

I. Artículos

El futuro del algodón en Andalucía tras la reforma del régimen de apoyo al cultivo¹

Manuel Arriaza

**Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA),
Junta de Andalucía**

José A. Gómez-Limón

ETSIIAA, Universidad de Valladolid

Recibido, Abril de 2005; Versión final aceptada, Enero de 2006.

PALABRAS CLAVE: Algodón, Andalucía, Reforma de la PAC, Simulación, Multicriterio.

KEY-WORDS: Cotton, Andalusia (Spain), CAP reform, Simulation, Multi-Criteria Decision Making.

Clasificación JEL: Q11, Q18.

RESUMEN

Teniendo como punto de partida la reciente reforma del Reglamento del algodón, aprobada el 29 de abril de 2004 y con entrada en vigor en la campaña 2006/07, el presente estudio analiza el previsible impacto que dicha reforma puede tener en la producción de algodón en Andalucía. A partir de una caracterización inicial de los productores se analiza el impacto de dos posibles escenarios de política agraria: (a) la aplicación de la reforma sin medidas adicionales, y (b) la posibilidad de que ésta se llevase a cabo a través de un pago agroambiental por el cambio hacia la producción integrada, junto con la modulación de la ayuda por superficie en función de la calidad del algodón entregado a la industria transformadora. En el primer caso, de no plantearse las medidas oportunas, la práctica totalidad de la superficie actual de algodón pasaría a cultivarse en régimen de semi-abandono, lo cual implicaría la reducción al máximo el uso de insumos y no recoger el algodón. En el segundo caso, la superficie cultivada de algodón, todo bajo el sistema de producción integrada, rondaría las 60.000 hectáreas, lo cual permitiría asegurar, si bien parcialmente, el futuro de sector.

ABSTRACT

Considering the new agricultural reform of the cotton EU Regulation of 29th April 2004, to be enforced in the 2006/07 season, the present study analyses the impact on the cotton production

1 Los autores agradecen sinceramente las aportaciones realizadas por los revisores anónimos de este trabajo, que han servido para enriquecer el contenido y la calidad del mismo. Asimismo, debe indicarse que este trabajo ha sido posible gracias a la colaboración de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, la cual ha permitido la realización de la encuesta a los cultivadores de algodón, fuente de información básica de la investigación. Este trabajo ha sido cofinanciado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria por medio del proyecto RTA04-086, así como por el Ministerio de Ciencia y Tecnología a través del proyecto MULTIAGRO (AGL2003-07446-C03-01).

sector of Andalusia. From an initial characterization of producers based on a survey carried out in 2004 we assess the impact of two policy scenarios: (a) the implementation of the reform without any additional measures, and (b) the addition of a complementary environmentally based area payment plus the modulation of the decoupled subsidy according to raw cotton quality. In the first scenario the producers would reduce to the maximum the input usage and leave the raw cotton in the fields. In the second scenario the production of cotton would shift from conventional toward Integrated Production with a reduction of 30% with respect to the current hectareage.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El algodón es el cultivo herbáceo de regadío más importante de Andalucía, cubriendo una superficie de 92.410 ha como media (quinquenio 1999-2003), cifra que representa el 97,4% de la superficie de este cultivo en España y el 28% de la superficie regable de cultivos herbáceos en esta región. La importancia de este cultivo en el medio rural, además de la superficie dedicada al mismo, está determinada por su carácter "social". Efectivamente, el algodón genera anualmente 1,47 millones de jornales, lo que equivale a 5.473 empleos a tiempo completo. Esta demanda de mano de obra representa dos tercios (concretamente un 65,8%) de la demanda de trabajo en el regadío extensivo andaluz (Arriaza *et al.*, 2000). Igualmente, es de destacar que el interés del cultivo para el desarrollo rural de las zonas productoras se completa por la existencia de un complejo sistema agroindustrial asociado al cultivo (Rodríguez Ocaña y Ruiz Avilés, 1996), que comprende 25 factorías para la desmotación de algodón bruto y multitud de empresas suministradoras de insumos (semillas, maquinaria, etc.).

El presente estudio tiene por objeto determinar la viabilidad del cultivo del algodón tras la reforma del Reglamento (CE) 864/2004 y que entra en vigor el 1 de enero de 2006. La principal característica de esta reforma es la desvinculación de las ayudas de la producción. Así, en función del nivel de ayudas percibidas en el periodo de referencia (2000 a 2004) el agricultor recibe un 65% en concepto de pago único siembre o no algodón, y un 35% como pago por superficie (elevado tras una revisión inicial hasta los 1.039 €/ha) para un máximo de 70.000 ha. Para la percepción de la ayuda por superficie basta con que el cultivo llegue a la apertura de cápsulas. Este aspecto tiene como consecuencia, como veremos más adelante, que sea más rentable para el productor sembrar y no recoger el cultivo que entregarlo a las empresas desmotadoras.

Ante este panorama, el objetivo del estudio es, en primer lugar, evaluar el impacto de la reforma si se llevara a cabo sin ningún tipo de medida correctora y, en segundo lugar, el impacto de la reforma con un pago complementario por superficie de carácter medioambiental junto con la modulación del pago por superficie de hasta un 50%.

2. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN BRUTO

2.1. Fuentes de información

Para el análisis de la rentabilidad de la producción de algodón bruto en Andalucía antes y después del desacoplamiento de las ayudas se han utilizado los datos contables y de producciones de 73 explotaciones correspondientes a las campañas 2000/01, 2001/02 y 2002/03.

Estos datos contables han sido completados con la información suministrada por una encuesta realizada *ad hoc* para esta investigación. El envío postal del correspondiente cuestionario se realizó gracias a la colaboración del Fondo Andaluz de Garantía Agraria (FAGA) por lo que se consiguió contactar con toda la población de cultivadores de algodón. El envío del cuestionario y del sobre con franqueo en destino se produjo a finales de abril de 2004. Durante el periodo que va desde mayo hasta julio se recibieron un total de 835 cuestionarios cumplimentados, lo cual representa una tasa de respuestas del 9,0% de la población objetivo², considerada como razonable en este tipo de estudios.

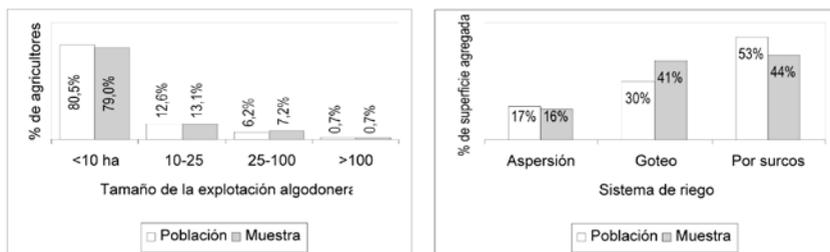
Así pues, las fuentes de datos utilizadas han sido:

- *Fuente secundaria*: Resultados económicos y productivos de 73 explotaciones algodoneras durante cuatro campañas. Los datos obtenidos permitieron la obtención de la curva de costes directos en función del rendimiento de la explotación.
- *Fuente primaria*: Encuesta realizada a todos los productores de algodón, con una muestra final, una vez depurados los datos, de 835 cultivadores. Dicha muestra representa el 9% de la población. A partir de estos datos se estableció la tipología de algodoneros en función de sus planes de cultivo. Igualmente, esta base de datos ha permitido establecer la relación existente entre los rendimientos obtenidos y el sistema de siembra (con o sin plástico) y el sistema de riego (por surco, aspersión o goteo).

Si se compara la distribución de agricultores según el tamaño de la explotación algodонера y las superficies agregadas de algodón según el sistema de riego, como aparece en la Figura 1, comprobamos cómo la muestra obtenida en la encuesta realizada en 2004 puede considerarse, desde el punto de vista de estos dos criterios estructurales, como representativa de la población de cultivadores de algodón de Andalucía.

2 En 2004 el número de agricultores era de 9.418 (Consejería de Agricultura y Pesca, 2005, p.55).

FIGURA 1
COMPARACIÓN DE DATOS ESTRUCTURALES DE LAS EXPLOTACIONES DE ALGODÓN DE LA MUESTRA Y DE LA POBLACIÓN



Fuente: Comunicación FAGA y encuesta a los cultivadores de algodón (2004).

2.2. Análisis de los costes directos de producción

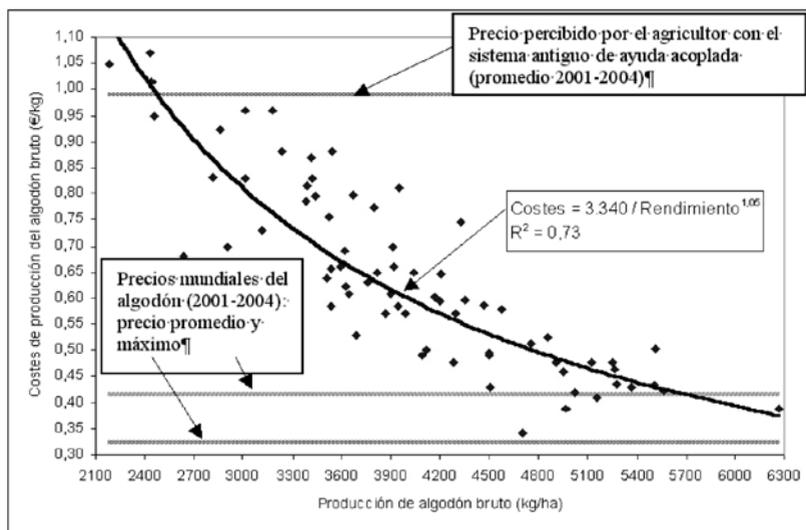
En este apartado se contabiliza los costes directamente imputables a la producción de algodón bruto. Se analizan tanto los costes directos totales según las características estructurales de las explotaciones (superficie, sistema de siembra y sistema de riego) como la composición de dichos costes según diferentes partidas contables.

