aunque el programa tiene una similitud clara con el sistema implantado en Estados Unidos desde 1996 (*Farm Bill*), con respecto a él existen dos diferencias claras: primera, no existe ninguna limitación en la libertad del agricultor a la hora de elegir sus cultivos (el sistema americano impone a sus agricultores un techo superior en el porcentaje dedicado a cultivos hortofrutícolas sobre el total de la explotación), y segunda, este sistema se limita a las ayudas recibidas por cereales, oleaginosas y proteaginosas (cultivos COP). Por tanto, no se aborda el cambio del sistema de ayudas de otros cultivos regulados mediante cuota: en nuestro caso básicamente algodón y remolacha azucarera.

La hipótesis inicial de trabajo de este estudio parte del supuesto de que se deriva un efecto socioeconómico positivo de este sistema de ayudas. Dicho efecto se traduciría en un aumento de empleo rural (directo e indirecto), y en un ligero incremento de las rentas de los agricultores (especialmente los pequeños). Desde el punto de vista comunitario, esta propuesta de política agraria se caracterizaría también por su neutralidad presupuestaria (no necesita ningún incremento presupuestario del FEOGA) y por la reducción de las cargas administrativas en materia de control y seguimiento de las ayudas. Además, tiene un efecto adicional positivo que consiste en la reducción de incentivos a efectuar posibles fraudes. Por otra parte, este tipo de ayuda sí puede incluirse en la anteriormente mencionada *Caja Verde* por estar casi totalmente desacoplada de la producción obtenida.

Para medir el impacto de este sistema de ayudas, el estudio se apoya en la metodología de la programación matemática dentro del paradigma de decisión multicriterio, concretamente en la teoría de la utilidad multia-

tributo. Desde un punto de vista metodológico, el paradigma multicriterio permite la predicción del comportamiento de los agricultores de una forma más exacta que la metodología tradicional neoclásica basada en la maximización del beneficio como único objetivo.

Una función de utilidad con los dos primeros momentos del valor esperado del margen bruto total es generada para simular el comportamiento de tres grupos de agricultores (pequeños, medianos y grandes) en tres comunidades de regantes: El Bajo Guadalquivir, El Valle Inferior y El Villar, localizadas las dos primeras en la provincia de Sevilla y la tercera en la de Córdoba.

Estas funciones de utilidad obtenidas también serán usadas para predecir algunos cambios que la nueva reforma de la Política Agraria Comunitaria (Agenda 2000) podría producir en la distribución de cultivos de la zona de estudio.

I.2 | Objetivos del estudio

En síntesis, dos son los principales objetivos de este estudio:

- (1) La obtención de las funciones de utilidad que simulan el comportamiento del agricultor.
- (2) La simulación del impacto de dos escenarios de política agraria: la presente Agenda 2000, y un nuevo sistema de ayudas que no depende del cultivo seleccionado por el agricultor.

I.3 | Relevancia de la investigación

Considerando la evolución futura de la PAC, tanto por las presiones internas como por las externas, este estudio presenta una alternativa a la Agenda 2000 basada en un tipo de ayuda por hectárea que no está ligada al cultivo, y, por tanto, es una ayuda desacoplada, la única que no presenta ningún problema de aceptación por parte de la OMC. Este tipo de ayuda se limita en este estudio a los cultivos COP (cereales, oleaginosas y proteaginosas) y los productos hortícolas.

Los resultados de la investigación intentarán mostrar cómo dicha política tendría un efecto positivo en el regadío extensivo del Valle del Guadalquivir sobre los siguientes aspectos socioeconómicos:

- **Empleo rural.** La creación de empleo se halla dentro de las prioridades de la PAC. Incluso en la propuesta inicial de la Agenda 2000 se introdujo la posibilidad de la modulación de las ayudas siguiendo criterios sociales de generación de empleo en el medio rural. En la zona de estudio, las estadísticas indican una tasa de desempleo de la población activa muy 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 aquellos cultivos que demandan más empleo. El efecto positivo se extendería más allá de la explotación, con 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.
- **Actividad burocrática.** Mediante este nuevo sistema se reduce la labor de control y manejo de documentación por parte de la Administración, ya que no es necesario saber la distribución de cultivos que se acogen al nuevo sistema.
- **Desacoplamiento de las ayudas.** Este nuevo sistema de ayudas sería independiente de la producción obtenida³.
- **Liberalización del mercado.** Por cuanto la reducción prevista de las ayudas a la exportación y la disminución de los precios percibidos, y la sustitución (parcial) por ayudas desacopladas facilitarían los intercambios comerciales internacionales.
- **Ingresos de los agricultores.** El margen bruto total estimado con esta política sería superior al que percibirían de acuerdo con la Agenda 2000 para los agricultores pequeños y medianos. Los agricultores grandes (con más de 20 hectáreas en regadío) también mantienen el nivel de ingresos con respecto al de la Agenda 2000.
- **Gasto presupuestario comunitario (FEOGA).** Uno de los requisitos de esta política sería la neutralidad presupuestaria, es decir, que no entrañe ningún incremento del gasto a la Unión Europea para el sostenimiento de este tipo de producciones.

³ Según Buckwell (1998), estos pagos no son totalmente desacoplados ya que la reducción de la producción se estima que sería inferior a la que tendría lugar si se eliminaran completamente estos pagos. Sin embargo, como el mismo autor explica, este tipo de ayuda sí podría aceptarse por un periodo transitorio por parte de la Organización Mundial del Comercio.

- **Flexibilidad en la toma de decisiones.** El agricultor incrementa la libertad de elección de los cultivos. Esto puede redundar en rotaciones más favorables desde el punto de vista agronómico y de protección del medio ambiente.

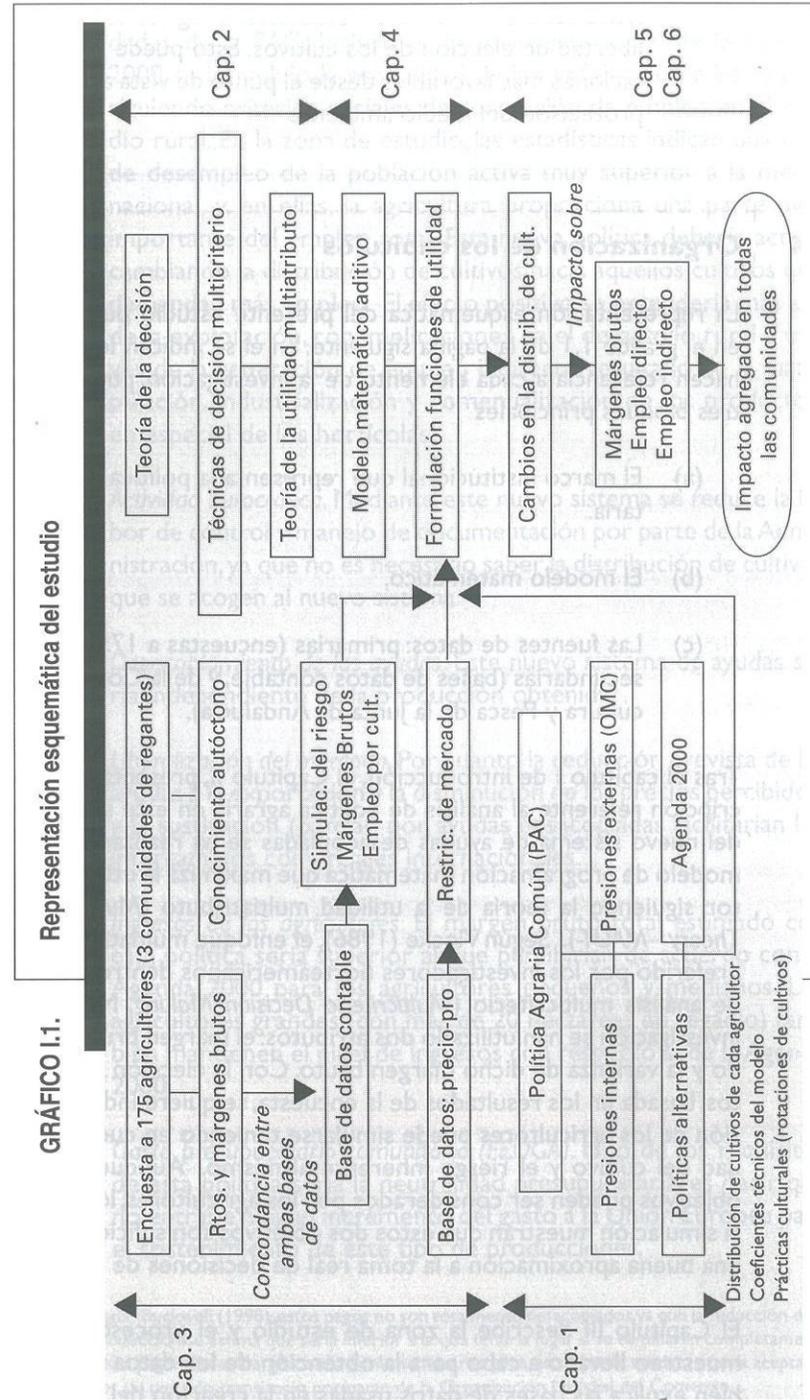
I.4 Organización de los capítulos

La representación esquemática del presente estudio puede observarse en el gráfico I.1 de la página siguiente. En él se indican los capítulos que hacen referencia a cada elemento de la investigación, pudiendo destacar tres bloques principales

- (a) El marco institucional que representa la política agraria comunitaria.
- (b) El modelo matemático.
- (c) Las fuentes de datos: primarias (encuestas a 175 agricultores) y secundarias (bases de datos contable, y de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía).

Tras el capítulo I de introducción, el Capítulo II, presenta una breve descripción referente al análisis de política agraria en este sector. El análisis del nuevo sistema de ayudas desacopladas se ha realizado utilizando un modelo de programación matemática que maximiza la utilidad del agricultor, siguiendo la teoría de la utilidad multiatributo (*Multiattribute Utility Theory – MAUT*). Según Vincke (1986), el enfoque multiatributo ha sido el preferido por los investigadores norteamericanos dentro de las técnicas de análisis multicriterio (*Multicriteria Decision Making, MCDM*). En esta investigación se han utilizado dos atributos: el margen bruto total esperado y la varianza de dicho margen bruto. Con la elección de estos atributos, basada en los resultados de la encuesta, se quiere indicar que la decisión de los agricultores puede simularse teniendo en cuenta la rentabilidad del cultivo y el riesgo inherente al mismo. Aunque muchos otros objetivos pueden ser considerados por los agricultores, los resultados de la simulación muestran que estos dos objetivos son suficientes para tener una buena aproximación a la toma real de decisiones de los agricultores.

El Capítulo III describe la zona de estudio y el proceso estadístico de muestreo llevado a cabo para la obtención de los datos primarios. También explica las bases de datos usadas en la creación del modelo.



El Capítulo IV está dedicado a la presentación de todos los elementos que forman el modelo matemático: (a) los supuestos en que se basa, (b) las actividades consideradas, es decir, los cultivos que el modelo considera, y (c) las restricciones del modelo. Estos elementos son comunes a todos los modelos de optimización matemática.

En el Capítulo V se validan las funciones de utilidad mediante cuatro procedimientos:

1. Reproducir la distribución de cultivos observada.
2. Ordenar diferentes alternativas de la misma forma que lo haría el agricultor.
3. Considerar un incremento de cultivos COP similar a las predicciones hechas por dos modelos de la Comisión Europea para evaluar el impacto de la nueva reforma de la PAC, es decir, de la Agenda 2000.
4. Predecir un cambio de cultivos ante un escenario de política determinado y similar al indicado por los agricultores en la encuesta.

El resultado de las simulaciones se puede encontrar en el Capítulo VI. Dichos resultados están desglosados por cada comunidad de regantes (tres), y por cada tipo de agricultor (tamaño de la explotación).

Finalmente, el Capítulo VII resume las conclusiones relevantes de la investigación, explica las limitaciones de la simulación (los datos y los modelos) y plantea futuras líneas de investigación. También se insiste en las ventajas que podrían derivarse de este sistema de ayudas desacopladas de la producción.



**FUNDAMENTOS
TEÓRICOS Y
METODOLOGÍA**

Capítulo II

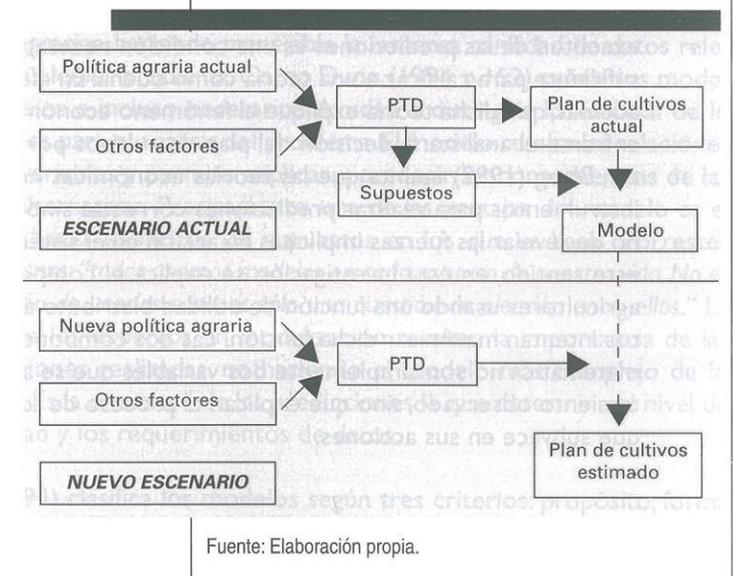
II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLOGÍA

II.1 Aspectos filosóficos de la investigación

Blaug (1992) define el término metodología como “el estudio de las relaciones entre conceptos teóricos y hechos garantizados de la realidad”; en general, la metodología de las Ciencias Sociales, y en particular de la Economía, implica la justificación de las razones que hacen elegir una teoría en detrimento de otras. Como este autor indica, “el objetivo de una buena teoría es la construcción de un modelo que explique y prediga la ocurrencia o no de hechos observables”.

El hecho económico que se estudia en este caso es la respuesta de los agricultores a un nuevo escenario de política agraria. Para predecir sus acciones, expresadas mediante el cambio de sus distribuciones de cultivos, se ha elaborado un modelo matemático a partir del plan de cultivo actual de cada agricultor, y asumiendo que siguen un comportamiento racional de maximización de una hipotética función de utilidad. El siguiente diagrama explica este proceso de *simulación*.

GRÁFICO II.1. Esquema general del proceso de simulación



En este esquema, el *Escenario actual* representa el marco de política agraria anterior a la Agenda 2000. El *Nuevo escenario* analizado será la Agenda 2000 y el nuevo sistema de subsidios agrarios propuesto en este estudio: un pago único por hectárea equivalente al montante anterior proveniente de cultivos COP. PTD simboliza el proceso de toma de decisiones por parte del agricultor. Este proceso no es accesible al investigador, a modo de “caja negra”, pero no lo es la manifestación del mismo: el plan de cultivos observado. Por ello, se utiliza una función de utilidad, como anteriormente se ha explicado.

Para la estimación de la respuesta de los agricultores se ha asumido que éstos deciden *como si* maximizaran una función de utilidad con dos atributos: la maximización del margen bruto esperado y la minimización del riesgo, medido como la varianza del valor esperado del margen bruto. El supuesto “*como si*” acerca esta metodología al **Positivismo Económico**, metodología propuesta por Friedman en su famoso ensayo de 1953⁴. Según este autor, el fin de la economía positiva consiste en la creación de generalizaciones que pueden ser utilizadas para hacer predicciones correctas acerca de las consecuencias de cualquier cambio de la situación de referencia.

De acuerdo con este enfoque positivista, la validez de las hipótesis debe medirse por la exactitud de las predicciones que de ellas se derivan, y no por los supuestos en las que se basan (Hollis, 1994). Lo que importa es el poder predictivo del modelo. En este sentido, la Teoría Económica es una disciplina descriptiva dentro de la tradición *empiricista*. Sin embargo, la exactitud de las predicciones es una condición necesaria pero no resulta suficiente para calificar a una teoría como buena. En efecto, es necesario, además, que dicha teoría explique el fenómeno económico ante el que se enfrenta el analista: la decisión del plan de cultivos por parte del agricultor. Blaug (1992) apunta que las teorías económicas no son meramente instrumentos para realizar predicciones correctas sino un intento genuino de revelar las fuerzas implícitas en acción en el sistema económico. En este sentido, en esta investigación se explica el comportamiento de los agricultores usando una función de utilidad biatributo asumiendo que éstos intentan maximizar dicha función. Las dos componentes de la función matemática no son simplemente dos variables que se ajustan al comportamiento observado, sino que explican el proceso de toma de decisiones que subyace en sus acciones.

⁴ FRIEDMAN, M. (1953). “The methodology of Positive Economics” en *Essays in Positive Economics*. University of Chicago, Chicago, p.4.

En definitiva, la metodología seguida en esta investigación explica y predice las reacciones de los agricultores ante diferentes escenarios de política agraria. Para ello, se ha construido el modelo a partir de hechos (planes de cultivos y series temporales de márgenes brutos). Así, del mismo modo que un físico habla del “vacío perfecto” para explicar la caída de un cuerpo, en este estudio se ha simulado el proceso de toma de decisiones como si los agricultores maximizaran una función de utilidad. Si bien esto es una simplificación de la realidad, la posterior validación del modelo sugiere que es una buena aproximación.

A este propósito, Nicholson (1995) describe dos métodos generales de validación: (1) *el enfoque directo*, que busca la contrastación de los supuestos del modelo, y (2) *el enfoque indirecto*, que predice la ocurrencia o no de hechos. Con respecto al primer enfoque, el supuesto de considerar exclusivamente dos objetivos está basado en la encuesta realizada en la zona de estudio, mientras, por parte del segundo, las predicciones generadas por el modelo pueden compararse con la intención de cambio de planes de cultivo expresada por los agricultores en la misma encuesta y con las predicciones efectuadas por la Comisión Europea sobre el impacto de la Agenda 2000.

II.2 Los modelos y la simulación de políticas agrarias

Un modelo es una representación simplificada de ciertos aspectos de la realidad. Los modelos desempeñan un papel central en la evaluación de políticas agrarias, haciendo manejable la inmensa cantidad de datos relevantes a cualquier problema. Como Dunn (1994, p. 152) señala, los modelos son útiles e incluso necesarios. Ayudan a distinguir lo esencial de lo que no lo es para el análisis del problema. El modelo resalta las relaciones entre las variables y permite explicar y predecir las consecuencias de las distintas alternativas. Precisamente, una de las ventajas del modelo es el hecho de hacer explícitos los supuestos en los que se basa. Forrester (1971) apunta: “*todos usamos modelos en cada aspecto de nuestra vida. No es una cuestión de usarlos o no, es sólo una cuestión de elección entre ellos.*” La mayoría de los expertos en modelización resaltan la importancia de las simplificaciones realizadas, no haciendo el modelo más complejo de lo necesario. Es la exactitud de las predicciones la que determina el nivel de complejidad y los requerimientos de datos.

Dunn (1994) clasifica los modelos según tres criterios: propósito, forma de expresión, y supuestos. El cuadro siguiente lo expone.

El propósito de los modelos descriptivos es explicar y/o predecir las causas y las consecuencias de las diferentes alternativas. Se usan para el control de las medidas de política agraria. Los modelos normativos también añaden recomendaciones para optimizar la aplicación de un objetivo. Desde este punto de vista, el modelo usado en esta investigación es normativo ya que, a través del cambio de cultivos, una medida de política agraria debería conducir a una reducción del nivel de desempleo en el mundo rural, analizado mediante la maximización de una función de utilidad de un grupo de agricultores.

Los modelos verbales utilizan el lenguaje común, mientras los simbólicos hacen uso de símbolos matemáticos para describir las relaciones entre variables. De igual forma, los modelos determinísticos también utilizan el lenguaje matemático, pero las relaciones entre variables están basadas en los datos de partida y no se asumen a priori. La función de utilidad de este trabajo pertenece al tipo de modelo determinístico, ya que la expresión matemática de dichas funciones de utilidad es calculada a partir de los datos de distribución de cultivos de cada agricultor.

Finalmente, los modelos pueden clasificarse por los supuestos. Los modelos subrogados son sustitutos de problemas sustantivos. A diferencia de éstos, los modelos perspectivos se consideran como una de las posibles formas de abordar o estructurar el problema sustantivo⁵. Esta distinción es particularmente importante para la evaluación de políticas públicas ya que, frecuentemente, nos encontramos con que se está resolviendo el problema equivocado. La relación entre las medidas propuestas en este estudio y las variables socioeconómicas analizadas (renta de los agricultores y empleo) es de tipo perspectiva.

Just (1993) clasifica en dos los modelos utilizados en la predicción del impacto de políticas agrarias: modelos de programación matemática y

CUADRO II.1. Clasificación de los modelos según tres criterios

Propósito	Forma de expresión	Supuestos
Descriptivo	Verbal	Subrogado
Normativo	Simbólico	Perspectivo

Fuente: Dunn (1994).

⁵ Por ejemplo, imaginemos que buscamos una relación entre pobreza y desempleo. El modelo simbólico ($Y = aX + b$) no indica una relación de causalidad. Tenemos que recurrir a información exterior al modelo. Así, la conceptualización del problema sustantivo (relación entre pobreza y desempleo) determina la interpretación del modelo simbólico. En este caso, estamos ante un modelo perspectivo (Dunn, 1994, p.159).

modelos econométricos. Kingwell (1996) señala las ventajas de los primeros sobre los segundos: en primer lugar, no necesitan de una gran cantidad de datos para su construcción. También permiten la interacción entre todos los insumos, productos y opciones tecnológicas. Otro elemento a su favor es la claridad de planteamiento haciendo uso de las modernas hojas de cálculo, reduciendo el problema de la opacidad (MacPherson y Bennet, 1979) y el error de especificación⁶ (Pannell et al, 1992; Brooke et al, 1992). Por otro lado, las desventajas de los modelos matemáticos de programación se centran en la dificultad de definir todas las actividades y alternativas tecnológicas en el modelo.

Otro factor a tener en cuenta en estos modelos es el problema de la agregación. Si bien el primer problema (actividades y tecnología) puede ser resuelto con un detallado trabajo de campo acerca de las posibilidades y restricciones de los agricultores de la zona, el problema del sesgo por agregación es de mayor complejidad. En efecto, el plan óptimo para una explotación puede diferir, y casi siempre es así, del plan óptimo para una región (modelo sectorial). Esto se debe a que el precio de los productos es una variable exógena del modelo (un dato externo) y no tiene en cuenta la reducción del mismo por el exceso de oferta: el modelo estaría mejor definido si el precio fuera una variable endógena (Buckwell y Hazell, 1972). En esta investigación se ha tenido en cuenta este factor haciendo que el margen bruto de cada cultivo sea función de la oferta agregada de la región.

