



**Situación y Perspectivas del
Sector Algodonero Andaluz
(obra premiada)**

Manuel Arriaza Balmón
José Antonio Gómez-Limón Rodríguez
José González Arenas
Pedro Ruiz Avilés

VII Premio Unicaja de Investigación sobre Desarrollo
Económico y Estudios Agrarios

Reunidos en la Ciudad de Málaga el día 13 de Mayo de 2005 un jurado presidido por Braulio Medel Cámara y compuesto por Isaías Pérez Saldaña, José Javier Rodríguez Alcaide, José Emilio Guerrero Ginel, José Manuel Domínguez Martínez y Francisco Villalba Cabello, decidió por unanimidad conceder a esta investigación el VII PREMIO UNICAJA DE INVESTIGACIÓN SOBRE DESARROLLO ECONÓMICO Y ESTUDIOS AGRARIOS. El premio fue convocado por Analistas Económicos de Andalucía en el otoño de 2004 y cuenta con el patrocinio de la Fundación UNICAJA.

Situación y Perspectivas del Sector Algodonero Andaluz

Equipo de Investigación y Edición

Investigación Manuel Arriaza Balmón, José A. Gómez-Limón Rodríguez, José González Arenas y Pedro Ruiz Avilés

Coordinación M^a Dolores Fernández-Ortega Jiménez
Gráfica y Administración Rosa Díaz Montañez

**Proyecto,
Realización,
Coordinación
y Edición**



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

D.L.: MA-1.258-2005

I.S.B.N.: 84-95191-80-6

Papel:  Totally Chlorine-Free

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, 2005

Agradecimientos

En primer lugar los autores quisieran agradecer a Félix Martínez Aljama, Director General del Fondo Andaluz de Garantía Agraria (F.A.G.A.), el haber autorizado la distribución de los cuestionarios y su presentación dentro de las comunicaciones periódicas que este organismo mantiene con los agricultores. Asimismo a Marcelino Bilbao Arrese, Jefe de Servicio de Investigación Agraria del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera y Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) por su apoyo y colaboración.

A Antonio Rodríguez Ocaña, Jefe de Servicio de Calidad Alimentaria de la Consejería de Agricultura y Pesca, por su colaboración en la preparación del cuestionario y la realización de entrevistas a los gerentes de las desmotadoras contactadas.

A José Rincón Sánchez, por las frecuentes conversaciones que hemos mantenido sobre los aspectos técnicos tanto de la producción de algodón bruto como de la obtención industrial de la fibra. Asimismo, a Enrique González Molina por la información suministrada sobre la producción y desmotado de algodón en la zona meridional de Andalucía.

A los compañeros de la Unidad de Economía Agraria del CIFA "Alameda del Obispo" de Córdoba: Francisco Barea Barea por su trabajo con las estadísticas, a Juan Palacios Guillén por su colaboración en la generación de mapas, a Alfonso Gutiérrez Rodríguez y a Idelfonso Díaz Canalejo por la codificación de la encuesta y su labor administrativa.

A Manuel López García, investigador del CIFA "Las Torres-Tomejil" de Sevilla, investigador responsable del proyecto INIA SC99-048 sobre reducción de insumos en algodón, por la ayuda ofrecida.

A Juan Domínguez Giménez, responsable de Área de Producción Agraria del IFAPA, y a Francisco Márquez Portero, Técnico Especialista Titular del CIFA "Alameda del Obispo", por la colaboración en la interpretación de los ensayos de la Red Andaluza de Experimentación Agraria (RAEA) de Algodón.

A Agustín Rodríguez y Juan Diego Pérez Acosta de UPA por la ayuda prestada.

A Luciano Mateos, investigador titular del CSIC, por su aportación en los aspectos teóricos de la respuesta del cultivo a situaciones de reducción de insumos.

A Araceli Rabasco Mangas del Departamento de Genética de la Universidad de Extremadura y a Miguel León y Jaime Costa de la compañía Monsanto por la precisión de la información suministrada.

A Luis Alberto Rubio, Jefe del Servicio de Estudios y Estadísticas de la Consejería de Agricultura y Pesca y a los compañeros de la Unidad de Prospectiva de la Empresa Pública Dap por su colaboración.

A Antonio Alvear Almunia y a Marta Torres-Tertero Álvarez por las aportaciones valiosas realizadas a este estudio.

Finalmente los autores agradecen expresamente al IFAPA el apoyo constante en la tarea realizada, tanto en el uso de los recursos necesarios como con el imprescindible estímulo para la labor investigadora.

Situación y Perspectivas del Sector Algodonero Andaluz

Índice

	PRESENTACIÓN	13
	INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I	IMPORTANCIA DEL ALGODÓN PARA ANDALUCÍA	19
	1.1 La oferta de algodón bruto en España y Andalucía.....	19
	1.2 Aspectos socioeconómicos de la producción.....	23
	1.3 El nivel tecnológico y la formación de los agricultores.....	25
	1.4 La industria de la desmotación	27
	1.5 La formación del precio de la fibra de algodón y la situación del mercado mundial.....	30
	1.6 El marco normativo actual.....	31
	1.7 La reforma en marcha para la campaña 2006/07.....	34
CAPÍTULO II	OPINIÓN DE LOS AGRICULTORES SOBRE LA REFORMA DEL SISTEMA DE AYUDAS	39
	II.1 Realización y objetivos de la encuesta.....	39
	II.2 Representatividad de la muestra	40
	Distribución de la muestra según provincias.....	40
	Distribución de la muestra según tamaño de las explotaciones.....	41
	II.3 Análisis de los resultados de la encuesta	42
	Dimensión socioeconómica de la muestra	42
	Lugar de residencia.....	42
	Edad del cultivador	43
	Tenencia de la tierra	43
	Importancia de la renta agraria en la renta total del agricultor.....	44
	Aspectos estructurales de las explotaciones de algodón..	45
	Superficie	45
	Rendimiento.....	45
	Sistema de riego y disponibilidad de agua	46
	Maquinaria y mano de obra	47
CAPÍTULO III	CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES ALGODONERAS ANDALUZAS	51
	III.1 Introducción.....	51

III.2	Material y métodos	52
	Fuente de información.....	52
	Metodología para el tratamiento de los datos.....	52
	Primer criterio de clasificación: la localización geográfica	52
	Segundo criterio de clasificación: el plan de cultivos	52
III.3	Tipología de las explotaciones de algodón en Andalucía...	57
	Tipología de explotaciones en función del plan de cultivos	57
	Caracterización socio-económica de las “explotaciones tipo” ⁶²	
	Representatividad de las “explotaciones tipo”	67
III.4	Utilidad de la tipología para la modelización.....	67
	El modelo básico de simulación.....	67
	El problema de la agregación	69
CAPÍTULO IV	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN BRUTO	75
IV.1	Introducción.....	75
IV.2	Análisis de los costes directos de producción.....	76
	Costes directos de producción por kilo según rendimientos	77
	Desglose de los costes directos de producción según tipo de explotación	79
IV.3	Variabilidad de los ingresos	81
	Precios mundiales de algodón.....	82
	Rendimientos de algodón	83
	Efecto del acolchado sobre el rendimiento	83
	Efecto del sistema de riego sobre el rendimiento.....	84
IV.4	Rentabilidad presente y futura del cultivo del algodón.....	85
CAPÍTULO V	SIMULACIÓN DE ESCENARIOS DE POLÍTICA AGRARIA	91
V.1	Introducción.....	91
V.2	Metodología de la simulación.....	92
	La Teoría de la Utilidad Multiatributo.....	92
	Estimación de las funciones de utilidad multiatributo	93
	La modelización por grupos homogéneos.....	96
	Escenarios de política agraria analizados.....	97
	Simulación de la toma de decisiones al nivel de explota- ción “tipo”	98
	Validación de los modelos	100

	Agregación de resultados a escala sectorial	101
V.3	Resultados de la simulación.....	101
	Ponderación de los objetivos según tipo de explotación..	101
	Modelización de los escenarios.....	102
	Impacto económico, social y ambiental de los escenarios planteados	105
CAPÍTULO VI	ESTRATEGIAS PRODUCTIVAS DE REDUCCIÓN DE INSUMOS	111
VI.1	Biotecnología	111
	Transgénicos en la agricultura.....	111
	Algodón modificado genéticamente.....	117
	Algodón Bt.....	118
	Otros algodones modificados genéticamente	121
VI.2	Otros sistemas de producción alternativos.....	123
	Algodón ecológico.....	123
	Algodón de producción integrada	124
	CONCLUSIONES	129
	BIBLIOGRAFÍA	143
	ANEXOS	139
I	Cuestionario	141
II	Análisis estadístico de las variables de producción.....	143
	Relación acolchado – rendimiento de algodón bruto	143
	Relación sistema de riego – rendimiento de algodón bruto	144
	Relación superficie – rendimiento de algodón bruto.....	146
III	Coefficientes técnicos utilizados en las simulaciones.....	147

Presentación

Braulio Medel Cámara. Presidente de Unicaja.



NICAJA, otro año más y como viene siendo habitual desde 1998, acude puntual a su cita con los investigadores del sector agrario, con el patrocinio en esta ocasión de la séptima edición del Premio UNICAJA de Investigación sobre Desarrollo Económico y Estudios Agrarios. Con el fin de estimular el conocimiento científico en el ámbito agrario, la Fundación UNICAJA

mantiene la convocatoria de este premio, convencida como está de la trascendencia de la investigación como instrumento básico en el proceso del desarrollo económico y social de una región y, en particular, de profundizar en el conocimiento y estudio de la agricultura, como una de las actividades claves del desarrollo futuro de la economía andaluza. La continuidad de estos Premios de Investigación, que se enmarca dentro del conjunto de los que promueve nuestra entidad a través de la Fundación UNICAJA, junto a la elaboración del Informe Anual del Sector Agrario en Andalucía, que este año alcanza su decimosexta edición, refleja el cumplimiento del compromiso, adquirido desde nuestra entidad, de promover un mayor conocimiento del sector agrario.

En la séptima convocatoria, después de una amplia deliberación, se otorgó, por unanimidad, el premio al trabajo "Situación y Perspectivas del Sector Algodonero en Andalucía", presentado por el equipo "Campos Blancos", en el que figura como investigador principal Manuel Arriaza Balmón, y compuesto por José Antonio Gómez-Limón Rodríguez, José González Arenas y Pedro Ruiz Avilés. En este trabajo, el jurado valoró que la investigación efectúa un análisis muy oportuno, teniendo en cuenta la reciente reforma del Reglamento del algodón, aprobada el 29 de abril de 2004 y con entrada en vigor en la campaña 2006/07, bien elaborado y con un uso adecuado de métodos analíticos, de un sector que tradicionalmente ha representado un importante papel como generador de empleo en el valle del Guadalquivir y que se encuentra abocado a cambios importantes en el ámbito institucional que pueden afectar muy seriamente a sus posibilidades de futuro. Para Andalucía, principal Comunidad Autónoma productora en España, con el 98% de la producción nacional en 2005, es un cultivo de gran importancia económica y social, tanto por el elevado número de empleos directos que genera como por su industria auxiliar.

El presente estudio analiza el previsible impacto que dicha reforma puede tener en la producción de algodón en Andalucía. En una primera etapa de la investigación, se realizó una encuesta a todos los productores de algodón, a través del Fondo Andaluz de Garantía Agraria (FAGA), para determinar las características estructurales de las explotaciones y el plan de cultivo seguido por cada agricultor. A continuación, se procede a la clasificación de los algodoneiros en grupos homogéneos, a partir de la localización de la explotación y del plan de cultivo seguido, estableciéndose seis tipos de productores en Andalucía.

A partir de esta tipología, para cada grupo de algodoneiros, con similares características estructurales y de toma de decisiones, se obtuvo un modelo matemático que simula la respuesta de cada explotación tipo a los dos escenarios de política agraria analizados: El establecimiento del pago por superficie considerado en la Reforma de 1.039 €/ha, independientemente de la recogida o no del algodón bruto de la parcela. Por otra parte, la posibilidad de que ésta se lleve a cabo incluyendo un pago complementario de carácter medioambiental, por la sustitución del algodón convencional por el de producción integrada, junto con la modulación máxima del pago desacoplado del 50% por superficie, en función de la calidad del algodón entregado a la industria transformadora. Este sistema implica que el agricultor que siembra y no entrega algodón recibe aproximadamente 520 €/ha, frente al que entrega algodón de la máxima calidad que puede cobrar hasta 1.558 €/ha, ambas cantidades sujetas a una superficie máxima de 70.000 hectáreas.

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 del uso de insumos y la no recolección del algodón. Las consecuencias a medio plazo serían la desmantelación de toda la industria auxiliar y de transformación, y la pérdida progresiva de la justificación social de este tipo ayudas. En el segundo escenario, la superficie cultivada de algodón, todo bajo el sistema de producción integrada, rondaría las 59.000 hectáreas, lo cual permitiría asegurar parcialmente el futuro de sector en nuestra comunidad. Por último, el estudio aborda la obtención de algodón bajo sistemas de producción con un menor consumo de agroquímicos, como son la producción ecológica y la integrada. Además, se analizan las posibilidades del cultivo del algodón genéticamente modificado en Andalucía. En definitiva, en esta investigación se efectúa un análisis que por su profundidad, importancia y actualidad, debe ser de gran interés para todos los agentes que operan en el sector.

La Fundación UNICAJA, a través de su Servicio de Publicaciones, edita la presente investigación, que se integra en la amplia lista de estudios ya publicados, con la determinación de que estas investigaciones alcancen la mayor difusión posible dentro de la comunidad científica y entre los agentes económicos y sociales relacionados con el sector agrario, y con la certeza de que estos estudios les serán de gran utilidad.

INTRODUCCIÓN

Teniendo como punto de partida la reciente reforma del Reglamento del algodón (Reglamento CE 1051/2001 del Consejo), aprobada el 29 de abril de 2004 (Reglamento CE 864/2004 del Consejo¹) 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. Este trabajo no es tanto un diagnóstico de la situación actual del sector² como un estudio prospectivo del futuro del algodón tras el desacoplamiento de las ayudas en éste y otros sectores, incluidos los cereales, oleaginosas y proteaginosas (los denominados cultivos COP) y el desacoplamiento parcial de las ayudas de la Organización Común del Mercado (OCM) del azúcar.