El análisis estadístico de los datos disponibles indica que tanto los costes directos totales (CDT) por kilo de algodón como los CDT por hectárea dependen del nivel de rendimiento de la explotación, siendo éste, a su vez, dependiente del sistema de siembra (con o sin acolchado plástico) y del sistema de riego (por surcos, aspersión o goteo), pero no del tamaño de la explotación. Teniendo en cuenta esta relación, se ha abordado el análisis de los costes directos totales en función del rendimiento de las explotaciones y a continuación el efecto de los condicionantes estructurales (sistema de riego) y de técnicas de cultivo (uso de acolchado plástico en la siembra) sobre la producción.

Costes directos de producción por kilo según rendimientos

El análisis de los resultados de las fincas disponibles en las campañas 2000/01, 2001/02 y 2002/03, con un total de 73 observaciones, sugiere una relación de tipo potencial (ver Figura 2) entre el rendimiento del cultivo y los costes medios.

FIGURA 2
**RELACIÓN ENTRE EL RENDIMIENTO Y COSTES DIRECTOS TOTALES
 POR KILO DE ALGODÓN BRUTO**



Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Matemáticamente: CDT (€ /kg)} = \frac{3.340}{\text{rendimiento (kg/ha)}^{1,05}}$$

Esta relación inversa y no lineal explica que, con el sistema de ayudas acoplado anterior a la reforma, en donde el precio percibido por el agricultor por kilo de algodón ha sido muy superior al mínimo de la curva de costes medios, la estrategia seguida por el agricultor ha consistido en la maximización de la producción, equivalente a la maximización del beneficio. Este comportamiento, sin embargo, deja de tener sentido con la nueva reforma aprobada ya que el precio percibido se situará por debajo del mínimo de los costes medios haciendo económicamente inviables la práctica totalidad de explotaciones. En efecto, mientras con el sistema anterior de ayuda acoplada el precio percibido por kilo de algodón bruto se aproximaba a 1 euro, con la nueva reforma el agricultor recibirá por el algodón prácticamente el precio mundial de la fibra, lo que supone un tercio del precio anterior. Como podemos apreciar en la figura, sólo las explotaciones con rendimientos superiores a 5.700 kg/ha y precio mundial máximo serían rentables. Por tanto, parece lógico prever bien un abandono generalizado del algodón en las alternativas de cultivos de los productores, o bien

un cambio radical en la forma en que éste es cultivado. Determinar la ocurrencia de una u otra circunstancia es el objetivo de este trabajo.

Desglose de los costes directos de producción según tipo de explotación

Analizar la composición de los costes directos totales proporciona, además del conocimiento de las partidas que tienen un mayor peso en los mismos, una valiosa información que permite estimar las partidas sobre las cuales es probable tenga lugar una mayor reducción como resultado del desacoplamiento de las ayudas. Para el desglose de estos costes de producción se ha procedido a establecer 6 tipos de explotaciones algodoneras según el sistema de riego y el uso o no de acolchado plástico en la siembra.

De los resultados anteriores se puede constatar cómo los costes derivados de la compra de fitosanitarios y su aplicación suponen aproximadamente un cuarto de los costes medios de las explotaciones algodoneras analizadas. Le siguen en importancia los costes de labores del cultivo y escarda para el control de las malas hierbas, que representan entre un 15 y un 17% de los costes totales (siembra con plástico o siembra al aire libre, respectivamente). El tercero de los costes cuantitativamente más importantes para ambos sistemas de siembra son los costes de recolección y de riego, con un 16 y 15%, respectivamente. En el caso de siembra con acolchado, esta práctica alcanza a ser aproximadamente un 11% de los costes directos totales de producción (compra y manejo del mismo).

Considerando la falta de rentabilidad futura del cultivo con el sistema de ayudas desacopladas recientemente aprobado, una posibilidad de afrontar la nueva situación sería seguir una estrategia de disminución de costes (extensificación del cultivo). No obstante, ni siquiera así es posible conseguir que este cultivo sea viable económicamente. En todo caso parece oportuno comentar que el único requisito para el cobro de la nueva ayuda por superficie (1.039 €/ha) es que el cultivo llegue a la fase de apertura de cápsulas. Es previsible una reducción drástica de todas las partidas de costes anteriormente comentadas, llegando a un sistema de semi-abandono del cultivo, que consistiría en sembrar y no recoger el algodón.

2.3. Variabilidad de los ingresos

Teniendo en cuenta que los ingresos del productor algodonero dependen del rendimiento de la explotación y del precio mundial de la fibra es necesario analizar ambas componentes por separado para que, junto con los costes directos totales anteriormente calculados, sea posible determinar la rentabilidad actual y futura del cultivo. El estudio de la evolución de estas variables durante una serie temporal suficientemente amplia permite caracterizar el cultivo del algodón como una actividad agrícola arriesgada, sobre todo si la comparamos con las alternativas de

CUADRO 1
DESGLOSE DE COSTES DIRECTOS TOTALES SEGÚN SISTEMA DE RIEGO Y SISTEMA DE SIEMBRA. COSTES EN €/HA

Grupo	Partida contable	Por surco			Aspersión			Goteo			
		Aire libre	%	Acolchado	Aire libre	%	Acolchado	Aire libre	%	Acolchado	
Compra de insumos	Semillas	102	6%	102	5%	102	4%	102	5%	102	4%
	Fertilizantes	203	11%	203	9%	203	9%	203	10%	203	9%
	Fitosanitarios	430	23%	430	20%	430	19%	430	22%	430	19%
	Materiales	16	1%	136	6%	16	1%	136	1%	136	6%
	Siembra	57	3%	110	5%	57	3%	110	3%	110	5%
Técnicas de cultivo	Abonado	35	2%	35	2%	35	2%	35	2%	35	2%
	Manejo de acolchado	0	0%	122	6%	0	0%	122	5%	0	0%
	Prep. terreno y control de malas hierbas	328	18%	328	15%	328	14%	328	17%	328	14%
Otros	Riego	228	12%	228	10%	383	19%	383	17%	292	13%
	Tratamientos	96	5%	96	4%	96	4%	96	5%	96	4%
Costes directos totales	Recolección	278	15%	319	15%	263	13%	288	13%	352	17%
	Varios	65	4%	65	3%	65	3%	65	3%	65	3%
Rendimiento (kg/ha)	Costes directos totales	1.838	100%	2.174	100%	1.978	100%	2.298	100%	1.976	100%
	Rendimiento (kg/ha)	3.018		3.469		2.860		3.129		3.831	

Nota: El mayor coste del riego en el sistema de aspersión es debido al mayor coste de mano de obra derivado de la colocación y retirada de los aspersores y tuberías. Los menores rendimientos observados en las fincas con riego por aspersión son debidos a las características agroclimáticas de estas explotaciones, y no a la eficiencia del sistema de riego.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos contables de las 73 fincas analizadas.

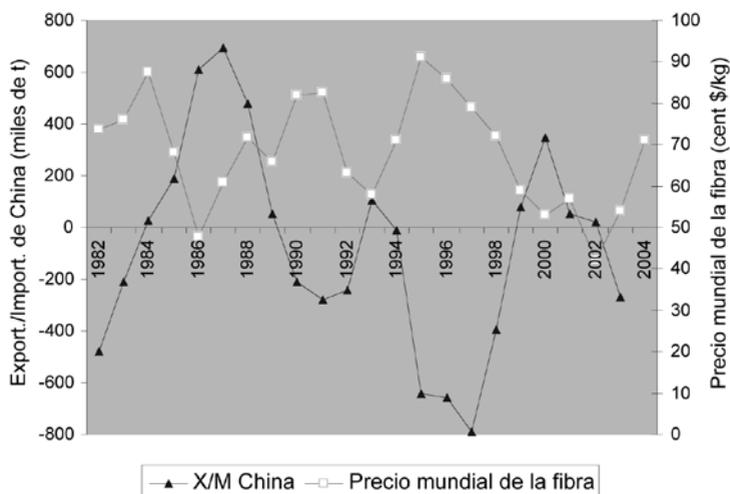
cultivo que se han venido utilizando en las rotaciones, en especial los cereales y la remolacha.

La reforma aprobada del reglamento de la producción de fibra de algodón tiene como primera consecuencia que el precio mundial de la fibra sea un factor determinante en la toma de decisiones del agricultor sobre la continuidad o no de su cultivo. Al desaparecer el mecanismo de estabilización de los precios que garantizaba un precio mínimo al productor, el precio que podría percibir el productor por la fibra podría ser inferior a los costes directos de producción, lo cual llevaría al abandono del cultivo.

Precios mundiales de algodón

La variabilidad del precio mundial de la fibra de algodón es bastante acusada, teniendo como factor determinante el hecho de que China sea exportador o importador neto en cada campaña. Así pues, los precios más altos (campaña 1995/96, 1996/97 y 1997/98) coinciden con niveles de importación elevados de China, como muestra la figura siguiente.

FIGURA 3
EVOLUCIÓN DEL PRECIO MUNDIAL DE LA FIBRA Y NIVEL DE EXPORTACIONES/IMPORTACIONES DE CHINA



Fuente: Cotton Outlook (2004).

Considerando las últimas cuatro campañas, el precio mundial de la fibra ha oscilado entre 42 y 71 céntimos de dólar por libra. Para el análisis de rentabilidad se ha utilizado el precio mínimo, el máximo y el promedio de estas últimas cuatro campañas, el cual se sitúa en 42, 71 y 56 céntimos de dólar por libra, respectivamente (lo que equivale a 0,77, 1,30 y 1,01 €/kg³).