II.3 Técnicas multicriterio de toma de decisiones

Aunque intuitivamente parece claro que los agentes económicos toman sus decisiones basándose en más de un criterio, la mayoría de los procesos de optimización consideran uno sólo, generalmente la maximización del beneficio o la minimización del coste. Hurwicz (1973) considera que esta simplificación de la realidad ha sido necesaria como un primer paso hacia problemas multicriterio. Friedman (1962), en uno de los primeros trabajos sobre análisis multicriterio, explica que las acciones económicas son el resultado de varios, y en general, objetivos en conflicto. En la Economía Agraria existen numerosos ejemplos que aplican el análisis multicriterio: Hazell (1971), Gasson (1973), Hatch et al (1974), Herath (1981), Romero y Rehman (1985, 1989), Sumpsi et al (1993, 1997), Rehman y Romero (1993), Amador et al (1998) y Ballester y Romero (1998).

⁶ Esto es, una formulación matemática del modelo econométrico incorrecta.

Muchos de los conceptos básicos de las Técnicas de Decisión Multi-Criterio (TDMC) se usan indistintamente, en parte por su proximidad con el lenguaje cotidiano (por ejemplo, objetivo, meta, etcétera). Romero y Rehman (1989) y Romero (1993) presentan una clara definición de los mismos:

- **Atributo.** Este concepto está relacionado con la valoración de cada resultado por parte del centro decisor, mediante una expresión matemática. Por ejemplo, el beneficio de la explotación es igual al margen bruto de cada cultivo multiplicado por el número de hectáreas que ocupa. Se pueden clasificar los atributos según la dirección en que crece la función (Yoon y Hwang, 1995): (a) positivos, donde un valor creciente implica una mayor satisfacción (por ejemplo el beneficio), (b) negativos, donde un valor inferior es siempre preferido (por ejemplo el coste), y (c) de rango, donde el valor óptimo se encuentra dentro de un intervalo (por ejemplo la temperatura en una habitación).
- **Objetivo.** Un objetivo es la mejora de un atributo. Así, el objetivo de un atributo positivo (negativo) es la maximización (minimización) del mismo, o una solución dentro de un intervalo para el atributo de rango.
- **Meta.** Hace referencia al nivel de aspiración de un atributo. Así, por ejemplo, el centro decisor intenta conseguir minimizar los costes (objetivo) pero consiguiendo un nivel mínimo de ventas (meta). Al igual que las restricciones en los modelos de programación lineal, las metas se definen como inecuaciones, pero a diferencia de éstas, las metas pueden violarse, obteniendo un valor superior (inferior) en caso de estar definida la desigualdad mediante el operador matemático “menor o igual” (“mayor o igual”).
- **Criterio.** Es un concepto general que engloba todos los anteriores.

Como se ha explicado anteriormente, la mayoría de las decisiones se caracterizan por una confluencia de objetivos, muchos de ellos en conflicto entre sí. Frente a un problema multicriterio es necesario decidir qué técnica es la más adecuada. De acuerdo con Massam (1988), los tres enfoques más comunes de las TDMC son: la programación multiobjetivo, la programación multiatributo, y la teoría de elección pública. En la programación multiobjetivo, el número de alternativas es infinito y tiene como fin la obtención de un conjunto de soluciones eficientes desde un punto

de vista Paretiano⁷ (Steuer, 1986; Romero y Rehman, 1989). Por el contrario, en la programación multiatributo, el conjunto de alternativas es finito y el fin consiste en determinar cuál de ellas obtiene la mayor valoración agregada con respecto a cada uno de los atributos. Finalmente, la teoría de elección pública intenta llegar a una situación de acuerdo entre diferentes grupos sociales (Hollis et al, 1985).

Teniendo en cuenta que en este estudio se analiza una serie limitada de alternativas (cultivos) y que se obtiene la solución óptima por agregación de dos criterios (margen bruto y varianza), se está ante un problema de programación multiatributo. Munda (1994), usando la terminología de *métodos discretos* en alusión al conjunto finito de alternativas, clasifica las técnicas multiatributo en seis categorías (recogidas en el Gráfico II.2. de la siguiente página):

A- *Teoría de la utilidad*, con dos enfoques:

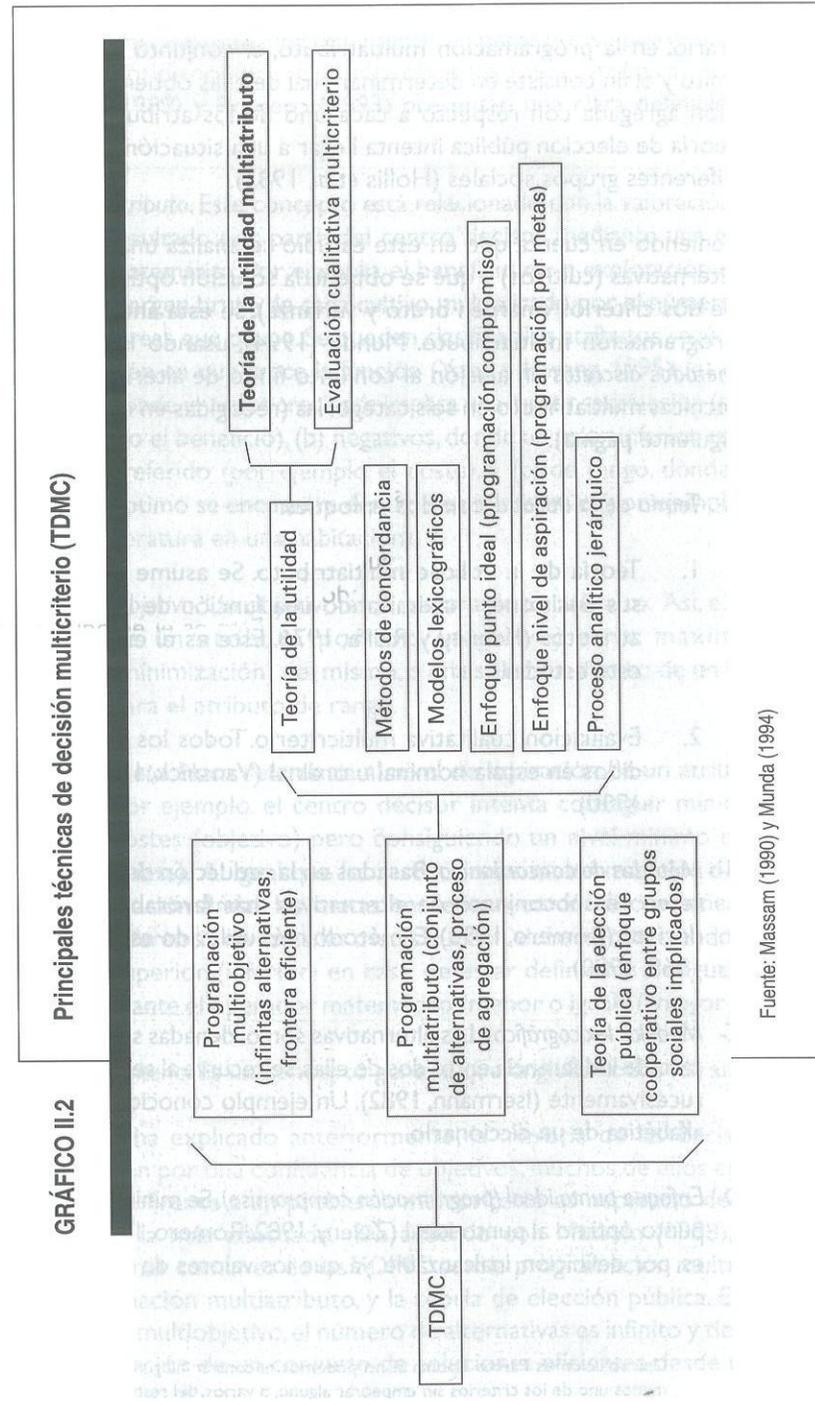
1. Teoría de la utilidad multiatributo. Se asume que el sujeto guía sus decisiones maximizando una función de utilidad con varios atributos (Keeney y Raiffa, 1976. Este es el enfoque seguido en este estudio.
2. Evaluación cualitativa multicriterio. Todos los atributos son medidos en escala nominal u ordinal (Vansnick, 1990; Nijkamp et al, 1990).

B- *Métodos de concordancia.* Basados en la reducción del conjunto eficiente en un subconjunto de alternativas más favorables para el centro decisor (Romero, 1993). El método más utilizado es el ELECTRE (Roy, 1968, 1990).

C- *Modelos lexicográficos.* Las alternativas son ordenadas según un criterio, en caso de indiferencia entre dos de ellas, se recurre al segundo criterio, y así sucesivamente (Isermann, 1982). Un ejemplo conocido es la ordenación alfabética de un diccionario.

D- *Enfoque punto ideal (programación compromiso).* Se minimiza la distancia del punto óptimo al punto ideal (Zeleny, 1982; Romero, 1993). El punto ideal es, por definición, inalcanzable, ya que los valores de todos los atributos

⁷ Una solución es Pareto óptima si no podemos encontrar ninguna solución que mejore al menos uno de los criterios sin empeorar alguno, o varios, del resto de criterios.



logran su mejor valor (o valor ideal). Por ejemplo, obtener simultáneamente el máximo beneficio, el mínimo riesgo y el máximo tiempo libre no resulta posible ya que son objetivos en conflicto.

E- *Enfoque nivel de aspiración (programación por metas)*. El centro decisor determina cuáles son los valores aceptables para cada atributo, minimizándose las desviaciones de la solución óptima respecto a dichas metas (Zeleny, 1982; Romero, 1993).

F- *Proceso analítico jerárquico*. Basado en comparaciones dos a dos entre alternativas (Saaty, 1980; Romero, 1993).

Existen otros enfoques multicriterio, por ejemplo la teoría de conjuntos difusos. Mientras en la teoría clásica un elemento pertenece o no a un conjunto, esta teoría establece un grado de pertenencia a un conjunto entre 0 (no pertenece) y 1 (pertenencia completa). Munda (1994) presenta una aplicación real a un problema medioambiental.

II.4 Teoría de la utilidad multiatributo

Diferentes autores consideran la teoría de la utilidad multiatributo como el enfoque de mayor fundamento teórico (Ballester y Romero, 1998). Sin embargo, debido a la dificultad del cálculo de las funciones de utilidad⁸, no suele optarse por este enfoque, excepto en el caso de que el número de alternativas sea reducido (máximo tres o cuatro), como por ejemplo, en la decisión de un trazado de una autovía con varios posibles trazados. En el presente estudio, las funciones de utilidad son calculadas sin la interacción con el centro decisor (el agricultor en nuestro caso).

El objetivo de la teoría de la utilidad consiste en reducir un problema con varios criterios en una función cardinal con un solo argumento, permitiendo así la ordenación de todas las alternativas asignándoles a cada una de ellas un único valor. Para la obtención de las funciones de utilidad, la mayoría de los investigadores han hecho uso de la teoría de la utilidad esperada, generalmente, mediante su forma más común: la función de utilidad aditiva. A continuación se explica la metodología seguida para la obtención de la función de utilidad aditiva común para cada uno de los grupos de agricultores.

⁸ Como Ballester y Romero (1998, p.61) indican, no es fácil encontrar individuos con el interés y la capacidad de abstracción necesarios para elegir entre un resultado seguro o una lotería con dos resultados, uno mayor y otro menor que el seguro.

Amador *et al* (1998) proponen un método para el cálculo de la función de utilidad subrogada sin la interacción con el centro decisor, evitando así la necesidad de complejas cuestiones (*sic*). La obtención de la función de utilidad individual está basada en la distribución de cultivos observada: una vez obtenidas las funciones de utilidad individuales, éstas son agrupadas para obtener una función de utilidad común.

La metodología seguida en este trabajo puede resumirse como sigue:

Paso 1. Selección de tres comunidades de regantes del Valle del Guadalquivir mediante un muestreo aleatorio con probabilidad proporcional al número de regantes de cada comunidad. Después de estratificar cada comunidad de regantes por tamaño de explotación, se obtuvo una muestra de agricultores en cada estrato.

Paso 2. En cada estrato (tres estratos en cada una de las tres comunidades de regantes) se calcularon dos puntos extremos para la explotación de tamaño medio. El primer punto representa el valor del margen bruto total (MBT) y la varianza del MBT correspondientes al plan de cultivos que maximiza el margen bruto total. 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), y 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.

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 pertenecen. 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 (Var_{max_MBT} , MBT_{max_MBT}); y (2) se minimiza la varianza sujeta al logro de un mínimo MBT, resultando en el segundo punto extremo P_j (Var_{min_var} , MBT_{min_var}). Una vez se tiene Q_j y P_j , los puntos extremos para cualquier agricultor i , con un tamaño igual a r , serían: Q_i [$Var_{max_MBT}^*(s/r)^2$, $MBT_{max_MBT}^*(s/r)$] y P_i [$Var_{min_var}^*(s/r)^2$, $MBT_{min_var}^*(s/r)$].

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

⁹ En el espacio euclídeo, el eje de abscisas representa la varianza, y el de ordenadas el margen bruto total. Así, " Var_{max_MBT} " representa la abscisa cuando el MBT es maximizado, y " MBT_{max_MBT} ", la ordenada, asimismo cuando el MBT se maximiza.

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

Sujeto a

$$\begin{aligned} w_{i1} MBT_{max_MBT} + w_{i2} MBT_{min_var} + n_1 - p_1 &= MBT_i \\ w_{i1} Var_{max_MBT} + w_{i2} Var_{min_var} + n_2 - p_2 &= Var_i \\ w_{i1} + w_{i2} &= 1 \end{aligned}$$

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_1 y n_1 son las desviaciones positivas y negativas, respectivamente. Este ejercicio es similar a la programación por metas ponderadas (Sumpsi *et al*, 1993 y 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):

$$U = f(MBT, Var) = \frac{w_1}{MBT_{max_MBT} - MBT_{min_var}} MBT - \frac{w_2}{Var_{max_MBT} - Var_{min_var}} Var$$

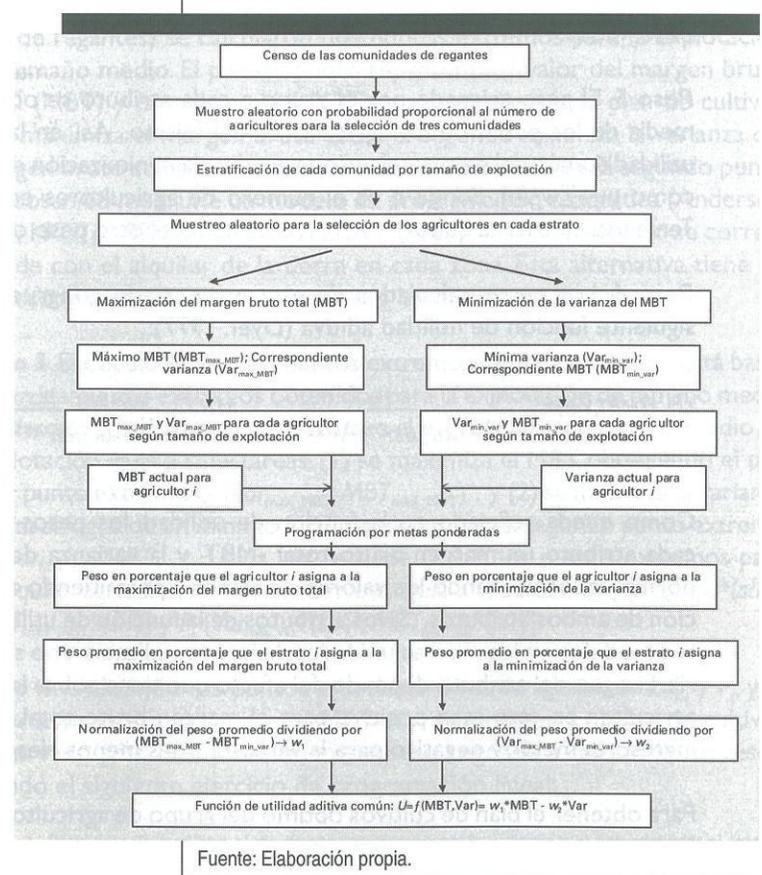
Como queda reflejado en la función de utilidad, los pesos asignados a cada atributo (el margen bruto total -MBT- y la varianza del MBT) son normalizados utilizando los valores extremos y permitiendo así la agregación de ambos atributos. Si los atributos de la función de utilidad estuvieran medidos en las mismas unidades dicha normalización no sería necesaria. 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.

Para obtener el plan de cultivos óptimo del grupo de agricultores, esto es, la distribución de cultivos que proporciona la mayor utilidad, se maximiza esta función con las mismas restricciones utilizadas anteriormente en la

determinación de los puntos extremos. En la siguiente página se explica el proceso completo de obtención de la función de utilidad aditiva esquemáticamente.

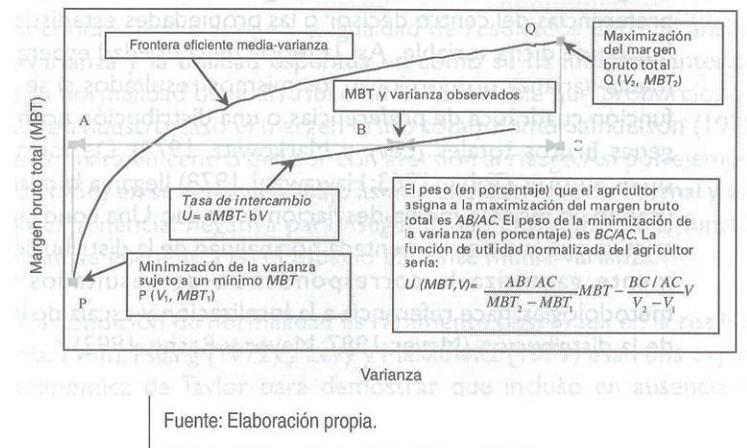
En este esquema se aprecia cómo el proceso de cálculo de las funciones de utilidad contiene dos modelos paralelos: la maximización del margen bruto total esperado y la minimización de la varianza del margen bruto esperado, esto es, la obtención de los puntos extremos del modelo que representarían el comportamiento de un agricultor con un único objetivo, ya que en este estudio se parte de la idea de que el agricultor considere más de un objetivo en la toma de decisiones, y por tanto es necesario ponderar cada uno de sus objetivos.

GRÁFICO II.3. Pasos para la obtención de la función de utilidad aditiva común



El gráfico II.4 muestra el cálculo de la ponderación de los objetivos en función del valor observado de los objetivos (punto B). El punto P representa el valor del margen bruto total (MBT) y de la varianza (V) cuando el riesgo es minimizado y el MBT alcanza un nivel prefijado equivalente al precio de arrendamiento de la tierra (MBT_1). El punto Q sitúa el valor del MBT y de la varianza cuando el MBT es maximizado.

GRÁFICO II.4. Cálculo del peso asignado a cada atributo de la función de utilidad según la posición observada del agricultor



El peso de cada atributo en la función de utilidad aditiva es normalizado dividiendo por los rangos de los puntos óptimos P y Q. Así, el peso en porcentaje que el agricultor localizado en el punto B asigna a la maximización del margen bruto total es igual al ratio de las distancias AB/AC. Este peso es normalizado dividiéndolo por el rango de los márgenes brutos totales óptimos, esto es, $MBT_2 - MBT_1$. Igualmente, el peso asignado a la minimización del riesgo se obtiene mediante el ratio de las distancias BC/AC, y es normalizado para la agregación con la diferencia $V_2 - V_1$.

La frontera eficiente media-varianza representa el conjunto de puntos eficientes, es decir, combinaciones de los dos objetivos en conflicto (maximización del beneficio y minimización del riesgo) que no son dominadas por otras. Las combinaciones por encima no son posibles (más beneficio con igual riesgo o menos riesgo con igual beneficio), y por debajo son dominadas por las situadas en la frontera. Por ejemplo, suponiendo un punto X en la frontera eficiente con los valores (varianza=2.500,

MBT=300), el punto Y (2.500, 320) no puede alcanzarse, mientras el punto Z (2.500, 275) es inferior por tener un MBT inferior (300-275=25) e igual riesgo (2.500).

II.5 Implicaciones teóricas de las funciones de utilidad aditivas

La teoría de la utilidad esperada puede basarse exclusivamente en los primeros dos momentos, la media y la varianza, del valor esperado del margen bruto total si se asume alguna restricción sobre la función de preferencias del centro decisor o las propiedades estadísticas de la distribución de dicha variable. Así, la teoría de la utilidad esperada y el análisis media-varianza proporcionan los mismos resultados si se considera una función cuadrática de preferencias o una distribución normal de los márgenes brutos totales (Levy y Markowitz, 1979). De forma equivalente, otros autores (Tobin, 1963; Hawawani, 1978) llegan a la misma conclusión usando un modelo media-desviación estándar. Una condición menos restrictiva que la antes comentada normalidad de la distribución, y que igualmente garantiza la correspondencia de resultados entre ambas metodologías, hace referencia a la localización y escala de los parámetros de la distribución (Meyer, 1987; Meyer y Rashe, 1992)¹⁰.

Respecto a la otra condición, una función cuadrática de preferencias, implica una aversión absoluta al riesgo creciente (Robison y Barry, 1987, p.33), un supuesto bastante restrictivo con insuficiente apoyo teórico. Sin embargo, Anderson *et al* (1977, p.93) sugieren que este supuesto está justificado desde un punto de vista empírico ya que:

- (a) Aunque la función polinómica no es monótonamente creciente en todo el dominio, desde un punto de vista práctico, las funciones de utilidad son calculadas para un rango de pérdidas o ganancias particular, y nadie recomendaría su uso más allá de este rango.
- (b) Incluso en el caso de una función de utilidad real no cuadrática, el supuesto de función cuadrática puede no tener que conducir necesariamente a una ordenación errónea de las alternativas, ya

¹⁰ Las variables Y_i se diferencian por la localización y la escala de sus parámetros si, para toda variable X , variable aleatoria obtenida a partir de una de las variables Y_i mediante la transformación normal: $X=(Y_i - \mu_i) / \sigma_i$, todas las variables Y_i tienen la misma distribución que $\mu_i + \sigma_i X$ (Meyer, 1987).

que la importancia de este error dependerá de la influencia de los momentos superiores al de segundo grado (simetría, curtosis, etcétera).

- (c) Aún aceptando que una aversión absoluta al riesgo creciente, determinada por la función de utilidad cuadrática, presenta graves limitaciones teóricas, es posible considerar una función de utilidad polinomial con dos momentos como una aproximación local a la verdadera función de utilidad con aversión absoluta al riesgo decreciente, supuesto aceptado por la mayoría de los autores (Robison y Barry, 1987, p.33).

La otra condición que asegura la igualdad de resultados entre el análisis media-varianza y la utilidad esperada es, como se ha indicado anteriormente, la normalidad de la distribución de la variable que proporciona la utilidad (en nuestro caso el margen bruto total), como Samuelson (1970) demuestra para un centro decisor con aversión al riesgo. Así por ejemplo, Freund (1956) en su seminal trabajo asume una distribución normal y una función exponencial negativa para asegurar que el óptimo de la función de utilidad se encuentra en el espacio eficiente media-varianza.

Si bien la condición de normalidad es raramente observada en la realidad (Buccola, 1986), Tsiang (1972) y Levy y Markowitz (1979) usan una expansión polinómica de Taylor para demostrar que incluso en ausencia de normalidad de los retornos o función de utilidad real no cuadrática, un modelo de decisión con dos momentos (media y varianza) puede ser una buena aproximación cuando el riesgo implícito en la toma de decisiones es relativamente pequeño comparado con la riqueza total del centro decisor.