La simulación de los escenarios de política agraria analizados están basados en la información obtenida a partir de una encuesta por correo, realizada a través del F.A.G.A. de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía en verano de 2004, los resultados económicos y de producción de 125 explotaciones de Sevilla, Cádiz, Córdoba, Huelva y Jaén y de datos de la Red Andaluza de Explotaciones Agrarias (RAEA). Los dos escenarios de política agraria considerados son:

- El establecimiento del pago por superficie considerado en la reforma: 1.039 euros por hectárea de algodón cultivada (sin la obligación de cosechar el algodón bruto).
- Pago complementario por superficie de carácter agroambiental, y pago adicional por superficie por la sustitución del algodón convencional por el algodón de producción integrada (PI). Junto a estos pagos por superficie complementarios se considera una modulación máxima del pago desacoplado del 50%, de forma que el agricultor que siembra y no recoge algodón recibe 520 €/ha, mientras el que entrega algodón con unos requisitos de calidad puede cobrar hasta 1.558 €/ha.

En el **Capítulo 1**, "Importancia del algodón para Andalucía", queda patente la importancia histórica y económica del sector algodonero para Andalucía. Actualmente, con una superficie aproximada de 84 mil hectáreas en riego (y unas 4.000 en secano) en 2004 es el cultivo extensivo de regadío más importante de nuestra comunidad, seguido por los cultivos hortícolas extensivos (unas 60 mil hectáreas), el arroz y el maíz (43 mil cada uno) y la remolacha azucarera (unas 30 mil hectáreas)³. Desde un punto de vista socioeconómico, el cultivo del algodón puede considerarse como un cultivo de carácter social por el tamaño medio de las explotaciones, unas 10 hectáreas, y por el empleo generado tanto directo, el cual ronda los 1,47 millones de jornales anuales (lo que equivale a 5.473 empleos a tiempo completo), como indirecto, unos 250 empleos fijos y 950 eventuales durante tres meses al año. El capítulo finaliza con un repaso al marco normativo actual y una mención a la nueva reforma que entrará en vigor en la campaña 2006/07.

El **Capítulo 2**, Opinión de los agricultores sobre la reforma del sistema de ayudas, pretende conocer los aspectos estructurales y de manejo de las explotaciones productoras de algodón bruto así como la opinión de los agricultores ante el desacoplamiento de las ayudas. La información recogida en el cuestionario incluye:

¹ DOUE L 161, de 30 de abril de 2004 (pág. 48).

² Para este fin puede consultarse un excelente trabajo realizado en 2004 por el Servicio de Estudios y Estadísticas de la Secretaría General de Agricultura y Ganadería de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y la Unidad de Prospectiva de la empresa pública Dap titulado "Diagnóstico del sector algodonero andaluz".

- **Localización y caracterización del cultivador de algodón:** Municipio donde se localiza la finca, edad y porcentaje de su renta proveniente de la agricultura.
- **Conocimiento estructural de las explotaciones:** Superficie en riego, sistemas de regadío, disponibilidad de agua, origen de la maquinaria de recolección de algodón y disponibilidad de mano de obra.
- **Prácticas y resultados agronómicos:** Distribución de cultivos y rendimientos medios en las últimas tres campañas.
- **Actitud del agricultor frente al desacoplamiento de la ayuda:** Seguir cultivando algodón, abandono del cultivo o sustitución del mismo por otros cultivos.
- **Nuevas estrategias productivas:** Opinión del agricultor sobre los organismos genéticamente modificados y acerca de la adopción del sistema de producción integrada.

La caracterización de los algodoneros andaluces se aborda en el **Capítulo 3**. A partir de la distribución de cultivos declarada en la encuesta, y mediante el análisis factorial primero y el análisis de conglomerados después, se presenta una clasificación con seis tipos de explotaciones algodoneras, tres pertenecientes al Alto Guadalquivir (A) y otras tantas al Bajo Guadalquivir (B) denominadas por las etiquetas: (1) y (2) Algodón-maíz A y B; (3) Algodón multicultivo; (4) y (5) Monocultivo de algodón A y B; y (6) Algodón-remolacha.

La estructura de costes y rentabilidad actual del cultivo del algodón, desglosada por tipo de siembra (con y sin acolchado plástico) y por sistema de riego (a pie, aspersión y localizado), se desarrolla en el **Capítulo 4**. Este capítulo pone de relieve el impacto negativo de la reforma del sistema de ayudas sobre el margen bruto del cultivo, y la posibilidad de la aparición del productor que busca exclusivamente el pago por superficie, reduciendo al máximo los costes del cultivo, lo que hemos venido a llamar *producción de algodón en semi-abandono*.

En el **Capítulo 5** se presentan los resultados de las simulaciones de los dos escenarios de política agraria analizados, a saber, la implementación de la reforma sin medidas adicionales y la posibilidad de un pago complementario por superficie, de tipo agroambiental y 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 implementarse las medidas oportunas, la práctica totalidad de la superficie actual de algodón pasaría a cultivarse en régimen de semi-abandono e implica la reducción al máximo el uso de insumos y no recoger el algodón de la cosecha. 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.

En el **Capítulo 6** se exploran las diferentes estrategias de reducción de los numerosos insumos que la producción de algodón requiere: uso de variedades transgénicas, la producción ecológica y la producción integrada. Se repasan ampliamente cada una de estas estrategias y se constata que, para las condiciones agroclimáticas de Andalucía, el cultivo del algodón biotecnológico y el cultivo bajo producción integrada, son las dos alternativas con mayores garantías de futuro.

Por último, el capítulo de **Conclusiones** resume los aspectos más relevantes de esta investigación junto con una matriz estratégica del sector.



Importancia del algodón para Andalucía

Capítulo I

I. IMPORTANCIA DEL ALGODÓN PARA ANDALUCÍA

I.1 La Oferta de Algodón Bruto en España y Andalucía

Es conocido que la producción española de algodón data de la época musulmana. En el “Calendario de Córdoba” del año 961 de nuestra era ya se hacía referencia al cultivo del algodón en Sevilla y a la exportación de su fibra al Norte de África.

Sin embargo, el verdadero lanzamiento de la producción de algodón en el sur de España (Andalucía, Murcia, Alicante, Extremadura), tuvo lugar en el pasado siglo, tras la pérdida de nuestras colonias en América y el desencadenamiento de la I Guerra Mundial lo que provocó problemas de desabastecimiento en la industria textil, principalmente localizada en Cataluña. Desde entonces han sido diversos e importantes los esfuerzos emprendidos para promover la producción del algodón, en especial en Andalucía, por su relevante importancia agrícola, económica y social: constitución de un Instituto para el Fomento y Protección de la Producción, creación de un departamento de investigación específico en el seno del INIA y luego en la Junta de Andalucía, aprobación de dos planes quinquenales... (Ruiz Avilés, 1991; Rodríguez Ocaña y Ruiz Avilés, 1996).

Durante 50 años (entre 1936 y 1986), la superficie cultivada de algodón ha seguido un ritmo errático con tendencias irregulares, en función de los distintos sistemas de apoyo a la liberalización (o no) del comercio, del precio internacional de la fibra y, en especial, de la disponibilidad de agua para el regadío, y de la competencia que, desde comienzos de los 60, le ha supuesto en los secanos sobre todo el girasol.

Sólo tras la incorporación de España a la Unión Europea el área de cultivo se ha estabilizado bastante, oscilando en el entorno de las 80-90.000 ha. Alejadas, sin duda, de las más de 346.200 ha de la campaña 1962/63, el máximo histórico, pero también de las poco más de 40.000 ha en el comienzo de los (secos) años 80 del pasado siglo. Antes, pues, de nuestra integración en la Unión Europea en 1986.

En el Cuadro I.1 se presenta la evolución de la superficie cultivada desde el año 1986 en las provincias andaluzas, en Andalucía y en España. Progresivamente el área cultivada en Andalucía ha ido creciendo en comparación con el resto de España: ha pasado de representar el 88,2% de la superficie nacional de media en el quinquenio 1986-90, a ser un

CUADRO I.1 Evolución de la superficie de algodón (ha)

	Almería	Cádiz	Córdoba	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla	Andalucía	España
1986	7	7.398	11.604	707	5.739	--	39.222	64.677	78.992
1987	14	7.500	13.424	678	5.480	--	39.819	66.915	79.180
1988	14	17.813	24.924	1.782	7.532	55	72.600	124.720	136.912
1989	--	8.006	12.304	349	5.377	62	36.247	62.345	67.836
1990	--	8.713	15.525	282	6.575	81	48.600	79.776	83.912
1991	--	7.278	14.163	202	7.115	62	46.487	75.307	78.541
1992	--	10.256	11.771	151	7.476	192	42.105	71.951	75.467
1993	--	5.341	2.528	157	2.460	150	16.243	26.879	31.911
1994	15	6.440	2.684	486	5.019	133	20.262	35.039	39.880
1995	--	3.742	2.084	417	1.165	104	20.538	28.050	31.086
1996	--	8.910	8.729	570	7.122	210	48.200	73.741	77.256
1997	--	12.821	14.569	820	9.098	165	70.612	108.085	112.159
1998	--	13.899	11.207	846	5.948	107	63.600	95.607	98.650
1999	--	15.142	13.405	1.046	6.425	80	71.319	107.417	110.375
2000	--	15.662	9.556	944	6.711	167	56.404	89.444	92.399
2001	--	16.035	10.110	1.112	6.790	63	54.896	89.006	91.477
2002	--	12.596	10.323	1.037	6.183	47	53.741	83.927	86.285
2003	--	15.749	11.763	1.225	6.999	49	56.965	92.750	94.994
2004	--	14.500	12.537	1.165	7.499	48	52.275	88.024	89.924

Fuente: MAPA. Anuarios y Boletines de Mensuales de Estadística Agraria. Elaboración propia.

97,4% del promedio de la superficie española en los 5 años del período 2000-2004.

En el Cuadro 1.2 se presenta la localización provincial de producción del algodón en España desde nuestra incorporación a la UE y en las 4 primeras campañas del presente siglo. Cabe destacar, como pasaba con la superficie, la creciente importancia que va adquiriendo en ella Andalucía en detrimento de las otras 3 regiones productoras históricas: Extremadura, Murcia y Valencia.

Con el 97,4% de toda el área de cultivo, puede decirse que Andalucía es actualmente la única región que mantiene su vocación por el algodón. Las 92.410 ha cultivadas como media durante el quinquenio 1999-2003 representan el 28% de la superficie regable consagrada a cultivos herbáceos en la Comunidad Autónoma. Por provincias destaca Sevilla con 58.388 ha de promedio (63% del andaluz), seguida por Cádiz, Córdoba y Jaén con 14.914, 11.005 y 6.597 ha, respectivamente (16%, 12% y 7%, porcentualmente). Las otras dos provincias andaluzas productoras apenas cultivan: 1.073 y 84 ha en Huelva y Málaga, respectivamente.

En Extremadura, donde en el quinquenio 1961/65 se cultivaron con nada menos que 47.057 ha, especialmente en las comarcas de la Vega del Guadiana, ya no se ha cultivado algodón en el quinquenio que se inició en el año 2000. Y, en la zona levantina (Murcia y Alicante), donde el algodón tuvo cierta importancia en 3 comarcas (Vega del Segura en Alicante y Valle del Guadalentín y Campo de Cartagena en Murcia), llegándose a cultivar casi 10.000 hectáreas también al inicio de los años 60, el área ha descendido paulatinamente quedando la superficie circunscrita a unas 2.000 ha (1.902 ha en la campaña 2003/04) en la región de Murcia.

Salvo una pequeña superficie, menos de 3.000 ha y casi toda ella en Cádiz (más del 75%), el algodón apenas se cultiva ahora en secano. El área ha disminuido en un 74% con respecto al máximo existente en los años sesenta.

En cuanto a comarcas productoras de algodón sobresalen especialmente cuatro de ellas, y por este orden: la Campiña y la Vega de Sevilla, la Campiña de Cádiz y la Campiña Baja de Córdoba, localizadas todas a lo largo de la cuenca del río Guadalquivir. Entre las cuatro representan casi un 74% de toda la superficie algodonera andaluza, porcentaje que se eleva al 79% respecto a la producción.

CUADRO I.2

Evolución de la producción de algodón (toneladas)

	Almería	Cádiz	Córdoba	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla	Andalucía	España
1986	14	15.438	37.298	1.494	18.404	--	139.473	212.114	252.693
1987	28	21.044	45.775	1.992	13.827	--	140.930	223.598	250.505
1988	28	36.154	62.009	2.840	24.810	154	214.000	339.997	372.388
1989	--	23.240	32.260	979	16.034	155	104.761	177.429	189.494
1990	--	25.254	51.939	927	20.307	210	126.090	224.727	235.179
1991	--	24.250	44.000	651	20.182	167	163.328	252.578	260.418
1992	--	32.955	31.674	354	17.091	518	117.736	200.328	209.523
1993	--	15.896	6.230	488	5.012	405	48.255	76.286	90.447
1994	16	18.778	10.038	1.807	14.900	372	80.382	126.293	137.718
1995	--	9.509	7.856	1.096	2.556	270	70.440	91.727	101.204
1996	--	27.496	34.918	1.989	24.872	730	177.006	267.011	277.697
1997	--	44.979	41.607	2.938	16.500	607	243.930	350.561	366.810
1998	--	45.917	39.777	2.983	17.017	407	218.715	324.816	335.873
1999	--	48.961	49.776	4.535	22.868	228	266.312	392.680	402.980
2000	--	51.387	29.718	3.582	22.413	575	176.784	284.459	294.759
2001	--	49.155	39.357	4.959	22.635	276	191.501	307.883	318.234
2002	--	42.475	40.793	3.779	21.229	197	185.831	294.304	301.704
2003	--	41.360	46.522	3.740	26.937	206	168.091	286.856	294.756
2004	--	49.100	49.946	4.700	26.275	147	206.993	337.161	342.061

Fuente: MAPA. Anuarios y Boletines Mensuales de Estadística Agraria. Elaboración propia.

A pesar del notable descenso superficial con respecto a los citados años 60, la producción de fibra de algodón prácticamente se ha mantenido, debido al incremento de los rendimientos, a causa de la mejora tecnológica y al mayor porcentaje que representa el algodón en regadío.