Rendimientos de algodón

Teniendo en cuenta el efecto de las plagas sobre el cultivo del algodón y la climatología, especialmente la pluviometría en la fase inicial del cultivo o en las fechas previas a la recolección, los rendimientos obtenidos en Andalucía presentan una gran variabilidad, oscilando en las últimas ocho campañas entre 3.099 y 3.828 kg/ha.

2.4. Rentabilidad presente y futura del cultivo del algodón

A partir de los costes directos de producción, el precio percibido por los agricultores y el precio mundial de la fibra en las últimas campañas es posible determinar la rentabilidad actual del cultivo y estimar su rentabilidad futura, como muestra el cuadro siguiente.

CUADRO 2
RENTABILIDAD MEDIA (2002-2004) DEL CULTIVO DEL ALGODÓN*

	Por surco		Aspersión		Goteo	
	Aire libre	Acol-chado	Aire libre	Acol-chado	Aire libre	Acol-chado
Rendimiento bruto (kg/ha)	3.018	3.469	2.860	3.129	3.831	4.217
Costes directos totales (€/ha)	1.838	2.174	1.978	2.298	1.976	2.307
Ingresos por venta de algodón (1,01 €/kg)	3.048	3.504	2.889	3.160	3.869	4.259
Margen bruto (€/ha)	1.210	1.330	911	862	1.893	1.952

* Precio promedio del periodo 2002-2004. En este periodo la subvención representa aproximadamente tres cuartos del precio percibido por el agricultor.

Fuente: Elaboración propia.

La rentabilidad del cultivo del algodón en los últimos años ha estado por encima de la de otros cultivos alternativos, principalmente COP (cereales, oleaginosas y proteaginosas) y remolacha. Esta mayor rentabilidad ha venido “compensando” al productor por una mayor dificultad de manejo del cultivo y una mayor volatilidad de los ingresos, ya sea por la variabilidad de los rendimientos o por las fuertes

3 Asumiendo un tipo de cambio de 1,20\$ = 1€.

fluctuaciones del precio mundial de la fibra. Frente a la situación presente, con la nueva reforma la cuenta de ingresos del cultivo cambia radicalmente, como se observa a continuación. En la estimación de la rentabilidad futura se ha utilizado precio mínimo, el máximo y el promedio de la fibra de algodón de estas últimas cuatro campañas.

CUADRO 3
RENTABILIDAD DEL CULTIVO SEGÚN EL PRECIO MUNDIAL DE LA FIBRA

	Por surco		Aspersión		Goteo	
	A. libre	Acol.	A. libre	Acol.	A. libre	Acol.
Rendimiento bruto (kg/ha)	3.018	3.469	2.860	3.129	3.831	4.217
Rendimiento fibra (kg/ha) = Rto. bruto * 32%	966	1.110	915	1.001	1.226	1.349
Rendimiento semilla (kg/ha) = Rto. bruto * 54%	522	599	494	541	662	728
Costes directos totales cultivo (€/ha)	1.838	2.174	1.978	2.298	1.976	2.307
Costes de desmotación (€/ha) = Rto. bruto * 0,12 €/kg	363	417	344	376	460	507
Ingresos por venta de semilla (€/ha) = Rto. semilla * 0,16 €/kg	261	300	247	270	331	364
A. Ingresos por venta de fibra para precio mínimo (€/ha) = Rto. fibra * 0,77 €/kg	744	855	705	771	944	1.039
B. Ingresos por venta de fibra para precio medio (€/ha) = Rto. fibra * 1,01 €/kg	985	1.132	934	1.021	1.250	1.376
C. Ingresos por venta de fibra para precio máximo (€/ha) = Rto. fibra * 1,30 €/kg	1.255	1.443	1.190	1.302	1.594	1.754
Subvención (€/ha)	1.039	1.039	1.039	1.039	1.039	1.039
A. Margen bruto para precio mínimo (€/ha)	-157	-397	-331	-594	-123	-371
B. Margen bruto para precio medio (€/ha)	84	-120	-102	-343	184	-34
C. Margen bruto para precio máximo (€/ha)	354	191	154	-63	527	344

Nota: Precios mínimo, medio y máximo del periodo 2001-2004.

Nota: Margen bruto (A, B ó C) = Ingresos por venta de semilla + Ingresos por venta de fibra (A, B ó C) + Subvención – Costes Directos Totales – Costes de desmotación

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los cálculos anteriores se pueden sacar algunas conclusiones respecto a la continuidad del cultivo en Andalucía:

- La implantación del nuevo de subsidio, con sólo un 35% de la ayuda acoplada, implica la obtención de márgenes brutos negativos, en la mayoría de los casos, con precios mundiales de la fibra bajos o moderados.
- Incluso en la situación más favorable, con el precio mundial de la fibra máximo, sólo el sistema de producción con sistema de riego por goteo y siembra al

aire libre alcanza un margen bruto similar al del maíz. En el resto de casos, la rentabilidad del cultivo del algodón se sitúa por debajo de este cultivo, y a un nivel similar a la rentabilidad del trigo o del girasol⁴.

A esta situación tan desfavorable para el algodón hay que añadir el hecho de que los cultivos COP presentan un nivel de costes muy inferior (sobre todo en el caso del trigo y del girasol), una mayor facilidad de manejo y una mayor seguridad tanto en el rendimiento esperado como en los precios percibidos. De esta comparativa se evidencia cómo el futuro del cultivo del algodón está seriamente comprometido. En todo caso, como ya se ha apuntado, existe otra alternativa para el productor de algodón: la reducción de insumos para minimizar los costes de producción, hasta llegar al extremo de sembrar y no recolectar (cultivo en sistema de semi-abandono). El cuadro siguiente resume los resultados de esta opción.

CUADRO 4
RESULTADOS ECONÓMICOS DE LA SIEMBRA DE ALGODÓN Y
NO RECOLECCIÓN

Grupo	Partida contable	% reducción del coste	Siembra al aire libre		
			Por surco	Aspersión	Goteo
Compra de insumos (€/ha)	Semillas	75	26	26	26
	Fertilizantes	75	51	51	51
	Fitosanitarios	75	108	108	108
	Materiales	50	8	8	8
	Siembra	0	57	57	57
Técnicas de cultivo (€/ha)	Abonado	0	35	35	35
	Manejo de acolchado	100	0	0	0
	Prep. terr. y lab. control m.h.	75	82	82	82
	Riego	75	57	96	73
	Tratamientos	75	24	24	24
Otros (€/ha)	Recolección	100	0	0	0
	Varios	50	33	33	33
Costes directos totales (€/ha)			479	518	495
Margen bruto (Subvención – Costes directos totales) (€/ha)			560	521	544

Fuente: Elaboración propia.

- 4 Los márgenes brutos del maíz, trigo y girasol, considerando un 25% de acoplamiento de las subvenciones y considerando los resultados de las 73 explotaciones de la muestra, se sitúan en 715, 383 y 242 euros/ha, respectivamente. Además, conviene tener en cuenta que el riesgo de estos cultivos es muy inferior al del algodón, tal y como puede evidenciarse a través de los costes directos de estos cultivos (1.113, 395 y 317 euros/ha, respectivamente), mucho menores que los del algodón.

De los datos del cuadro anterior se evidencia cómo el futuro del cultivo del algodón pasaría, en buena medida, por la alternativa de siembra y la no recolección del algodón. Parece que para la mayoría de cultivadores esta “siembra de subvenciones” sería la única posibilidad de hacer viable (competitivo frente a otras alternativas) este cultivo. En caso contrario, la opción restante sería el abandono del cultivo y su sustitución por cualquiera de los cultivos COP anteriormente comentados.

3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ALGODONEROS ANDALUCES

La tipificación realizada tiene por objeto la agrupación de las explotaciones y los agricultores con un comportamiento productivo similar. De esta manera las explotaciones tipo que resulten de esta clasificación podrán ser consideradas como unidades de análisis adecuadas para la realización de las simulaciones de escenarios de política a través de técnicas de programación matemática.

3.1. *Material y métodos para la tipificación*

Para la elaboración de la mencionada tipología se ha partido de la información suministrada por la encuesta descrita en el apartado 2.1. Habida cuenta de la diversidad de condiciones edafo-climáticas del territorio andaluz ha parecido oportuno hacer una primera división de las explotaciones algodoneras de la región en función de su localización geográfica. Así, siguiendo un criterio de operatividad, se ha optado por partir de la muestra original de la encuesta en 2 submuestras: explotaciones del “Alto Guadalquivir” (incluye aquéllas que se localizan en las provincias de Jaén y Córdoba) y explotaciones del “Bajo Guadalquivir” (el resto de la muestra).

Una vez establecidos dos grandes grupos de explotaciones, el siguiente paso ha sido clasificar los elementos incluidos en cada uno de ellos en grupos más reducidos que presenten semejanza interna en cuanto a su distribución de cultivos. En este sentido se han escogido inicialmente como variables clasificatorias los porcentajes de superficie cultivada dedicada a cada uno de los cultivos más representativos.

Dado el elevado número de variables clasificatorias (11 cultivos), se ha optado por hacer un tratamiento previo de los datos a través del *análisis factorial*. El principal objetivo de esta técnica estadística es la reducción del número de variables mediante la obtención de factores que explican la variabilidad común de las mismas (Gorsuch, 1983; Bryant y Yarnold, 1995). Estos factores pueden considerarse como ejes o dimensiones que agrupan variables altamente correlacionadas. De esta forma, las variables iniciales (11 en nuestro caso) se transforman en combinaciones lineales de dichos factores. Matemáticamente:

$$\begin{aligned}
 X_1 &= a_{11} \cdot F_1 + a_{12} \cdot F_2 + \dots + a_{1m} \cdot F_m + u_1 \\
 X_2 &= a_{21} \cdot F_1 + a_{22} \cdot F_2 + \dots + a_{2m} \cdot F_m + u_2 \\
 &\dots \\
 X_i &= a_{i1} \cdot F_1 + a_{i2} \cdot F_2 + \dots + a_{im} \cdot F_m + u_i \\
 &\dots \\
 X_{i1} &= a_{i11} \cdot F_1 + a_{i12} \cdot F_2 + \dots + a_{i1m} \cdot F_m + u_{i1}
 \end{aligned}$$

De este modo, la varianza de la variable X_i se explica mediante la varianza común (*comunalidad*) con el resto de variables a través de los factores F_m más la varianza específica no común u_i (*unicidad*). Idealmente, cada variable se explica por un conjunto de factores y descarta el resto, lo cual se traduce en coeficientes a_{ij} (*factores de carga*) próximo a 1 en el primer caso, y prácticamente 0 en el segundo. Teniendo en cuenta el proceso de creación de estos factores, obviamente, el análisis factorial tiene sentido sólo cuando existen variables que están correlacionadas⁵.