En este sentido, Robison y Hason (1997) advierten, sin embargo, que la exactitud de la aproximación cuando ninguna de las condiciones se cumple (función de utilidad cuadrática, distribución normal o condición de localización y escala) no ha sido suficientemente estudiada. No obstante, según estos mismos autores, la equigeneración de resultados por ambos métodos puede justificarse ya que, en la mayoría de los casos, los cambios en la simetría de la distribución tienden a cambiar la media y la varianza de tal forma que dejan coincidente la ordenación de las alternativas por parte de la función de utilidad y del modelo media-varianza.

El gráfico II.5 muestra la frontera eficiente media-varianza (frontera M-V) para una determinada explotación. *Estrato i* representa la localización media de todos los agricultores pertenecientes a este grupo. La penden-

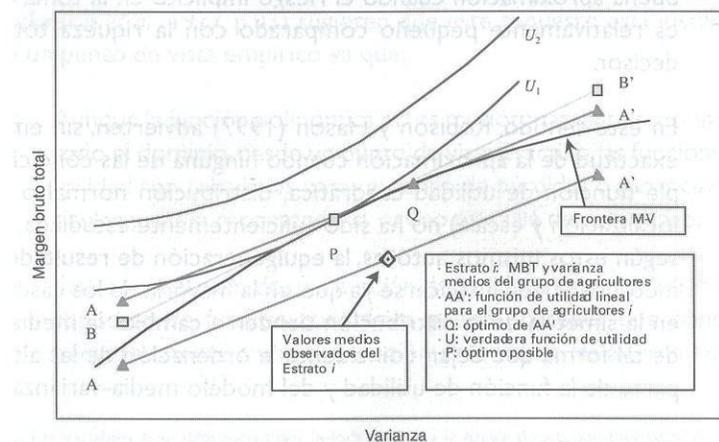
te de la línea AA' (tasa de intercambio entre atributos) se obtiene siguiendo el procedimiento explicado en la sección anterior (gráfico II.4).

La maximización de la función lineal aditiva representativa del estrato i proporciona el punto óptimo Q (trasladando paralelamente la línea AA' hasta la frontera M-V). Si este punto fuera buscado a través de la verdadera función de utilidad del grupo U , el óptimo sería P , que consigue la máxima utilidad (nivel U_i) dentro del conjunto eficiente M-V.

La forma de las verdaderas funciones de utilidad, U_i , indica una aversión absoluta al riesgo decreciente, el supuesto más aceptado en la modelización de la toma de decisiones de los agricultores (Bond y Wonder, 1980; Hamal y Anderson, 1982; Chavas y Holt, 1990; Saha et al, 1994).

Si la función de utilidad U del centro decisor fuera cuadrática, o los retornos de las diferentes alternativas siguieran una distribución normal o se diferenciaban sólo en localización y escala, los puntos P y Q coincidirían. Sin embargo, incluso en el caso de que ninguna de estas condiciones se cumpla, el modelo de decisión lineal con la media y la varianza hace que la diferencia entre P y Q sea suficientemente pequeña como para aceptar dicha aproximación y justificar el enfoque adoptado (Hardaker et al, 1997, p.144).

GRÁFICO II.5. Aproximación lineal a la verdadera función de utilidad



Fuente: Elaboración propia.

II.6 Resumen de la metodología aplicada

Filosóficamente, este trabajo presenta una teoría que explica y predice el proceso de toma de decisiones de un grupo de agricultores. Es, por tanto, su capacidad explicativa y predictiva la que sirve para valorar su bondad. Esta teoría se encuadra en el relativamente nuevo paradigma de la decisión multicriterio.

Metodológicamente, el modelo de análisis de política agraria pertenece a la clase de las técnicas de decisión multicriterio, en concreto a la teoría de la utilidad multiatributo, dentro del amplio espectro de la programación matemática. Así, se asume que el centro decisor elige su plan de cultivos como si siguiera una función de utilidad biatributo. Dicha función es utilizada para predecir los cambios en los planes de cultivos de los agricultores como consecuencia de políticas agrarias alternativas.

El proceso de obtención de la función de utilidad del grupo se realiza sin la interacción con los agricultores, basándose exclusivamente en el plan de cultivos observado en la actualidad. Este enfoque permite aplicar el paradigma de decisión multicriterio a cualquier problema con un conjunto finito de alternativas.



**ZONA DE ESTUDIO
Y FUENTES DE DATOS**

Capítulo III

III. ZONA DE ESTUDIO Y FUENTES DE DATOS

III.1 Localización de la zona de estudio

Geográficamente, la zona de estudio se sitúa en el Valle del Guadalquivir, entre el este de la provincia de Córdoba y el sur de Sevilla, una de las zonas más fértiles de toda España, donde predominan los cultivos herbáceos anuales. Este trabajo se centra en el regadío de esta zona ya que el secano no tiene actualmente muchas alternativas de siembra aparte de trigo y girasol. Por esto, cualquier cambio de política agraria tendrá un efecto más acusado en términos de distribución de cultivos en el regadío.

En el Cuadro III.1 aparece la distribución de cultivos de esta franja del Valle del Guadalquivir. Como se puede observar, los cultivos COP dominan claramente el secano del Valle, mientras el algodón lo hace en el regadío. También queda manifiesta la importancia relativa de la zona de estudio en el regadío de toda Andalucía. Este fue uno de los factores que nos impulsaron a elegir como zona de estudio la subregión del Valle del Guadalquivir (Mapa III.1)

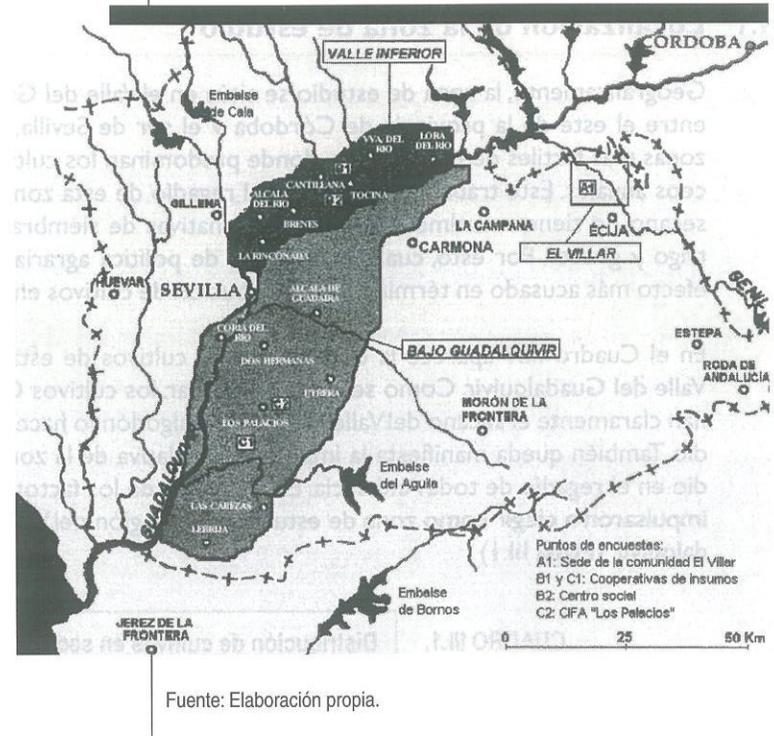
CUADRO III.1.

Distribución de cultivos en secano y regadío en la zona de estudio (miles de hectáreas)

	Zona de estudio		Resto de Andalucía	
	Secano	Regadío	Secano	Regadío
Algodón	1,4	42,4	4,3	26,5
Girasol	154,0	27,2	164,5	43,3
Maíz	0,3	20,3	1,0	23,7
Trigo	197,7	15,8	299,7	35,5
Hortícolas	6,0	12,2	20,4	98,8
Remolacha	6,2	11,5	24,9	7,3
Cultivos forraje	44,0	2,3	73,6	16,7
Avena	7,6	0,3	72,0	1,6
Cebada	6,0	0,2	179,5	11,5
Otros herbáceos	30,2	29,5	120,6	22,7
TOTAL	453,4	161,7	960,9	287,6

Fuente: Distribución de cultivos municipales 1T de 1997. Consejería de Agric. y Pesca, Junta de Andalucía.

MAPA III.1. Localización aproximada de las tres comunidades de regantes y lugar de la recogida de datos mediante la encuesta



CUADRO III.2. Número de agricultores y superficie total por estratos en El Villar

	Menos de 10 ha	10-20 ha	Más de 20 ha	Total
Número de agricultores	338	31	21	390
Hectáreas totales	809	395	1.519	2.723

Fuente: Comunidad de regantes El Villar (1998).

Esta zona tiene un clima Mediterráneo muy acentuado, con veranos secos y más cálidos que la media e inviernos bastante fríos. Las altas temperaturas en verano hacen que en esta zona el maíz, por lo general, no se cultive, ya que, de acuerdo con los informes de técnicos y de algunos agricultores, aparecen dificultades en la polinización de la planta. El Cuadro III.3 presenta las temperaturas y precipitaciones medias de esta zona.

CUADRO III.3. Temperatura media de las medias diarias y precipitación media en El Villar

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Anual
Temperatura (C°)	17,3	27,4	19,9	10,9	18,9
Precipitaciones (mm)	149,1	30,3	160,1	200,1	539,6

Fuente: Instituto Meteorológico de Sevilla.

III.1.1 Comunidad de regantes El Villar

La comunidad de regantes El Villar cuenta con 2.723 hectáreas en regadío, bombeando agua del río Genil, y 390 comuneros, cuyas tierras se encuentran principalmente en los términos municipales de Écija y Fuente Palmera. La mayoría de estos agricultores poseen menos de 5 hectáreas, siendo el tamaño medio de 7 ha.

En el Cuadro III.2 se muestra la importancia de cada estrato en términos de número de agricultores y superficie total en El Villar. Puede observarse como los agricultores mayores, sólo el 5 por ciento en número, concentran el 56 por ciento del total de la tierra de la comunidad.

En la comunidad de regantes de El Villar, de Este a Oeste, se pueden encontrar los siguientes tipos de suelos¹¹ (orden-suborden-gran grupo):

- *Inceptisol-ochrepts-xerochrepts*. Representa a suelos que están empezando su evolución. Es un Orden muy amplio con caracteres poco definidos. En él podemos encontrar cultivos y suelos forestales.
- *Vertisol-xererts-chromoxererts*. Agrupa a las tierras típicas del cultivo de secano, que son los llamados "bujeos". Se caracterizan por

¹¹ Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (1975). *Mapas Provinciales de Suelos, Sevilla*. Madrid.

una gran profundidad y por el alto contenido en arcilla, responsable de su capacidad de retención de agua.

- *Entisol-orthents-xerorthents*. Se caracteriza por ser suelos poco evolucionados, presentando caracteres muy próximos a la roca madre y sin ningún horizonte genético natural.

El agua utilizada por esta comunidad se obtiene mediante bombeo efectuado desde el río Genil. Cada agricultor tiene una dotación aproximada de 6.000 m³/ha, aunque el consumo medio no supera los 4.000 m³/ha. Debido a los costes de extracción, el coste por metro cúbico ascendió a 9 pesetas en la campaña 1996/97, y esta es la razón por la que es frecuente encontrar sistemas de riego como el goteo y la aspersión, en lugar del sistema de agua rodada, que aumentan la ratio producción/agua empleada.

Respecto a la distribución de cultivos, con el fin de facilitar la comparación entre las tres comunidades de regantes, se muestran tras la última comunidad, El Bajo Guadalquivir:

III.1.2 Comunidad de regantes El Valle Inferior

Esta comunidad se encuentra centrada en la provincia de Sevilla, con 18.815 hectáreas en riego con agua proveniente del Guadalquivir. De entre las tres comunidades de regantes analizadas en este estudio, El Valle Inferior es la zona más homogénea en términos de distribución de cultivos y rendimientos. El agricultor típico de esta zona posee 8 hectáreas, cultivadas principalmente con algodón y maíz.

CUADRO III.4. Número de agricultores y superficie por estratos en El Valle Inferior

	Menos de 10 ha	10-20 ha	Más de 20 ha	Total
Número de agricultores	1.999	190	189	2.378
Hectáreas totales	5.205	2.699	10.911	18.815

Fuente: Comunidad de regantes El Valle Inferior (1998).

La comunidad de regantes del Valle Inferior tiene un clima similar al descrito anteriormente para el Villar, con veranos calurosos y secos, aunque

con temperaturas máximas algo inferiores y menor riesgo de heladas. La cantidad media de precipitaciones es ligeramente inferior a la media de El Villar.

CUADRO III.5. Temperatura media de las medias diarias y precipitación media en El Valle Inferior

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Anual
Temperatura (C°)	17,3	27,4	19,9	10,9	18,9
Precipitaciones (mm)	149,1	30,3	160,1	200,1	539,6

Fuente: Instituto Meteorológico de Sevilla.

De Norte a Sur existen dos tipos de suelos: *Entisoles-orthents-xerorthents* e *Inceptisoles-ochrepts-xerochrepts*. Una breve descripción de las características de estos suelos puede encontrarse en la sección correspondiente de la comunidad anterior.

El río Guadalquivir divide la comunidad de regantes de El Valle Inferior, aportando el agua para el riego a un coste inferior al de El Villar, debido a la menor altitud de estas tierras. También se abastece de agua de los embalses de José Torán, El Rintad y Cala.

Los sistemas de riego más utilizados son la aspersión y el agua rodada, facilitada esta última por la llanura de la mayoría de las tierras de la comunidad.

III.1.3 Comunidad de regantes El Bajo Guadalquivir

La comunidad de El Bajo Guadalquivir es la mayor en términos de superficie y número de agricultores, regando 51.301 hectáreas pertenecientes a 4.798 agricultores. El tamaño medio de la explotación es ligeramente superior a 10 hectáreas.

CUADRO III.6. Número de agricultores y superficie por estratos en El Bajo Guadalquivir

	Menos de 10 ha	10-20 ha	Más de 20 ha	Total
Número de agricultores	3.351	1.001	446	4.798
Hectáreas totales	9.116	12.473	29.712	51.301

Fuente: Comunidad de regantes El Bajo Guadalquivir (1998).

Los datos climáticos de temperaturas y precipitaciones son similares a los presentados en la comunidad de El Valle Inferior, si bien al sur se incrementan la temperatura media en 2 grados y las precipitaciones anuales en un 15 por ciento, aproximadamente. Prácticamente no existe riesgo de heladas durante el año.

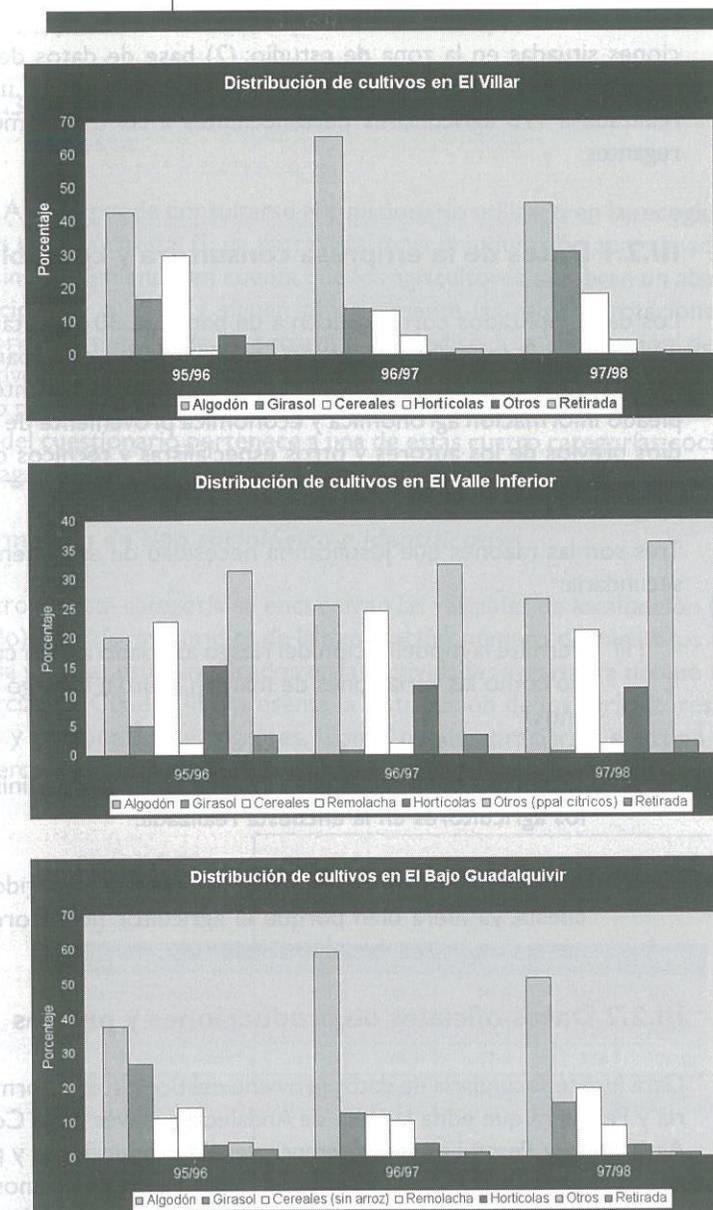
Debido a su tamaño, la variedad de suelos es mayor que la existente en las comunidades anteriores. En el Norte predominan los suelos del tipo *entisol-orthents-xerorthents*. En el medio, de Este a Oeste, los suelos de los tipos *entisol-orthents-xerorthents* y *alfisol-arents-arents*. Los suelos entisoles ya han sido descritos anteriormente; los alfisoles son suelos con horizontes argílicos usados principalmente para los cultivos anuales de ciclo corto y pastos, siendo generalmente suelos muy fértiles. Finalmente, en el Sureste abundan los suelos de los tipos *entisol-aquents-haplaquents*, mientras en el Suroeste los del tipo *vertisol-xererts-chromoxererts*.

III.1.4 Distribución de cultivos en las comunidades de regantes

La comunidad del Bajo Guadalquivir se abastece de agua para riego principalmente del río Guadalquivir y Guadaira, además de los embalses Cala y La Torre de las Águilas. El sistema de riego más utilizado es el de agua rodada, consumiendo una media anual superior a los 6.000 m³/ha.

El Gráfico III. I muestra la distribución de cultivos en las tres comunidades durante tres campañas agrarias. Como puede observarse, el algodón es el cultivo más importante, seguido por el trigo y el girasol en dos de las tres comunidades (El Villar y El Bajo Guadalquivir). En El Valle Inferior los cultivos leñosos tienen gran importancia (principalmente cítricos), seguidos por el algodón y el maíz. El cultivo de la remolacha ocupa un porcentaje mayor en El Bajo Guadalquivir, la comunidad de mayor superficie.

GRÁFICO III.1. Distribución de cultivos en las tres comunidades de regantes



Fuente: Comunidades de Regantes.

III.2 Fuentes de datos

En esta investigación se han utilizado tres fuentes de datos: (1) base de datos de una empresa consultora y contable de un conjunto de explotaciones situadas en la zona de estudio; (2) base de datos de la Junta de Andalucía sobre producciones y precios de cultivos; y (3) una encuesta realizada a 175 agricultores pertenecientes a las tres comunidades de regantes.

III.2.1 Datos de la empresa consultora y contable

Los datos utilizados corresponden a un panel de 30 explotaciones de la zona a las que se les ha practicado un seguimiento que abarca 11 años. Además, con el fin de comparar y complementar esta fuente, se ha empleado información agronómica y económica proveniente de varios estudios previos de los autores y otros especialistas y técnicos consultados, algunos de los cuales son mencionados en la bibliografía.

Tres son las razones que justifican la necesidad de esta fuente de datos secundaria:

- (1) Permite la modelización del riesgo asociado a cada cultivo, medido como las variaciones de margen bruto a lo largo de estos 11 años.
- (2) Sirve para contrastar los datos propios y los suministrados por los agricultores en la encuesta realizada.
- (3) Aporta algunos datos que no pudieron ser recogidos en la encuesta, ya fuera bien porque el agricultor no recordaba la respuesta o por ser ésta demasiado vaga.

III.2.2 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 a través de la Consejería de Agricultura y Pesca. Las series temporales de producciones y precios permitieron 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

este 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 un cultivo.

III.2.3 Información recogida en el cuestionario de la encuesta

En el Anejo I puede consultarse el cuestionario utilizado en la recogida de datos de la encuesta. Cada entrevista tenía una duración aproximada de 20 minutos. Teniendo en cuenta que los agricultores siembran un abanico reducido de cultivos y siguen prácticamente las mismas rotaciones, la mayoría del tiempo de la entrevista se dedicó a la ordenación de sus objetivos y su respuesta ante un sistema de ayuda consistente en un pago único por hectárea para cultivos COP y productos hortícolas. La información del cuestionario pertenece a una de estas cuatro categorías: sociológica, agronómica, económica y proceso de toma de decisiones.

Información de tipo sociológico e identificativa

Dentro de esta categoría se encuentran las variables de localización (municipio), edad, forma jurídica de la explotación, número de miembros de la familia y cuáles están implicados en las actividades agrarias (a tiempo total o parcial). El Cuadro III.7 presenta la distribución de los agricultores por edad y comunidad de regantes. Como puede apreciarse, el grupo más numeroso se encuentra entre los 35 y 50 años.

CUADRO III.7. Distribución de los agricultores por edad y comunidad de regantes

Comunidad de regantes	Menos de 35	35-50	50-65	Más de 65	TOTAL
El Bajo Guadalquivir	20,0	38,6	20,0	14,3	100,0
El Villar	7,8	46,9	35,9	9,4	100,0
El Valle Inferior	15,5	39,7	37,9	5,2	100,0
TOTAL	14,6	41,7	30,7	9,9	100,0

Fuente: Encuesta a 175 agricultores.

Como muestra el Cuadro III.8, la mayoría de los agricultores son dueños de la tierra que cultivan. Así por ejemplo, el 70,3 por ciento de los agricultores de las tres comunidades de regantes son dueños de más del 75 por ciento de la explotación, y sólo el 13 por ciento posee menos del 25 por ciento.

CUADRO III.8. Distribución de agricultores por porcentaje en propiedad y comunidad

Comunidad de regantes	Menos de 35	35-50	50-65	Más de 65	TOTAL
El Bajo Guadalquivir	85,7	10,0	1,4	2,9	100,0
El Villar	73,4	12,5	7,8	6,3	100,0
El Valle Inferior	51,7	12,1	3,4	32,8	100,0
TOTAL	71,3	11,5	4,2	13,0	100,0

Fuente: Encuesta a 175 agricultores.

En el Cuadro III.9 se puede observar como la mayoría de las explotaciones en el territorio encuestado, el 88 por ciento del total, son empresas familiares. La siguiente figura jurídica en importancia es la comunidad de bienes.

El tamaño medio de explotación familiar es de 4,6, 3,9 y 3,8 hectáreas en El Villar, el Valle Inferior y El Bajo Guadalquivir, respectivamente. El número medio de miembros en la familia es de 2,5, 1,8 y 1,7, en las mismas comunidades.

CUADRO III.9. Distribución de los agricultores por tipo de explotación y comunidad

Comunidad de regantes	Familiar	S.A.	S.L.	Cdad. de bienes	TOTAL
El Bajo Guadalquivir	87,7	1,5	3,1	7,7	100,0
El Villar	90,2	0,0	1,6	8,2	100,0
El Valle Inferior	86,2	0,0	5,2	8,6	100,0
TOTAL	88,0	0,5	3,3	8,2	100,0

Fuente: Encuesta a 175 agricultores.