Digamos, para finalizar este punto, que las 326.350 toneladas anuales de media de producción de algodón bruto en el quinquenio 2000-2004 están próximas a nuestra actual tasa de autoabastecimiento, si bien suele haber un pequeño flujo comercial importación-exportación de fibra en función de las demandas específicas de la industria textil y de la propia calidad de la fibra obtenida por nuestro país. No ocurre así con la balanza comercial algodonera de la Unión Europea, cuya actual tasa de abastecimiento está entre el 35% y el 40%, aunque ha aumentado sensiblemente con respecto a la de hace una década; si bien más como consecuencia de la pérdida de cuota de mercado exterior de la fibra en España o Grecia, y de la reconversión y crisis de la industria textil en los países comunitarios.

I.2 Aspectos socioeconómicos de la producción

En la UE el algodón bruto se produce en España (sobre todo en Andalucía), en Grecia (regiones de Tesalia, Macedonia –Tracia y Sterea-Eliada), y en una reducida extensión del Sur de Portugal. Son zonas donde su agricultura, en empleo y en aportación al PIB, supera a los valores medios de la UE-15. Como también el PIB total en estas regiones es inferior al 75% de la medida comunitaria (UE-25). Por ello al menos hasta el año 2013, estas áreas clasificadas como regiones del Objetivo I y, por tanto, merecedoras de mayor apoyo comunitario; en especial de fondos estructurales y de cohesión, además de los de la PAC.

Porque, por otra parte, otra de las características destacadas del algodón español –y aún más del griego– es su *carácter* social puesto que es cultivado, ante todo, en explotaciones de reducida dimensión. El Gráfico I.1 elaborada a partir de los datos de la campaña 2003/2004 muestra el tamaño de las explotaciones algodoneras andaluzas⁴. Dividiendo las explotaciones según su tamaño en 4 estratos:

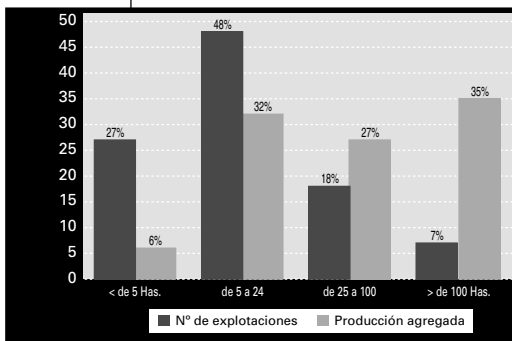
- *Explotaciones pequeñas*: menores de 5 ha.
- *Explotaciones medianas*: entre 5 y 25 ha.

⁴ Aunque carecemos de los datos estadísticos actualizados, varias consultas efectuadas más la información disponible de años pasados (Censo Agrario de 1989), nos permite afirmar que la dimensión de las explotaciones en Murcia es todavía más pequeña que en Andalucía.

- *Explotaciones grandes*: entre 25 y 100 ha.
- *Explotaciones muy grandes*: las superiores a 100 ha.

Resulta así que un 74,9% de las explotaciones andaluzas con algodón tienen una dimensión inferior a las 25 ha, aunque cultivan sólo el 37,8% de la superficie de algodón. Por el contrario el 7,5% de explotaciones muy grandes cultivan el 34,7% de algodón, y producen el 32%.

GRÁFICO I.1 Tamaño de las explotaciones algodoneras andaluzas



Fuente: Elaboración propia a partir de Consejería de Agricultura y Pesca (2004).

Sin embargo, estos porcentajes son aún menores con respecto a la dimensión media de la explotación: solamente en las explotaciones pequeñas y medianas (pero hasta 10 ha) el algodón es de lejos su primer cultivo; en tanto que en las grandes ni siquiera alcanza a representar la tercera parte en el conjunto de los cultivos anuales.

Por otra parte, el tamaño medio de las explotaciones algodoneras andaluzas en el quinquenio 1999-2003 (de 10,3 ha) es un 72,4% inferior al promedio de todas las explotaciones de la Comunidad Autónoma de Andalucía (18,1 ha). Pero además y contra lo que pudiera esperarse, presenta una evolución decreciente: ha pasado de 6,4 hectáreas en 1990-2000 en las explotaciones con sólo algodón a 5,6 en 2003/04 (Consejería de Agricultura y Pesca, 2004). Todo ello, como es fácil de colegir y se verá posteriormente, tiene indudable incidencia en la productividad y competitividad de nuestro algodón en mercados comercialmente abiertos y competitivos.

Otro dato destacado es el del empleo generado por el cultivo del algodón en Andalucía, excluido el trabajo normalmente contratado de forma integral de las máquinas cosechadoras.

Según datos de la Red Contable Agraria Nacional (RECAN) del año 2000 referidos a 25 explotaciones de la O.T.E. "Oleaginosas-Textiles en

regadío⁵, el promedio de horas de trabajo en una hectárea cultivada de algodón en Andalucía es de 112,69 horas. Teniendo en cuenta la superficie media regional en el quinquenio 2000/04, que ha sido 91.214 ha, y una jornada de trabajo de 7 horas/día, el algodón ha generado anualmente 1,47 millones de jornales.

Convertidos los anteriores jornales en Unidades de Trabajo Anuales (UTA)⁶ equivalen a 5.473 empleos a tiempo completo. Así, según Arriaza et al. (2000), el algodón aporta dos tercios de la demanda de mano de obra en el regadío extensivo andaluz. Un porcentaje que, no obstante, es ampliamente superado en las 4 principales comarcas algodoneras: Vega y Campiña de Sevilla, Campiña Baja de Córdoba y Campiña de Cádiz, donde en alguno de sus municipios las cifras rondan el 90%. La relevancia social y económica del algodón para estas zonas es pues indudable.

1.3 El nivel tecnológico y la formación de los agricultores

Conviene recordar que el algodón se cultiva en España en su frontera agroclimática a causa de las bajas temperaturas y las lluvias que, con frecuencia, le acompañan en sus épocas de siembra y recolección. La anterior constatación, exige gastos adicionales en forma de utilización de plásticos: en torno al 60% de la superficie cultivada lo ha hecho en las 3 últimas campañas si bien este porcentaje está en disminución. Su uso permite asegurar las siembras y realizar la recolección antes de la llegada de las lluvias otoñales. Y recordar también que, por la repetición de las siembras sobre la misma parcela, los requerimientos en labores, y en utilización de tratamientos con agroquímicos, suponen un importante componente de sus costes de producción.

Por los problemas que habitualmente surgen en la nascencia (temperaturas y competencia de malas hierbas) además de realizar las siembras bajo plástico, se efectúan antes y después numerosas labores mecánicas (alzar, cohechos, escardas), así como un par de aplicaciones de fertilizantes (en presiembra y con la aparición de los primeros botones florales). También se emplean defoliantes para facilitar la recolección mecanizada.

⁵ Orientación Técnico Económica (OTE), en donde se indica que el algodón es el único cultivo de la explotación.

⁶ Una UTA según la Red Contable Europea (RICA), equivale a 1.920 horas de trabajo.

Pero son los tratamientos plaguicidas los que constituyen un importante componente de los costes de producción. Los resultados de una encuesta censal realizada por el Equipo de Trabajo de este estudio en el año 2004 daban que los agricultores andaluces hacían una media de 7 tratamientos; y que su número se había reducido en un par de ellos con respecto al habitual hace una década como consecuencia de una mejor formación de los agricultores, el asesoramiento de la administración (programa TRIANA), el (buen) funcionamiento de las ATRIAS, y la lucha biológica, más la práctica de la rotación obligatoria. Esta última se ha comenzado a implantar en la pasada campaña a las explotaciones con tamaños mayores de 10 ha⁷.

El riego supone también un capítulo importante en el cultivo del algodón puesto que, ante la climatología existente, se ha revelado indispensable para llegar a obtener cosecha y cubrir sus costes variables. Las necesidades (netas) oscilan entre 5 y 6.000 m³/ha en las comarcas del Valle del Guadalquivir. Pero el problema es que los requerimientos son bastantes superiores por la insuficiente modernización de los regadíos: todavía más de la mitad (51% en la campaña 2002/03) de la superficie de algodón se riega por gravedad, y otro 16% en riego por aspersión, con lo que ello supone de menores rendimientos, de aumento de la demanda hídrica, de pérdida de eficacia en el uso del agua, y de eventual salinización de los terrenos.

Durante muchos años, el algodón ha sido ejemplo representativo de lo que fue la agricultura tradicional en Andalucía. Una agricultura muy estacional, y reposando en la contratación de gran número de trabajadores eventuales cuyos bajos salarios aseguraban la recolección manual de la cosecha y la competitividad en un mercado protegido. Hoy todo eso ha desaparecido y, afortunadamente, también el algodón ha mecanizado la recolección: sólo un 6-7% del algodón bruto es hoy recogido a mano, y casi siempre en la segunda-tercera recogida.

De acuerdo con los datos del MAPA a finales de 2003 existían en España 1.122 máquinas cosechadoras, habiendo aumentado en 350 respecto al año 2000. Andalucía contaba con 1.094, de las cuales 851 estaban localizadas en Sevilla. Puesto que una cosechadora se estima que puede recolectar alrededor de 100 ha, el parque actual de máquinas es más que suficiente para atender las demandas. Y aún lo será más, si, como consecuencia de la aplicación de la reforma prevista, la superficie-base se establece definitivamente en 70.000 ha. El problema podría ser justo el contrario:

⁷ Con la excepción de otras 6.500 ha acordadas entre las OPAs y la Junta de Andalucía.

amortizar rentablemente algunas máquinas adquiridas recientemente por parte de PYMEs y cooperativas de trabajo asociado que carecen de un uso alternativo.

Con respecto al apoyo institucional a la modernización tecnológica del cultivo del algodón, existen en Andalucía varios programas: la Red Andaluza de Experimentación Agraria y el Programa Medioambiental para el Cultivo del Algodón, así como las actuaciones para promover la Producción Integrada en cooperación con las Agrupaciones para el Tratamiento Integrado en Andalucía (ATRIAs); otro para Modernización de la Maquinaria de Tratamientos, etc.

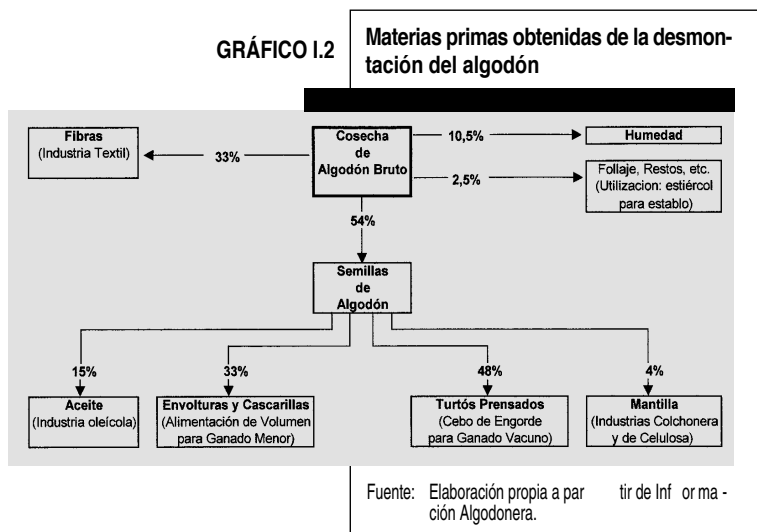
Aparte de la incorporación de nuevas variedades más tolerantes al hongo *Verticillium* y/o con mayor resistencia a condiciones adversas (sequía, salinidad, bajos insumos), al día de hoy las innovaciones más actuales, y polémicas, en fase de adopción en España son los “*algodones transgénicos*” (OMG) y el cultivo en Altas Densidades (*Ultra Narrow Row Cotton*). Sobre la primera versa un capítulo posterior; y la segunda consiste en el estrechamiento de las líneas de cultivo con lo que se intenta mejorar la productividad por hectárea y reducir la presencia de malas hierbas; y, por ende, de los tratamientos y dosis para controlarlas.

I.4 | La industria de la desmotación

Actualmente (campaña 2004/2005), en Andalucía han funcionado 19 empresas que han contado con 25 factorías para la desmotación de algodón bruto. Una de ellas ha comenzado su funcionamiento esta pasada campaña. Por su forma jurídica, 11 son sociedades anónimas, 6 son cooperativas, 1 es sociedad agraria de transformación, y otra una sociedad anónima laboral.

En cuanto a la distribución por provincias, 17 factorías están localizadas en Sevilla, 5 en Córdoba, 2 en Cádiz y 1 en Jaén. En total trabajaron en ellas 251 empleados fijos y 950 eventuales contratados durante la campaña, por tanto unos 3 meses al año. De los primeros aproximadamente la mitad son empleos cualificados (gerentes, administrativos, directores comerciales y de factoría, técnicos de campo, clasificadores de fibra, etc.), mientras que en el segundo caso son técnicos especializados y laborales complementarios ocupados de las tareas auxiliares en la recepción del algodón bruto, el funcionamiento de los trenes de desmotación, el almacenamiento de las balas de fibras, así como el normal desarrollo de las actividades necesarias de la factoría.

A continuación figura representado en el Gráfico 1.2 un diagrama de flujos de las materias primas (Fibra), y los subproductos obtenidos tras la desmotación.



El producto principal del algodón desmotado, como se ha dicho, es la fibra, (31-34% del peso total). Y cuyo destino comercial fundamental es la industria textil y el vestido nacional (más de la mitad). Alrededor de un 15% se vende en industrias textiles de otros países de la UE (a 15) y el resto (20%) se exporta a países de la orilla sur del Mediterráneo (Marruecos, Argelia), a otros del Este de Europa y, una pequeña parte, a Asia.

Respecto a los subproductos (semillas, borras, etc.) el destino es prácticamente el mercado ganadero nacional o algunos multiplicadores de la semilla, existiendo también una pequeña exportación de aceite y torta hacia Francia y Portugal.

La “calidad” del algodón bruto está determinada en España por la normativa comunitaria (ahora Reglamento (CE) 1051/2001), y se realiza en función de una serie de parámetros, aplicándose bonificaciones o deducciones en la cantidad a percibir por el agricultor en función de la desviación de su partida entregada respecto a ellos. Estos parámetros son:

- Humedad: 10%.
- Impurezas orgánicas: 3%.

- Longitud de fibra: respecto a la estándar (28 mm).
- Grado: respecto al estándar (Grado 5).
- Rendimiento en fibra: $30/100 \times (\text{Porcentaje}/\text{C.A.})^8$

El control de humedad es realizado por una empresa externa (CITAGRO), y supervisado por un controlador de la Junta de Andalucía. El algodón con un porcentaje de humedad superior al 16% no tiene derecho a ayuda.