En las dos submuestras consideradas los dos primeros factores obtenidos (F_1 y F_2) explican la mayor parte de la varianza de la estructura de datos original (51% y 55%). Mientras F_1 refleja la especialización de las explotaciones/agricultores en el cultivo del algodón, el eje F_2 alude a la demanda de recursos hídricos para los cultivos

Realizado este análisis previo de los datos se ha optado por aplicar una técnica de *análisis de grupos o de conglomerados* para clasificar agricultores y sus explotaciones en función de su comportamiento productivo (plan de cultivos), que queda representado por medio del valor que toman los dos primeros factores para cada elemento de la muestra, tal y como se deduce del análisis anterior.

Para determinar la similitud entre elementos a tipificar se ha utilizado el concepto de la distancia euclídea, a partir del cual se ha obtenido la correspondiente matriz de distancias. Posteriormente esta matriz se ha tratado a través de un proceso jerárquico, utilizando como criterio de agregación el método de Ward o de mínima varianza (Hair *et al.*, 1998).

3.2. Tipología de las explotaciones de algodón en Andalucía

Siguiendo la metodología antes expuesta se han obtenido 3 conglomerados o grupos homogéneos de explotaciones en cada una de las zonas geográficas analizadas. Tal y como puede observarse en el Cuadro 5, cada uno de estos grupos difiere significativamente en el plan de cultivos en que basa su actividad productiva, si bien en todos ellos el algodón se presenta como el cultivo más importante (mayor

5 Para más información sobre esta técnica estadística puede consultarse Hair *et al.* (1998) o Manly (1998).

porcentaje de la superficie de cultivo). Se incluye además el número de agricultores y la suma agregada de todas las explotaciones.

CUADRO 5
TIPOLOGÍA DE EXPLOTACIONES. PLANES DE CULTIVO.

Cultivo	Alto Guadalquivir			Bajo Guadalquivir		
	Algodón- Maíz A	Algodón multicultivo	Monocultivo algodón A	Algodón- Maíz B	Algodón- Remolacha	Monocultivo algodón B
Algodón	41,5%	29,2%	97,3%	42,7%	39,4%	94,0%
Maíz	32,9%	12,9%	1,1%	40,7%	6,7%	3,5%
Proteaginosas	8,3%	0,3%	0,0%	0,3%	1,7%	0,2%
Trigo	8,3%	31,2%	0,2%	0,1%	15,6%	0,1%
Girasol	2,0%	0,9%	0,0%	1,0%	7,0%	0,8%
Remolacha	0,5%	7,2%	0,0%	3,4%	24,7%	0,9%
Patatas	2,7%	0,0%	0,0%	4,3%	1,7%	0,5%
Hortícolas (no patata)	0,4%	14,8%	1,3%	5,4%	0,4%	0,1%
Retirada de tierras	3,5%	3,5%	0,0%	2,1%	2,8%	0,0%
Núm. de agricultores de la muestra	49	36	101	87	128	215
% agricultores	8,0%	5,8%	16,4%	14,1%	20,8%	34,9%
Sup. agregada de la muestra (ha)	2.169	1.494	438	2.471	5.685	1.493
% superficie	15,8%	10,9%	3,2%	18,0%	41,3%	10,9%

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a cultivadores de algodón (2004).

El siguiente cuadro detalla, grupo por grupo, las características más importantes que se deducen del análisis de las variables socio-económicas recogidas en la encuesta:

CUADRO 6
**TIPOLOGÍA DE EXPLOTACIONES CON CULTIVO DE ALGODÓN.
CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA**

Variables socioeconómicas	Alto Guadalquivir			Bajo Guadalquivir		
	Algodón- Maíz A	Algodón multicultivo	Monocultivo algodón A	Algodón- Maíz B	Algodón- Remolacha	Monocultivo algodón B
Superficie media (ha)	43,1	49,2	4,4	30,2	45,2	6,9
% superficie en propiedad	62%	62%	70%	59%	71%	73%
% renta agraria / renta total	83%	81%	72%	88%	85%	76%

Continúa...

CUADRO 6
TIPOLOGÍA DE EXPLOTACIONES CON CULTIVO DE ALGODÓN.
CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA
 (Conclusión)

Variables socioeconómicas	Alto Guadalquivir			Bajo Guadalquivir		
	Algodón-Maíz A	Algodón multicultivo	Monocultivo algodón A	Algodón-Maíz B	Algodón-Remolacha	Monocultivo algodón B
% agric. contratan mano de obra	76%	64%	35%	76%	66%	48%
% agric. con maquinaria propia	14%	3%	11%	9%	13%	7%
% agric. con maquin. alquilada	84%	81%	68%	86%	83%	78%
% agric. que conocen la PI	70%	69%	48%	66%	65%	46%
% agric. que conocen los OMG	76%	82%	53%	62%	68%	45%
% agric. que cultivan bajo la PI	31%	26%	33%	37%	29%	24%
% agric. dispuestos acogerse a PI	77%	81%	67%	82%	71%	77%
% agric. pro obligatoriedad de PI	47%	52%	51%	52%	23%	30%
% agric. que usarían OMG	89%	86%	74%	93%	95%	83%
% riego surco-aspersión-goteo	52-19-29	39-39-22	33-12-55	13-5-82	32-21-47	28-10-62
% agric. que abandonarían el cultivo con un desacop. del 65%	91%	68%	70%	78%	65%	85%

Nota: PI= Producción Integrada; OMG= Organismo Modificado Genéticamente.

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a cultivadores de algodón (2004).

3.3. Utilidad de la tipología propuesta para la modelización

A la hora de realizar un estudio sectorial como el que aquí se pretende, una perfecta modelización sólo se podría lograr construyendo un modelo de programación matemática para cada cultivador. Los resultados obtenidos de estos modelos individuales podrían posteriormente agregarse y lograr así resultados globales para las simulaciones realizadas. Lógicamente, las grandes necesidades de información para alimentar dichos modelos individuales y las dificultades operativas en el tratamiento de la información correspondiente hacen que este enfoque sea inviable en la práctica. Por ello, este tipo de estudios requiere de metodologías más simples, que suelen plantearse a través de modelos de simulación elaborados para determinadas explotaciones representativas del colectivo analizado, cuyos resultados puedan posteriormente agregarse de forma ponderada según su importancia hasta llegar a resultados sectoriales.

Para la construcción de este tipo de modelos de programación por explotación tipo, las restricciones a incluir se limitan básicamente a las exigencias agronómicas (sucesión y frecuencia de los cultivos) y a las impuestas por la política agraria (obligación de rotación del cultivo del algodón, cuota de remolacha o obligación de retirada de tierras), habida cuenta de la existencia de un mercado eficiente de capitales y de mano de obra (el capital y la mano de obra no suelen considerarse condicionantes de las decisiones productivas).

4. SIMULACIÓN DE ESCENARIOS DE POLÍTICA AGRARIA

Este apartado analiza el futuro del cultivo del algodón a partir del desacoplamiento de las ayudas que plantea la nueva reforma. Para ello se propone un modelo de programación matemática que simule la evolución futura de las explotaciones algodoneras, al objeto de poder examinar en detalle el impacto de la misma.

4.1. Metodología de la simulación

Un principio básicamente aceptado en la Teoría Económica clásica es que el comportamiento de los empresarios se rige por la maximización del beneficio. Siguiendo este principio, la toma de decisiones de cualquier agricultor, como empresario agrario, se podría realizar a través de simples modelos de programación lineal cuya función objetivo fuese el beneficio. Este axioma ha sido, sin embargo, frecuentemente discutido por distintos autores. Éstos consideran que los empresarios a la hora de tomar sus decisiones de producción tienen en mente, además del beneficio, otra serie de consideraciones relacionadas con su entorno económico, social, cultural y ambiental. Pléñese por ejemplo en la aversión al riesgo, la minimización de capital circulante en la producción, la minimización de la complejidad de gestión, la minimización de la mano de obra ajena y un largo etcétera. En este contexto el empresario tomará sus decisiones de forma que se intenten satisfacer, en la medida de lo posible, todos ellos de forma simultánea (Simon, 1972). En el caso del sector agrario, numerosos estudios empíricos ratifican la diversidad de objetivos tenidos en cuenta por sus productores. De forma particular en España existen pruebas al respecto, tal como ponen de manifiesto Gómez-Limón y Berbel (1995), Sumpsi *et al.* (1997), Berbel y Rodríguez (1998), Arriaza *et al.* (2002) y Arriaza y Ruiz Avilés (2001).

Ante estas evidencias, se considera necesario analizar el problema económico que nos ocupa dentro de la estructura teórica del paradigma de la Decisión Multicriterio (MCDM). En concreto, se ha optado por realizar una modelización por programación matemática basada en la Teoría de la Utilidad Multi-Atributo (MAUT), desarrollada especialmente a partir de Keeney y Raiffa (1976).