Información agronómica

Uno de los factores que explican las diferencias en la distribución de cultivos de las comunidades de regantes (ver Gráfico III.1) está relacionado con las rotaciones de cultivos más habituales en cada zona. En El Villar siguen por lo general dos rotaciones: algodón-girasol y algodón-trigo. En El Valle Inferior, la rotación habitual es algodón-maíz. Por último, en El Bajo Guadalquivir aparece una mayor diversidad debido, en parte, a su gran extensión, reflejada en las rotaciones: algodón-trigo, algodón-girasol y algodón-remolacha azucarera. Esta información fue incluida en la elaboración del modelo matemático, ya que el agricultor tiene en su horizonte de planificación como uno de sus objetivos el mantenimiento del potencial productivo de sus tierras.

En la encuesta, además de preguntar qué cultivos tenía en la campaña presente y anterior, también se investigaron los factores limitantes que impedían la implantación de otros cultivos, aparentemente más rentables. El agricultor se enfrenta a dos tipos de limitantes: el medio físico y el mercado. El primero hace referencia al clima, el suelo y el agua. Así, por ejemplo, tal y como expresaron algunos encuestados, la pesadez del suelo impedía el cultivo del espárrago blanco, que requiere tierras ligeras. El segundo limitante está relacionado con la dificultad de comercialización y la incertidumbre acerca del precio que tendrá el producto. Es este segundo grupo de limitaciones el que más influye en la reticencia de los agricultores a la hora de adoptar cultivos como los hortícolas, con mayores márgenes brutos pero mayor riesgo.

Información económica

Como se ha explicado anteriormente, la base de datos de la empresa consultora y contable se utilizó para comparar, o complementar en algunos casos, los datos de los márgenes brutos y el riesgo con aquellos suministrados por los agricultores. Así, en los modelos matemáticos de cada comunidad de regantes se optó por emplear la media de ambas fuentes para determinar el margen bruto esperado de cada cultivo.

El Cuadro III.10 muestra las diferencias entre ambas fuentes de información para las variables de margen bruto esperado, riesgo –medido cualitativamente con el valor 5 para el cultivo muy arriesgado y 1 para el de riesgo nulo– y rendimientos.

CUADRO III.10.

Comparación de los datos medios de la empresa contable y la encuesta

Cultivo	Margen bruto medio (miles de pesetas/ha)		Riesgo atribuido (1-5)		Rendimiento medio (kg/ha)	
	Empresa ¹	Encuesta	Empresa ²	Encuesta	Empresa ¹	Encuesta
Algodón	209	198	4	3,8	4.217	4.003
Maíz	187	159	3	2,6	12.135	12.465
Girasol	111	94	2	1,7	1.347	2.307
Trigo blando	81	76	2	1,7	3.844	5.019
Trigo duro	101	106	2	1,7	3.044	3.559
Patata	258	211	4	4,2	27.523	31.200
Cebolla	179	200	4	3,4	38.417	36.250
Esparr. blanco	305	298	4	4,1	3.843	3.711
Tomate	191	250	4	3,5	28.911	29.000
Remolacha	202	179	3	3,0	48.000	54.662

- ¹ Media de los tres últimos años disponibles.
² Puntuación cualitativa suministrada por los técnicos de la consultora.

Como reflejan los datos del cuadro anterior, existen ciertas diferencias entre las dos fuentes de información, especialmente en cuanto al margen bruto medio, siendo por lo general inferior en el caso de la encuesta. Si bien las diferencias pueden explicarse por una dirección más técnica y mejor informada por parte de la consultora, quizás también influya la mentalidad conservadora del agricultor que tiende a reducir los beneficios obtenidos por su actividad empresarial. En cualquier caso, con el fin de reducir el posible sesgo de la representatividad no total de las explotaciones de la consultora y de la actitud de los agricultores a la hora de suministrar información, se optó por utilizar el valor medio de ambas fuentes.

También se aprecia en el mismo cuadro como las diferencias cualitativas entre las dos fuentes del grado de riesgo de cada cultivo son mínimas. En el modelo matemático se optó sin embargo por medir el riesgo como la varianza de una serie temporal de márgenes brutos. La razón queda esbozada en el Cuadro III.11, donde, si bien el ordenamiento de los cultivos por ambos criterios, cualitativo y cuantitativo, proporciona prácticamente los mismos resultados, el grado absoluto de riesgo se expresa más claramente con la variable cuantitativa. Por ejemplo, entre el algodón y otros hortícolas existe un cambio cualitativo inferior al 3 por ciento (de 3,8 a 3,9), mientras la variable cuantitativa indica un incremento del riesgo superior al 200 por ciento (de 77 a 258).

CUADRO III.11.

Comparación de la percepción de riesgo entre la variable cualitativa de la encuesta y la cuantitativa de la empresa consultora

Cultivo	Encuesta <10 ha	Encuesta 10-20 ha	Encuesta >20 ha	Encuesta Media	Ordenac. cualitativa	Desviac. estándar
	Girasol	1,8	1,7	1,6	1,7	1
Trigo	1,9	1,8	1,7	1,8	2	25
Maíz	2,9	2,4	2,6	2,7	3	58
Remolacha	2,8	3,1	2,9	2,7	4	43
Algodón	3,8	3,6	3,9	3,8	5	77
Otros hortícolas	4,1	3,7	4,1	3,9	6	258
Patatas	4,3	4,5	4,1	4,3	7	307

Fuente: Elaboración propia a partir de las encuestas y los datos de la consultora.

Proceso de toma de decisiones

En el cuestionario se incluyeron dos preguntas cuya finalidad era indagar en los objetivos que seguían los agricultores a la hora de decidir el plan de cultivos. Se pretendía averiguar qué objetivos perseguían y la importancia relativa que concedían a cada uno de ellos. Así, en la primera cuestión se le pedía al agricultor que enumerara de 1 a 4 por orden de importancia sus objetivos, mientras en la segunda se obligaba a elegir entre dos cultivos, los cuales optimizaban un objetivo diferente; por ejemplo entre un cultivo con alto beneficio y alto riesgo (maximizar el beneficio) u otro con bajo beneficio y bajo riesgo (minimizar el riesgo). El lector interesado en esta metodología puede consultar a Perkin y Rehman (1994), McGregor et al (1996) y Costa y Rehman (1999).

En la ordenación de los objetivos perseguidos se le sugirieron tres: la maximización del margen bruto, la minimización del riesgo y la minimización de la mano de obra empleada¹². Si bien se les permitió añadir un cuarto, e incluso cualquier otra combinación de objetivos, casi ningún agricultor lo hizo. El Cuadro III.12 muestra el número de agricultores para cada una de las combinaciones de objetivos: un solo objetivo, dos y tres. Así, por ejemplo, 58 agricultores revelaron seguir un solo objetivo: la maximización del margen bruto, mientras 5 intentaban exclusivamente reducir el riesgo. En el caso de seguir dos objetivos, 26 agricultores tenían como primer objetivo la maximización del beneficio, y como segundo la minimización del riesgo, en tanto 8 agricultores optaban por la prioridad contraria.

CUADRO III.12. Número de agricultores para cada combinación de objetivos

Max. MB	Min. Riesgo	Min. Empleo	Otro objetivo	Total
1	0	0	0	58
0	1	0	0	5
0	0	1	0	4
0	0	0	1	3
<i>Número de agricultores que consideran sólo un objetivo</i>				70
1	2	0	0	26
2	1	0	0	8
1	0	0	2	3
1	0	2	0	6
0	1	2	0	1
2	0	0	1	1
<i>Número de agricultores que consideran dos objetivos</i>				45
1	2	3	0	37
1	2	0	3	1
1	3	2	0	10
2	1	3	0	5
2	3	1	0	4
3	1	2	0	1
3	2	1	0	1
3	1	2	0	1
<i>Número de agricultores que consideran dos objetivos</i>				60

Fuente: Encuesta a 175 agricultores.

Como se observa en el cuadro anterior, sólo un tercio de todos los agricultores mencionaron un tercer objetivo, y de ellos, el 73 por ciento declararon que la maximización del beneficio y la minimización del riesgo eran sus dos principales objetivos.

Respecto a la segunda cuestión en la encuesta referente a la elección de un cultivo u otro que optimizan diferentes objetivos, los resultados no son tan claros como en el caso anterior donde se les preguntaba acerca de la ordenación de sus objetivos. Por ejemplo, un cierto número de agricultores (si bien no muy elevado) declaró preferir un cultivo con alto margen bruto esperado y alto riesgo a otro con menor beneficio y menor riesgo, y sin embargo el porcentaje de sus tierras dedicadas a cultivos de menor renta-

¹² Estos tres objetivos han sido considerados como los más relevantes en diversos estudios, por ejemplo en Gómez-Limón y Arriaza (1999) y en Gómez-Limón y Berbel (1999).

bilidad y muy seguros (girasol y trigo) era muy superior al de otros cultivos de mayor rentabilidad y riesgo (algodón y hortalizas), sugiriendo unas preferencias que son precisamente las contrarias a las declaradas.

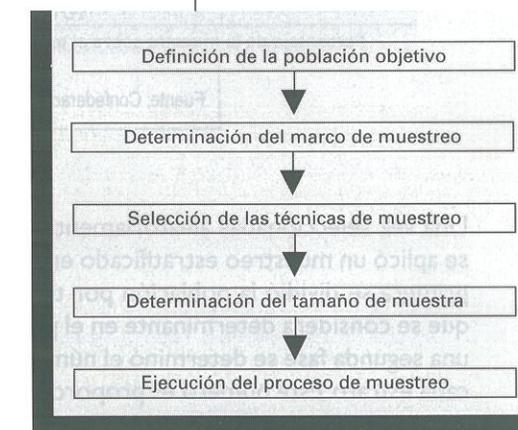
III.3 Diseño del muestreo estadístico

Ante un problema de ámbito social o económico, la encuesta es uno de los métodos disponible para la búsqueda de información. En la realización de una encuesta hay dos elementos bien diferenciados: la elección de los encuestados y el método de recogida de la información. El primero hace referencia al tipo de muestreo estadístico. Todas las técnicas de muestreo pueden clasificarse en probabilísticas (muestreo aleatorio simple, muestreo estratificado, etc.) y no probabilísticas (muestreo por cuotas, muestreo por conveniencia, etc.). Esta distinción hace referencia a la posibilidad de saber o no *a priori* cuál es la probabilidad de cada elemento de la población de ser seleccionado.

En este trabajo, la población objetivo son agricultores en regadío del Valle del Guadalquivir entre las zonas del oeste de la provincia de Córdoba y el sur de la provincia de Sevilla. Esta zona se caracteriza por un alto porcentaje de cultivos herbáceos anuales, y por tanto, apropiada para efectuar una simulación del cambio de ayudas en cultivos COP y hortalizas.

El marco de muestreo, es decir, el conjunto de individuos que pueden ser seleccionados en la muestra, está formado por todos los agricultores que pertenecen a alguna comunidad de regantes situada en esta franja del Valle del Guadalquivir. El error del marco de muestreo queda determinado por aquellos agricultores que, teniendo cultivos de regadío, no están registrados

ESQUEMA III.1. Etapas en el diseño del proceso de muestreo



Fuente: Elaboración propia a partir de Malhotra (1996).

en estas comunidades de regantes (una cifra inferior al 8 por ciento del total de las hectáreas en regadío).

Se seleccionaron tres comunidades de regantes siguiendo un proceso probabilístico sin reemplazo y con probabilidad proporcional al número de agricultores de cada comunidad. En el Cuadro III.13 aparecen todas las comunidades de regantes en la franja o subregión estudiada, resultando seleccionadas las tres siguientes: El Villar, El Valle Inferior y El Bajo Guadalquivir.

CUADRO III.13. Superficie y número de agricultores de las comunidades de regantes en la franja de estudio

	Superficie en regadío (ha)	Número de agricultores
47 comunidades de regantes (<2,000 ha)	15.237	2.147
Riegos de Herrera	2.008	350
Sección 1ª Marismas Guadalquivir	2.199	42
Canal del Mármol	2.706	182
El Villar	2.723	390
Sección 2ª Marismas Guadalquivir	4.308	52
La Ermita	4.320	241
Canal de Isla Mínima	6.436	497
Zona regable del Viar	11.845	1.952
Margen derecha del Bembézar	11.900	1.200
Sector B-XII Bajo Guadalquivir	14.630	1.142
Valle inferior del Guadalquivir	18.815	2.378
Bajo Guadalquivir	51.301	4.798
TOTAL	148.428	15.371
Porcentaje de la muestra sobre el total	49,1%	49,2%

Fuente: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (1998).

Una vez seleccionadas aleatoriamente las tres comunidades de regantes, se aplicó un muestreo estratificado en cada comunidad, en dos fases: en la primera se dividió la población por tamaño de explotación, una variable que se considera determinante en el proceso de toma de decisiones, y en una segunda fase se determinó el número de agricultores a entrevistar en cada estrato. Este número es proporcional a la importancia del estrato en términos del número de agricultores y la superficie con respecto a la población total, con un mínimo de 15 entrevista por estrato.

La selección de los agricultores dentro de cada estrato se realizó siguiendo un muestreo aleatorio simple en El Villar, y en las otras dos un muestreo por cuotas. Para disminuir el posible sesgo del segundo procedimiento se utilizaron dos puntos en El Valle Inferior y otros dos en El Bajo Guadalquivir para encontrar a los agricultores (ver Mapa III.1).

III.4 Resumen de la zona de estudio y fuentes de datos

En este capítulo muestra la zona de estudio, aportando información sobre las comunidades de regantes acerca de su tamaño, tipo de explotaciones, distribución de cultivos, tipos de suelos, climatología y recursos hídricos. Seguidamente se comentan las fuentes de información utilizadas, tanto las primarias (encuesta a 175 agricultores) como las secundarias (empresa consultora y series históricas de producciones y precios de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía). Finalmente, se explica el proceso de muestreo trietápico (selección de las comunidades, estratificación y selección de los agricultores).



**ESPECIFICACIÓN
MATEMÁTICA
DE LOS MODELOS
DE SIMULACIÓN**

Capítulo IV

IV. ESPECIFICACIÓN MATEMÁTICA DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN

IV.1 Los elementos del modelo

En esta sección se discuten los elementos que integran el modelo de programación matemática: la función objetivo, las actividades y las restricciones. Estos elementos se encuentran en cada una de las nueve funciones de utilidad utilizadas en la simulación del comportamiento de los nueve grupos de agricultores.

IV.1.1 La función objetivo

Como se ha explicado anteriormente, existen cuatro ejercicios de programación: el primero consiste en la maximización del margen bruto total esperado (MBT) para obtener el primer punto extremo, mediante un ejercicio de programación lineal. A diferencia del primer ejercicio, el segundo no es 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, determinado así los pesos asignados a cada uno de los dos objetivos. Finalmente, el último modelo es una maximización de la función de utilidad lineal con la siguiente forma: $\max U = a \cdot \text{MBT} - b \cdot \text{Varianza}$.

IV.1.2 Actividades consideradas en cada modelo

Las actividades, es decir, los cultivos que el modelo considera como alternativas para obtener la distribución óptima, se seleccionaron teniendo en cuenta los cultivos que los agricultores de las tres comunidades de regantes de la Cuenca del Guadalquivir declararon en la presente y pasada campaña.

El Cuadro IV.1 muestra las actividades consideradas en cada comunidad de regantes así como su importancia relativa en cada uno de los estratos considerados.

CUADRO IV.1. Distribución media de cultivos en las comunidades de regantes

	El Villar			El Valle Inferior			El Bajo Guadalquivir		
	<10 ha	10-20	>20 ha	<10 ha	10-20	>20 ha	<10 ha	10-20	>20 ha
Algodón	69,2	50,9	38,9	49,3	45,2	43,7	72,5	59,9	43,5
Maíz	1,4	3,3	3,1	31,2	32,9	35,5	10,2	13,0	19,6
Patata	0,7	0,4	0,1	7,2	14,7	8,1	3,5	2,0	1,2
Espárrago blanco				3,9	3,1	3,1	1,3	0,6	0,2
Girasol	18,8	26,1	35,1	0,0	0,0	5,1	2,5	12,8	18,5
Tomate				1,1	0,2	0,4	0,6	0,2	0,1
Espárrago verde	1,8	1,1	0,1	1,6	1,1	0,6	1,0	0,0	0,0
Sandía				0,7	0,4	0,3	0,5	0,1	0,1
Trigo duro	1,0	8,8	19,5	0,0	0,0	0,4	1,0	2,3	4,9
Puerro				1,3	0,3	0,1	1,5	0,7	0,1
Lechuga				0,3	0,2	0,0			
Ajo	3,6	2,9	0,9	0,5	0,4	0,1			
Remolacha				0,0	0,0	0,2	3,2	8,0	10,1
Cebolla	3,0	3,0	1,1	0,7	0,2	0,1			
Haba seca				0,0	0,1	0,0			
Pimiento verde				0,4	0,1	0,0	1,1	0,1	0,0
Zanahoria				0,3	0,1	0,0	1,0	0,0	0,0
Alcachofa				0,2	0,1	0,0			
Otros hortícolas				1,3	0,9	0,4			
Trigo blando	0,6	3,3	0,0				0,1	0,3	0,7
Retirada de tierras	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	1,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Total hortícolas	9,1	7,4	2,2	19,5	21,8	13,2	10,5	3,7	1,7
Total COP	21,8	41,5	57,7	31,2	33,0	41,0	13,8	28,4	43,7

Fuente: Encuesta a 175 agricultores.

Como puede observarse, 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.

IV.1.3 Las restricciones del modelo

En función de las respuestas aportadas al cuestionario, existen tres tipos de restricciones en los modelos de utilidad aditiva de este trabajo:

1. Prácticas culturales de rotación de cultivos. Por ejemplo, los cereales no se repiten seguidos sobre la misma tierra, traduciéndose en una limitación del 50 por ciento de la tierra en la solución óptima del modelo.
2. Restricciones relativas a la normativa de la PAC. Limitando la superficie de la remolacha a la máxima superficie observada en la serie temporal y del girasol al 50 por ciento de cultivos COP. También se incluye la retirada de tierras en el porcentaje fijado del 10 por ciento.
3. Limitaciones técnico-productivas del estrato a similar. En la encuesta se preguntó por la imposibilidad de sembrar algún cultivo, tanto por las dificultades de manejo del cultivo como por limitaciones de tipo edafo-climáticas.

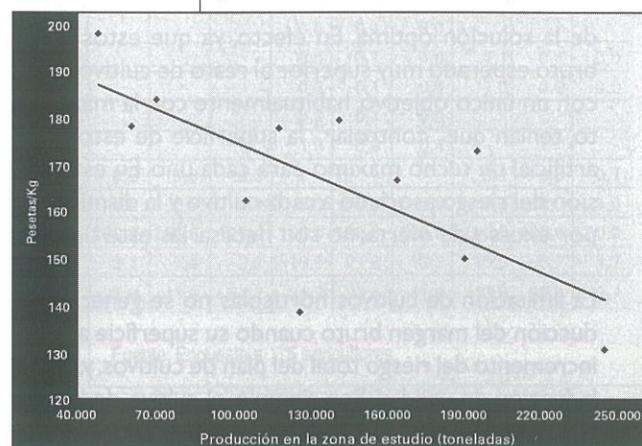
Hay que resaltar que, a diferencia de los modelos de programación lineal tradicionales, no existen limitaciones en la superficie de productos hortícolas de la solución óptima. En efecto, ya que estos cultivos tienen un margen bruto esperado muy superior al resto de cultivos, los modelos tradicionales con un único objetivo, habitualmente con la maximización del margen bruto, tenían que “controlar” la superficie de estos cultivos fijando de forma artificial un techo máximo para cada uno. 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.

La limitación de cultivos hortícolas no se genera exclusivamente por la reducción del margen bruto cuando su superficie aumenta sino también por el incremento del riesgo total del plan de cultivos, y, por tanto, la disminución de la función de utilidad. Por ejemplo, el cultivo de la patata en el estrato 10-20 hectáreas en el Valle Inferior ocupa el 14,7 por ciento de la superficie, con un margen bruto medio de 260.000 pesetas/ha. Un incremento de la superficie hasta el 50 por ciento del estrato implicaría una reducción del margen situándolo en 164.000 pesetas, haciendo más atractivo el maíz con un margen bruto esperado de 178.000 pesetas y un riesgo muy inferior. Este tipo de reducción se aplicó en todos los estratos de las comunidades a todos los productos hortícolas y al algodón. Siendo este último cultivo el más importante en las tres comunidades, se expone gráficamente a continuación la reducción del margen bruto en función de la producción de la zona.

La regresión de estos datos indica, como cabía esperar, una relación negativa ($R^2=0,51$ y coeficiente de correlación $r=-0,71$) entre la producción y

el precio percibido, expresada por la función $\text{Precio} = 198 - 0,00024 \cdot \text{Producción}$. Así, un incremento porcentual de la superficie de algodón en cada estrato produce un efecto distinto en el precio según el tamaño del mismo. Por ejemplo, considerando el estrato de mayor superficie (Bajo Guadalquivir; "Más de 20 ha"), con 12.924 hectáreas de algodón y un rendimiento medio en este estrato de 3,73 toneladas/ha, la producción esperada sería de 48.248 toneladas. Para una producción media de 132.917 toneladas en toda la franja del Valle del Guadalquivir estudiada, el precio estimado sería de 166 pesetas por kilogramo de algodón bruto ($198 - 0,00024 \cdot 132.917 = 166$). Por tanto, un incremento de la superficie del 20 por ciento en el estrato mencionado (pasando del 43,5, según el Cuadro IV.1, al 65,3 por ciento) supondría un incremento de producción del 7,3 por ciento sobre el total y una reducción de precio, y del margen bruto en el modelo, del 1,4 por ciento.

GRÁFICO IV.1. Producción de algodón en la zona de estudio y precio percibido por el agricultor (pesetas constantes del año 1998)



Fuente: Anuarios de Estadísticas Agrarias y Pesqueras de Andalucía. Junta de Andalucía (1988-1998).

IV.1.4 Márgenes brutos medios y matriz de varianzas-covarianzas

Los márgenes brutos utilizados en cada estrato de las comunidades han sido calculados, cuando era posible, promediando los márgenes provenientes de las encuestas a los agricultores de la zona y los márgenes medios proporcionados por la empresa consultora-contable en los últimos tres años.

El Cuadro IV.2 muestra los márgenes brutos disponibles, y están sombreados los utilizados en el modelo. Como puede verse, en la mayoría de los casos, los datos obtenidos en la encuesta son ligeramente inferiores a los suministrados por la empresa consultora-contable. Esto puede ser debido a dos causas: (1) los agricultores, como cualquier agente económico, son reticentes a proporcionar una información completa sobre sus beneficios; o (2) las explotaciones gestionadas por la mencionada empresa tienen un mejor asesoramiento técnico y, por consiguiente, mayores beneficios. Ante la imposibilidad de determinar la ponderación de cada sesgo se optó por considerar la media de ambas fuentes.

CUADRO IV.2.