El grado y las impurezas del algodón bruto son determinados por la desmotadora. Y, según sus entradas a la factoría algodонера, responden a los siguientes parámetros:

- En la mayoría de los casos, el grado suele oscilar entre 4 y 6.
- En el caso de las impurezas, si bien es determinado por la propia desmotadora, CITAGRO controla que no sea superior al 8% en cuyo caso el algodón no tendría derecho a ayuda. Por lo general, este valor de impurezas se sitúa entre 2 y 6, aunque las desmotadoras, debido a la competencia, pagan por una calidad equivalente a un valor entre 1 y 2.

En cuanto al sistema de comercialización de la fibra, una gran mayoría de las empresas poseía, hasta este año, una cartera fija de clientes a quienes vendía anualmente la mayor parte de sus balas, por tanto apenas existían problemas comerciales. Pero ahora, con la apertura total del mercado mundial textil, la situación se ha complicado y las perspectivas son menos halagüeñas. A medio plazo (5-6 años) se prevé que China e India, más otros países del SE de Asia (Indonesia, Tailandia, Bangladesh, Corea, etc.) copen más de la mitad de las ventas mundiales. Y, con ello, la posible desaparición, por falta de ventajas competitivas, de gran parte de la industria textil localizada en los países desarrollado.

Como afirmábamos en una anterior publicación (Ruiz Avilés, 1991): “la industria textil es desde hace casi un centenar de años, un magnífico ejemplo del funcionamiento de la división internacional del trabajo, ante su elevada demanda de mano de obra poco cualificada”. China ha incrementado en un 41 y un 36% respectivamente su superficie y producción de algodón bruto en solo 5 años, y con más de 6,5 millones de toneladas empleadas por su industria textil consume anualmente casi un tercio del algodón mundial.

⁸ C.A. (Coeficiente de Adaptación) es el resultante de adaptar la calidad del algodón entregado a la “calidad estándar” (10% de humedad, 3% de impurezas).

I.5 La formación del precio de la fibra de algodón y la situación del mercado mundial

No existe un precio internacional para el algodón sin desmotar, pero tampoco –y esto es más sensible– tampoco hay un precio internacional para la fibra de algodón universalmente reconocido, sino que en el sector se habla de varios precios internacionales de la fibra. Son fijados por varias bolsas internacionales de materias primas. Para el algodón hay principalmente tres: Londres, Nueva York y China (CNCE). Precios que se determinan en función de su calidad y valor textil, pero también por su procedencia, forma de entrega o destino posterior.

Una segunda puntualización a hacer es el de las frecuentes oscilaciones que sufren esos precios; no sólo debidas a variaciones en las cosechas, sino también a otros factores externos como son la imprevisibilidad de la demanda de China, las cotizaciones del petróleo (por el coste de los fletes y el precio del sustitutivo poliéster), las barreras arancelarias y/o las ayudas a la exportación aplicadas por determinados países, etc. Por eso en el comercio internacional es común hablar del componente cíclico de esos precios; y de fluctuaciones importantes de los precios de la fibra que para algunos países en vías de desarrollo como Chad, Yemen, Sudán, Mali, Egipto, Benin, Burkina Faso, Azerbaiyán, Turquía, etc. entrañan consecuencias dramáticas en su balanza de pagos y deuda externa.

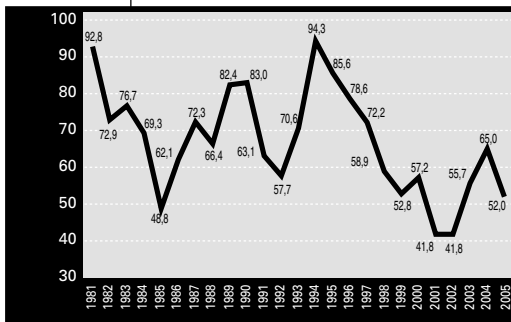
En el Gráfico I.3 se muestra la evolución de los valores medios del precio más usado: el del Índice **A** del Cotlook Liverpool (Cotlook A Index) desde la campaña 1980/81, que toma como referencia las 5 ofertas más baratas entre las 10 elegidas como representativas para la calidad-tipo Middling (fibra corta de 1-3/32”, unos 28 mm). En este gráfico pueden identificarse dos etapas:

- Una, de relativa estabilidad abarcando desde 1980/81 a 1993/94, en que se mantuvo el precio entre 65-75 cents\$/libra.
- Otra, segunda, tras una subida espectacular en la campaña 1994/95, de caída notable prácticamente durante toda una década, con precios oscilando entre 40-50 cents\$/libra; y que solamente la ha amortiguado parcialmente la disminución en la paridad del dólar respecto al euro y otras monedas.

En estos últimos meses los precios han permanecido bajos (52 cents\$/libra)⁹, y tanto el Comité Consultivo Internacional del Algodón (CCIA) como el Departamento de Agricultura de EE.UU. en sus publicaciones periódicas, así como la Bolsa de Nueva York prevén que las cotizaciones seguirán bajas durante

GRÁFICO I.3

Evolución del índice "A" del precio de la fibra de algodón



Fuente: CCIA (tomado de Cotton Outlook) . Elaboración propia.

la presente campaña: en el entorno de los 58 centavos\$/libra, debido a las buenas cosechas en los principales países productores (China, EE.UU., India, Pakistán y Brasil), y a la depreciación del dólar: se cotizó a 65 cents\$/libra el 1 de Noviembre de 2004 (36,87 Euros/100 kg), mientras el 11 de Enero de 2005 sólo lo fue a 50,5 cents\$/libra (17,58 Euros/100 kg).

Y, las previsiones, según los expertos del Comité Consultivo Internacional del Algodón (CCIA), apuntan a una estabilización en los próximos 2 ó 3 años en torno a los 53 cents\$/libra¹⁰ (Información Algodonera enero-febrero de 2005).

I.6 El Marco Normativo actual

Al no existir antes de la entrada de Grecia, en 1981, producción de algodón –la de Italia ha sido y es testimonial y se clasificaba dentro de las semillas oleaginosas–, el algodón no ha contado con una Organización Común de Mercado (OCM) específica dentro de la PAC. El primer documento comunitario que contempla la producción de fibra de algodón es el Protocolo nº 4 de adhesión de Grecia, que posteriormente fue complementado con el Protocolo nº 14 firmado tras la adhesión de España y Portugal en el cual se incrementa la cantidad total con derecho a ayuda debido a la producción de nuestro país.

⁹ Algodón. Revista de la Situación Mundial (CCIA) [Ene-Feb, 2005] y Cotton: World Markets and Trade (USDA). Dic., 2004.

¹⁰ CCIA (Ene-Feb). Algodón. Revista de la situación Mundial. Op. cit.

La legislación base actualmente vigente (campañas 2003/2004 a 2005/06) es la contenida en el Reglamento (CE) del Consejo de 22 de Mayo del 2001. En este reglamento se fijan las ayudas y los precios garantizados a los productores, el cumplimiento de requisitos medioambientales, y el establecimiento de rotaciones en las superficies sembradas, así como algunas indicaciones para elaborar un programa de Investigación y Desarrollo Tecnológico para todo el sector.

La UE ha establecido las ayudas al algodón de la siguiente manera:

- Fijación de un *Precio Objetivo* para el algodón sin desmotar en posición desmotadora para una cantidad garantizada (C.G.) determinada (cuota) y para la calidad-tipo: 782.000 tn para Grecia y 24.900 tn España y 1.500 para el resto de países¹¹. Este precio es actualmente de 106,3 Euros/100 kg.
- Periódicamente, aproximadamente cada mes, la UE determina un “Precio Teórico del Algodón Bruto” del mercado mundial, calculado en función de una serie de factores:
 - Una calidad-tipo (sana, cabal y comercial), de algodón sin desmotar con un 10% de humedad y el 3% de impurezas.
 - Obtención tras el desmotado, de un 32% de fibra de grado 5 (*white midling*), y longitud de 28 mm (1 3/32”).
 - Relacionar estas características con el precio mundial del índice A del Cotton Outlook, y también con la cotización del dólar.
 - Los gastos de transporte de la fibra hasta situarla en posición CIF (coste, carga, seguro y flete) desde el puerto de El Pireo (Grecia) a otro en el norte de Europa.
 - El precio de la semilla, obtenido según la siguiente fórmula: Precio de 100 kg de semilla = Precio de 12 kg de aceite de algodón + Precio de 75 kg. de torta de algodón + los gastos de trituración.
 - Los costes de desmotación del algodón bruto en factoría.

De esta forma el Precio Teórico Internacional de 1 kg de algodón bruto sería igual al precio de la fibra (calidad estándar) al que se suma el precio de la semilla y se le descuentan los costes de desmotación.

Existe, como se ha dicho, un baremo para aplicar bonificaciones o penalizaciones en este precio en función de las características de los

¹¹ Portugal se ha incorporado recientemente como otro país productor.

algodones brutos llevados a factoría, y según las cláusulas del contrato firmado previamente entre el agricultor y la empresa desmotadora.

De todo esto resulta que a la Ayuda a la Producción de Algodón –abonada a los agricultores pero percibida a través de las desmotadoras– viene dada por la diferencia entre el Precio Objetivo y el Precio Teórico. Este sistema de apoyo al algodón comunitario conocido como “*deficiency payment*”, se aplica para las Cantidades Nacionales Garantizadas (CNG) citadas previamente: 782.000 t Grecia y 249.000 t España, y 1.500 t para el resto de países. En total 1.032.500 t.

Existe una penalización por rebasar la CNG, así como una minoración de la ayuda en función de las cotizaciones de la fibra en el mercado mundial y del total de gasto en el sector¹². Siempre que el exceso de la CNG global sea superior a 1,5 millones de toneladas, la penalización a aplicar es directamente proporcional a la relación entre la CNG asignada y la producción realmente obtenida en cada estado productor. En el Cuadro 1.3 que viene a continuación se muestra la evolución del Precio Objetivo y de la Ayuda Percibida en las 5 últimas campañas.

CUADRO 1.3 Precio Objetivo e importe de la Ayuda al Algodón Bruto

Campaña	Precio Objetivo €/100 kg	Precio Objetivo Reducido (€/100 kg)	Precio Mundial (€/100 kg)	Ayuda Percibida (€/100 kg)
1998/99	106,30	87,40	22,10	65,30
1999/00	106,30	72,07	19,90	52,17
2000/01	106,30	100,24	37,00	63,24
2001/02	106,30	87,48	18,50	68,98
2002/03	106,30	90,78	23,80	66,98

Fuente: Eurostat. Comisión Europea.

La ayuda media resultante en el quinquenio es de 63 Euros/100 kg. Si consideramos los rendimientos medios de Andalucía (3.325 kg/ha de media 2000-2004), la cuantía de la ayuda media (2.095 €/ha) resulta muy expresiva de la protección que –hasta la campaña 2006/2007– posee el algodón español. Y, también, aunque perciben menos ayuda pero habría que hacer la compensación en términos de poder adquisitivo, los algodoneiros griegos y ahora los portugueses.

¹² Para respetar el principio de “neutralidad presupuestaria agrícola” que sin embargo no lo ha sido para otros productos agrícolas de tipo continental o el vino.

1.7 La reforma en marcha para la campaña 2006/07

Esta nueva reforma ha aparecido en el Reglamento (CE)864/2004 del Consejo del 29 de Abril que modifica al Reglamento (CE)1782/2003, y cuya aplicación se prevé que comience con los algodones sembrados después del 1 de Enero de 2006. En el reglamento se incluyen las ayudas en el régimen de Pago Único de Ayudas (PUA), decidido para la reforma de la PAC y que afecta a una gran mayoría de productos agrarios de la UE.

Mediante el régimen de esta reforma se desvinculan (*desacoplan* en la jerga comunitaria), las ayudas a la producción de algodón bruto y se establecen unos “*derechos de ayuda al algodón*”, (65% del total) que serán concedidos a aquellos cultivadores que hayan percibido alguna cantidad por ese concepto durante el período de referencia (2000 a 2002), o bien hayan heredado la explotación de otro productor, o hayan obtenido esa ayuda mediante transferencia de esos derechos, o bien estos provengan de la reserva nacional.

El importe de esa ayuda desacoplada asciende a 1.509 €/ha, pero no podrán ser “**elegibles**” (admisibles) aquellas superficies que se dediquen a frutas y hortalizas, cultivos permanentes y, salvo exención, a patata para fécula. Además, para recibirla, los productores de algodón deberán cumplir determinadas buenas prácticas agrícolas y medioambientales, así como otros requisitos en sanidad y seguridad alimentaria.

Por otra parte, el 35% restante del montante total de la ayuda (1.039 € para España) se aplicará como una ayuda directa (acoplada) al cultivo para una **superficie básica** nacional garantizada de 70.000 ha. Esta ayuda directa se reducirá proporcionalmente a la superficie rebasada cuando un Estado Miembro supere su superficie básica *elegible*: en el caso de España, como se ha dicho de 70.000 ha.

Para poder percibir esta ayuda acoplada a la superficie, los cultivadores algodoneros deberán emplear en su siembra variedades autorizadas, y mantener el cultivo en el campo hasta la apertura de sus cápsulas florales, salvo condiciones climáticas excepcionales. Pero siempre que, de no llegar a ese momento fenológico, la superficie plantada de algodón no se haya destinado a una nueva producción.

A esta ayuda acoplada se podrán añadir, a cargo de los Estados Miembros productores, 10 €/ha a percibir por aquellos cultivadores que pertenezcan a una Organización Interprofesional Autorizada (OIA). OIA(s) que se convierten en sujetos destacados para el futuro del sector, puesto que el reglamento les concede poder para diferenciar hasta la mitad, como

máximo, de la ayuda que tengan derecho sus agricultores socios, según las superficies y un baremo establecido por la propia OIA. Y esta ayuda la podrá reasignar en función de determinados parámetros de calidad y medioambientales (ecocondicionalidad) exigibles a cada productor.

Adicionalmente, y a partir del año 2007, con fondos procedentes de la modulación, se dispondrá de una ayuda adicional de 22 millones de Euros anuales para todas las regiones productoras, que podrá aplicarse a medidas de modernización estructural, financiadas dentro del Reglamento (CE)1257/99 y sus modificaciones posteriores; entre ellas el reciente Reglamento (CE)796/04 de medidas de apoyo al Desarrollo Rural. En el Cuadro I.4 se presenta de forma resumida esta normativa.