La Teoría de la Utilidad Multiatributo

El objetivo de la MAUT consiste en reducir un problema con varios criterios en una función con un solo argumento, permitiendo así la ordenación de todas las alternativas asignándole a cada una de ellas un único valor. Matemáticamente, esta función de utilidad se puede representar como $U = U(x_1, x_2, \dots, x_n)$, donde x_i son los diferentes atributos que intervienen en la toma de decisiones.

No obstante, este enfoque de la MAUT cuenta como mayor inconveniente con la estimación de tales funciones de utilidad U (Herath, 1981; Hardaker *et al.*, 1997 ó Ballesteros y Romero, 1998). Efectivamente, la formulación matemática de las funciones de utilidad multiatributo (MAUF) y la estimación de los correspondientes coeficientes es una tarea complicada, que hace recomendable la consideración de determinados supuestos simplificadores para poder abordar la tarea de forma pragmática. Así, en esta investigación se asume que las MAUFs optimizadas por estos empresarios agrarios son lineales y aditivas⁶. En cualquier caso conviene aclarar que esta simplificación lineal y aditiva de la hipotética función de utilidad de los productores presenta permite alcanzar capacidad de simulación de sus comportamientos observados superior a otras formulaciones más complejas (Arriaza y Gómez-Limón, 2003).

La valoración de las distintas alternativas de cultivos por parte de los agricultores (valor de la función de utilidad) teniendo en cuenta estas simplificaciones puede calcularse sumando las contribuciones de cada uno de los atributos considerados adecuadamente ponderados en función de su importancia. Matemáticamente resultaría:

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

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

Estimación de las funciones de utilidad multiatributo

Teniendo en cuenta estas consideraciones de partida en cuanto a la forma funcional de las MAUFs, la metodología seguida para la estimación de su formulación matemática se basa en la técnica propuesta por Sumpsi *et al.* (1997) y Amador *et al.* (1998). La obtención de las funciones de utilidad lineales y aditivas siguiendo a estos autores puede resumirse como sigue:

6 Para una justificación de estos supuestos, así como las limitaciones de los mismos, se recomienda consultar los trabajos de Arriaza (2002), Gómez-Limón y Riesgo (2004) y Gómez-Limón *et al.* (2004).

1. Determinación de la función matemática de los atributos considerados como componentes de la MAUF. En nuestro caso los atributos son los dos siguientes: el margen bruto total (MBT) y los costes directos totales (CDT), como *proxy* del riesgo inherente a cada cultivo (todos los cultivos con mayor variabilidad en los rendimientos y en los precios, y por tanto en los ingresos, tienen mayores costes directos –ver Anexo II sobre la simplificación metodológica abordada en el estudio-).
2. Obtención de los valores óptimos en el caso de que el productor sólo tuviera en cuenta el objetivo asociado a cada atributo considerado (maximización del MBT o minimización de los CDT).
3. A partir del valor observado del MBT y de los CDT, ambos derivados del plan de cultivos actual, y mediante un ejercicio de programación por metas ponderadas, determinar de los pesos (w_i) de cada atributo.
4. Los pesos calculados de esta manera son congruentes con la siguiente MAUF aditiva y lineal:
$$U = f(\text{MBT}, \text{CDT}) = \frac{w_1}{k_1} \text{MBT}(\bar{X}) - \frac{w_2}{k_2} \text{CDT}(\bar{X}) .$$

La modelización por grupos homogéneos

Siguiendo la tipología de productores de algodón obtenida en la Sección 3 podemos definir seis explotaciones tipo (tres en cada zona) como unidad de análisis. El procedimiento antes expuesto de estimación de la MAUF se va realizar de forma particular para cada uno de los grupos de algodoneiros andaluces, obteniendo una función de utilidad diferente en cada caso.

Escenarios de política agraria analizados

Los escenarios incluidos en la simulación se corresponden con las siguientes hipótesis:

- A. Desacoplamiento sin medidas adicionales → Escenario “*SIN MEDIDAS ADICIONALES*”
- B. Desacoplamiento con medidas adicionales → Escenario “*PAGO MA+MODULACIÓN*”

En el primer caso, el desacoplamiento sin medidas de corrección, se analiza el impacto del desacoplamiento de las ayudas en el sector productor sin ningún tipo de complemento de tipo medioambiental ni modulación alguna del pago por superficie. En este escenario, todos los cultivadores recibirían 1.039 €/ha, independientemente de si entregan algodón o no a las desmotadoras (con una reducción proporcional del pago si se exceden las 70.000 ha).

En el segundo escenario se combinan dos tipos de medidas: un pago complementario de tipo medioambiental junto con un pago por superficie modulado en función de la calidad del algodón entregado a las desmotadoras. La primera medida articula una ayuda de tipo medioambiental de aproximadamente 350 €/ha para incentivar la Producción Integrada del cultivo del algodón. La segunda medida propone la modulación del pago por superficie establecido en el Reglamento (CE) 864/2004 del Consejo en función de la calidad del algodón entregado en la desmotadora. Esta modulación podría llegar hasta un 50% de la ayuda por superficie, cifra máxima que hemos contemplado en la simulación, por lo que la ayuda por superficie oscilaría, según la calidad del algodón entregado entre los 520 €/ha (si no entrega algodón) y los 1.558 €/ha (si entrega algodón de la máxima calidad). A continuación se resumen los escenarios analizados:

CUADRO 7
NIVEL DE SUBSIDIO EN CADA ESCENARIO

	SIN MEDIDAS ADICIONALES	PAGO MA+MODULACIÓN	
	Pago por superficie único	Pago medioambiental	Pago modulado
Agricultor que siembra y no cosecha	1.039 €/ha	0 €/ha	520 €/ha
Agricultor que siembra y entrega algodón de la máxima calidad	1.039 €/ha	350 €/ha	1.558 €/ha

El precio percibido por el agricultor en ambos escenarios se considera equivalente al precio de la fibra durante el periodo 2001-2004 (1,01 €/kg).

Simulación de la toma de decisiones a nivel de explotación tipo

En los modelos de programación matemática que se han utilizado para la simulación de los escenarios se han considerado los siguientes supuestos:

- Existe la posibilidad de sembrar algodón y no recogerlo, que se introduce en el modelo como una nueva actividad denominada "algodón en semi-abandono".
- Cuando la suma de las superficies de algodón más algodón en semi-abandono supera la Superficie Máxima Garantizada (70.000 hectáreas) se reduce proporcionalmente el pago por superficie que quede tras el desacoplamiento parcial de las ayudas.
- Tras el desacoplamiento de las ayudas se permite cultivar algodón mediante producción integrada o producción convencional. En el primer caso, el margen bruto es ligeramente superior por el cobro de la ayuda medioambiental.

- Los cultivos COP sufren un desacoplamiento del pago por superficie del 75%, por tanto, el pago por superficie de estos cultivos se reduce al 25% del nivel anterior, según lo acordado recientemente por el MAPA y las CC.AA.
- Se asume la aplicación de la propuesta de reforma de la OCM del azúcar (COM(2004) 499 final), que implica un precio mínimo de 32,8 €/t en las campañas 2005/06 y siguientes.
- Se prohíbe la posibilidad que tras el desacoplamiento haya trasvase de superficies de cultivos COP o algodón hacia cultivos hortícolas. En todo caso se limita el incremento de superficie de los cultivos hortícolas a un 10% por encima de la superficie observada de este tipo de cultivos.
- Se limita la ocupación de un cultivo al 50% de la superficie para evitar que, de forma agregada, se produzca repetición del cultivo sobre la misma parcela. Esta limitación no se aplica a los tipos de explotaciones con monocultivo de algodón.
- Se limita el consumo hídrico al consumo actual.
- Se limita la reducción de cultivos proteaginosos (habas y guisantes sobre todo) hasta un 80% de la superficie observada. Esta restricción responde al interés de algunos productores de incluir estos cultivos en sus rotaciones por razones principalmente de tipo agronómico.

4.2. Resultados de la simulación

Ponderación de los objetivos según tipo de explotación

A partir de la distribución de cultivos observada en cada una de las 6 explotaciones tipo y los márgenes brutos y costes directos de los cultivos, se pueden estimar los valores actuales de márgenes brutos totales (MBT) y los costes directos totales (CDT) asociados a la producción de cada explotación tipo. Una vez estimados estos valores se comparan con los valores teóricos que alcanzarían estas variables si el agricultor tuviera como único objetivo, por un lado la maximización del beneficio, y por otro la minimización de los costes directos. El cuadro siguiente presenta estos valores junto con la ponderación de ambos objetivos.

CUADRO 8
VALORES OBSERVADOS Y EXTREMOS DE MBT Y CDT.
PESOS DE LOS OBJETIVOS

		Alto Guadalquivir			Bajo Guadalquivir		
		A1	A2	A3	B1	B2	B3
Actuales	MBT	1.207	1.169	1.572	1.374	1.218	1.548
(€/ha)	CDT	1.538	1.646	2.297	1.859	1.682	2.238
Max MBT	MBT	1.365	1.487	1.583	1.468	1.468	1.612
(€/ha)	CDT	1.789	2.232	2.320	2.034	2.088	2.354
Min CDT	MBT	390	390	390	390	390	390
(€/ha)	CDT	243	243	243	243	243	243
Ponderación de la maximización del MBT (w1)		84%	71%	99%	90%	78%	95%
Ponderación de la minimización de los CDT (w2)		16%	29%	1%	10%	22%	5%

Fuente: Elaboración propia.

Nota: La utilización de los CDT como variable proxy del riesgo asociado a la elección de un plan de cultivo implica una aproximación a la ponderación medida por otras variables utilizadas tradicionalmente en este tipo de técnicas multicriterio (ver Anexo II para una explicación más detallada).