Márgenes brutos medios obtenidos de las encuestas y de la empresa contable

	El Villar			El Valle Inferior			El Bajo Guadalquivir		
	Empresa	Encuesta	Media	Empresa	Encuesta	Media	Empresa	Encuesta	Media
Algodón	218,7	181,5	200,1	224,5	216,3	220,4	182,6	196,0	189,3
Girasol	90,9	99,3	95,1	101,5	97,5	99,5	140,0	119,8	129,9
Trigo duro	87,4	104,6	96,0	80,4	105,0	92,7	134,2	107,8	121,0
Maíz	161,8	170,6	166,2	199,0	157,2	178,1	199,7	149,3	174,5
Trigo blando	68,6	63,8	66,2				93,7	87,7	90,7
Remolacha						190,5	201,7	179,3	190,5
Patata	191,2	210,0	200,6	302,1	217,3	259,7	280,5	206,7	243,6
Tomate						220,4	190,8	250,0	220,4
Espárrago blanco					300,0	300,0	305,1	295,5	300,3
Espárrago verde			275,1	250,2	300,0	275,1			275,1
Cebolla			270,1	241,0	300,0	270,1			
Ajo	401,8	300,0	350,9			350,9			
Sandía				359,2	200,0	279,6			279,6
Pimiento verde						480,0		480,0	480,0
Zanahoria						219,6	219,6		219,6
Haba seca				105,6	105,0	105,3	118,6	100,0	109,3
Lechuga				264,8	200,0	232,4			
Otros hortalizas						258,1	256,2	260,0	258,1
Retirada			33,6			33,6			33,6

Fuente: Encuesta a 175 agricultores y datos de empresa consultora-contable.

El riesgo asociado a cada cultivo se calcula como la varianza de los márgenes brutos de una serie temporal de seis años (desde 1991/92 hasta 1996/97), es decir, desde el inicio de la Reforma de la PAC. Al no disponerse de series temporales de márgenes brutos por estratos, se utilizaron tres

matrices de varianzas-covarianzas, una por cada comunidad. Cuando no se disponía de una serie temporal completa, como en el caso de algunos hortícolas, se siguió un procedimiento de prorrateo basado en la base de datos de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía sobre precios percibidos por los agricultores.

IV.2 Supuestos de los modelos matemáticos utilizados

Existen dos tipos de supuestos en la simulación de la toma de decisiones de los agricultores: (1) Supuestos relacionados con los modelos tradicionales de programación lineal, y (2) los relativos al uso de una función de utilidad aditiva.

IV.2.1 Supuestos de los modelos de programación lineal tradicionales

Hazell y Norton (1986) y Boehlje y Eidman (1984) enumeran los supuestos de los modelos de programación lineal:

- *Optimización.* En el modelo lineal se maximiza o minimiza una función objetivo. Basándose en este único criterio se selecciona la solución óptima (máximo o mínimo). El análisis multicriterio supera esta limitación, de forma que en este trabajo se puede incluir más de un objetivo en la simulación del comportamiento de los agricultores.
- *Límites.* Al menos una de las restricciones tiene un valor positivo. Por ejemplo, la solución óptima no puede utilizar más tierra de la disponible.
- *Número finito de actividades y restricciones.* En la especificación del modelo de programación lineal se considera un número determinado de actividades. En este trabajo las actividades son cultivos, y las restricciones las limitaciones manifestadas por los agricultores en la encuesta, además de otras fuentes de información. Para reducir en lo posible los errores provenientes de la omisión de algún cultivo en la solución óptima, se consideraron todos los cultivos de la zona en las últimas tres campañas.

- *Determinismo.* Los coeficientes técnicos del modelo con constantes. Ya que todos los factores exógenos se suponen conocidos, los modelos de programación lineal se denominan no estocásticos o determinísticos.
- *Valores continuos.* Los recursos y las actividades del modelo pueden usarse en unidades fraccionales. En algunos casos, una solución no entera tiene poco sentido, por ejemplo la utilización de medio jornalero. Esto puede solucionarse con modelos de programación lineal cuyas variables toman exclusivamente valores enteros.
- *Homogeneidad.* Todas las unidades de los recursos utilizados son idénticas.
- *Aditividad.* El resultado de dos actividades es la suma de su producción individual. En este sentido, no se permiten las interacciones, negativas o positivas. Sin embargo, a diferencia de los modelos tradicionales, en esta investigación sí se tienen en cuenta estas interacciones, expresadas como las covarianzas de los márgenes brutos entre cultivos. Por tanto, el modelo propuesto aquí, sí considera el efecto positivo de la diversificación del riesgo primando en la solución óptima cultivos cuyas covarianzas son negativas.
- *Proporcionalidad.* Los valores de margen bruto y riesgo son directamente proporcionales al número de hectáreas cultivadas. Esto implica retornos constantes de escala. De igual forma, el uso de una unidad extra de recurso no incrementa su coste. Aunque este es un supuesto bastante restrictivo, para simular relaciones de producción no lineales se puede optar por dividir la curva de producción en tramos lineales. El modelo utilizado en este trabajo permite una reducción de los márgenes brutos que es proporcional al incremento de superficie de un cultivo cuando se rebasa la superficie observada.

IV.2.2 Supuestos relativos al uso de una función de utilidad aditiva

Con respecto al uso de una función de utilidad aditiva, existen supuestos sobre los atributos y su ponderación en la función agregada. Anderson et al (1977, p.83) explica los requerimientos matemáticos para poder asumir

matrices de varianzas-covarianzas, una por cada comunidad. Cuando no se disponía de una serie temporal completa, como en el caso de algunos hortícolas, se siguió un procedimiento de prorrateo basado en la base de datos de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía sobre precios percibidos por los agricultores.

IV.2 Supuestos de los modelos matemáticos utilizados

Existen dos tipos de supuestos en la simulación de la toma de decisiones de los agricultores: (1) Supuestos relacionados con los modelos tradicionales de programación lineal, y (2) los relativos al uso de una función de utilidad aditiva.

IV.2.1 Supuestos de los modelos de programación lineal tradicionales

Hazell y Norton (1986) y Boehlje y Eidman (1984) enumeran los supuestos de los modelos de programación lineal:

- *Optimización.* En el modelo lineal se maximiza o minimiza una función objetivo. Basándose en este único criterio se selecciona la solución óptima (máximo o mínimo). El análisis multicriterio supera esta limitación, de forma que en este trabajo se puede incluir más de un objetivo en la simulación del comportamiento de los agricultores.
- *Límites.* Al menos una de las restricciones tiene un valor positivo. Por ejemplo, la solución óptima no puede utilizar más tierra de la disponible.
- *Número finito de actividades y restricciones.* En la especificación del modelo de programación lineal se considera un número determinado de actividades. En este trabajo las actividades son cultivos, y las restricciones las limitaciones manifestadas por los agricultores en la encuesta, además de otras fuentes de información. Para reducir en lo posible los errores provenientes de la omisión de algún cultivo en la solución óptima, se consideraron todos los cultivos de la zona en las últimas tres campañas.

- *Determinismo.* Los coeficientes técnicos del modelo con constantes. Ya que todos los factores exógenos se suponen conocidos, los modelos de programación lineal se denominan no estocásticos o determinísticos.
- *Valores continuos.* Los recursos y las actividades del modelo pueden usarse en unidades fraccionales. En algunos casos, una solución no entera tiene poco sentido, por ejemplo la utilización de medio jornalero. Esto puede solucionarse con modelos de programación lineal cuyas variables toman exclusivamente valores enteros.
- *Homogeneidad.* Todas las unidades de los recursos utilizados son idénticas.
- *Aditividad.* El resultado de dos actividades es la suma de su producción individual. En este sentido, no se permiten las interacciones, negativas o positivas. Sin embargo, a diferencia de los modelos tradicionales, en esta investigación sí se tienen en cuenta estas interacciones, expresadas como las covarianzas de los márgenes brutos entre cultivos. Por tanto, el modelo propuesto aquí, sí considera el efecto positivo de la diversificación del riesgo primando en la solución óptima cultivos cuyas covarianzas son negativas.
- *Proporcionalidad.* Los valores de margen bruto y riesgo son directamente proporcionales al número de hectáreas cultivadas. Esto implica retornos constantes de escala. De igual forma, el uso de una unidad extra de recurso no incrementa su coste. Aunque este es un supuesto bastante restrictivo, para simular relaciones de producción no lineales se puede optar por dividir la curva de producción en tramos lineales. El modelo utilizado en este trabajo permite una reducción de los márgenes brutos que es proporcional al incremento de superficie de un cultivo cuando se rebasa la superficie observada.

IV.2.2 Supuestos relativos al uso de una función de utilidad aditiva

Con respecto al uso de una función de utilidad aditiva, existen supuestos sobre los atributos y su ponderación en la función agregada. Anderson et al (1977, p.83) explica los requerimientos matemáticos para poder asumir

una función de utilidad cuyo valor se obtiene como agregación de los atributos que la componen. El más restrictivo hace referencia a la independencia de los atributos respecto a su utilidad individual, es decir, el nivel de utilidad de un atributo no depende de los valores alcanzados por el resto de atributos. En el mismo trabajo citado anteriormente, el autor incluye un ejemplo de comprobación de independencia y reconoce que esta condición raramente se cumple, pero que, sin embargo esto no invalida el uso de las funciones de utilidad aditivas, ya que lo fundamental es la capacidad de ordenar las alternativas de igual manera que lo haría el centro decisor, y esto se consigue satisfactoriamente con modelos simples aditivos (Yntema y Torgerson, 1967; Huber, 1974)

Adicionalmente, pueden surgir problemas en la agregación de los atributos cuando éstos o su ponderación no son variables continuas (Rowe y Pierce, 1982). Esta posibilidad no afecta al presente trabajo ya que ambos, los atributos y las ponderaciones, son variables continuas.

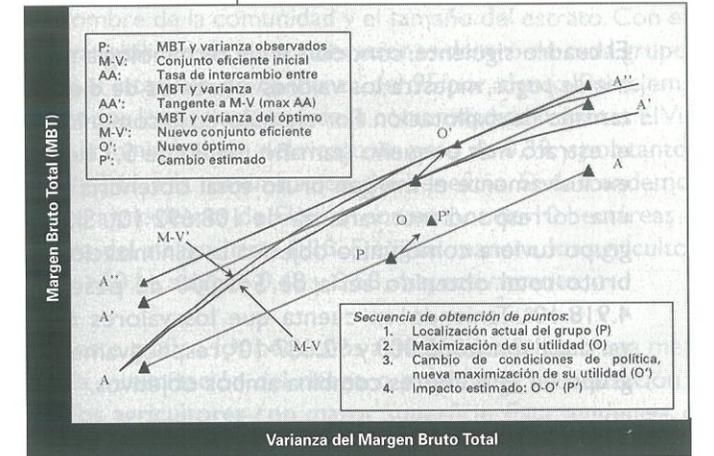
También merece atención la utilización de una función de utilidad que representa a un grupo de agricultores. Aunque este supuesto puede cuestionarse *a priori*, la homogeneidad de los agricultores dentro de cada estrato, en cuanto a actividades consideradas y capacidades productivas, hace razonable el supuesto de una función de utilidad común.

IV.3 Simulación del nuevo escenario de política agraria

El gráfico 4.2 muestra el proceso de simulación seguido en esta investigación. Primero, utilizando la distribución de cultivos media del estrato, se calcula el valor medio del margen bruto total y de la varianza, representado por el punto *P*. La tasa de intercambio entre el margen bruto total y la varianza se corresponde con la línea *AA*, cuya pendiente ha sido calculada siguiendo la metodología explicada en el segundo capítulo.

La frontera eficiente media-varianza (*M-V*) se obtiene, para una explotación de un tamaño igual a la media del estrato, minimizando la varianza y usando el margen bruto total como un parámetro (Hazell y Norton, 1986; Hardaker *et al*, 1991; Rae, 1994). Maximizando la función de utilidad aditiva representada por la línea *AA* se determina el punto *O*. Este punto representa la máxima utilidad alcanzable del agricultor medio para una política agraria inicial.

GRÁFICO IV.2. Proceso de simulación de la respuesta del grupo de agricultores ante un cambio de política agraria



Fuente: Elaboración propia.

Tras un cambio de las condiciones de política agraria, por ejemplo como consecuencia del pago único por hectárea analizado en este trabajo, la frontera eficiente cambia hacia la curva *M-V'*. El cambio indica que con este nuevo escenario el agricultor puede conseguir el mismo margen bruto total pero con un nivel inferior de riesgo (menor varianza). En estas condiciones, la maximización de la función de utilidad determinaría el punto *O'*. Comparando el cambio porcentual de cultivos entre los puntos óptimos *O* (escenario inicial) y *O'* (escenario final), se puede trasladar este cambio respecto al punto real observado *P* y estimar así el impacto final *P'*. Este método evita el error de comparar una situación actual no óptima *P* con una solución óptima *O'* después del cambio de política. Así pues, la secuencia de obtención de los puntos del procedimiento explicado sería *P*, *O*, *O'* y *P'*. Este análisis asume que la actitud del agricultor hacia el riesgo y el nivel de eficiencia no cambian tras el nuevo escenario de política agraria (Bowley y Oglethorpe, 1999).

IV.4 Expresión matemática de las funciones de utilidad

Para cada grupo de agricultores en las tres comunidades de regantes se obtuvo una función de utilidad que simula el comportamiento agregado

de sus agricultores. En primer lugar es necesario determinar los valores del margen bruto y de la varianza en el caso hipotético de que el grupo siguiera un único objetivo: la maximización del margen bruto total o la minimización del riesgo.

El cuadro siguiente, conocido en la terminología multicriterio como *matriz de pagos*, muestra los valores extremos de dichas variables para cada tamaño de explotación. Por ejemplo, en la comunidad de regantes El Villar el estrato más pequeño (tamaño medio de 5,7 hectáreas) si maximizara exclusivamente el margen bruto total obtendría 1.106.000 pesetas con una correspondiente varianza de $108.692 \cdot 10^6$. Si, por el contrario, este grupo tuviera como único objetivo la minimización del riesgo, el margen bruto total obtenido sería de 545.000 de pesetas y una varianza de $4.918 \cdot 10^6$. Teniendo en cuenta que los valores observados de MBT y varianza son 1.065.000 y $92.887 \cdot 10^6$, respectivamente, queda claro que el grupo de agricultores combina ambos objetivos.

CUADRO IV.3. Matriz de pagos de los grupos de agricultores de las comunidades de regantes

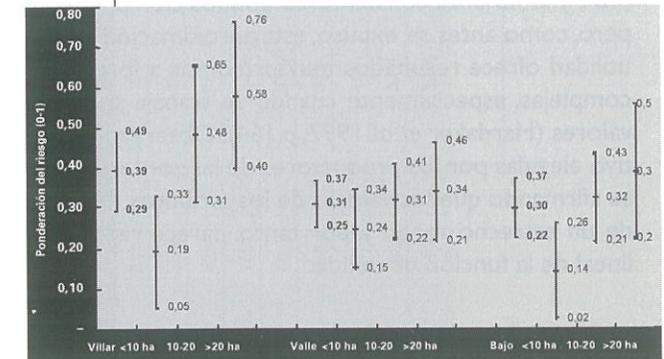
	Tamaño medio (ha)	Valores observados ¹		Maximización del MBT		Minimización de la varianza	
		MBT (miles ptas.)	Varianza	MBT (miles ptas.)	Varianza	MBT (miles ptas.)	Varianza
El Villar							
<10 ha	5,7	1.065	92.887	1.106	108.692	545	4.918
10-20 ha	15,7	2.608	411.248	3.136	920.664	1.471	32.188
> 20 ha	57,1	8.133	3.106.915	9.944	8.874.032	4.608	707.609
El Valle Inferior							
<10 ha	5,8	1.262	137.391	1.297	173.280	594	7.614
10-20 ha	15,4	3.340	1.138.100	3.547	1.945.784	2.138	254.863
> 20 ha	59,9	12.449	12.176.725	12.665	17.112.602	8.848	3.855.841
El Bajo Guadalquivir							
<10 ha	8,1	1.580	214.087	1.613	243.681	738	23.065
10-20 ha	13,5	2.454	423.751	2.571	586.164	1.548	41.168
> 20 ha	53,5	9.150	4.581.910	9.668	9.009.064	5.856	1.135.648

1) Los valores indican el comportamiento medio del grupo. La ponderación de los atributos en la función de utilidad se realizó individualmente reescalando los valores observados de MBT y varianza de cada agricultor al tamaño medio del grupo al que pertenecen, y usando los valores extremos de esta matriz de pagos.

El Gráfico IV.3 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 en el gráfico con el nombre de la comunidad, mientras que el comportamiento medio dentro de cada estrato se señala con el nombre de la comunidad y el tamaño del estrato. Con el fin de conocer la variabilidad de las ponderaciones dentro de cada grupo, se incluye además el intervalo de confianza del 95 por ciento. Por ejemplo, considerando todos los agricultores de la comunidad de regantes El Villar, éstos asignan a la minimización del riesgo un peso de 0,39, y por tanto un peso de $1-0,39=0,61$ a la maximización del beneficio. Si descendemos a cada estrato, los agricultores de El Villar con menos de 10 hectáreas disminuyen el peso del riesgo hasta 0,19. De igual manera, los agricultores con 10-20 ha y >20 ha asignan 0,48 y 0,58, respectivamente.

Como sugiere este gráfico, los pequeños agricultores asignan una menor importancia a la minimización del riesgo, o mayor a la maximización del beneficio, que los agricultores con mayor superficie. Esta tendencia, que se mantiene en todos los estratos de las comunidades de regantes, es más acusada en El Villar y en El Bajo Guadalquivir.

GRÁFICO IV.3. Ponderación de la minimización del riesgo de toda la comunidad y cada uno de sus estratos. Se incluye la media y el intervalo de confianza del 95 por ciento



Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenida la ponderación de los objetivos es necesario normalizarlos ya que las unidades no son las mismas. En este caso se divide la ponderación por el rango del atributo en la matriz de pagos. El Cuadro

IV.4 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 por ciento frente al 19 por ciento de la minimización del riesgo. Utilizando los rangos del Cuadro 4.3, la normalización de estas ponderaciones porcentuales sería:

Normalización de la ponderación del beneficio: $0,81/(1.106-545)=0,0014439$

Normalización de la ponderación del riesgo: $0,19/(108.692-4.918)=0,0000018$

En el cuadro anterior también se incluyen los coeficientes de aversión absoluta al riesgo. Precisamente, esta es una de las ventajas del enfoque de la utilidad aditiva con la media y la varianza como atributos: los coeficientes normalizados proporcionan una medida de la aversión absoluta al riesgo mediante el cálculo $2 \cdot b/a$, o lo que es lo mismo, el doble de la pendiente (Freund, 1956; Pratt, 1964; Arrow, 1965; Chavas y Pope, 1982; Coyle, 1992 y 1999). Como indican estos coeficientes, no existe una clara relación entre el tamaño de la explotación y esta medida de aversión al riesgo, aunque sugieren que los grandes agricultores tienen una menor aversión al riesgo que los pequeños, en consonancia con otros estudios similares (Bond y Wonder, 1980; Hamal y Anderson, 1982).

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.

CUADRO IV.4.

Normalización de la ponderación de los atributos de la función de utilidad, cuya formulación matemática es $U = a \cdot MBT + b \cdot Varianza$

	Ponderación en porcentaje		Ponderación normalizada		Pendiente de U (b/a)	Coef. de aversión
	Max. MBT	Min. riesgo	Max. MBT=a	Min. riesgo=b		
Villar						
<10 ha	81%	19%	0,0014439	0,0000018	0,0013	0,0025
10-20 ha	52%	48%	0,0003123	0,0000005	0,0017	0,0035
> 20 ha	42%	58%	0,0000787	0,0000001	0,0009	0,0018
Valle						
<10 ha	76%	24%	0,0010811	0,0000014	0,0013	0,0027
10-20 ha	69%	31%	0,0004897	0,0000002	0,0004	0,0007
> 20 ha	66%	34%	0,0001729	0,0000000	0,0001	0,0003
Bajo						
<10 ha	86%	14%	0,0009829	0,0000006	0,0006	0,0013
10-20 ha	68%	32%	0,0006647	0,0000006	0,0009	0,0018
> 20 ha	61%	39%	0,0001600	0,0000000	0,0003	0,0006

V. VALIDACIÓN DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN

El uso correcto de los modelos de simulación para analizar diferentes escenarios de política agraria requiere la validación previa de los mismos. Sólo cuando los modelos superan estas pruebas puede atribuirse una cierta dosis de confianza a las predicciones que de ellos se derivan. En esta investigación se han realizado cuatro procedimientos de validación, a saber:

1. Capacidad del modelo para ordenar diferentes alternativas de cultivo.
2. Reproducción de la situación actual.
3. Consistencia con las simulaciones hechas por dos modelos de la Comisión Europea.
4. Similitud con las tendencias declaradas por los agricultores en la encuesta ante un cambio de la política agraria europea.

V.I Ordenación de diferentes alternativas de cultivo

Considerando que en esta investigación se obtienen unas funciones de utilidad que son subrogadas de las verdaderas, y que son empleadas para la simulación del proceso de toma de decisiones del agricultor, lo que realmente importa no es la expresión matemática de estas funciones sino la capacidad de poder ordenar alternativas de cultivo de acuerdo con las preferencias de los agricultores.

Para poner a prueba esta capacidad del modelo, en realidad nueve modelos —uno por cada grupo de agricultores de las tres comunidades de regantes—, se ha calculado el valor de la función de utilidad para cinco planes de cultivo: A, B, C, D y E. El primer plan, A, representa la distribución de cultivos media observada del grupo, mientras los siguientes planes, del B al E, suponen un progresivo incremento del porcentaje de cultivos hortícolas. Asumiendo que la distribución actual es la que proporciona una mayor utilidad al agricultor, el valor de la función de utilidad debería decrecer comenzando con el plan A y terminando con el E. El cuadro V.I muestra el valor del margen bruto total esperado, la varianza del mismo y

el valor cardinal de la función de utilidad aditiva que representa a cada uno de los tres grupos de agricultores de la comunidad de regantes El Villar.

Como puede observarse, las tres funciones de utilidad ordenan correctamente los cinco planes de cultivos. Estas funciones cardinales sólo permiten la ordenación de alternativas pero no sirven para comparar los valores entre grupos, así por tanto, no tiene sentido afirmar que el plan A, la distribución de cultivos actual, en el grupo “Menos de 10 ha” proporciona mayor utilidad que la proporcionada al grupo “10-20 ha”. Tampoco se pueden interpretar las diferencias dentro de un mismo grupo entre alternativas, haciendo afirmaciones como “esta alternativa es el doble de útil”, ya que esta es una escala cardinal y no continua.