CUADRO I.4		Ayudas y superficie admisible en el nuevo régimen para el algodón		
Concepto	España	Grecia	Portugal	
Pago Disociado de Referencia (€/ha)	1.509	966	1.202	
Superficie Máxima Básica Nacional (ha)	70.000	370.000	360	
Ayuda Especifica al Cultivo* (€/ha)	1.039	594 (para 300.000 ha) 342,85 (entre 300.000 y 370.000 ha)	556	
Ayudas para medidas estructurales de desarrollo rural	22 millones de €/año (desde 2007)			
Apoyo a las "Organizaciones Interprofesionales Autorizadas" (OIA)	10 €/ha (A cargo de cada Estado)			
<p>* La ayuda por ha se incrementará en 10€ para agricultores integrados en una OIA. Fuente: Reglamentos (CE)1782/03, 864/04, 2237/03, 796/04 y 796/04.</p>				

Esta reglamentación europea está actualmente recurrida ante el Tribunal de Justicia Europeo por el gobierno español a instancias de la Junta de Andalucía y la Mesa del Algodón, integrada por las 3 organizaciones profesionales agrarias (UPA, ASAJA, y COAG) y la federación andaluza de cooperativas agrarias (FAECA). Asimismo el recurso cuenta con el apoyo sindical de UGT y CCOO y de otras organizaciones o entidades sectoriales relacionadas con el algodón (AEDA, ADESUR, APROVE, APROSE). En el recurso se advierte que, con la propuesta de la Comisión de la UE se perderían en España más de un millón de jornales, 2.000 empleos de las industrias auxiliares, y 139 municipios que viven directamente del cultivo del algodón. Como también se verán afectadas en sus ingresos las casi 10.000 familias que lo cultivan en Andalucía.

A photograph of a green combine harvester in a field of white flowers, likely cotton, under a clear blue sky. The harvester is positioned on the right side of the frame, partially obscured by a white text box. The field is filled with rows of white flowers, and a dirt path runs alongside them. In the background, there are trees and a clear horizon.

Opinión de los agricultores sobre la reforma del sistema de ayudas

Capítulo II

II. OPINIÓN DE LOS AGRICULTORES SOBRE LA REFORMA DEL SISTEMA DE AYUDAS

II.1 Realización y objetivos de la encuesta

Para la recabar la opinión de los cultivadores de algodón se realizó una encuesta por correo. El envío del cuestionario se realizó gracias a la colaboración del Fondo Andaluz de Garantía Agraria (FAGA), alcanzó a todos los productores, por lo que el error del marco de muestreo es nulo. El envío del cuestionario (ver el Anexo I) 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, lo cual representa una tasa de respuestas cercana al 10% de la población objetivo¹³, considerada como muy razonable en este tipo de estudios.

La información recogida en el cuestionario puede resumirse en los siguientes puntos:

- *Localización y caracterización del cultivador de algodón:* municipio donde se localiza la finca, edad y porcentaje de su renta proveniente de la agricultura.
- *Conocimiento estructural de las explotaciones:* superficie en riego, sistemas de regadío, disponibilidad de agua, origen de la maquinaria de recolección de algodón y disponibilidad de mano de obra.
- *Prácticas y resultados agronómicos:* distribución de cultivos y rendimientos medios en las últimas tres campañas.
- *Actitud del agricultor frente al desacoplamiento de la ayuda:* seguir cultivando algodón, abandono del cultivo o sustitución del mismo por otros cultivos.
- *Estrategias futuras de producción:* opinión del agricultor sobre los organismos genéticamente modificados y acerca de la adopción del sistema de producción integrada (PI).

El objetivo principal del estudio fue, pues, analizar el impacto diferencial de la reforma según elementos estructurales de la finca (superficie y

¹³ Según datos del FAGA de 2004 el número de explotaciones de algodón era de 9.418. A partir de este dato podemos fijar la tasa de respuesta en el 8,9%.

rendimiento del cultivo) y localización de la misma, y percibir cuál es la disposición del agricultor a continuar con el cultivo a la vista de los posibles escenarios de reforma del mencionado Reglamento.

II.2 Representatividad de la muestra

La comparación de la muestra obtenida con respecto a la población de cultivadores de algodón de Andalucía nos indica una buena representatividad de aquélla bajo los criterios de su distribución geográfica y el tipo de explotación (regadío o secano). Si atendemos a la superficie cultivada de algodón, existe un sesgo hacia los pequeños productores de algodón, los cuales han respondido en una proporción superior a su peso en la población muestral. Este hecho puede ser debido a una mayor preocupación en este colectivo de cultivadores ante la futura entrada en vigor del desacoplamiento de las ayudas.

Distribución de la muestra según provincias

Comparando la distribución porcentual de las superficies cultivadas de algodón en cada provincia durante la campaña 2001/02 con la distribución obtenida en la muestra comprobamos que existe un ligero sesgo hacia el algodón en riego, con una presencia en la muestra algo superior a la real (99,7% frente a un 97,3%), y dentro de éste, hacia las provincias de Cádiz, Córdoba y Huelva, con una superficie agregada en la muestra superior a la que en realidad les corresponde. Sin embargo, el número de respuestas por provincia permite abordar el análisis estadístico diferencial a este nivel¹⁴.

Podemos analizar de la misma forma la distribución del número de explotaciones por provincia, tal y como aparece en el Cuadro 2.2. Según estos datos, la distribución provincial de la muestra se corresponde en gran medida con la realidad, si bien se mantiene un sesgo positivo hacia el algodón de regadío en la muestra¹⁵.

¹⁴ En el caso de Huelva, el número de cuestionarios que declararon una superficie cultivada de algodón fue igual a 28. En el caso de Málaga la muestra no incluyó ningún cuestionario. Teniendo en cuenta la práctica inexistencia del cultivo en esta provincia (53 ha de algodón en 2002), podemos descartar a esta provincia del análisis.

¹⁵ Este punto puede resultar beneficioso ya que, como es sabido, existe un considerable número de explotaciones a la espera de obtener la legalización definitiva del total o parte de sus parcelas por parte de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, lo cual elevaría el número de explotaciones en riego y haría la muestra más próxima a la realidad.

CUADRO II.1

Distribución porcentual de la superficie de algodón por provincia

	Población objetivo (%)		Muestra (%)	
	Regadío	Secano	Regadío	Secano
Cádiz	12,9	2,1	22,2	0,3
Córdoba	12,3	0,0	22,7	0,0
Huelva	0,9	0,3	2,3	0,0
Jaén	7,4	0,0	4,8	0,0
Málaga	0,1	0,0	0,0	0,0
Sevilla	63,8	0,2	47,6	0,0
Andalucía	97,3	2,7	99,7	0,3
Total (%)	100,0		100,0	
Total (ha)	83.675		6.625	

Fuente: Junta de Andalucía. Distribución de cultivos a nivel municipal 1T (2002) y Arriaza et al. (2004).

CUADRO II.2

Distribución porcentual del número de explotaciones por provincia

	Población objetivo (%)		Muestra (%)	
	Regadío	Secano	Regadío	Secano
Cádiz	11,1	2,9	15,2	0,3
Córdoba	11,3	0,3	14,2	0,0
Huelva	2,4	0,3	3,7	0,0
Jaén	14,2	0,2	11,5	0,0
Málaga	0,1	0,0	0,0	0,0
Sevilla	55,2	2,0	55,2	0,0
Andalucía	94,3	5,7	99,7	0,3
Total (%)	100,0		100,0	
Total	9.200		783	

Nota: Aunque la muestra es de 835 cultivadores, 52 de ellos no indicaron la provincia.

Fuente: IEA. Censo Agrario (1999) y Arriaza et al. (2004).

Distribución de la muestra según tamaño de las explotaciones

Como muestra el siguiente cuadro, existe un sesgo positivo hacia los cultivadores de hasta 5 ha, cuyo peso en la muestra es del 45%, frente a su representatividad en la población inferior al 30%. Por el contrario, el colectivo de medianos-grandes productores (con más de 25 ha) se

encuentran en menor medida representado en la muestra con un 8% frente a un 25% en la población objetivo.

CUADRO II.3

Distribución porcentual de la superficie agregada y número de agricultores según estratos de superficie de la explotación

Superficie de algodón cultivada	Número de explotaciones		Superficie agregada	
	Población	Muestra	Población	Muestra
Hasta 5 ha	26,7%	45,0%	6,3%	12,3%
5,1-10	20,6%	34,1%	11,8%	24,0%
10,1-25	27,7%	13,1%	19,8%	19,9%
25,1-100	17,6%	7,2%	27,4%	32,3%
Más de 100 ha	7,5%	0,7%	34,7%	11,5%
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

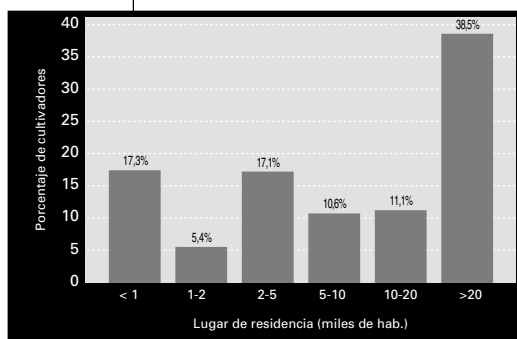
Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca (2004) y Arriaza et al. (2004).

II.3 Análisis de los resultados de la encuesta

En este apartado figura la descripción de los resultados de la muestra obtenida. Para ello se presenta la distribución de frecuencias en el caso de variables nominales (por ejemplo el sistema de riego) u ordinales (como la edad del agricultor), y los estadísticos de tendencia central y de dispersión de las variables de ratio (por ejemplo la superficie del cultivo). El cuestionario enviado aparece en el Anexo I.

GRÁFICO II.1

Distribución porcentual del lugar de residencia del cultivador



Fuente: Encuesta a cultivadores de algodón (Arriaza et al., 2004)

Lugar de residencia

Como aparece en el siguiente gráfico, más de la mitad de los cultivadores de algodón (50,4% de la muestra) viven en núcleos de población con menos de 10.000 habitantes, y casi un cuarto en núcleos de población con menos de 2.000 habitantes. Este es un punto

socialmente importante ya que cualquier incidencia que afecte al cultivo tiene un reflejo en las políticas de desarrollo rural destinadas a este tipo de zonas.

Como indicamos anteriormente, más de la mitad de los productores de la muestra se localizan en la provincia de Sevilla (55%), seguidos por los pertenecientes a las provincias de Cádiz y Córdoba, con un porcentaje aproximado del 15%. Le sigue la provincia de Jaén con un porcentaje cercano al 12% y la de Huelva con el 4%.

Edad del cultivador

Respecto a la edad de los cultivadores de algodón, el Gráfico II.2 muestra una población menos envejecida que la correspondiente a los perceptores de ayudas directas del F.A.G.A. (olivareros, ganaderos, perceptores de ayudas estructurales y de ayudas por superficie), con aproximadamente el doble de menores de 35 años y menos de la

mitad de mayores de 65 años. Otro factor a tener en cuenta con carácter prioritario para la aplicación en nuestras zonas de producción de fondos estructurales y de desarrollo rural (Gráfico II.2).

Tenencia de la tierra

En cuanto a la tenencia de la tierra, más del 60% de los cultivadores de algodón son propietarios del total de su explotación. El porcentaje de agricultores con menos del 20% de la tierra que cultivan en propiedad representan algo más de un quinto del total de cultivadores, como se refleja en el Gráfico II.3. Este porcentaje es superior al existente en otros cultivos de regadío en zonas similares, lo que se corresponde con una práctica que antes era muy habitual (especialmente en la provincia de Sevilla): el arrendamiento de parcelas para cultivar algodón.

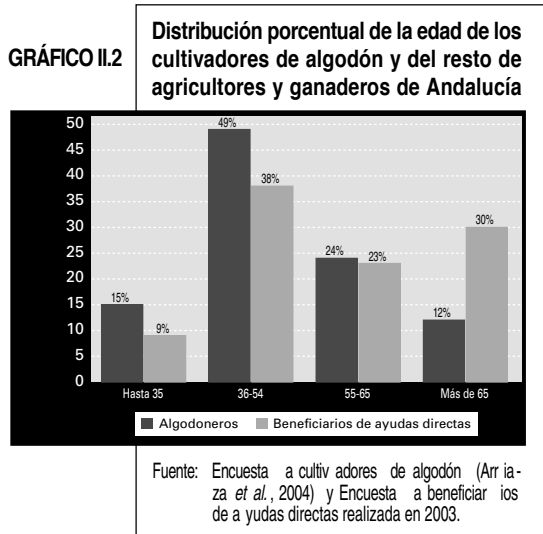
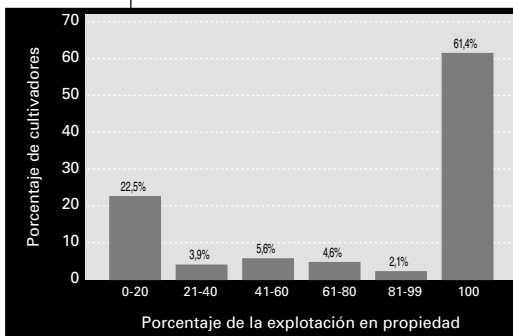
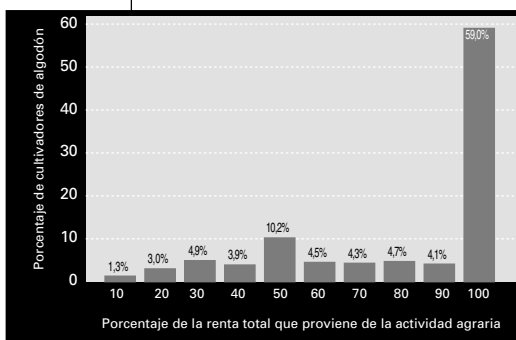


GRÁFICO II.3 Distribución del porcentaje de la explotación en propiedad del cultivador



Fuente: Encuesta a cultivadores de algodón (Arriza *et al.*, 2004)

GRÁFICO II.4 Distribución del porcentaje de renta que proviene de la actividad agraria



Fuente: Encuesta a cultivadores de algodón (Arriza *et al.*, 2004)

Importancia de la renta agraria en la renta total del agricultor

Por último, respecto a las variables de tipo socioeconómico, la muestra reveló que, por término medio, el 81% de los ingresos de los encuestados tienen como origen principal la actividad agrícola. Además, aproximadamente el

60% de los cultivadores de algodón tienen la actividad agrícola como su única fuente de ingresos. Esto tiene asimismo una repercusión muy directa sobre las actuaciones en materia de política agraria y desarrollo rural. En el Gráfico II.4 podemos apreciar esta distribución según porcentajes.