Los datos anteriores muestran cómo las explotaciones del tipo A3, B1 y B3 presentan valores actuales de márgenes brutos por hectárea muy próximos a los valores teóricos cuando sólo se tiene en cuenta la maximización del beneficio. Esto se traduce, como aparece en las dos últimas filas, en un mayor peso porcentual de la maximización del MBT frente a la minimización de los CDT. Por el contrario, las explotaciones del tipo A2 y B2 sí presentan valores más alejados de los correspondientes a la maximización del beneficio.

Modelización de los escenarios

En el siguiente cuadro se reflejan los planes de cultivos de las diferentes explotaciones tipo consideradas para cada uno de los escenarios de política agraria analizados.

CUADRO 9
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE CULTIVOS PARA CADA ESCENARIO

SITUACIÓN ACTUAL	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Algodón	41,5%	29,2%	97,3%	42,7%	39,4%	94,0%
Maíz	32,9%	12,9%	1,1%	40,7%	6,7%	3,5%
Proteaginosas	8,3%	0,3%	0,0%	0,3%	1,7%	0,2%
Trigo	8,3%	31,2%	0,2%	0,1%	15,6%	0,1%
Girasol	2,0%	0,9%	0,0%	1,0%	7,0%	0,8%
Remolacha	0,5%	7,2%	0,0%	3,4%	24,7%	0,9%
Patatas	2,7%	0,0%	0,0%	4,3%	1,7%	0,5%
Hortícolas (excepto patatas)	0,4%	14,8%	1,3%	5,4%	0,4%	0,1%
Retirada obligatoria de tierras	3,5%	3,5%	0,0%	2,1%	2,8%	0,0%
"SIN MEDIDAS"	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Algodón semi-abandono	37,7%	23,2%	88,6%	37,5%	37,0%	84,5%
Maíz	46,1%	35,1%	5,1%	46,9%	12,7%	14,1%
Proteaginosas	6,6%	0,3%	0,0%	0,0%	1,4%	0,2%
Trigo	1,2%	21,2%	5,1%	1,7%	30,5%	0,0%
Girasol	1,2%	0,6%	0,0%	0,7%	11,2%	0,5%
Remolacha	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Patatas	3,0%	0,0%	0,0%	4,3%	1,6%	0,6%
Hortícolas (excepto patatas)	0,5%	15,2%	1,1%	6,6%	0,4%	0,1%
Retirada obligatoria de tierras	3,8%	4,3%	0,0%	2,4%	5,2%	0,0%
"PAGO MA+MODULACIÓN"	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Algodón bajo Producción Integrada	28,9%	0,0%	77,9%	32,9%	26,2%	74,8%
Maíz	45,8%	34,8%	12,5%	46,6%	9,5%	16,9%
Proteaginosas	6,6%	0,3%	0,0%	0,0%	1,4%	0,2%
Trigo	9,8%	43,3%	8,5%	6,2%	30,2%	6,9%
Girasol	1,1%	0,6%	0,0%	0,7%	24,5%	0,5%
Remolacha	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Patatas	3,0%	0,0%	0,0%	4,3%	1,7%	0,6%
Hortícolas (excepto patatas)	0,5%	14,9%	1,1%	6,6%	0,4%	0,1%
Retirada obligatoria de tierras	4,4%	6,1%	0,0%	2,6%	6,1%	0,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de la optimización de las funciones de utilidad de los modelos de simulación.

Con respecto al escenario que no considera para el algodón ningún pago de tipo medioambiental ni modulación de la ayuda por superficie (el productor recibe 1.039 € recoja o no el algodón), escenario denominado "Sin medidas", vemos cómo prácticamente la misma superficie dedicada al cultivo del algodón convencional es sustituida por algodón semi-abandono. Por tanto, sin medidas correctoras la pro-

ducción de algodón sería prácticamente nula, ya que ningún productor cosecharía el cultivo. No obstante, cabe comentar que esta decisión podría verse influida por otras consideraciones de difícil cuantificación, como por ejemplo, la recogida del algodón, aún cuando lo económicamente racional sería no hacerlo, por motivos de tradición cultural, intento de justificación de las ayudas desacopladas, etc. En cualquier caso, si bien la respuesta inicial pudiera no ser tan radical, en el largo plazo la tendencia sería la sugerida por estos resultados.

Otros resultados significativos con relación a este primer escenario son el incremento de la importancia del maíz en todos los tipos de explotaciones. A escala agregada también crecen significativamente las superficies de girasol y del trigo. Por último, cabe comentar cómo con la bajada en un tercio del precio de la remolacha se produce la total desaparición de este cultivo⁷, destinándose su superficie a girasol, maíz o trigo.

Con respecto al segundo escenario analizado, que combina un pago complementario de tipo medioambiental por la producción integrada de algodón y una modulación de las ayudas por superficie, el primer resultado destacable es la desaparición del cultivo del algodón convencional y su sustitución por el algodón de producción integrada. Al igual que ocurre en el escenario anterior, existe un incremento de la superficie de maíz, girasol y de trigo con respecto a la situación actual.

De estos resultados puede concluirse la adecuación de los instrumentos propuestos por la Junta de Andalucía al objeto de mantener el cultivo del algodón. Por lo visto hasta el momento sólo aplicando las medidas complementarias comentadas este cultivo puede tener continuidad en el Valle del Guadalquivir. Agregando los resultados ponderando los efectos según la superficie agregada de cada tipo de explotación tenemos el Cuadro 10.

7 La reducción del precio de la remolacha en un 36% deja a este cultivo con un margen bruto de 158 €/ha. Si no se implementa un pago por superficie similar al del algodón, la totalidad de la superficie de remolacha se destinará a otras alternativas más rentables, como por ejemplo el maíz.

CUADRO 10
RESULTADOS AGREGADOS DE TODA LA MUESTRA PARA LOS
DOS ESCENARIOS

	Resultados agregados (ha)			Resultados porcentuales		
	Actual	Sin medidas	Pago MA + Modulación	Actual	Sin medidas	Pago MA + Modulación
Algodón (convenc. / PI)	6.360	0	4.387	100%	0%	69%
Algodón semi-abandono	0	5.843	0	0	93%	0
Maíz	2.350	3.638	3.512	100%	155%	149%
Proteaginosas	292	230	230	100%	79%	79%
Trigo	1.638	2.141	2.870	100%	131%	175%
Girasol	491	697	1.450	100%	142%	295%
Remolacha	1.620	0	0	100%	0%	0%
Patatas	269	271	277	100%	101%	103%
Hortícolas (no patata)	393	430	426	100%	109%	108%
Retirada de tierras	339	502	598	100%	148%	176%

Fuente: Elaboración propia a partir de la optimización de las funciones de utilidad de los modelos de decisión.

En este último cuadro se aprecia claramente el impacto del desacoplamiento de las ayudas a la producción de algodón: la desaparición de la producción de algodón bruto, aunque no su siembra, en el caso de no implementar ninguna medida o, en el mejor de los casos con una ayuda de tipo medioambiental y una modulación total del pago por superficie, una reducción de la superficie de algodón de un 31%.

El incremento de maíz supone en ambos casos algo más del 50% de la superficie actual de este cultivo. Este incremento parece justificado ya que, si bien tras el desacoplamiento de los COP y el algodón, el margen bruto del maíz y del algodón queda a un nivel similar (ligeramente por encima de los 700 €/ha), los costes del primero son casi la mitad del segundo.

Aún mayor es el incremento del trigo y del girasol, con un 74% y un 195% por encima de la superficie actual, respectivamente. Ante el abandono parcial del cultivo del algodón y total de la remolacha las alternativas de cultivo no son muchas, por ello, si descartamos un incremento importante de los cultivos hortícolas, el trigo y el girasol aparecen como dos alternativas adecuadas en muchas zonas.

Impacto económico, social y ambiental de los escenarios planteados

Si bien el análisis realizado hasta ahora se ha limitado al análisis de los planes de cultivos, es lógico pensar que un análisis sectorial del algodón y el soporte de la toma de decisiones políticas deben apoyarse en indicadores de relevancia para el

conjunto de la sociedad, al objeto de cuantificar los impactos económicos, sociales y ambientales de la reforma planteada.

En primer lugar, el *impacto económico* puede cuantificarse a través de varios indicadores tal y como a continuación se comentan: gasto presupuestario, renta de los agricultores y precios pagados por los consumidores.

A. Gasto presupuestario. Tal y como puede apreciarse en el Cuadro 11, la implantación de la propuesta aprobada por la Comisión a partir del 1 de enero de 2006 (Escenario "Sin medidas") supone una reducción del gasto comunitario de aproximadamente 1 millón de euros debido a la reducción de la superficie sembrada en un 7%. Por el contrario, la implantación del sistema alternativo (Escenario "MA+Modulación") supone un incremento del gasto comunitario de 8 millones de euros sobre el nivel de gasto histórico en el periodo de referencia (2000-2002) debido al pago medioambiental de 350 €/ha.

CUADRO 11
COMPARACIÓN DEL GASTO PRESUPUESTARIO DE LOS ESCENARIOS ANALIZADOS

Escenario	100% acoplada (equivale a 2.115 €/ha)	65% desaco- plada (1.509 €/ha)	35% acoplada (equivale a 1.039 €/ha)	Pago MA (350 €/ha)	Total
Reglamento anterior (hasta 31-12-2005)	Promedio 2000-2002 = 212 Mill. €				212 Mill. €
Escenario 1-1-2006 "sin medidas"		65% de 212 Mill. € =138 Mill. €	70.000 ha x 1.039 €/ha = 73 Mill. €		211 Mill. €
Escenario 1-1-2006 "MA+Modulación"		65% de 193 Mill. € =125 Mill. €	58.650 ha x 1.039 €/ha = 61 Mill. €	58.650 ha x 350 €/ha = 21 Mill. €	220 Mill. €

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Informe Especial 13/2003 sobre la ayuda al sector del algodón del Tribunal de Cuentas.