CUADRO V.1. Margen bruto total, varianza y valor de la función de utilidad para cada plan de cultivos en la comunidad de regantes El Villar

Plan de cultivo	MBT (miles de pesetas)	Varianza del MBT	Valor de la función de utilidad Menos de 10 ha (media 5,7 ha)
A	1.065	92.887	1,21
B	1.100	189.774	1,16
C	891	258.497	0,85
D	836	589.483	0,44
E	796	764.938	0,28
Plan de cultivo	TGM (miles de pesetas)	Varianza del MBT	Valor de la función de utilidad 10-20 ha (media 5,7 ha)
A	2.608	411.248	0,60
B	2.660	883.585	0,43
C	2.163	2.685.827	-0,43
D	1.745	5.156.728	-1,53
E	1.192	9.152.635	-3,28
Plan de cultivo	TGM (miles de pesetas)	Varianza del MBT	Valor de la función de utilidad Más de 20 ha (media 5,7 ha)
A	8.133	3.106.915	0,47
B	7.367	4.051.195	0,35
C	6.717	4.762.877	0,24
D	6.077	6.020.289	0,11
E	5.271	8.208.204	-0,11

Fuente: Elaboración propia.

Es interesante resaltar la superioridad normativa del modelo con dos objetivos en lugar del tradicional modelo de maximización del beneficio como único objetivo. En efecto, como revela el cuadro anterior, el plan con mayor utilidad en el grupo de menor superficie es la primera, con un valor de 1,21, sin embargo, si se hubiera seguido el criterio de maximización del beneficio, el plan seleccionado hubiera sido el B en lugar del A, ya que proporciona mayor margen bruto total esperado, 1.100 en lugar de 1.065, pero, asumiendo que el agricultor decide el plan que mayor utilidad le proporciona, el plan correcto es el A y no el B, de menor utilidad (1,16).

El siguiente cuadro resume el valor de la función de utilidad para los cinco planes de cultivos anteriores en cada uno de los grupos de las tres comunidades de regantes. Puede comprobarse que las nueve funciones ordenan correctamente las cinco alternativas, sirviendo como primera validación del enfoque seguido en esta investigación.

CUADRO V.2. Valor alcanzado por las funciones de utilidad para los planes de cultivo

Comunidad	Tamaño del grupo	Plan de cultivo				
		A	B	C	D	E
Villar	Menos de 10 ha	1,21	1,16	0,85	0,44	0,28
	Entre 10 y 20 ha	0,60	0,43	-0,43	-1,53	-3,28
	Más de 20 ha	0,47	0,35	0,24	0,11	-0,11
Valle inf.	Menos de 10 ha	1,17	0,84	0,26	-0,19	-0,72
	Entre 10 y 20 ha	1,43	1,32	1,09	0,72	0,25
	Más de 20 ha	1,84	1,73	1,57	1,35	1,02
Bajo Guad.	Menos de 10 ha	1,42	1,41	1,17	0,86	0,54
	Entre 10 y 20 ha	1,38	1,10	0,98	0,37	-0,63
	Más de 20 ha	1,24	1,19	0,47	-0,64	-2,20

Fuente: Elaboración propia.

V.2 Reproducción de la situación actual

La comparación de las predicciones del modelo con la distribución observada del sistema real es una práctica común en los procesos de simulación (Qureshi *et al* 1999). El cuadro siguiente compara la distribución de cultivos real con la simulada para cada estrato de las comunidades de

regantes. También se incluye un índice de divergencia (I.D.) que indica la bondad de la simulación, y calculado como la suma de las desviaciones absolutas.

CUADRO V.3. Comparación de la distribución de cultivos observada y la simulada

Cdad.	Estrato	Distribución observada				Distribución simulada				I.D.
		Algodón	COPs	Hort.	Otros	Algodón	COPs	Hort.	Otros	
Villar	<10 ha	69,1	21,8	9,1	0,0	72,4	17,8	9,3	0,5	8,1
	10-20 ha	50,9	41,5	7,4	0,2	48,8	41,5	8,0	1,7	4,2
	>20 ha	38,9	57,7	2,2	1,2	33,3	61,6	3,9	1,2	11,2
Valle inf.	<10 ha	49,3	31,2	19,5	0,0	53,4	25,9	20,7	0,0	10,7
	10-20 ha	45,2	33,0	21,8	0,0	51,6	24,0	24,4	0,0	18,1
	>20 ha	43,7	41,0	13,2	2,1	46,6	38,1	13,3	2,0	5,9
Bajo Guad.	<10 ha	72,5	13,8	10,5	3,2	70,2	10,5	16,2	3,2	11,4
	10-20 ha	59,9	28,4	3,7	8,0	53,8	32,7	5,6	8,0	12,3
	>20 ha	43,5	43,7	1,7	11,1	44,3	41,6	3,2	11,0	4,5

Fuente: Elaboración propia.

Como el cuadro anterior demuestra, los nueve modelos reproducen con bastante exactitud el sistema real. Las mayores divergencias se producen en los cultivos hortícolas. En todos los casos, el porcentaje simulado es superior al observado, si bien la desviación no es muy significativa. Sin embargo, no ha sido necesario limitar la superficie de estos cultivos artificialmente, como ocurre en la mayoría de los modelos de programación lineal tradicionales, ya que la inclusión del riesgo en el algoritmo de decisión ha limitado su porcentaje en el plan óptimo hasta niveles muy similares a los observados.

El índice de divergencia medio es sólo del 9,6 por ciento: 8,0 por ciento ponderando por la superficie total de cada estrato, manifestando así una muy buena capacidad predictiva global de los modelos.

V.3 Consistencia con las predicciones hechas por otros modelos

La Comisión Europea ha evaluado el impacto de la Agenda 2000 sobre los cultivos COP (cereales, oleaginosas y proteaginosas) a través de las pre-

dicciones de dos modelos de predicción, a saber, SPEL/EU-MFSS y CAPMAT. Ambos modelos consideraron dos escenarios de política agraria:

- Escenario 1: La reducción de los precios garantizados del 15 por ciento se traslada en su totalidad a los precios de mercado.
- Escenario 2: La reducción de los precios garantizados del 15 por ciento se traslada sólo en un 7,5 por ciento a los precios de mercado.

En el Cuadro V.4 se resumen las predicciones hechas por ambos modelos para cada grupo de cultivos COP y los dos escenarios descritos anteriormente.

CUADRO V.4. Predicciones del impacto de la Agenda 2000 ante dos escenarios de política según dos modelos de la Comisión Europea

	Agenda 2000/ Escenario 1 Reducción de precios del 15%		Agenda 2000/ Escenario 2 Reducción de precios del 7,5%	
	SPEL/EU-MFSS	CAPMAT	SPEL/EU-MFSS	CAPMAT
Cereales	6,3	6,1	7,5	6,6
Proteaginosas	11,0	3,7	9,7	3,1
Oleaginosas	4,0	8,9	2,9	5,8
Total COPs	6,8	5,9	7,6	6,1

Fuente: Comisión Europea (1998). *Propuestas de reforma de la PAC. Análisis de impacto.* Dirección General de Agricultura (DG VI), Bruselas.

En esta investigación, en la que no se ha considerado ninguna reducción en el precio de mercado¹³, el incremento agregado de cultivos COPs estimado por los nueve modelos es igual al 6,3 por ciento (ver Capítulo VI). Haciendo una extrapolación lineal de los modelos de la Comisión Euro-

¹³ Para justificar este supuesto se puede observar por ejemplo el efecto de la Reforma de la PAC de 1992, cuando el precio del trigo no descendió sino que aumentó en un 7,3 por ciento (media 88/89 a 90/91 = 27,3 pesetas/kg y media 91/92 a 93/94 = 29,2 pesetas/ha)

pea hasta una reducción de precios del cero por ciento (escenario de este estudio), las predicciones serían del 8,4 y 6,3 por ciento, respectivamente, indicando que los tres modelos, los dos de la Comisión y el agregado de esta investigación, dan predicciones muy similares, confirmando la capacidad predictiva de los modelos utilizados en este trabajo.

V.4 Tendencias declaradas por los agricultores en la encuesta

Por último, para llevar a cabo la cuarta validación de los modelos se compararon las tendencias de cambios de cultivos manifestadas por los agricultores en la encuesta ante una hipotética ayuda única por hectárea, similar a la ayuda propuesta en este estudio (ver Capítulo VI), con las predicciones agregadas de los modelos de esta investigación.

El Cuadro V.5 resume los cambios más importantes. En general, las predicciones hechas por los modelos son más conservadoras que las manifestaciones expresadas por los agricultores en la encuesta, especialmente en el caso de los cultivos hortícolas. Dos pueden ser las posibles causas de este fenómeno: primero, no es fácil para el agricultor determinar con precisión en el transcurso de la entrevista cómo cambiaría su distribución de cultivos en caso de la ayuda única por hectárea, y, segundo, las respuestas de los agricultores no tienen en cuenta el efecto agregado de sus acciones. Así, cuando el agricultor afirma incrementar la superficie de hortícolas en un 200 por ciento, lo hace asumiendo los precios actuales, y no considera completamente la reducción de precios que ocurrirían si todos los agricultores siguieran su misma estrategia. Los modelos sí tienen en cuenta este efecto.

En cualquier caso, el hecho de que las predicciones de los modelos sean más conservadoras, esto no invalida el enfoque, ya que si con un porcentaje x de incremento de hortícolas se obtienen los efectos positivos y , con un porcentaje mayor de cambio también serán mayores los efectos positivos de este sistema de ayudas.

Como conclusión de este capítulo, se puede afirmar que los cuatro procedimientos de validación presentados indican que los modelos utilizados en esta investigación tienen una capacidad de predicción suficiente para simular la respuesta de los agricultores ante diferentes cambios de política agraria.

CUADRO V.5.

Comparación de los cambios declarados por los agricultores en la encuesta y los simulados por los modelos ante una ayuda única por hectárea para COPs y hortícolas

		Cambios en la encuesta	Cambios en los modelos
Villar <10 ha	Algodón	-17,0	-2,9
	Total COP	-51,4	-40,5
	Total hortícolas	247,0	94,3
Villar 10-20 ha	Algodón	-2,3	-2,0
	Total COP	-27,4	-11,9
	Total hortícolas	157,2	52,1
Villar >20 ha	Algodón	-5,9	2,3
	Total COP	-4,9	-3,2
	Total hortícolas	230,7	30,0
Valle <10 ha	Algodón	-24,0	-12,8
	Total COP	-8,3	-15,3
	Total hortícolas	74,0	52,1
Valle 10-20 ha	Algodón	-10,1	-5,2
	Total COP	-14,5	-6,1
	Total hortícolas	53,9	26,6
Valle >20 ha	Algodón	-2,9	-2,3
	Total COP	-14,5	-6,1
	Total hortícolas	53,9	26,6
Bajo <10 ha	Algodón	-6,7	-12,3
	Total COP	-21,6	-17,1
	Total hortícolas	74,7	64,4
Bajo 10-20 ha	Algodón	-2,4	-0,6
	Total COP	-12,0	-11,3
	Total hortícolas	134,9	72,4
Bajo >20 ha	Algodón	-2,2	0,2
	Total COP	-4,4	-4,9
	Total hortícolas	194,9	60,5

Fuente: Elaboración propia.



**SIMULACIONES
DE LOS ESCENARIOS DE
POLÍTICA AGRARIA**

Capítulo VI

VI. SIMULACIONES DE LOS ESCENARIOS DE POLÍTICA AGRARIA

En este capítulo se presentan los resultados de las simulaciones de los dos escenarios de política agraria analizados, a saber, la actual reforma de la PAC, la Agenda 2000, y el nuevo sistema de ayudas propuesto en esta investigación, consistente, como se viene diciendo, en un pago único por hectárea para los cultivos cerealistas, oleaginosos, proteaginosos (COP) y productos hortícolas.

VI.1 Escenario I: Agenda 2000

En esta nueva reforma de la política agraria común se persiguen los siguientes objetivos¹⁴:

- Asegurar la competitividad del sector agrario europeo.
- Contribuir al sostenimiento de las rentas de los agricultores.
- Promover actuaciones que contribuyan al mantenimiento y mejora del entorno y el paisaje rural: el desarrollo rural como “segundo pilar de la PAC”.

Según la Comisión Europea, la PAC anterior no era sostenible ante un posible escenario de caída de los precios mundiales de los productos agrarios. La Agenda 2000, implementada durante el periodo 2000-2006, fomentará la competitividad del sector agrario al mismo tiempo que reducirá el uso de insumos para la producción¹⁵. La necesidad de llevar a cabo esta reforma se veía acrecentada por la futura ampliación de la Unión Europea hacia el Este de Europa y la siguiente Ronda de la Organización Mundial del Comercio (Swinbank, 1999).

La Agenda 2000 supone para el sector de los cultivos anuales COP (cereales, oleaginosas y proteaginosas) que representan el 42 por ciento del

¹⁴ Fact Sheets. *A policy for the future CAP reform*. COM (98) 158. Comisión Europea

¹⁵ *Agenda 2000. Will the CAP fit?* Economics May 1999.

gasto del FEOGA y ocupan el 40 por ciento de la superficie agraria útil —una reducción del precio de intervención del 15 por ciento en dos etapas, comenzando en la campaña 2000/2001—. Para compensar parcialmente esta reducción del precio se incrementa la ayuda por superficie de 54 a 63 euros/tonelada. Pero esto supone una compensación de sólo la mitad de la bajada de los precios de intervención. En el Cuadro VI.1 se muestran los cambios por cultivos de los pagos compensatorios tras la puesta en vigor de la Agenda 2000.

CUADRO VI.1. Cambio de los pagos compensatorios tras la Agenda 2000 en la zona de regadío de estudio

	Pre Agenda 2000			Agenda 2000 (2002/2006)			Cambio
	Rto. Teórico (t/ha)	Euros/t	Ptas./ha	Rto. Teórico (t/ha)	Euros/t	Ptas./ha	
Trigo	4,0	54,34	36.166	4,6	63,00	48.219	33,3%
Maíz	8,5	54,34	76.852	9,5	63,00	99.582	29,6%
Proteaginosas	4,0	78,49	52.239	4,6	72,50	55.490	6,2%
Girasol	6,6	94,24	103.489	7,4	63,00	77.569	-25,0%
Retirada	6,6	68,83	75.585	7,4	63,00	77.569	2,6%

Fuente: ASAJA Sevilla 225 y Fact Sheets. *A policy or the future CAP reform*.COM (98) 158.

Como el cuadro anterior sugiere, los cultivos más beneficiados por la Agenda 2000 han sido el trigo y el maíz en detrimento del girasol. En el transcurso de esta investigación se han cambiado los márgenes brutos esperados para reflejar estos nuevos pagos compensatorios, asumiendo la misma estructura de costes. Para cuantificar los cambios en los márgenes brutos esperados, el cuadro siguiente compara el margen bruto total esperado para cultivos COP en los tres estratos intermedios de cada Comunidad de Regantes estudiada, en todos los casos se produce un incremento de los márgenes brutos totales, particularmente destacado en la comunidad de El Valle Inferior donde el maíz tiene mucha importancia.

En el cuadro anterior el margen bruto total esperado se ha calculado asumiendo que todo el girasol se sustituye por el trigo, ya que, desde el punto de vista agronómico, estos cultivos se intercambian sin mucha difi-

cultad. En realidad, antes de la reforma de la PAC de 1992, cuando se primó especialmente el girasol, el cultivo utilizado en esta zona para dar descanso a las tierras tras otros cultivos de mayor margen bruto esperado (algodón, maíz y remolacha) era el trigo y no el girasol. En el caso del maíz, se ha mantenido la superficie observada ya que, según los expertos consultados, es un cultivo más difícilmente adaptable a diferentes condiciones climáticas. Igualmente se ha mantenido la cuota de trigo duro y de cultivos proteicos, estas últimos por su escasa implantación en el regadío de la Cuenda del Guadalquivir. En cualquier caso, el cuadro anterior sólo implica unos mínimos cambios en los planes de cultivos entre cultivos COP, ya que el objeto de este ejemplo era sólo demostrar que, incluso con ligeros cambios en los planes de cultivos, los agricultores se beneficiarían de los cambios introducidos por la Agenda 2000.

Una vez hallado el nuevo margen bruto de cada cultivo afectado por la Agenda 2000, se puede predecir el impacto que este cambio de política agraria tendrá en las comunidades de regantes utilizando las funciones de utilidad calculadas anteriormente. El Cuadro VI.3 resume los cambios porcentuales de los cultivos más importantes para cada uno de los estratos de las tres comunidades de regantes.

CUADRO VI.2. Comparación de los márgenes brutos totales esperados tras la Agenda 2000 para la distribución de cultivos observada en los estratos intermedios (10-20 hectáreas)

	Pre Agenda 2000			Agenda 2000 (2002-2006)		
	Villar	Valle	Bajo	Villar	Valle	Bajo
Trigo blando	0,52	0,00	0,04	4,63	0,00	1,76
Trigo duro	1,32	0,00	0,31	1,32	0,00	0,31
Maíz	0,52	5,07	1,76	0,52	5,07	1,76
Proteaginosas	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00
Girasol	4,10	0,00	1,73	0,00	0,00	0,00
Total COP (ha)	6,47	5,08	3,83	6,47	5,08	3,83
Tamaño medio (ha)	15,70	15,40	13,50	15,70	15,40	13,50
MBT (pesetas)	638.065	903.983	571.754	649.942	1.019.638	584.833
Incremento del margen bruto total esperado				1,9%	12,8%	2,3%

Fuente: Elaboración propia a partir de la distribución de cultivos media observada.

CUADRO VI.3. Cambios porcentuales estimados en algunos cultivos tras la implementación total de la Agenda 2000 (%)

	El Villar			El Valle Inferior			El Bajo Guadalquivir		
	<10 ha	10-20 ha	>20 ha	<10 ha	10-20 ha	>20 ha	<10 ha	10-20 ha	>20 ha
Algodón	-1,9	-0,7	-0,5	-4,8	-1,9	-7,0	-8,8	-4,3	-1,9
Girasol	-100,0	-100,0	-81,5	-	-	-65,0	-100,0	-100,0	-88,2
Maíz	53,3	14,3	7,5	18,0	7,3	9,3	43,8	12,9	15,3
Total COP	5,0	0,2	0,3	18,0	7,3	8,9	56,7	7,0	2,1
Total hortícolas	5,4	2,4	0,0	-10,3	-3,2	-2,5	1,5	0,2	-1,8

Como puede observarse, todos los estratos presentan una leve reducción de la superficie total de algodón y un incremento, también moderado, de los cultivos COP. El efecto agregado sobre los cultivos hortícolas no es uniforme en todos los estratos, aunque, en términos absolutos, no resulta ser muy importante. Como se había anticipado, el girasol sufre los mayores cambios, estimándose que puede llegarse a su sustitución, en algunos casos total, por el trigo. Ya que cada estrato tiene una superficie diferente, a continuación se muestran los cambios agregados que se obtendrían en toda la zona de estudio.

CUADRO VI.4. Impacto agregado de la Agenda 2000 en las tres comunidades de regantes

	Pre Agenda 2000	Agenda 2000	Cambio
Total algodón (ha)	32.228	30.913	-4,1%
Total COP (ha)	24.338	25.859	6,3%
Total hortícolas (ha)	4.077	3.980	-2,4%

VI.1 Escenario 2: pago único por superficie para COP y hortícolas

Como ha sido explicado anteriormente, una de las razones que motivaron la reforma de la PAC mediante la Agenda 2000 fue el acuerdo firmado en el seno de la Organización Mundial del Comercio (OMC) que implicaba un cambio del tipo de ayudas pertenecientes a la *Caja Azul* (entre las

que se incluyen los pagos compensatorios por superficie para cultivos específicos) hacia políticas agrarias que no tuvieran un efecto distorsionador sobre el mercado, esto es, por ayudas que no estuvieran ligadas a la producción (*Caja Verde*).

Aunque en el pasado los Estados Unidos y la Unión Europea tenían un acuerdo tácito de mantenimiento de las ayudas pertenecientes a la *Caja Azul*, la reforma de la política agraria en los Estados Unidos, conocida como *FAIR Act*, en 1996 cambió este escenario. Bajo esta reforma norteamericana las ayudas pasan a encuadrarse dentro de la *Caja Verde*, y por tanto, en la siguiente ronda multilateral de la OMC la Unión Europea tendría más dificultades para defender su PAC. Por este motivo, la Agenda 2000 ha unificado los pagos compensatorios de los cultivos COP, en un intento de desligar las ayudas de la producción específica de un producto¹⁶.

En esta sección se presenta la simulación de un escenario de política agraria que profundiza en la filosofía subyacente en al Agenda 2000, y por tanto se halla más cerca de un tipo de ayudas desacopladas de la producción. Este nuevo escenario está basado en un pago único por hectárea para cultivos COP y hortícolas, cuyo montante se calcula teniendo en cuenta las ayudas por superficie obtenidas en el pasado por el agricultor, y cuya asignación se produce independientemente del plan de cultivos. Esta ayuda se recibe sólo si el agricultor siembra cultivos COP u hortícolas, sin limitación en el porcentaje de estos últimos.

Para ilustrar cómo funcionaría este sistema, supongamos el ejemplo de una explotación de 10 hectáreas, distribuidas por igual entre maíz y patatas. Este agricultor recibe en la actualidad un pago compensatorio por el maíz de, digamos, 80.000 pesetas/ha, y nada por las patatas. El total de ayudas percibidas es de $5 \cdot 80.000 = 400.000$ pesetas. Con el nuevo sistema, el agricultor recibiría $400.000 / 10 = 40.000$ pesetas/ha independientemente del plan de cultivos elegido entre cultivos COP y hortícolas. Esto supone –a efectos de cálculo mediante las funciones de utilidad– un incremento del margen bruto esperado de las patatas en 40.000 pesetas/ha, y, por el contrario, una reducción de la misma cantidad en el margen bruto esperado del maíz. Asimismo, este nuevo sistema de subvenciones afectaría al nivel de variabilidad de los márgenes brutos de los distintos cultivos. Así, el nuevo sistema aumenta el riesgo inherente a los cultivos

¹⁶ Si bien existe una cantidad adicional de ayuda para las proteaginosas, y ha sido aprobada una cantidad extra para el girasol en concepto de ayuda de carácter medioambiental. Ayuda a la que, por cierto y dados los requisitos exigidos, se han acogido un reducido número de cultivadores.

COP, al tener ahora sus ingresos una mayor dependencia de las ventas. Por el contrario, los hortícolas, cultivos con mucho mayor riesgo, aseguran un margen bruto mínimo por la nueva ayuda directa percibida, que equivale a una reducción de su variabilidad y por tanto del riesgo.

Teniendo en cuenta que la distribución de cultivos COP en los tres estratos de cada una de las comunidades de regantes es diferente, el montante de ayuda por hectárea también lo es, como queda reflejado en el siguiente cuadro, que se ha calculado siguiendo el proceso explicado en el ejemplo anterior.

Como se desprende de este análisis, el nuevo sistema de ayuda no supone ninguna reducción en el nivel total de ayudas, ya que esta cantidad será la misma mientras el agricultor sustituya los anteriores cultivos COP por cualquier combinación de COP y hortícolas, y excluyendo los cultivos que tienen ayudas ligadas a la producción, como es el caso de la remolacha azucarera y el algodón, evitando así un doble sistema de apoyo.

CUADRO VI.5.

Cambios porcentuales estimados en algunos cultivos tras la implementación total de la Agenda 2000

	<10 ha	10-20 ha	>20 ha
El Villar	71,2	85,4	102,2
El Valle Inferior	47,3	46,3	61,7
El Bajo Guadalquivir	42,4	65,1	72,8

Los cambios de rentabilidad relativa de los distintos cultivos (reducciones e incrementos en el margen bruto) de este nuevo sistema, así como el cambio de valoración del riesgo, producirían una valoración distinta de los cultivos en términos utilitarios que, en el ámbito de la toma de decisiones, conllevaría una sustitución parcial de cultivos COP por hortícolas. El Cuadro VI.6 muestra el impacto de este tipo de opción para cada estrato de las comunidades de regantes estudiadas.