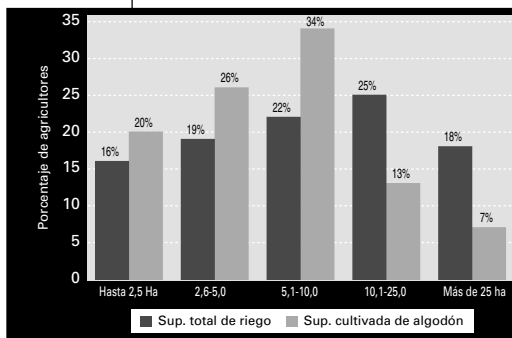
Aspectos estructurales de las explotaciones de algodón

Superficie

Según los datos de la encuesta, las explotaciones poseen como promedio 23 hectáreas en riego y cada una dedica casi la mitad de su superficie al cultivo del algodón (en concreto 10,5 hectáreas). Sin embargo, si analizamos la distribución porcentual de la encuesta (ver el Gráfico II.5) casi la mitad (46%) de los cultivadores tienen menos de 5 hectáreas de algodón. Sólo un 7,5% de los cultivadores ostentan más de 25 hectáreas, si bien representan el 41% de la superficie total de algodón cultivado en Andalucía.

GRÁFICO II.5

Distribución porcentual del tamaño de la explotación en riego y de la superficie cultivada de algodón por estrato de superficie



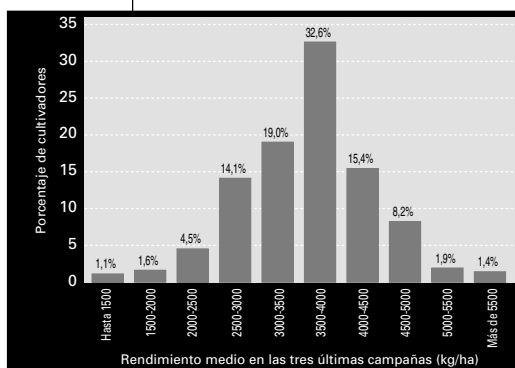
Fuente: Encuesta a cultivadores de algodón (Arriza et al., 2004).

Rendimiento

Como muestra el Gráfico II.6, los rendimientos medios más frecuentes oscilan entre 3.500 y 4.000 kg/ha. En los extremos encontramos un 11,5% que declara conseguir unos rendimientos medios superiores a 4.500 kg/ha, frente a un 7,2% que obtendrían rendimientos inferiores a 2.500 kg/ha.

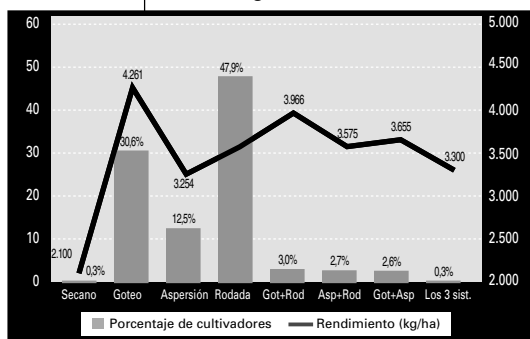
GRÁFICO II.6

Rendimientos medios declarados por los agricultores en la encuesta



Fuente: Encuesta a cultivadores de algodón (Arriza et al., 2004).

GRÁFICO II.7 Porcentaje del sistema de riego y rendimiento según sistema



Fuente: Encuesta a cultivadores de algodón (Arriza *et al.*, 2004)

Sistema de riego y disponibilidad de agua

El sistema de riego más habitual es el riego por surcos o agua rodada (47,9%)¹⁶, seguido por el sistema de riego localizado (30,6%) y el de aspersión (12,5%). El porcentaje de cultivadores que tienen más de un sistema de riego es inferior al 9%. El Gráfico II.7

incluye estos porcentajes y el rendimiento medio declarado por los encuestados. Como puede observarse, los rendimientos obtenidos con el sistema de riego por goteo son muy superiores al resto, tanto en el caso de ser el único sistema de regadío como cuando se combina con el sistema de riego por aspersión o por surcos.

Sin embargo, el sistema de riego localizado no tiene la misma implantación en todas las provincias productoras, como podemos apreciar en el Cuadro II.4. En efecto, de acuerdo con los datos obtenidos en la encuesta, las provincias de Huelva y Córdoba tienen un porcentaje (100% y 63%) muy superior a la media andaluza (33%). Estas diferencias son debidas en gran medida a la presencia de zonas regables más modernas en Córdoba y Huelva las cuales conllevan un uso general de sistemas de riego a presión.

Respecto a la disponibilidad de agua de riego, el 97% de los encuestados manifestaron que la dotación de agua disponible es suficiente, y no le condiciona la elección del plan de cultivos.

¹⁶ Este porcentaje sugiere la necesidad de emprender una decidida actuación de modernización de estas explotaciones para conseguir un mejor y más eficiente uso del agua de riego y unos mayores niveles de producción.

CUADRO II.4

Tipo de sistema de riego en explotaciones algodoneras por provincias

	Núm. explot. en la muestra con un único sist. de riego	Goteo	Aspersión	Rodada	Total
Cádiz	99	13%	46%	41%	100%
Córdoba	93	63%	19%	17%	100%
Huelva	28	100%	0%	0%	100%
Jaén	78	19%	8%	73%	100%
Sevilla	276	26%	3%	71%	100%
Andalucía	574	33%	14%	54%	100%

Fuente: Encuesta a cultivadores de algodón (Arriaza et al., 2004).

Maquinaria y mano de obra

Algo más de tres cuartos (76,4%) de los cultivadores contratan con terceros la recolección del algodón. Sólo un 11% de los mismos posee maquinaria de recolección propia. El resto, un 12,6%, utilizan maquinaria propiedad de una agrupación de agricultores a la que pertenecen. En opinión de algunos productores, la generalización del uso de este tipo de empresas externas incidiría negativamente en la calidad de la fibra de algodón ya que, en muchas ocasiones, el algodón bruto no se recoge en el momento óptimo para la desmotación sino cuando al cultivador le llega “su turno”.

Respecto a la contratación de la mano de obra, aproximadamente el 60% de los agricultores declaran utilizar en la actualidad mano de obra externa. Asimismo, afirman que no tendrían problemas a la hora de buscar más mano de obra si fuera necesario. El resto, un 40% de los algodoneros, manifiestan su imposibilidad de contratar mano de obra externa. Esta limitación de mano de obra externa dificulta una posible sustitución del cultivo del algodón por otras alternativas con mayor demanda de mano de obra, como es el caso de los cultivos hortícolas o los frutales.



**Caracterización de
las explotaciones
algodoneras
andaluzas**

Capítulo III

III. CARACTERIZACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES ALGODONERAS ANDALUZAS

III.1 Introducción

A lo largo de los anteriores capítulos se han expuesto las principales características del sector productor de algodón en Andalucía: localización y características estructurales, prácticas y resultados agronómicos, etc. No obstante, parece igualmente oportuno analizar la importancia e implicaciones de este cultivo en un contexto más amplio, considerando éste como una más de las múltiples alternativas de cultivo existentes para las explotaciones agrícolas andaluzas. En esta línea el presente capítulo considera al *cultivador de algodón* y su correspondiente *explotación agrícola* como la *unidad básica de producción*. Efectivamente, es a este nivel donde se toma las decisiones de cultivo y, por tanto, donde se determinan la cuantía de la superficie dedicada a cada una de las alternativas de cultivo (incluida el algodón) y las labores y técnicas a desarrollar. De esta manera, analizando y caracterizando a los diferentes cultivadores de algodón se podrá profundizar en el estudio de este sector productor.

Así pues, este capítulo analiza la heterogeneidad existente dentro de los agricultores (y sus explotaciones) que cultivan algodón en Andalucía. Para ello se pretende establecer una *tipología de cultivadores de algodón*, de forma tal que pueda explicarse con mayor claridad el papel de este cultivo dentro de las diferentes unidades de producción que resulten de dicha tipificación.

La realización de una tipología de las explotaciones y de los cultivadores de algodón tiene, además, una utilidad adicional clave en este trabajo de investigación. Efectivamente, la tipificación a realizar debe tratar de agrupar las explotaciones y los agricultores que tengan un comportamiento productivo similar; es decir, que tengan en sus explotaciones un plan de cultivos parecido. De esta manera, como se expone en el apartado 3.4, 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 (ver Capítulo 5).

En esta línea argumental, dado el objetivo operativo de la tipología (obtener grupos homogéneos de cultivadores de algodón para realizar simulaciones de diversos instrumentos de política agraria), conviene poner de relieve

la necesidad de que esta clasificación se base en un número razonable de grupos. Así, ésta debe ser lo suficientemente detallada para explicar la diversidad de comportamientos entre los cultivadores de algodón, pero debe tener un número limitado de clases que permita de forma pragmática la modelización por separado de las correspondientes “explotaciones tipo”, y su posterior agregación para la obtención de resultados globales.

III.2 Material y Métodos

Fuente de información

Para la elaboración de la mencionada tipología se ha partido de la información suministrada por la encuesta llevada a cabo en verano de 2004 ya descrita en el Capítulo 2. Así, dada la alta representatividad de la muestra (ver apartado II.2), puede afirmarse que la tipología a desarrollar será igualmente representativa de la variedad existente dentro de la población de explotaciones algodoneras de Andalucía.

Metodología para el tratamiento de los datos

Primer criterio de clasificación: la localización geográfica

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. Siguiendo un criterio de operatividad, se ha optado por partir de la muestra original de la encuesta en 2 submuestras:

- A) Explotaciones del “*Alto Guadalquivir*”, que incluye aquéllas que se localizan en las provincias de Jaén y Córdoba.
- B) Explotaciones del “*Bajo Guadalquivir*”, las que se sitúan en las provincias de Sevilla, Cádiz y Huelva.

Considerando este primer criterio de clasificación puede asegurarse que los grupos resultantes en etapas posteriores presentarán necesariamente una relativa homogeneidad interna en cuanto a clima y suelo. En definitiva, se trata de cerciorarse de que todas las explotaciones incluidas en una determinada clase disponen de una misma gama de alternativas de cultivos.

Segundo criterio de clasificación: el plan de cultivos

Una vez establecidos los dos grandes grupos de explotaciones con similar base edafo-climática, el siguiente paso es 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. Así se evita que el análisis se vea afectado por las diferencias en el tamaño de las explotaciones.

En función de las respuestas obtenidas en la encuesta, once han sido las alternativas de cultivo consideradas:

1. Algodón
2. Maíz
3. Remolacha
4. Trigo
5. Girasol
6. Habas
7. Patata
8. Hortícolas
9. Cultivos permanentes: olivar
10. Cultivos permanentes: cítricos
11. Otros

El conjunto de estos 11 cultivos representa más del 99% de la superficie de cultivo de las explotaciones la muestra.

Dado el elevado número de variables clasificatorias (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. 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:

$$\begin{aligned} X_1 &= a_{11} \cdot F_1 + a_{12} \cdot F_2 + \dots + a_{1m} \cdot F_m + u_1 \\ X_2 &= a_{21} \cdot F_1 + a_{22} \cdot F_2 + \dots + a_{2m} \cdot F_m + u_2 \\ &\dots \\ X_i &= a_{i1} \cdot F_1 + a_{i2} \cdot F_2 + \dots + a_{im} \cdot F_m + u_i \\ &\dots \\ X_{11} &= a_{111} \cdot F_1 + a_{112} \cdot F_2 + \dots + a_{11m} \cdot F_m + u_{11} \end{aligned}$$

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 correlacionadas¹⁷.

La fiabilidad del análisis factorial está supeditada al tamaño de la muestra. Si bien no existe un consenso respecto al tamaño mínimo, podemos apuntar las recomendaciones de algunos autores (Gorsuch, 1983; Hatcher, 1994 y Bryant y Yarnold, 1995), que sugieren un mínimo de cinco casos por cada variable (un mínimo de 55 en nuestro caso) y no menos de 100 casos para el análisis. En las submuestras analizadas contamos con 186 y 430 casos para el Alto y el Bajo Guadalquivir respectivamente. Este tamaño de ambas matrices de datos valida pues la utilización del análisis factorial en los dos ámbitos geográficos.

La aplicación de esta técnica a cada submuestra se realizó mediante el programa SPAD 5.0. En las dos submuestras consideradas, el Alto y el Bajo Guadalquivir, los dos primeros factores (F_1 y F_2) explican la mayor parte de la varianza de la estructura de datos original: el porcentaje de la varianza acumulado de F_1 y F_2 es del 51% y 55%, respectivamente. Así pues, reteniendo para el análisis estos dos primeros factores, el análisis de la distribución de cultivos existente puede reducirse adecuadamente considerando únicamente estas dos dimensiones.

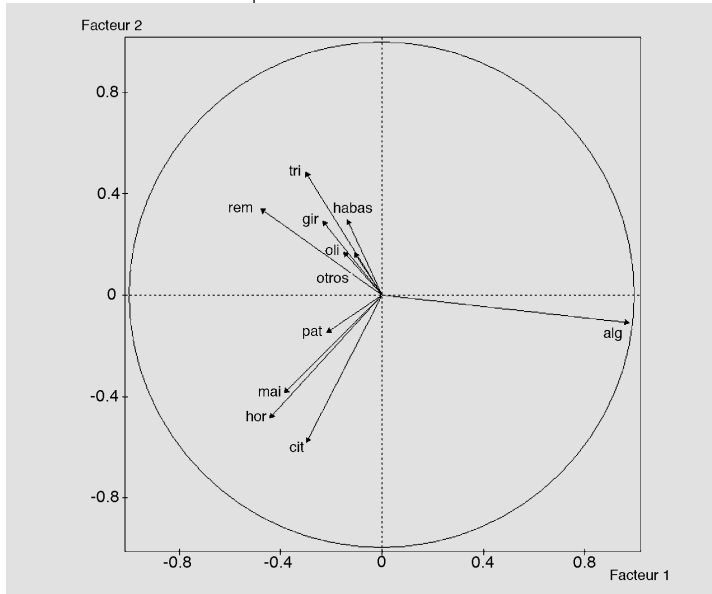
A manera de ejemplo el Gráfico III.1 muestra el valor de las cargas factoriales de las diferentes variables originales (porcentaje de la distribución de cultivo) para los dos primeros factores en el caso de del Bajo Guadalquivir, a través del llamado “círculo de correlación”. En esta figura los vectores representan cada variable por medio de dos coordenadas que miden los coeficientes de correlación (cargas factoriales) de dicha variable con los dos factores considerados.