B. Renta de los agricultores. Debido a la reforma en el régimen de apoyo al cultivo del algodón, este cultivo pasa de un margen bruto medio de 1.579 €/ha en la situación actual a:

- En el primer caso, sin medidas correctoras, el margen bruto caería hasta 560 €/ha (1.039 €/ha de pago por superficie – 479 €/ha de costes de producción en régimen de semi-abandono).

- En el segundo, con un pago agroambiental complementario (350 €/ha) y la máxima modulación del pago por superficie (un 50%), el margen bruto del algodón de Producción Integrada resultaría en 758 €/ha.

Lógicamente, en estos cálculos no se incluyen los 1.509 €/ha como pago dissociado, ya que tras la reforma no deben computarse como un ingreso derivado del cultivo del algodón.

Considerando la agregación de todos los cultivos, esto es, los márgenes brutos esperados más los pagos únicos a las explotaciones (1.509 €/ha por algodón, 75% de las subvenciones percibidas de COPs y 60% de la reducción del precio de la remolacha), las rentas agrarias se incrementarían en un 14% en el primer escenario, y en un 22% en el segundo. ¿De dónde proviene este incremento de las rentas? Tiene dos orígenes: (a) el 35% teórico de las ayudas percibidas de algodón es igual a 813 €/ha, sin embargo, tras una negociación inicial, se subió hasta 1.039 €/ha para 70.000 ha; (b) En el segundo escenario aparece un pago adicional neto por superficie de 248 €/ha.

C. Precios pagados por los consumidores. La reducción previsible de la producción de Grecia y España no tiene ninguna influencia en el precio mundial del algodón, por lo que no se prevé un cambio significativo en el precio de la materia prima que utilizan las empresas textiles.

El *impacto social* de la reforma puede concretarse analizando las variaciones en la demanda directa de mano de obra por parte de las explotaciones algodoneras. En este sentido, de los resultados de la simulación del primer escenario estiman una reducción global del 51% del empleo directo en el conjunto de explotaciones analizadas, debido a la sustitución del cultivo del algodón convencional por el algodón en semi-abandono, cuyas necesidades de manos de obra se han estimado que serán un 20% de las actuales. En el caso del segundo escenario la reducción global de empleo es mucho menor (un 24%) ya que el cultivo tradicional del algodón es sustituido por el algodón de producción integrada, el cual hemos valorado que utiliza un 90% de la mano de obra actual. En ambos escenarios, la reducción de empleo también es debida a la desaparición del cultivo de la remolacha que, al igual que el algodón, es un cultivo muy intensivo en el uso de la mano de obra.

En este sentido comentar que más del 90 por ciento de la superficie de algodón sembrado en Andalucía se localiza en zonas de las provincias de Sevilla, Cádiz y Córdoba, donde las tasas de desempleo agrario son ya extremadamente elevada: 36, 38 y 43 por ciento, respectivamente (Encuesta de Población Activa, INE, 2004). Así, la reforma aprobada puede agravar la situación del mercado laboral en estas zonas rurales, sobretodo si tenemos en cuenta que este cultivo aporta más de una

cuarta parte del empleo agrario generado por los cultivos herbáceos en regadío en estas tres provincias, y asumiendo que la mayoría de los productores optarán por sembrar y no recoger el cultivo, lo cual supone una reducción del empleo agrario proveniente de este cultivo en más de tres cuartos (ya que no se acondiciona el terreno de siembra, no se riega, no se trata, ni se cosecha). A este efecto directo habría que sumar el indirecto sobre la industria transformadora, el sector del transporte y el sector de suministros de insumos (principalmente empresas de venta de semillas, fitosanitarios y de instalación y mantenimiento de sistemas de riego), de difícil cuantificación.

Por último, cabe comentar que el **impacto ambiental** de la reforma del sistema de apoyo al cultivo del algodón es difícilmente cuantificable a través de indicadores. Aunque este análisis requeriría un estudio específico, cabe suponer un efecto globalmente favorable para el medioambiente. Efectivamente, los resultados de las simulaciones muestran la desaparición del cultivo de algodón tal y como se ha desarrollado hasta el momento, siendo sustituido por un algodón en semi-abandono o bajo el sistema de Producción Integrada. La primera opción resulta ambientalmente positiva por cuanto disminuye enormemente el uso de insumos (plásticos, abonos, pesticidas, etc.) del conjunto de las explotaciones analizadas, al igual que la segunda, que se basa en un uso racional de los mismos.

Considerando el uso de pesticidas (ver en Anexo I el gasto por hectárea y cultivo), podemos estimar una reducción agregada en el primer escenario del 81% del consumo actual, debido al cultivo del algodón semi-abandono, y de un 48% en el segundo escenario, por el cultivo del algodón de producción integrada, puesto que ahorraría un tratamiento fitosanitario con respecto al convencional.

Con respecto a la demanda de agua, la reforma aprobada por la Comisión supone un ahorro importante de agua de riego, estimado en un 39,9% del consumo actual, debido a la siembra de prácticamente la misma superficie de algodón, pero bajo el sistema de semi-abandono, el cual supone una reducción del consumo hídrico desde los 8.318 m³/ha actuales hasta los aproximadamente 2.000 m³/ha necesarios para un desarrollo mínimo del cultivo. En el caso de implementarse las medidas adicionales propuestas en el segundo escenario (MA+Modulación), la reducción del consumo hídrico sería menor (estimada en un 17,0%), ya que el cultivo del algodón bajo el sistema de producción integrada reduce su superficie hasta las 58.650 ha y presenta un ahorro por hectárea de aproximadamente un 10% con respecto al sistema convencional.

5. CONCLUSIONES

Si atendemos al análisis económico efectuado en el presente estudio, la reforma del Reglamento del sistema de ayudas a la producción podría suponer la práctica desaparición del cultivo en Andalucía. En efecto, considerando una ayuda por superficie desvinculada de la producción de 1.039 €/ha, para un máximo de 70.000 hectáreas, y los bajos precios mundiales de la fibra de algodón de los últimos años, se llega a un punto en el que no se cubren los costes variables de producción, por lo que la opción económicamente óptima, denominada como *algodón semi-abandono*, consistiría en sembrar, minimizar los costes del cultivo (labores, fertilización, tratamientos, etc.) y no recoger el algodón bruto.

Por el contrario, en el caso de complementar la ayuda por superficie aprobada con un pago por la conversión de la producción convencional de algodón a la producción integrada, al mismo tiempo que se aplica la modulación máxima del pago por superficie en función de la calidad del algodón entregado a la industria transformadora, la superficie cultivada de algodón en Andalucía se reduciría hasta, aproximadamente, 60.000 ha, lo que supone una caída del 30% con respecto a la situación actual. En todo caso, cabe señalar que sólo así se permitiría la continuidad en la producción del algodón (recolección del cultivo), única vía para justificar socialmente las ayudas y permitir un futuro razonable para la industria de la desmotación y de los servicios accesorios (suministro de insumos).

En líneas generales puede afirmarse que en este segundo caso, con un sistema de producción más respetuoso con el medio ambiente y la modulación de las ayudas, la reforma sería aceptable para los productores (mantienen o incluso mejoran sus rentas), negativa para la industria de transformación y de suministros (disminución de la producción en un tercio), prácticamente indiferente para los consumidores y contribuyentes (variaciones mínimas en el precio del algodón y del presupuesto destinado al apoyo del cultivo), y positiva para el medio ambiente (disminución en el uso de insumos y, por tanto, en la generación de contaminación difusa por parte de la agricultura).

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(1), 95-109.
- ARRIAZA, M. (2002): "Modelos de política agraria: revisión bibliográfica de los aspectos metodológicos del enfoque multiatributo y media-varianza". *Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 192, 9-40.
- ARRIAZA, M. y GÓMEZ-LIMÓN, J.A. (2003): "Comparative performance of selected mathematical programming models". *Agricultural Systems*, 77(1), 155-171.
- ARRIAZA, M., GÓMEZ-LIMÓN, J.A. y UPTON, M. (2002): "Local water markets for irrigation in Southern Spain: A multicriteria approach". *Australian Journal of Agricultural and Resources Economics*, 46(1), 21-43.
- ARRIAZA, M., RODRÍGUEZ OCAÑA, A. y RUIZ AVILÉS, P. (2000): "Socio-economic aspects of the cotton production in Andalusia". *MEDIT*, 3, 30-34.
- ARRIAZA, M. y RUIZ AVILÉS, P. (2001): *Impacto de diferentes medidas de política agraria en los cultivos de regadío del Valle del Guadalquivir*. Analistas Económicos de Andalucía. Málaga.
- BALLESTERO, E. y ROMERO, C. (1998): *Multiple Criteria Decision Making and its Applications to Economic Problems*. Kluwer Academic Publishers. Amsterdam.
- BERBEL, J. (1988): "Target returns with risk programming models: A multiobjective approach". *Journal of Agricultural Economics*, 39(2), 263-270.
- BERBEL, J. y RODRÍGUEZ, A. (1998): "An MCDM approach to production analysis: An application to irrigated farms in Southern Spain". *European Journal of Operational Research*, 107(1), 108-118.
- BRYANT, F.B. y YARNOLD, P.R. (1995): "Principal Component Analysis and Exploratory and Confirmatory Factor Analysis", en L.G. Grimm y P.R. Yarnold (eds.): *Reading and Understanding Multivariate Statistics*. New York. American Psychological Association Books.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA (2001): *Programa de gestión de recursos hídricos*. Dap, Junta de Andalucía.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA (2005): *Diagnóstico del sector algodonero andaluz*. Junta de Andalucía. Sevilla.
- GÓMEZ-LIMÓN, J.A. y BERBEL, J. (1995): "Aplicación de una metodología multicriterio para la estimación de los objetivos de los agricultores del regadío cordobés". *Investigación Agraria: Economía*, 10(1), 103-123.
- GÓMEZ-LIMÓN, J.A. y RIESGO, L. (2004): "Irrigation water pricing: Differential impacts on irrigated farms". *Agricultural Economics*, 31(1), 47-66.