La simulación del pago único por superficie para COP y hortícolas muestra para la comunidad de regantes El Villar un incremento del bienestar de los productores en términos de utilidad para los tres estratos. Estos resultados se deben, como ya se ha apuntado, a la sustitución de los cultivos COP por los hortícolas. Con ello los agricultores pueden aumentar significativamente su margen bruto total, aunque esto suponga igualmente un incremento del riesgo asumido. La resultante total se traduce en un aumento del valor alcanzado por su función de utilidad.

CUADRO VI.6. Cambios previstos debido a la implantación de un nuevo pago directo fijo

	El Villar			El Valle Inferior			El Bajo Guadalquivir		
	<10 ha	10-20	>20 ha	<10 ha	10-20	>20 ha	<10 ha	10-20	>20 ha
Superficie total (ha)	330	395	1.519	2.223	2.699	10.911	5.289	12.473	29.712
Variación COP	-43,5%	-18,0%	-3,6%	-34,7%	-26,8%	-7,7%	-62,3%	-10,0%	-5,2%
Variación hortícolas	78,6%	65,8%	57,7%	43,1%	26,3%	22,1%	40,5%	59,0%	56,5%
Variación en el MBT	10,6%	11,9%	6,7%	4,1%	4,1%	1,0%	4,7%	-3,1%	-3,6%
Variación en la VAR	15,5%	23,4%	1,5%	12,3%	17,1%	5,6%	8,1%	-12,2%	-4,3%
Actuales valores de la función de utilidad	1,39	0,61	0,45	1,18	1,44	1,85	1,45	1,39	1,19
Nuevos valores de la función de utilidad	1,53	0,67	0,49	1,21	1,46	1,86	1,50	1,40	1,21

Fuente: Elaboración propia.

También en el anterior cuadro se puede observar, para esta misma comunidad de regantes, como a medida que disminuye el tamaño del estrato la reducción de los cultivos COP y el incremento de los hortícolas es mayor. Estas variaciones en el comportamiento de los productores se deben al diferente peso que otorgan al MBT y a la varianza la explotación tipo de cada estrato. Así, a medida que se pondera en mayor medida el MBT (en los estratos más pequeños), mayor es el incremento de la utilidad que proporciona la sustitución de cultivos ya explicada.

La simulación realizada para las comunidades de El Valle Inferior presenta unos resultados similares a los comentados para el caso de la comunidad de El Villar (véase el Cuadro VI.6).

Con relación a la comunidad de regantes de El Bajo Guadalquivir, sí se observan diferencias respecto a las dos anteriores. La primera de ellas es que, aunque para todos los estratos el bienestar (valor de la función de utilidad) aumenta con el cambio de política de pagos directos, el MBT se reduce en los dos estratos de mayor tamaño. Esta aparente contradicción se explica atendiendo a la alta ponderación que en ambos estratos hacen del objetivo de minimización del riesgo. Por este motivo, la estrategia seguida por estos productores para aumentar su utilidad es disminuir el riesgo asumido.

La explicación de la reducción del MBT en estos dos estratos de la comunidad de regantes de El Bajo Guadalquivir hay que encontrarla en la gran superficie que representan sobre el total de la zona regable; el 58 por ciento del conjunto de las tres comunidades de regantes analizadas. En este sentido, la reducción de los pagos por superficie de cultivos COP no puede ser compensada con un incremento de hortalizas, debido a que, por su peso, el margen bruto de los hortalizas se reduce mucho más rápidamente que en las otras dos comunidades estudiadas.

En esta misma línea debe apuntarse que en este estudio se ha optado por un enfoque conservador en el ejercicio de la modelización. Por este motivo, en caso de falta de información relativa a la elasticidad demanda-precio de un determinado cultivo hortícola, se ha escogido para su inclusión en los modelos la mayor elasticidad disponible para hortalizas similares, es decir, la mayor reducción de precios para un incremento de producción determinado. En caso de haber podido disponer de datos más precisos, quizá el aumento posible de hortalizas en ambos estratos de El Bajo Guadalquivir podría haber sido mayor, resultando una disminución menor del MBT o, incluso, suponer un aumento neto del mismo.

Considerando el tamaño de cada estrato, la media ponderada del descenso de la superficie de cultivos COP es de 9,8 por ciento en el conjunto del área estudiada, pasando de 24.338 a 21.944 hectáreas. Entretanto, el incremento de la superficie total de hortalizas puede cuantificarse en el 36,9 por ciento (de 4.077 a 5.582 hectáreas).

Este cambio en la superficie de los cultivos, y más concretamente el incremento de los hortalizas probablemente tendría un impacto positivo sobre el empleo rural. Efectivamente, los requerimientos de mano de obra (mano de obra agraria directa e indirecta en el conjunto de las empresas agroalimentarias) de los hortalizas son de 47 jornales por hectárea y año, comparado con los únicamente 3 jornales de los cultivos COP¹⁷. 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. Si cambiase el sistema vigente de concesión de pagos directos por el propuesto en este trabajo, esta media subiría hasta 11,5 jornales por hectárea y año, lo que supondría un aumento del empleo rural en un 9,3%.

¹⁷ Datos de demanda de mano de obra originales de trabajos de Francisco Barea (Centro de Investigación y Formación Agraria, Córdoba) y Carlos Benavides (CIFA Granada). Comunicación personal.

Teniendo en cuenta que el desempleo rural en ciertas partes de Andalucía alcanza niveles muy superiores a la media nacional, este tipo de política de subvenciones directas parcialmente desacopladas ayudaría a reducir este problema social, especialmente si esto tiene lugar en zonas con alto potencial para la producción hortícola.

Otro beneficio del sistema de pagos directos propuesto es la reducción de burocracia en la medida que no se requerirían el registro y control de las superficies de los cultivos COP. Además, ofrecería una mayor libertad a los agricultores para sembrar según sus preferencias, permitiendo así una mejor rotación de cultivos desde el punto de vista agronómico, tanto en lo que concierne a la programación de sus cultivos como a la lucha contra plagas y enfermedades.

Con relación al impacto de la política propuesta 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 óptimo planteado bajo las directrices de la PAC previas a la Agenda 2000. Este aumento del riesgo es consecuencia implícita del mayor margen bruto esperado que se pretende alcanzar con la sustitución de COP por hortalizas. En este sentido, de los resultados de las simulaciones anteriores puede concluirse 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. Este elemento añade un factor de apoyo sesgado hacia los pequeños agricultores que, desde el punto de vista de la legitimación social de las ayudas al sector agrario, sería percibido positivamente por el resto de la sociedad europea. Pasa a ser una cuestión de equidad hacia un colectivo desfavorecido y localizado en una de sus regiones menos desarrolladas.



**CONCLUSIONES
Y CONSIDERACIONES
FINALES**

Capítulo VII

VII. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Los objetivos principales de esta investigación han sido, por un lado mostrar el impacto de la posible reforma de la Política Agrícola Común y la Agenda 2000, y por otro predecir los beneficios de un nuevo sistema de ayudas consistente en un pago único por hectárea, para los cultivos COP y los hortícolas, en la zona regable del Valle del Guadalquivir en Andalucía.

Para la realización de este estudio se han seleccionado, siguiendo un proceso de muestreo aleatorio probabilístico, tres comunidades de regantes de la Cuenca del Valle del Guadalquivir, a saber: El Villar, una comunidad pequeña con 2.723 hectáreas en regadío, El Valle Inferior (18.815 hectáreas), y El Bajo Guadalquivir (51.301 hectáreas). En las tres comunidades el cultivo más importante es el algodón, con casi la mitad de la superficie. También cabe destacar otros cultivos como el girasol en la primera comunidad, el maíz en la segunda y la remolacha azucarera en la última. La elección del regadío se debe al mayor número de alternativas de cultivo, frente al secano, donde prácticamente se reducen a la rotación trigo-girasol. Este hecho hace más evidente los beneficios derivados de la adopción del nuevo sistema de ayudas propuesto en esta investigación.

Este trabajo se ha desarrollado siguiendo dos etapas: en la primera se han obtenido unas funciones de utilidad que simulan la respuesta de un grupo de agricultores homogéneos ante un cambio en la Política Agraria Común; en la segunda se han optimizado estas funciones de utilidad para estimar el impacto de la Agenda 2000 y otro escenario de política agraria nuevo consistente en un pago fijo por superficie para cultivos COP y hortícolas similar, cualitativamente, al adoptado en Estados Unidos (*FAIR Act*), y que podrían marcar futuras orientaciones en la PAC.

La mayor ventaja de la metodología seguida en este trabajo es que la estimación de las funciones de utilidad que simulan el comportamiento de los agricultores no se realiza basándose en las clásicas interacciones con los individuos a través de complejas cuestiones. Por el contrario, la técnica multicriterio empleada permite obtener una función de utilidad lineal basada en la distribución de cultivos observada, considerando como argumentos de la función los dos primeros momentos del margen bruto total esperado. Cuando esta función de utilidad es maximizada, los óptimos que son obtenidos se corresponden con el conjunto eficiente Media-Varianza, muy aplicado en el análisis de eficiencia de carteras financieras.

Este enfoque combina la solidez teórica de la teoría de la utilidad esperada, en concreto la teoría de la utilidad multiatributo, con el pragmatismo del tradicional análisis Media-Varianza. En este sentido, incluso en el caso del incumplimiento de alguno de los supuestos que garantizan la total compatibilidad entre ambas metodologías, las funciones de utilidad aditivas utilizadas en este estudio representan una aproximación suficientemente buena a la hipotética función de utilidad real del productor.

A diferencia de los modelos de programación lineal aplicados a la Economía Agraria donde se optimiza exclusivamente un objetivo, generalmente el beneficio, los modelos utilizados en esta investigación no necesitan limitar de forma artificial la extensión de cultivos arriesgados de alto margen bruto en la solución óptima, ya que incluyen el riesgo en la simulación de la toma de decisiones por parte de los agricultores. Por tanto, la inclusión de dos objetivos simultáneamente (la maximización del beneficio y la minimización del riesgo) mejora sensiblemente la capacidad predictiva de los modelos. En este sentido, los cuatro procedimientos de validación de los modelos que se han probado corroboran la idoneidad del enfoque elegido.

En este sentido, es importante señalar las limitaciones de esta investigación. En primer lugar, se asume que las decisiones de los agricultores están guiadas exclusivamente por dos criterios: el beneficio y el riesgo. Si bien la mayoría de los agricultores, según la encuesta realizada, manifestaron estar de acuerdo con esta afirmación, parece claro que un mayor número de objetivos podría simular con más exactitud sus preferencias auténticas. Sin embargo esto supone una mayor complejidad de análisis y menor homogeneidad de interpretación de los resultados. Así, se ha considerado que los dos objetivos incluidos eran la mejor solución *compromiso* entre la simulación suficientemente aproximada a la realidad y la sencillez de análisis a que debe aspirar todo modelo.

En segundo lugar, las elasticidades de demanda de los productos hortícolas son muy difíciles de estimar, más aun si se considera la gran variabilidad de productos, variedades y zona de producción. En cualquier caso este análisis ha adoptado una postura conservadora, haciendo que el incremento de los cultivos hortícolas sea inferior a lo que podría esperarse, si se hubiera realizado un análisis más exhaustivo de las posibilidades de comercialización de este tipo de productos, algo que evidentemente escapa al objeto de esta investigación.

Tercero y último, otra limitación de la investigación efectuada consiste en asumir una única función de utilidad para un grupo de agricultores. Para redu-

cir este posible sesgo se ha estratificado la población por la localización del grupo (comunidad de regantes) y según el tamaño de la explotación.

La simulación del primer escenario analizado, la Agenda 2000, mediante las funciones de utilidad indica un incremento de los cultivos COP en las tres comunidades de regantes analizadas. El incremento agregado se sitúa en torno al 6,3 por ciento, una cifra muy similar a las estimadas por dos modelos utilizados por la Comisión Europea (8,4 y 6,3 por ciento). También se estima una reducción del algodón, el cultivo más importante de la zona estudiada, y de cultivos hortícolas del 4,1 y el 2,4 por ciento, respectivamente.

Respecto al segundo escenario, se puede afirmar que el cambio del sistema actual de pagos directos a los cultivos COP por otro parcialmente desacoplado que también incluya a los cultivos hortícolas, supone un cambio significativo de las superficies de los distintos cultivos. La reducción de los cultivos COP sería del 9,8 por ciento, mientras que el aumento de los hortícolas cabría cuantificarlo en el 36,9 por ciento, respecto a la superficie observada de hortícolas en el momento de la encuesta. No obstante, este incremento de 1.505 ha (de 4.077 a 5.582) sólo supone pasar de un 5,6 por ciento de hortícolas, respecto a la superficie total de las tres comunidades de regantes, a un 7,7 por ciento. Este cambio en las superficies ocupadas por ambos grupos de cultivos, de COP a hortícolas, tendría un impacto positivo para los productores en términos bienestar privado (valor de su utilidad), debido sobre todo al aumento de sus rentas, si bien implicaría una mayor complejidad en la gestión.

Existen además dos efectos positivos de esta nueva política: en primer lugar, el sistema de pagos directos redundaría en un aumento del empleo rural (directo e indirecto) cifrado en un 9,3 por ciento, hecho de vital importancia en determinadas zonas de Andalucía con altas tasas de desempleo; y en segundo lugar, facilitaría la labor burocrática de control de los cultivos por parte de las autoridades comunitarias, estatales y regionales.

Los agricultores más pequeños son los más inclinados a adoptar el cambio por lo que serían ellos los que mayores aumentos de su función de utilidad tendrían (mayor aumento de rentas). Este hecho podría considerarse como un efecto redistributivo de una nueva PAC, lo cual aumentaría su justificación frente al resto de la sociedad. Por otro lado, aunque el margen bruto total esperado de los grandes agricultores de una de las comunidades disminuye, no ocurre así con el valor alcanzado por su función de utilidad subrogada, implicando también por tanto un aumento del bienestar de este grupo. Esto se explica por la disminución del riesgo asumido por estos productores que compensa la disminución de ingresos.

En definitiva y por todas las razones expuestas anteriormente, consideramos que este tipo de pagos parcialmente desacoplados de la producción obtenida deberían considerarse para próximos desarrollos legislativos de la PAC, y que deberían ser las autoridades de las zonas con mayor potencialidad hortícola (regiones mediterráneas) las que les diesen un mayor impulso político, tanto por razones económicas como de equidad social.

Para finalizar, apuntamos algunas líneas futuras de investigación que se abren a partir de este trabajo. Primero, es necesario profundizar en la tipología de los agricultores basada no sólo en el tamaño de la explotación, sino también en otros aspectos edafo-climáticos y socioeconómicos. Segundo, sería interesante considerar diferentes actividades para cada cultivo según el nivel de uso de los insumos. El tercer y último punto hace referencia al estudio de la elasticidad de demanda de los productos hortícolas. En efecto, un mayor conocimiento de la respuesta del mercado al incremento de la producción de este tipo de productos mejoraría la capacidad predictiva del modelo matemático.

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.*
- Ballesteros, E. y Romero, C. (1998). *Multiple Criteria Decision Making and its Applications to Economic Problems. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.*
- Blaug, M. (1992). *The Methodology of Economics: Or How Economics Explain (2nd edition). Cambridge University Press, Cambridge.*
- Boehlje, M.D. y Eidman, V.R. (1984). *Farm management. John Wiley and Sons, New York.*
- Bond, G. y Wonder, B. (1980). *Risk attitudes amongst Australian farmers. Australian Journal of Agricultural Economics* 24, 16-34.
- Bowley, F. y Oglethorpe, D. (1999). *Predicting the farmer response to a post-Agenda 2000 Common Agricultural Policy. Discussion paper presented to the Agricultural Economics Society Conference, held at the Queens University, Belfast on 25-27 March.*
- Brooke, A., Kendrick, D. y Meeraus, A. (1992). *Gams: A User's Guide. Release 2.25. The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank, The Scientific Press, San Francisco.*
- Buccola, S.T. (1986). *Testing for nonnormality in farm net returns. American Journal of Agricultural Economics* 68, 334-343.

- Buckwell, A.E. (1998). *Towards a Common Agricultural and Rural Policy for Europe. Report of a group of experts to the Directorate-General for Agriculture of the European Commission. European Commission web site: <http://leuropa.eu.int/en/comm/dg06>.*
- 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.*
- Bureau, J.C., Gohin, A., Guyomard, H. y Le Mouél, C. (1997). *"CAP response to the 1996 US Fair Act" in The American Farm Bill: Implications for CAP Reform. (Ed D. Colman), Centre for Agricultural, Food and Resource Economics, School of Economic Studies, The University of Manchester.*
- Chavas, J.P. y Holt, M.T. (1990). *Acreage decision under risk: the case of corn and soybeans. American Journal of Agricultural Economics 72, 529-538.*
- Costa, F.P. y Rehman, T. (1999). *Exploring the link between farmers' objectives and the phenomenon of pasture degradation in the beef production systems of Central Brazil. Agricultural Systems 61, 135-146.*
- Dunn, W.N. (1994). *Public Policy Analysis: An Introduction (2nd edition). Prentice Hall, New Jersey.*
- Dyer, J.S. (1977). *On the relationship between Goal Programming and Multiattribute Utility Theory. Discussion paper 69, Management Study Center, University of California, Los Angeles.*
- Forrester, J.W. (1971). *Counter-intuitive behaviour of social systems. Technological Review 73, 3-15.*
- Freund, R.J. (1956). *The introduction of risk into a programming model. Econometrica 24, 253-263.*
- Friedman, M. (1953). *"The Methodology of Positive Economics" in Essays in Positive Economics. University of Chicago, Chicago.*
- Friedman, M. (1962). *Price Theory: A Provisional Text. Aldine Publishing Company, Chicago.*
- Gasson, R. (1973). *Goals and Values of Farmers. Journal of Agricultural Economics 24, 521-537.*
- Gómez-Limón, J.A y Arriaza, M. (1999). *Environmental and socio-economic impact of a progressive reduction of agricultural subsidies in North-Western Spain. Contributing paper of the IX European Congress of Agricultural Economics. European Association of Agricultural Economists (EAAE). Warsaw, Poland.*
- Gómez-Limón, J.A. y Berbel, J. (1999). *Analysis of water demand functions derived by multicriteria methodology: a case study of Spain. IX European Congress of Agricultural Economics. European Association of Agricultural Economists (EAAE). Warsaw, Poland.*
- 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, 220-225.*
- Hardaker, J.B., Huirne, R.B.M. y Anderson, J.R. (1997). *Coping with Risk in Agriculture. CAB International, Oxon, UK.*
- Hardaker, J.B., Pandey, S. y Patten, L. (1991). *Farm planning under uncertainty: a review of alternative programming models. Review of Marketing and Agricultural Economics 59, 9-22.*
- 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, 103-110.*
- Hawawani, G.A. (1978). *A mean-standard deviation exposition of the theory of the firm under uncertainty: a pedagogical note. The American Economic Review 68, 194-202.*
- Hazell, B.R. (1971). *A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning under uncertainty. American Journal of Agricultural Economics 53, 53-62.*

- Hazell, B.R. y Norton, R.D. (1986). *Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture*. Macmillan, New York.
- Herath, H.M.G. (1981). *An Empirical Evaluation of Multiattribute Utility Theory in Peasant Agriculture*. *Oxford Agrarian Studies* 10, 240-254.
- Hollis, M., Sugden, R. y Weale, A. (1985). *Riddles of public choice*. *Times Higher Educational Supplement* 25, 15.
- Hollis, M. (1994). *The Methodology of Social Sciences, An Introduction*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Huber, G.P. (1974). *Multiattribute utility models: a review of field and field-like studies*. *Management Science* 20, 1393-1402.
- Hurwicz, L. (1973). *The design of a mechanism for resource allocation*. *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 63.
- Isermann, H. (1982). *Linear lexicographic optimization*. *OR-Spektrum* 4, 223-228.
- 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, R.L. y Raiffa, H. (1976). *Decisions with Multiple Objectives*. Wiley, New York.
- Kingwell, R. (1996). *Programming models of farm supply response: the impact of specification errors*. *Agricultural Systems* 50, 307-324.
- Levy, H. y Markowitz, H.M. (1979). *Approximating expected utility by a function of mean and variance*. *The American Economic Review* 69, 308-317.
- Macpherson, 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.
- Malhotra, N.H. (1996). *Marketing Research. An Applied Orientation*. Prentice-Hall International, London.
- March, J. (1978). *Bounded rationality, ambiguity and the engineering of choice*. *Bell Journal of Economics* 9, 587-608.
- Massam, B.H. (1988). *Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Techniques in Planning*. *Progress in Planning* 30, Pergamon Press, Oxford.
- Mcgregor, M., Willock, J., Dent, B., Deary, I., Sutherland, A., Gibson, G., Morgan, O. y Grieve, B. (1996). *Links between psychological factors and farmer decision making*. *Farm Management* 9, 228-239.
- Meyer, J. (1987). *Two-moment decision models and expected utility maximization*. *The American Economic Review* 77, 421-430.
- Meyer, J. y Rashe, H. (1992). *Sufficient conditions for expected utility to imply mean-standard deviation rankings: empirical evidence concerning the location and scale condition*. *The Economic Journal* 102, 91-106.
- Munda, G. (1994). *Fuzzy Information in Multicriteria Environmental Evaluation Models*. CEC, Brussels.
- Nicholson, W. (1995). *Microeconomic Theory. Basic Principles and Extensions*. The Dryden Press, Philadelphia, US.
- Nijkamp, P., Rietveld, P. y Voogd, H. (1990). *Multicriteria Evaluation in Physical Planning*. North-Holland, Amsterdam.
- O'hear, A. (1989). *An Introduction to the Philosophy of Science*. Oxford University Press, New York.