Analizando la significación de estos resultados puede deducirse que el eje F_1 refleja la dimensión relativa a la *especialización de las explotaciones/agricultores en el cultivo del algodón*, mientras que el eje F_2 alude a la *demanda de recursos hídricos para los cultivos*. Así, el F_1 , el de mayor poder explicativo,

17

Para más información sobre esta técnica estadística multivariante puede consultarse Hair et al. (1998).

GRÁFICO III.1

Círculo de correlación de F_1 y F_2 . Caso del Bajo Guadalquivir

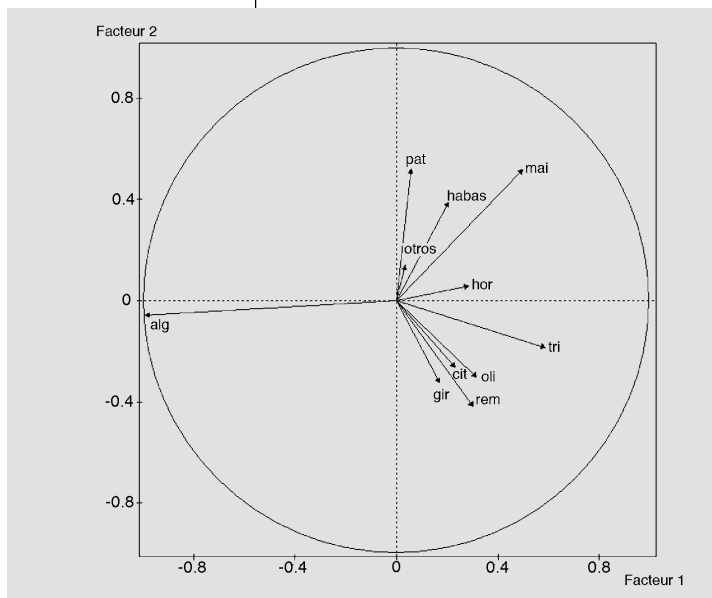
Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta a cultivadores de algodón (Arriza *et al.*, 2004).

presenta cargas factoriales positivas para el algodón y negativas para el resto de cultivos. Por su parte, el F_2 tiene cargas positivas para los cultivos menos demandantes de agua de riego (trigo, remolacha¹⁸ u olivar), mientras que los cultivos más exigentes en este factor productivo (cítricos, maíz u hortalizas) tienen cargas factoriales negativas.

El círculo de correlación para los dos primeros factores en el caso del Alto Guadalquivir puede observarse igualmente en el Gráfico III.2. Como puede observarse, en este caso los factores obtenidos tienen un significado similar a los del Bajo Guadalquivir antes descritos: F_1 refleja la dimensión relativa a la especialización en el cultivo del algodón y F_2 alude a la demanda de recursos hídricos para los cultivos. Habida cuenta de la existencia de una estructura de datos similar, todos los comentarios anteriores son igualmente extrapolables a este segundo caso.

¹⁸ Se recuerda que el cultivo de la remolacha en Andalucía es de siembra otoñal (recogida en los meses de junio y julio), por lo que los requerimientos hídricos se limitan sólo a riegos de apoyo durante los últimos meses del cultivo.

GRÁFICO III.2 Círculo de correlación de F₁ y F₂. Caso del Alto Guadalquivir



Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta a cultivadores de algodón (Arriza *et al.*, 2004).

Realizado este análisis previo de los datos se ha optado por aplicar una técnica de **análisis de grupos o de conglomerados** (*cluster* en terminología anglosajona), al objeto de obtener finalmente la tipificación buscada. Este tipo de técnicas cluster consisten básicamente en la agrupación de objetos o individuos que se consideran similares entre sí a partir de un conjunto de variables que los caracterizan. En este trabajo, en concreto, lo que se pretende es 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. La técnica de análisis de grupos así definida es una técnica secuencial de agrupación de individuos en grupos o conglomerados cada vez de mayor tamaño. Al

comienzo del proceso, cada individuo se considera incluido en un grupo propio. Cada una de las sucesivas etapas consistirá en agrupar los dos grupos de mayor similitud en ese momento del proceso, reduciendo en uno el número de grupos de forma sucesiva, hasta obtener finalmente un único agregado. Este procedimiento de agregación por fases puede representarse gráficamente a través de un dendrograma o árbol de semejanzas. Para aclarar cualquier aspecto metodológico con respecto a esta técnica de análisis estadístico pueden consultarse, entre otros, a Hair *et al.* (1998).

Obtenido el correspondiente dendrograma, entra en juego la decisión del investigador, que debe cortar el árbol horizontalmente para obtener el número de grupos que desee. En este proceso de corte y, en definitiva, de agrupación, se juega con la visión del árbol, el número de grupos que más o menos se pretende obtener en función de los objetivos buscados y el conocimiento en la materia.

De esta forma, mediante la aplicación de la técnica de análisis de grupos descrita a cada zona considerada (Alto y Bajo Guadalquivir), y utilizando el mismo programa informático, se han podido obtener finalmente 3 conglomerados para cada caso, tal y como se analizan en detalle en el siguiente epígrafe.

III.3 Tipología de las explotaciones de algodón en Andalucía

Tipología de explotaciones en función del plan de cultivos

Como se acaba de relatar, siguiendo la metodología antes expuesta se han obtenido 3 conglomerados o grupos homogéneos de explotaciones en cada una de las zonas geográficas analizadas (Alto y Bajo Guadalquivir). Cada uno de estos grupos puede describirse a través de las correspondientes “*explotaciones tipo*”, explotaciones virtuales cuyo plan de cultivos es el promedio de todas aquéllas que se incluyen en el conglomerado en cuestión.

Tal y como puede observarse en el Cuadro III. I, cada uno de estos grupos difiere significativamente en el plan de cultivos en que basa su actividad productiva¹⁹. Si bien en todos ellos el algodón se presenta como el cultivo

¹⁹ En el propio Cuadro 3.1 se señalan a través de asteriscos aquellos cultivos a los cuales la explotación “tipo” de un determinado conglomerado le asigna una superficie porcentual significativamente diferente a la media de la zona considerada (Alto y Bajo Guadalquivir).

Cultivo	Tipología de explotaciones con cultivo de algodón. Planes de cultivo									
	Alto Guadalquivir				Bajo Guadalquivir				Total	
	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Total	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Total	Clase 3	Total
Algodón	47%***	39%***	99%***	74%	45%***	44%***	98%***	71%		
Maíz	36%***	6%**	0%***	11%	39%***	4%***	1%***	10%		
Remolacha	0%**	11%***	0%***	2%	3%***	27%***	0%***	9%		
Trigo	6%	23%***	0%***	6%	0%***	12%***	0%***	4%		
Girasol	4%**	2%	0%**	2%	1%**	6%***	0%***	2%		
Hortícolas	1%	6%***	1%**	2%	6%***	1%	0%***	1%		
Patata	1%**	0%	0%	0%	3%***	1%	0%***	1%		
Olivar	1%	10%***	0%***	2%	0%	0%	0%	0%		
Habas	3%**	0%	0%*	1%	0%	2%***	0%	0%		
Cítricos	0%	2%***	0%	0%	3%***	0%***	0%**	1%		
Otros	1%**	0%	0%	0%	0%	3%***	0%**	1%		

Los asteriscos indican diferencias significativas con respecto a la media de la zona correspondiente: *** p<0,1%; ** p<1%; * p<5%.
Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a cultivadores de algodón (Ariaza et al., 2004).

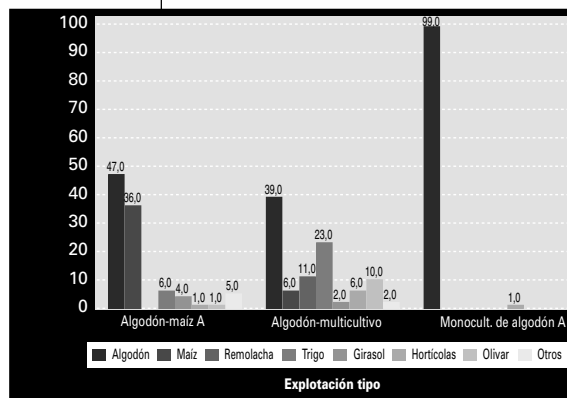
más importante (mayor porcentaje de la superficie de cultivo). Así, analizando la distribución de cultivos de cada “explotación tipo” puede asignarse a éstas un nombre o “etiqueta” característico del grupo, tal y como a continuación se comenta.

A) Alto Guadalquivir:

- *Clase 1.* El plan de cultivo de este conglomerado se fundamenta en el algodón (47%) y el maíz (36%). El resto de cultivos tiene un peso significativamente menor: trigo (6%), girasol (4%) o habas (3%). Por ello este grupo puede denominarse como “algodón-maíz A”.
- *Clase 2.* Varios son los cultivos característicos de la producción de este conglomerado: algodón (39%), trigo (23%), remolacha (11%), olivar (10%) y hortalizas (6%). Por este motivo este grupo se denomina “algodón-multicultivo”.
- *Clase 3.* Este tercer grupo representa a los productores de algodón en monocultivo, ya que en las explotaciones aquí incluidas dicho cultivo ocupa el 99% de sus superficies. Así, la etiqueta asignada a la clase es la de “monocultivo de algodón A”.

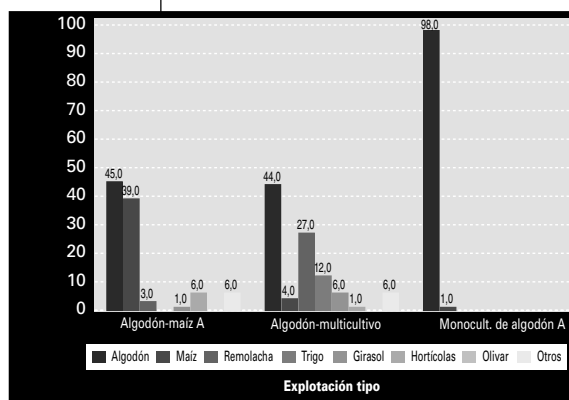
GRÁFICO III.3

Plan de cultivo característico de las “explotaciones tipo” del Alto Guadalquivir



Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta a cultivadores de algodón (Arriza et al., 2004).

GRÁFICO III.4 Plan de cultivo característico de las “explotaciones tipo” del Bajo Guadalquivir



Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta a cultivadores de algodón (Arriza et al., 2004).

B) Bajo Guadalquivir:

- **Clase 1.** Este primer conglomerado del Bajo Guadalquivir también fundamenta su actividad productiva en el algodón (45%) y el maíz (39%). Por esto se denomina igualmente como “algodón-maíz B”.
- **Clase 2.** Esta clase se caracteriza por la importancia de los cultivos del algodón (44%) y la remolacha (27%) en los planes de cultivo de sus explotaciones. A distancia, le siguen el trigo (12%) y el girasol (6%). Por este motivo este conglomerado pasa a denominarse “algodón-remolacha”.
- **Clase 3.** Este tercer grupo, al igual que en el Alto Guadalquivir, se corresponde con los productores de algodón en régimen de monocultivo (el algodón ocupa el 98% de la superficie de cultivo de estas explotaciones). La denominación de este conglomerado es, pues, la de “monocultivo de algodón B”.

Los Gráficos III.5 y III.6 muestran la localización de los casos analizados (representados como puntos negros) en un diagrama bidimensional de ejes F_1 y F_2 (dimensiones obtenidas del análisis factorial). Asimismo, en este mismo diagrama se señalan con círculos en blanco la localización de las “explotaciones tipo” obtenidas del análisis de grupos, indicando en función de su diámetro el tamaño del conglomerado correspondiente (número de casos incluidos).

GRÁFICO III.5 Tipología de explotaciones. Caso del Alto Guadalquivir



Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta a cultivadores de algodón (Arriza *et al.*, 2004).

GRÁFICO III.6 Tipología de explotaciones. Caso del Bajo Guadalquivir



Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta a cultivadores de algodón (Arriza *et al.*, 2004).

Como puede observarse en ambos gráficos, las “explotaciones tipo” antes descritas pueden explicarse también sobre la base de los dos factores ya referidos en el apartado 3.2.2. Así, en ambos casos existe un tipo de explotaciones con máxima especialización en el cultivo del algodón (tipo

“monocultivo de algodón” A y B), y dos tipos donde esta especialización es más baja. Igualmente en ambas localizaciones geográficas las explotaciones con baja especialización en algodón se dividen en función de las necesidades hídricas de sus cultivos. Tanto en el Alto como el Bajo Guadalquivir las explotaciones que complementan el algodón con cultivos con gran demanda de agua de riego se caracterizan por tener un gran porcentaje de su superficie dedicada al maíz (explotaciones “algodón-maíz” A y B). Por el contrario, en el caso de completar el algodón con cultivos menos exigentes en agua lo hacen bien con una gran gama de cultivo (trigo, remolacha u olivar), como en el Alto Guadalquivir (“algodón-multicultivo”), o bien por una rotación predominante de algodón con remolacha (“algodón-remolacha”), como ocurre en el Bajo Guadalquivir.

Caracterización socio-económica de las “explotaciones tipo”

La tipología de explotaciones que cultivan algodón, como ya se apuntó, se ha realizado considerando como variables clasificatorias los factores F_1 y F_2 , obtenidos en el análisis factorial a partir de los porcentajes de superficie que cada explotación dedicada a los diferentes cultivos (variables originales). Con ello se consigue obtener conglomerados de explotaciones que se comportan de una forma homogénea en cuanto a la toma de decisiones productivas (homogeneidad interna en cuanto al plan de cultivos). No obstante, es necesario analizar igualmente qué otras variables, además de su plan de cultivos, caracterizan estos grupos y sus correspondientes “explotaciones tipo”. En esta línea, el Cuadro III.2 reproduce los valores medios de las variables socio-económicas consideradas en la encuesta para cada conglomerado. Igualmente, en este mismo cuadro, se señalan mediante asteriscos aquellas variables en que cada grupo presenta valores estadísticamente diferentes de la media de las submuestras a la que pertenecen (Alto y Bajo Guadalquivir), y que, por tanto, son realmente características de su composición.