- GÓMEZ-LIMÓN, J.A., RIESGO, L. y ARRIAZA, M. (2004): "Multi-Criteria analysis of input use in agriculture". *Journal of Agricultural Economics*, 55(3), 541-564.
- GORSUCH, S.J. (1983): *Factor analysis*. Lawrence Erlbaum. Hillsdale, New Jersey.
- HAIR, J.F., ANDERSON, R.E., TATHAM, R.L. y BLACK, W.C. (1998): *Multivariate data analysis*. Prentice Hall International. Upper Saddle River, New Jersey.
- HARDAKER, J.B., HUIRNE, R.B.M. y ANDERSON, J.R. (1997): *Coping with Risk in Agriculture*. CAB International. Oxon (UK).
- HAZELL, P.B. (1971): "A Linear Alternative To Quadratic And Semivariance Programming In Farm Under Uncertainty". *American Journal of Agricultural Economics*, 53, 53-62.
- HAZELL, P.B.R. y NORTON, R.D. (1986): *Mathematical programming for economic analysis in agriculture*. MacMillan Publishing Company. New York.
- HERATH, H.M.G. (1981): "An empirical evaluation of multiattribute utility theory in peasant agriculture". *Oxford Agrarian Studies*, 10(2), 240-254.
- KEENEY, R.L. y RAIFFA, H. (1976): *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade Offs*. John Wiley & Sons. New York.
- KROLL, Y., LEVY, H. y MARKOWITZ, H.M. (1984): "Mean-variance versus direct utility maximization". *Journal of Finance*, 39 (1), 47-61.
- LEVY, H. y MARKOWITZ, H.M. (1979): "Approximating expected utility by a function of mean and variance". *The American Economic Review*, 69, 308-317.
- MANLY, B.F.J. (1998): *Multivariate statistical methods. A primer*. Chapman and Hall. Londres.
- MARKOWITZ, H. (1952): "Portfolio selection". *Journal of Finance*, 7, 77-91.
- RODRIGUEZ OCAÑA, A. y RUIZ AVILES, P. (1996): *El sistema agroindustrial del algodón en España*. Serie Estudios número 16. Madrid. Secretaría General Técnica del MAPA.
- SIMON, H.A. (1972): "Theories of bounded rationality", en C.B. Radner y R. Radner (eds.): *Decision and Organization*. North Holland Publishing Company. Amsterdam.
- SUMPSI, J.M., AMADOR, F. y ROMERO, C. (1997): "On Farmers' Objectives: A Multi-Criteria Approach". *European Journal of Operational Research*, 96(1), 64-71.
- TAUER, L.M. (1983): "Target MOTAD". *American Journal of Agricultural Economics*, 65, 606-610.

ANEXO I
COEFICIENTES TÉCNICOS UTILIZADOS EN LAS SIMULACIONES

DATOS EN ESCENARIO ACTUAL

	Algodón	Algodón semi-abandono	Girasol	Proteaginosas	Hortícola	Maíz	Patata	Remolacha	Trigo
Margen Bruto €/ha	1.579		367	412	1.902	1.012	2.806	1.300	556
Costes €/ha	2.304		231	255	3.653	1.085	3.242	2.043	395
Empleo €/ha	350	35	12	55	2.536	136	1.043	331	9
Compra pesticidas €/ha	588	59	36	96	187	68	249	331	39
Riego m ³ /ha	8.318	2.000	5.280	3.262	8.000	9.116	3.060	7.994	2.038

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Datos de márgenes, costes, empleo y compra de pesticidas valores promedio de las 73 explotaciones disponibles en la muestra. Datos de consumo hídrico a partir de los valores medios de la Cuenca del Guadalquivir del Programa de Gestión de Recursos Hídricos de la Consejería de Agricultura y Pesca.

DATOS EN ESCENARIO SIN MEDIDAS

	Algodón	Algodón semi-abandono	Girasol	Protea-ginosas	Hortícola	Maíz	Patata	Remolacha	Trigo
Rendimiento (kg/ha)	3.831	0	1.982			10.763		62.882	4.130
Precio (€/kg)	0,26	0,26	0,25			0,16		0,035	0,16
Ingresos venta (€/ha)	996	0	496	412		1.722		2.201	661
Ingresos subv. (€/ha)	1.039	1.039	63	90		106		0	117
Costes (€/ha)	1.976	479	317	324	3.653	1.113	3.242	2.043	395
Margen Bruto (€/ha)	59	560	242	178	1.902	715	2.806	158	383

Fuente: Elaboración propia.

Nota: 75% del pago por superficie en cultivos COP desacoplado y reducción del precio de la remolacha en un 36%. Márgenes brutos de partida (se van reduciendo a medida que se rebasa la superficie garantizada de algodón, maíz y trigo).

DATOS EN ESCENARIO PAGO MA + MODULACIÓN

	Algodón PI	Algodón Convencional	Algodón semi- abandono	Girasol	Protea- ginosas	Hortícola	Maíz	Patata Remolacha	Trigo
Costes (€/ha)	2.079	1.976	479	317	324	3.653	1.113	3.242	395
Margen Bruto (€/ha)	737	578	41	242	178	1.902	715	2.806	300

Fuente: Elaboración propia.

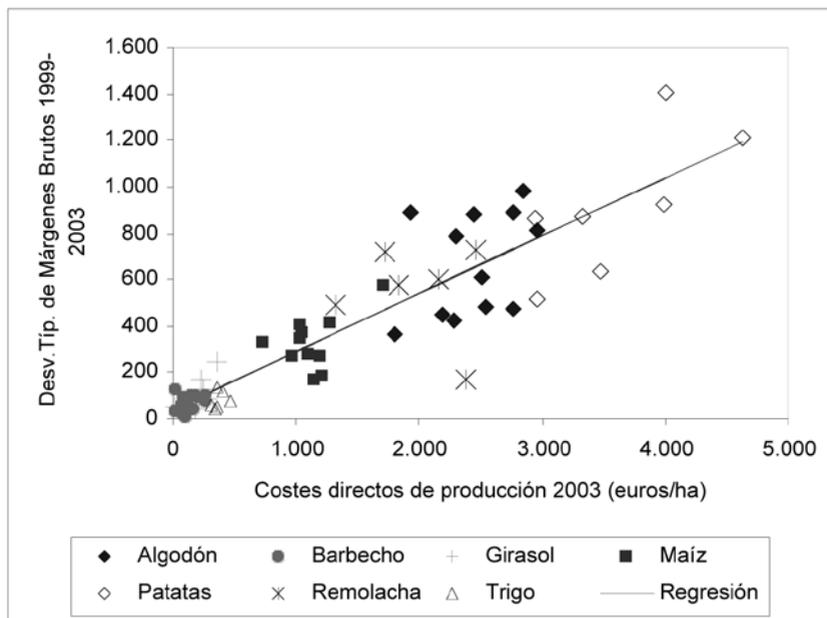
ANEXO II

ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA ELECCIÓN DE ATRIBUTOS

Dentro de la Teoría Multiatributo la modelización del riesgo representa un aspecto central de la estimación de las funciones de utilidad. En su formulación matemática se suele optar por incluir dentro las correspondientes funciones de utilidad un estimador de la variabilidad de los márgenes brutos de naturaleza cuadrática (varianza, dado lugar al clásico enfoque E-V; Markowitz, 1952; Levy y Markowitz, 1979 ó Kroll *et al.* 1984) o lineal (por ej. MOTAD, Hazell, 1971; target-MOTAD, Tauer, 1983 ó media-DAP, Berbel, 1988). En ambos casos es necesario disponer de una serie histórica de los márgenes brutos de cada uno de los cultivos, circunstancia que en muchas ocasiones no es posible. Para solventar este problema puede recurrirse a una variable *proxy* del riesgo asociado a cada cultivo, entre las cuales se incluyen una variable cualitativa de riesgo subjetivo percibido por el agricultor (Arriaza y Gómez-Limón, 2003) o el estimador utilizado en este estudio: los costes directos totales de producción (CDT).

El uso de CDT como *proxy* del riesgo asociado a un cultivo presenta la indudable ventaja de ser un dato relativamente accesible, ya que en muchas ocasiones es un dato previo para el cálculo del margen bruto de un cultivo. Esta simplificación de la estimación del riesgo de un cultivo, no obstante, plantea dos cuestiones metodológicas:

1. Uno de los objetivos (CDT) está incluido en el otro (MBT) y por tanto la optimización del segundo implica la optimización del primero, lo cual podría poner en cuestión la principal utilidad de las técnicas multicriterio, consistente en la posibilidad de considerar simultáneamente objetivos en conflicto.
2. Desde un punto de vista estrictamente matemático, la interpretación de los pesos calculados para la formulación de la función de utilidad multiatributo aditiva debe hacerse de forma independiente, sin tener en cuenta la relación matemática de los objetivos. Efectivamente, la ponderación de los CDT, como una variable meramente instrumental, debe entenderse como el peso que el centro decisor asigna al riesgo asociado a un plan de cultivos. En este sentido, bastaría con demostrar la relación directa entre los CDT y el riesgo, medido por ejemplo como la desviación típica de los márgenes brutos de una serie histórica, para poder aceptar el peso asociado a CDT como una aproximación suficiente a la ponderación que el agricultor asigna al riesgo. La siguiente figura muestra tal relación:



Nota 1: Regresión lineal: $n=65$; $R^2=0,83$.

Nota 2: La desviación típica del plan de cultivos es siempre menor que la suma de las desviaciones típicas de los cultivos que lo componen por efecto de las covarianzas.