- Pannell, D.J., Kingwell, R. y Schilizzi, S. (1992). *Debugging MP Models: Principles and Practical Strategies. Contributed paper to the 36th Annual Conference of the Australian Agricultural Economics Society, Australian National University, Feb 9-12, Camberra.*
- Perkin, P. y Rehman, T. (1994). "Farmers' objectives and their interactions with business and life styles: evidence from Berkshire, England" in *Rural and Farming Systems Analysis*. (Eds J.B. Dent y M.J. McGregor), CAB International, Oxon, UK.
- Qureshi, M.E., Harrison, S.R. y Wegener, M.K. (1999). *Validation of multicriteria analysis models. Agricultural Systems 62, 105-116.*
- Rae, N.A. (1994). *Agricultural Management Economics. Activity Analysis and Decision Making. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.*
- Rehman, T. y Romero, C. (1993). *The application of the MCDM paradigm to the management of agricultural systems. Agricultural Systems 41, 239-255.*
- Robison, L.J. y Barry, P.J. (1987). *The Competitive Firm's Response to Risk. MacMillan Publishing Company, New York.*
- Robison, L.J. y Hanson, S.D. (1997). "Analysing firm response to risk using mean-variance models" in *Risk Management Strategies in Agriculture. State of the Art and Future Perspectives*. (Eds R.B.M. Huirne, J.B. Hardaker and A.A. Dijkhuizen), Mansholt Institute, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
- Romero, C. (1993). *Teoría de la decisión multicriterio: conceptos, técnicas y aplicaciones. Alianza Editorial, S.A. Madrid.*
- Romero, C. (1991). *Handbook of Critical Issues in Goal Programming. Pergamon Press, Oxford.*
- Romero, C. y Rehman, T. (1985). *Goal programming and multiple criteria decision making in farming planning: some extensions. Journal of Agricultural Economics 36, 171-185.*
- Romero, C. y Rehman, T. (1989). *Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decisions. Elsevier, Amsterdam.*
- Rowe, M.D. y Pierce, B.L. (1982). *Sensitivity of the weighting summation decision method to incorrect application. Socio-Economic Planning Sciences 16, 173-177.*
- Roy, B. (1968). *Classement et choix en presence de points de vue multiple (la methode ELECTRE). R.I.R.O. 8, 57-75.*
- Roy, B. (1990). "The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods" in *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*. (Eds C.A. Bana e Costa), Springer-Verlag, Berlin, pp. 155-183.
- Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process. McGraw Hill, New York.*
- 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, 173-184.*
- Samuelson, P.A. (1970). *The fundamental approximation theorem of portfolio analysis in terms of means, variances and higher moments. Review of Economic Studies 37, 537-542.*
- Steuer, R.E. (1986). *Multiple Criteria Optimization. Wiley, New York.*
- Sumpsi, J.M., Amador, F. y Romero, C. (1993). *A research on Andalusian farmers' objective: methodological aspects and policy implications. VIIth European Association of Agricultural Economics Congress, Stresa.*
- Sumpsi, J.M., Amador, F. y Romero, C. (1997). *On farmers' objectives: a multi-criteria approach. European Journal of Operational Research 96, 1-8.*
- 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.*
- Tobin, J. (1963). "The theory of portfolio selection" in *Theory of Interest Rates. (Eds F.H. Hahn and F.P.R. Brechling), New York.*
- Tsiang, S.C. (1972). *The rationale of the mean-standard deviation analysis, skewness preference, and the demand for money. The American Economic Review 62, 354-371.*
- Vansnick (1990). "Measurement theory and decision aid in Readings" in *Multiple Criteria Decision Aid. (Eds C.A. Bana y E. Costa), Springer-Verlag, Berlin, pp. 81-100.*
- Vincke, P. (1986). *Analysis of multicriteria decision aid in Europe. European Journal of Operational Research, 25, 305-317.*
- Yntema, D.B. y Torgerson, W.S. (1967). "Man-computer cooperation in decisions requiring common sense" in *Decision Making. (Eds W. Edwards y A. Tversky), Penguin, Harmondsworth, Middlesex, England.*
- Yoon, K.P. y Hwang, C. (1995). *Multiple Attribute Decision Making. An Introduction. Quantitative Applications in the Social Sciences 104. Sage Publications, London.*
- Zeleny, M. (1982). *Multiple Criteria Decision Making. McGraw Hill, New York.*

Bibliografía adicional recomendada

- Ali, M.M. (1977). *Probability and utility estimates for racetrack betting. Journal of Political Economy 85, 803-815.*
- Allais, M. (1953). *Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'École Americaine. Econometrica 21, 503-546.*
- Arriaza, M., Rodriguez, A. y Ruiz, P. (2000). *Socio-economic aspects of the cotton production in Andalusia. MEDIT (forthcoming).*
- Barbier, B. (1998). *Induced innovation and land degradation: results from a bioeconomic model of a village in West Africa. Agricultural Economics 19, 15-25.*
- Bauer, S. y Kasnakoglu, H. (1990). *Non-linear programming models for sector and policy analysis. Experiences with the Turkish agricultural sector model. Economic Modelling 3, 275-290.*
- Becker, N. (1995). *Value of moving from central planning to a market system: lessons from the Israeli water sector. Agricultural Economics 12, 11-21.*
- Bell, D.E., Raiffa, H. y Tversky, A. (1988). "Descriptive, normative, and prescriptive interactions in decision making" in *Decision Making. (Eds D.E. Bell, R.L. Keeney, H. Raiffa y A. Tversky), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 9-30.*
- Bellante, D. y Saba, R.P. (1986). *Human capital and life-cycle effects on risk aversion. Journal of Finance and Resources 9, 41-51.*
- Berg, E. (1997). "Risk response of farmers to the changes in the European agricultural policy" in *Risk Management Strategies in Agriculture. (Eds R.B.M. Huirne, J.B. Hardaker y A.A. Dijkhuizen), Mansholt Institute, Wageningen, The Netherlands.*

- Bernoulli, D. (1738). *Specimen theoriae novae de mensura sortis. Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae* 5, 175-192. Translated by L. Sommer (1954). *Econometrica* 22, 23-36.
- Binswanger, H. (1974). *The measurement of technical change biases with many factors of production. American Economic Review* 64, 964-976.
- Blandford, D. (1997). "Implications of changes in US agricultural policy for the next round of multilateral trade negotiations" in *The American Farm Bill: Implications for CAP Reform*. (Ed D. Colman), Centre for Agricultural, Food and Resource Economics, School of Economic Studies, The University of Manchester.
- Blatt, J.M. (1983). "Expected utility theory does not apply to all rational men" in *Foundations of Utility and Risk Theory with Applications*. (Eds B.P. Stigum y F. Wenstop), Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland.
- Biswas, T. (1997). *Decision-Making under Uncertainty*. MacMillan Press, London.
- Buol, S.W., Hole, F.D. y McCracken, R.J. (1989). *Soil Genesis and Classification* (3rd edition). Iowa State University Press, Iowa.
- Carley, M. (1980). *Rational Techniques in Policy Analysis*. Heinemann Educational Books, London.
- Chaherli, N.M. (1997). "Modelling land allocation with stochastic crop returns and government program participation" in *Risk Management Strategies in Agriculture*. (Eds R.B.M. Huirne, J.B. Hardaker y A.A. Dijkhuizen), Mansholt Institute, Wageningen, The Netherlands.
- Chavas, J.P. y Pope, R. (1982). *Hedging and production decisions under a linear mean-variance preference function. Western Journal of Agricultural Economics* 7, 99-110.
- Cohn, R.A., Lewellen, W.G., Lease, R.C. y Schlarbaum, G.G. (1975). *Individual investor risk aversion and investment portfolio composition. Journal of Finance* 30, 605-620.
- Colman, D. y Young, T. (1989). *Principles of Agricultural Economics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Coyle, B.T. (1992). *Risk aversion and price risk in duality models of production: a linear mean-variance approach. American Journal of Agricultural Economics* 74, 849-859.
- Dinar, A. (1994). *Impact of energy cost and water resource availability on agriculture and groundwater quality in California. Resource and Energy Economics* 16, 47-66.
- Dillon, J. y Scandizzo, P. (1978). *Risk attitudes of subsistence farmers in Northeast Brazil: a sampling approach. American Journal of Agricultural Economics* 60, 425-435.
- Donaldson, A.B., Flichman, G. y Webster, J.P.G. (1995). *Integrating agronomic and economic models for policy analysis at the farm level: the impact of CAP reform in two European regions. Agricultural Systems* 48, 163-178.
- Dror, Y. (1971). *Design for Policy Sciences. Policy Sciences Book Series*. American Elsevier, Publishing Company, Inc., New York.
- Duhem, P. (1954). *The Aim and Structure of Physical Theory*. Princeton University Press, Princeton.
- Edwards, W. (1954). *Probability preferences among bets with differing expected values. American Journal of Psychology* 67, 56-67.
- Edwards, W. (1962). *Subjective probabilities inferred from decisions. Psychological Review* 69, 109-135.
- Edwards, W. (1977). "Use of multiattribute utility measurement for social decision making" in *Conflicting Objectives in Decisions*. (Eds D.E. Bell, R.L. Keeney y H. Raiffa), John Wiley & Sons, Chichester, pp. 247-276.
- Ellis, F. (1992). *Agricultural Policies in Developing Countries*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Eyvindson, R.K., Heady, E.O. y Srivastava, U.K. (1975). "A model incorporating farm-size and land classes" in *Spatial Sector Programming Models in Agriculture*. (Eds E.O. Heady y U.K. Srivastava), Iowa State University Press, Ames.
- Farmer, P.C. (1987). *Testing the robustness of multiattribute utility theory in an applied setting*. *Decision Sciences* 18, 178-193.
- Finkelshatain, I. y Feinerman, E. (1997). *Framing the Allais paradox as a daily farm decision problem: tests and explanations*. *Agricultural Economics* 15, 155-167.
- Fishburn, P.C. (1982). *The Foundations of Expected Utility*. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland.
- Freund, J.E. (1979). *Modern Elementary Statistics (5th edition)*. Prentice Hall International, London.
- Friedman, L.S. (1984). *Microeconomic Policy Analysis*. McGraw-Hill, New York.
- Gunnell, J.G. (1976). "Social scientific knowledge and policy decisions: a critique of the intellectualist model" in *Problems of Theory in Policy Analysis*. (Ed. P.M. Gregg), Lexington Books, London, pp. 29-38.
- Guyomard, H., Baudry, M. y Carpentier, A. (1996). *Estimating crop supply response in the presence of farm programmes: application to the CAP*. *European Review of Agricultural Economics* 23, 401-420.
- Hadar, J.P. y Russell, W.R. (1969). *Rules for ordering uncertain prospects*. *American Economic Review* 59, 25-34.
- Handa, J. (1977). *Risk, probabilities and new consumer preferences*. *Econometrica* 45, 413-426.
- Harker, P.T. (1989). "The art and science of decision making: the analytic hierarchy process" in *The Analytic Hierarchy Process*. (Eds B.L. Golden, E.A. Wasil y P.T. Harker), Springer-Verlag, Berlin, pp. 3-36.
- Heady, E.O., Madsen, H.C., Nicol, K.J. y Hargrove, S.H. (1975). "Water demand, land use, and farm policy models" in *Spatial Sector Programming Models in Agriculture*. (Eds E.O. Heady y U.K. Srivastava), Iowa State University Press, Ames.
- Hollis, M. y Nell, E.J. (1975). *Rational Economic Man. A Philosophical Critique of Neoclassical Economics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hope, J. y Lingard (1992). *The influence of risk aversion on the uptake of set-aside: a MOTAD and CRP approach*. *Journal of Agricultural Economics* 43, 401-411.
- 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.
- Hume, D. (1739). *Treatise of Human Nature*. (Ed L.A. Selby-Bigge), Clarendon Press, Oxford, 1978.
- Hwang, C.L. y Yoon, K. (1981). *Multi Attribute Decision Making*. Springer-Verlag, New York.
- Karmakar, U. (1979). *Subjective weighted utility and the Allais paradox*. *Organizational Behaviour and Human Performance* 24, 67-72.
- Keeney, R.L. (1974). *Multiplicative utility functions*. *Operations Research* 22, 22-34.
- Keeney, R.L. y Nair, K. (1977). "Selecting nuclear power plant sites in the Pacific Northwest using decision analysis" in *Conflicting Objectives in Decisions*. (Eds D.E. Bell, R.L. Keeney y H. Raiffa), John Wiley & Sons, Chichester, pp. 298-322.
- Knutson, R.D., Smith, E.G., Anderson, D.P. y Richardson, J.W. (1998). *Southern farmers' exposure to income risk under the 1996 Farm Bill*. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 30, 35-46.
- Kroll, Y., Levy, H. y Markowitz, H.M. (1984). *Mean-variance versus direct utility maximization*. *The Journal of Finance* 39, 47-61.

- Kuhn, T.S. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions (2nd edition)*. University Chicago Press, Chicago.
- Lakatos, I. (1970). "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes" in *Criticism and the Growth of Knowledge*. (Eds I. Lakatos y A. Musgrave), Cambridge University Press, Cambridge.
- Lansink, A.O. y Peerlings, J. (1996). *Modelling the new EU cereals and oilseeds regime in the Netherlands*. *European Review of Agricultural Economics* 23, 161-178.
- 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, 15-29.
- López-Pereira, M.A., Sanders, J.H., Baker, T.G. y Preckel, P.V. (1994). *Economics of erosion-control and seed-fertilizer technologies for hillside farming in Honduras*. *Agricultural Economics* 11, 271-288.
- Machina, M.J. (1989). *Comparative static analysis and non-expected utility preferences*. *Journal of Economic Theory* 47, 1622-1668.
- Machina, M.J. (1981). "Rational" decision making versus "rational" decision modelling. *Journal of Mathematical Psychology* 24, 163-175.
- March, J. (1978). *Bounded rationality, ambiguity and the engineering of choice*. *Bell Journal of Economics* 9, 587-608.
- Mccalla, A.F. y Josling, T.E. (1985). *Agricultural Policies and World Markets*. MacMillan Press, London.
- Mcclennen, E. (1983). "Sure-thing doubts" in *Foundations of Utility and Risk Theory with Applications*. (Eds B.P. Stigum y F. Wenstop), Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland.
- Mccord, M. y Neufville, R. (1983). "Empirical demonstration that expected utility decision analysis is not operational" in *Foundations of Utility and Risk Theory with Applications*. (Eds B.P. Stigum y F. Wenstop), Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland.
- Mood, A.M. (1983). *Introduction to Policy Analysis*. Edward Arnold, London.
- Mutangadura, G. y Norton, G.W. (1999). *Agricultural research priority setting under an example from Zimbabwe*. *Agricultural multiple objectives: Economics* 20, 277-286.
- Oglethorpe, D.R. (1997). "Utility versus profit maximization models for agricultural policy decision support: the environmental implications of risk-averse behaviour" in *Risk Management Strategies in Agriculture*. (Eds R.B.M. Huirne, J.B. Hardaker y A.A. Dijkhuizen), Mansholt Institute, Wageningen, The Netherlands.
- O'hear, A. (1989). *An Introduction to the Philosophy of Science*. Oxford University Press, New York.
- Popper, K. (1975). *The Logic of Scientific Discovery (8th edition)*. Hutchinson, London.
- Quine, W.V.O. (1964). *Methods of Logic*. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- 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.
- Ritson, C. (1977). *Agricultural Economics: Principles and Policy*. Granada.
- Rittel, H.W.J. y Webber, M.M. (1973). *Dilemmas in a general theory of planning*. *Policy Analysis* 4, 155-169.
- Roy, B. y Bouyssou, D. (1986). *Comparison of two decision-aid models applied to a nuclear power plant siting example*. *European Journal of Operational Research* 25, 200-215.
- Siegel, F.W. y Hoban, J.P. (1982). *Relative risk aversion revisited*. *Review of Economics and Statistics* 64, 481-487.

- Simon, H.A. (1972). "Theories of bounded rationality" in *Decision and Organization*. (Eds C.B. McGuire y R. Radner), North-Holland, Amsterdam.
- Solomon, B.D. y Haynes, K.E. (1984). *A survey and critique of multiobjective power plant siting decision rules*. *Socio-Economic Planning Sciences* 18, 71-79.
- Stokey, E. y Zeckhauser R. (1978). *A Primer for Policy Analysis*. W.W. Norton & Company Inc., London.
- Strauch, R.E. (1975). *Squishy problems and quantitative methods*. *Policy Sciences* 6, 175-184.
- Swinbank, A. (1997). "The new CAP" in *The Common Agricultural Policy*. (Eds. C. Ritson y D.R. Harvey), 2nd edition, CAB International, Wallingford.
- Tangermann, S. (1991). "A bond scheme for supporting farm incomes" in *The Changing Role of the Common Agricultural Policy: the Future of Farming in Europe*. (Eds J. Marsh, B. Green, B. Kearney, L. Mahé, S. Tangermann y S. Tarditi), Belhaven, London.
- Thaler, R. y Russel, T. (1988). "The relevance of quasi rationality in competitive markets" in *Decision Making*. (Eds D.E. Bell, R.L. Keeney, H. Raiffa y A. Tversky), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 508-524.
- Turvey, C.G. (1992). *An economic analysis of alternative farm revenue insurance policies*. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 40, 403-426.
- Tversky, A. y Kahneman, D. (1986). *Rational choice and the framing of decisions*. *Journal of Business* 59, 251-278.
- Tweeten, L. (1989). *Agricultural Policy Analysis Tools for Economic Development*. Intermediate Technology Publications, London.
- Ukeles, J.B. (1977). *Policy analysis: myth or reality*. *Public Administration Review* 37, 223-228.
- Yoon, K.P. y Hwang, C.H. (1995). *Multiple Attribute Decision Making. An Introduction. Quantitative Applications in the Social Sciences, 104*, SAGE Publications, London.
- Varela-Ortega, C., Sumpsi, J.M., Garrido, A., Blanco, M. y Iglesias, E. (1998). *Water pricing policies, public decision making and farmers' response: implications for water policy*. *Agricultural Economics* 19, 193-202.
- Von Neuman, J. y Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behaviour*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Williams, A. (1972). *Cost-benefit analysis: bastard science? and/or insidious poison in the body politick?* *Journal of Public Economics* 1, 199-225.
- Wu, J., Teague, M.L., Mapp, H.P. y Bernardo, D.J. (1995). *An empirical analysis of the relative efficiency of policy instruments to reduce nitrate water pollution in the U.S. Southern High Plains*. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 43, 403-420.

ANEJO

El Cuestionario

Fecha _____ Municipio _____ Comunidad de regantes _____

1. Edad Menos de 35 35-50 50-65 Mayor 65

2. Titularidad de la explotación

Propiedad Arrendamiento Aparcería Otros

Mixto (indicar %) _____

Prop	Arro	Aparc.	Tipo de explotac.	Familiar	S.A.	S.L.	Comunidad de bienes	Otra

3. Integrantes de la familia que conviven en el mismo hogar (caso de tipo de empresa familiar)

Soltero	Cónyuge	Hijos	Padres	Otros

4. Miembros de la familia que ayudan ocasionalmente en la explotación (idem)

Cónyuge	Hijos	Padres	Otros

5. ¿Adoptaría riego por goteo si la Admón. subvencionara la mitad del gasto de la instalación?

Si No

(Si la respuesta es no, indicar las razones) _____

6. Cuota de trigo duro _____ Has

7. ¿Piensa seguir cultivando la misma superficie ahora que han eliminado los cupos individuales?

Si No (Si la respuesta es no, indicar cuanto _____)

8. Indicar cultivos, superficie y sistema de regadío en la explotación (incluir frutales)

Cultivo	Regadío (ha)		Regadío (ha)		Secano (ha)	
	Campaña actual	R/G/A ¹	Campaña	R/G/A	Actual	Anterior

¹Rodada /a pie, goteo, aspersión.

9. Indicar las rotaciones de cultivos que sigue

10. ¿Puede obtener dos cultivos en la misma tierra en una campaña?

11. ¿Querría poner más algodón?

Si No Indicar en orden de importancia las razones que se lo impiden (1= la más importante)

___ Falta de agua ___ Uso de créditos ___ Precio futuro

___ Rotación cultivos ___ Otros(indicar) _____

12. ¿Por qué no considera otras hortalizas? Indicar como antes (1= la más importante)

___ Falta de agua ___ Comercialización ___ Precio futuro

___ Mano de obra ___ Otros (indicar) _____

13. ¿Cuántas hectáreas riega con agua de la Confederación? _____ has. ¿que proporción del agua usada proviene de pozos?

Nada 1/4 la mitad 3/4 Toda

14. ¿Introduciría hortalizas si tuviera agua de la Confederación todo el año?

Si No La tengo

15. ¿Qué hortalizas y superficies? 1. _____ has 2. _____ has

16. Indicar si descarta cultivos por la calidad de la tierra o agua

17. ¿Coinciden estos datos con su explotación? (corregir en caso contrario)

	MB (ptas./ha)	MB (ptas./ha)	Riesgo (1-5)	Riesgo (1-5)	Rto. (1-5)	Rto.7 (1-5)
Algodón	200.000		4		4.000	
Maíz	160.000		3		10.300	
Girasol reg.	100.000		2		2.200	
Girasol sec.	60.000		2		1.100	
Trigo blando reg.	55.000		2		2.300	
Trigo blando sec.	65.000		2		3.700	
Trigo duro reg.	105.000		2		3.200	
Triticale	50.000		1		4.500	
Patatas	200.000		4		28.500	
Guisantes	50.000		2		1.800	
Judías verdes	100.000		4		900	
Cebollas	200.000		4		40.000	
Espárrago blanco	300.000		4		4.200	
Tomates	300.000		4		58.000	
Garbanzos	70.000		3		1.000	
Haba seca	60.000		2		2.000	
Remolacha	150.000		3		48.000	
Colza	60.000		1		1.000	

18. ¿Suele pedir créditos de campaña? Si No ¿podría aumentar la cuantía de estos créditos? Si No

Si le dieran más crédito a bajo interés ¿qué cultivo incrementaría?

19. Indicar si utiliza algún cultivo para ayudar a pagar los gastos de otro durante la campaña

cultivo _____ ayuda a _____ cultivo _____ ayuda a _____

20. Indicar seguros agrarios por cultivos

Cultivo	Integral cereal	Helada	Pedrisco	Incendio	Otro:

21. ¿Podría ordenar sus objetivos empresariales según importancia? (más importante= 1)

___ Aumentar beneficio ___ Reducir riesgo ___ Reducir mano de obra
___ Otro (_____)

22. Elegir en cada fila un cultivo

Cultivo 1 con:	Cultivo 2 con:
<input type="checkbox"/> Alto beneficio pero con mucha mano de obra	<input type="checkbox"/> Bajo beneficio y poca mano de obra
<input type="checkbox"/> Alto beneficio y muy arriesgado	<input type="checkbox"/> Bajo beneficio y poco riesgo
<input type="checkbox"/> Poca mano de obra pero muy arriesgado	<input type="checkbox"/> Mucha mano de obra pero poco arriesgado

23. Indicar importancia en porcentaje de la producción agraria en su renta total _____ (%)

24. En Estados Unidos desde 1996 los agricultores reciben una ayuda fija independiente del cultivo seleccionado. Indicar el cambio de cultivos que haría en caso de recibir una ayuda fija anual de **70.000 por cada hectárea de regadío, independientemente del cultivo de la lista**. En el ejemplo, 50% del girasol permanecería sin cambios, 35% cambiaría a algodón y 15% a tomates.

	Girasol	Algodón	Tomates
Girasol	60	35	15

	Algodón	Girasol	Colza	Maíz	Trigo	Haba	Guisante	Patata	Espárrago	Tomate	Cebolla
Algodón											
Girasol											
Colza											
Maíz											
Trigo											
Haba											
Guisante											
Patata											
Espárrago											
Tomates											
Cebolla											

25. La nueva reforma de la PAC propone una ayuda por hectárea igual para cereales (excepto maíz) y oleaginosas. ¿Qué cambios realizaría? (indicar en porcentaje como antes)

	Girasol	Colza	Maíz	Trigo	Otro cereal	Otra oleaginosa	Otra proteag.
Girasol							
Colza							
Maíz							
Trigo							
Otro cereal							
Otra oleaginosa							
Otra proteaginosa							

26. ¿Quiere comentar algo sobre el sistema de ayudas actual y cómo mejorarlo? (Ejemplo: uso de contadores y quién debería pagarlos, opinión sobre las ayudas a la superficie, etc)