A continuación se detallan, grupo por grupo, las características más importantes que se deducen del análisis de las variables socio-económicas recogidas en la encuesta:

A) Alto Guadalquivir:

- *Clase 1.* La “explotación tipo” de “algodón-maíz A” se caracteriza en primer lugar por presentar una superficie de cultivo muy superior a la media del Alto Guadalquivir (43,1 ha de media). Esta dimensión relativamente grande permite que los agricultores que la gestionan

CUADRO III.2 Tipología de explotaciones con cultivo de algodón. Caracterización socio-económica

Variables socioeconómicas	Alto Guadalquivir			Bajo Guadalquivir			Total Guadalquivir	
	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Total	Clase 1	Clase 2		Clase 3
Superficie cultivo	43,1**	49,2**	4,4***	23,3	30,2*	45,2***	6,9***	23,0
% superficie en propiedad	62	62	70	67	59**	71	73*	70
Edad	2,7	2,9	2,9	2,9	3,02	2,93	2,95	2,96
% renta agraria	83*	81	72*	77	88**	85	76***	81
Tipo de población	3,7	3,78	3,50	3,61	5,01**	5,09***	4,14***	4,60
% Contrata mano de obra	76***	64*	35***	51	76***	66*	48***	60
% Maquinaria propia	14	3	11	10	9	13	7	10
% Maquinaria agrupación	2**	17	21*	15	3	3	3	3
% Maquinaria alquilada	84	81	68*	75	86	83	78	81
% Conocimiento PI	70*	69	48**	58	66*	65*	46***	57
% Conocimiento OMG	76*	82*	53***	65	62	68***	45***	57
% Acogido PI	31	26	33	31	37*	29	24	29
% Acogería PI	77	81	67	73	82	71	77	76
% Obligación PI	47	52	51	50	52***	23**	30	33
% Usaría OMG	89*	86	74*	81	93	95**	83**	89
% Abandono cultivo desacopl. 65%	91***	68	70	76	78	65***	85***	76
% desacopl. abandono cultivo	43***	60***	50	50	50	57***	44***	50

Los asteriscos indican diferencias significativas con respecto a la media de la zona correspondiente: *** p<0,1%; ** p<1%; * p<5%.
Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a cultivadores de algodón (Ariaza et al., 2004).

Nota: PI = Producción Integrada; OMG = Organismos Modificados Genéticamente (por ejemplo, el Algodón Bt)

perciban un mayor porcentaje de rentas procedentes de la agricultura (83% del total). Igualmente, esta estructura de las explotaciones que caracteriza este conglomerado exige que estos agricultores requieran más mano de obra no familiar (el 76% contrata mano de obra). Esta alta dependencia y dedicación a la actividad agraria explica asimismo el elevado conocimiento del cultivo del algodón y sus diferentes alternativas tecnológicas (el 70% conoce en qué consiste la PI y el 76% conoce la existencia y la utilidad de los OMG). Finalmente cabe comentar que, según la opinión expresada en la encuesta, éste sería el grupo más propenso al abandono del cultivo del algodón por el desacoplamiento de la ayuda; el 91% de sus componentes abandonará el cultivo con un desacoplamiento del 65%. En este grupo, algo más de la mitad de las explotaciones tienen riego por surcos (52% de todos los pertenecientes a este grupo), seguido por el riego localizado (29%) y en menor medida riego por aspersión (19%).

- *Clase 2.* El grupo de explotaciones denominado como “*algodón-multicultivo*”, presenta características socio-económicas similares a la anterior. La correspondiente explotación “tipo” presentan la mayor dimensión media de las analizadas (49,2 ha). Esta particularidad explica cómo la mayor parte de estos productores se ve obligado igualmente a contratar mano de obra (64%), y que, en general, son mejores conocedores del cultivo de algodón que la media de cultivadores del Alto Guadalquivir. Existe por igual riego por surcos y por aspersión (39%), siendo el resto riego localizado.
- *Clase 3.* Este último conglomerado, denominado “*monocultivo de algodón A*”, se caracteriza esencialmente por su pequeño tamaño de explotación (4,4 ha como media). Sólo así se puede explicar la posibilidad de que operen en régimen de monocultivo (exención de la obligación de rotación de las explotaciones de menos de 10 ha). Esta reducida dimensión se traduce en la mayor necesidad que tienen los productores de contar con rentas no agrarias (fenómeno de la agricultura tiempo parcial), si bien el cultivo del algodón sigue siendo la fuente principal para éstos (72% del total). Asimismo, esta estructura de las explotaciones hace que el empleo requerido sea esencialmente familiar (sólo el 35% contrata mano de obra) y que, en general, no tengan tanta información sobre las modernas técnicas de cultivo como los anteriores grupos (sólo el 48% y el 53% conocen lo que son la PI y los OMG, respectivamente). En este grupo predomina el riego por goteo (55%), seguido por el riego por surcos (33%) y por el de aspersión (12%).

B) Bajo Guadalquivir:

- *Clase 1.* El conjunto de productores denominado como “*algodón-maíz B*” se caracteriza, como sus homónimos del Alto Guadalquivir, por tener explotaciones de tamaño superiores a la media (30,4 ha de promedio). Estos agricultores obtienen un mayor porcentaje de sus rentas procedentes de la agricultura (88% del total), contratan más mano de obra (el 76% lo hace) y tienen un mayor conocimiento del cultivo que la media de algodoneros del Bajo Guadalquivir. Como característica diferencial, cabe destacar una cierta conciencia ambiental de este conglomerado, en la medida que es el grupo con mayor porcentaje de productores acogidos al sistema de Producción Integrada (37%). Además, una mayoría (52%) considera que este tipo de producción debería ser obligatoria para todos los productores de algodón. Con respecto al sistema de riego, la mayoría de los agricultores disponen de riego por goteo (82% de los pertenecientes a este grupo), seguido por el riego por surcos (13%) y riego por aspersión (5%).
- *Clase 2.* El conglomerado con la etiqueta de “*algodón-remolacha*” también tiene una elevada dimensión media (45,2 ha), por lo que igualmente presenta una mayor demanda de mano de obra contratada (66% de los titulares contrata personal asalariado) y un mayor conocimiento de aspectos del cultivo del algodón como la PI y los OMG. Sin embargo, al contrario que los anteriores, estos productores no presentan conciencia ambiental reseñable: sólo el 23% de ellos considera positivo la obligatoriedad de cultivar el algodón dentro de la PI, y la práctica totalidad (95%) estarían dispuestos a usar los OMG. Por último, cabe señalar que este conglomerado sería el más resistente al abandono del cultivo por el desacoplamiento de las ayudas: “sólo” el 65% de sus productores declara que abandonaría el cultivo para un desacoplamiento del 65%. En este grupo se encuentran más uniformemente repartidos los tres sistemas de riego: 47% localizado, 32% por surcos y 21% aspersión.
- *Clase 3.* Las explotaciones localizadas dentro del grupo “*monocultivo de algodón B*”, como su homónimo del Alto Guadalquivir, tienen un tamaño medio de explotación inferior a la media de la zona (6,9 ha). Como es lógico suponer, la renta procedente de la agricultura es inferior al resto de grupos (76%), demandan menos mano de obra asalariada (sólo en 48% contrata personal eventual), y poseen un menor conocimiento de las últimas técnicas de cultivo (sólo el 46% y 45% conocen lo que es la PI y los OMG). Debe señalarse que este grupo

CUADRO III.3 Tipología de explotaciones con cultivo de algodón. Representatividad de las “explotaciones tipo”

	Alto Guadalquivir				Bajo Guadalquivir				Total Guadalquivir
	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Total	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Total	
	Número de agricultores	49	36	101	186	87	128	215	
% agricultores / zona	26,3	19,4	54,3	100	20,2	29,8	50,0	100	
% agricultores / total	8,0	5,8	16,4	30	14,1	20,8	34,9	70	100
Superficie explotaciones (ha)	2.112	1.771	444	4.325	2.627	5.784	1.492	9.907	14.232
% superf. explotaciones / zona	48,8	41,0	10,2	100	26,5	58,4	15,1	100	
% superf. explotaciones / total	14,8	12,4	3,1	30	18,5	40,6	10,5	70	100
Superficie de algodón (ha)	993	691	440	2.123	1.182	2.545	1.462	5.190	7.313
% superf. algodón / zona	46,7	32,5	20,7	100	22,8	49,0	28,2	100	
% superf. algodón / total	13,6	9,4	6,0	29	16,2	34,8	20,0	71	100

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a cultivadores de algodón (Arriaza et al., 2004).

declara una mayor propensión al abandono del cultivo del algodón por la reforma en el régimen de ayudas: para un desacoplamiento del 65%, el 85% de los agricultores de este grupo dejaría de cultivarlo. En estas explotaciones predomina el riego por goteo (62%), seguido por el riego por surcos (28%) y el riego por aspersión (10%).

Representatividad de las “explotaciones tipo”

Para finalizar con la descripción de la tipología de explotaciones cultivadoras de algodón hace falta explicitar la importancia relativa de cada uno de los grupos. En este sentido, el Cuadro III.3 presenta la información más relevante al respecto.

III.4 Utilidad de la tipología para la modelización

El modelo básico de simulación

El diseño de modelos descriptivos del comportamiento de los agricultores se ha venido basando normalmente en el comportamiento maximizador del beneficio de estos empresarios agrarios, tal y como plantea la Teoría Económica Neo-clásica. Siguiendo esta teoría, puede considerarse que los titulares de las explotaciones agrarias, sobre la base de las características de la estructura productiva de las mismas, tratan de establecer el plan de cultivos que les reporte el máximo beneficio posible. Este comportamiento se mantendría constante con independencia del contexto institucional a los que éstos deban hacer frente (cambios en la política agraria o cualquier otra política que pudiera afectarles).

Siguiendo este planteamiento, y dada una función de producción $y = f(v_1, v_2, \dots, v_n)$, puede asumirse que los productores tratarán de optimizar la siguiente función de beneficio:

$$\pi = P \cdot f(v) - \sum_{i=1}^n p_{v_i} \cdot v_i$$

donde P es el precio del producto, p_{v_i} son los precios de los factores, y v_i es la cantidad de insumos empleada. En un contexto multi-insumo y multi-producto, característico de las explotaciones agrarias reales, y haciendo diversas simplificaciones sobre la formulación matemática de los modelos, el comportamiento de los productores se puede simular a través del siguiente modelo basado en la *programación lineal*:

$$\text{Max} \quad \pi = \sum_{j=1}^m P_j \cdot f_j(v_{ij}) - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{v_i} \cdot v_{ij}$$

$$\text{Sujeto a:} \quad \sum_{j=1}^m v_{ij} \leq \bar{b}_i \quad \forall i$$

donde $f_j(\cdot)$ es la función de producción de las m actividades (cultivos), v_{ij} es la cantidad del factor i usada en la actividad j , y \bar{b}_i es la disponibilidad de recursos (factores productivos) por parte de la explotación.

Dentro de este modelo teórico clásico se deduce que la mayor o menor extensión cualquier cultivo (el algodón en nuestro caso) puede explicarse en último término en función de dos factores clave:

- La *rentabilidad relativa del cultivo*. Así, a medida que el diferencial de rentabilidad favorezca en mayor medida a un determinado cultivo, mayor será la superficie dedicada a dicho cultivo. En último término, este factor de la rentabilidad depende tanto de las condiciones de los mercados de los productos (precios percibidos, P_j) y de los inputs (precios pagados, p_{v_i}), como de la tecnología aplicada a los cultivos (funciones de producción $f_j(\cdot)$). En definitiva la extensión dedicada a un cultivo depende de su aportación individual a la *función objetivo* propuesta para el modelo.
- La *disponibilidad de factores productivos para el cultivo*. Efectivamente, para el desarrollo de las diferentes alternativas de cultivo se requieren una serie de factores (por ejemplo, la tierra, el agua, la maquinaria, etc.). En el caso de que éstos estén limitados, se restringirían las posibilidades reales de producción. Esta limitación queda recogida por el conjunto de *restricciones* del modelo lineal antes propuesto.

En este sentido, es fácil deducir el papel relevante de la política agraria en la planificación de cultivos por parte de los agricultores. Así, instrumentos como los regímenes de ayudas (a la producción, por superficie, etc.) modifican la rentabilidad relativa de los diferentes cultivos, mientras que otros instrumentos encaminados al control de la producción (cupos de producción, obligación de retirada) determinan la existencia de restricciones de carácter institucional que condicionan la libre elección de estos agentes privados.

El problema de la agregación

En principio, el modelo teórico planteado en el epígrafe anterior es perfectamente válido para simular el comportamiento individual de los agricultores. Así, a la hora de realizar un estudio sectorial como el que aquí se pretende, una perfecta modelización sólo se podría lograr construyendo tanto modelos lineales como posibles cultivadores. 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 pudiesen posteriormente agregarse de forma ponderada según su importancia hasta llegar a resultados sectoriales. En el caso extremo de la simplificación, podría asumirse un modelo único representativo del conjunto del sector analizado.

Sin embargo, es necesario apuntar también que la modelización de la actividad agraria a nivel sectorial, o a cualquier otro nivel que considere conjuntamente distintas explotaciones, presenta el problema de los sesgos de agregación. Efectivamente, la introducción de un conjunto de explotaciones en un único modelo de programación matemática sobrestima la movilidad de los recursos, permitiendo que las explotaciones combinen recursos en proporciones no disponibles realmente para ellas de forma individual (Hazell y Norton, 1986, p. 145). Esto conlleva unos resultados de la función objetivo sesgados al alza y, por tanto, a unos valores de las variables de decisión (superficies de cultivo) inalcanzables en la realidad.

Estos sesgos de agregación sólo pueden evitarse si las explotaciones agrupadas en el modelo reúnen rígidos criterios de homogeneidad (Day, 1963):

- *Homogeneidad tecnológica*, que establece que idealmente todas las explotaciones han de poseer las mismas posibilidades de producción, el mismo tipo de recursos y restricciones, el mismo nivel tecnológico y la misma capacidad de gestión. En definitiva, exige que la matriz de coeficientes de las restricciones del modelo sea la misma para todas las explotaciones agrupadas.

- *Proporcionalidad pecuniaria*: requiere que los agricultores individuales agrupados bajo un mismo modelo presenten expectativas de beneficios unitarios de cada actividad que sean proporcionales a las expectativas medias.
- *Proporcionalidad institucional*, que obliga a que el vector de restricciones (disponibilidad de recursos) de las explotaciones consideradas sea proporcional al vector medio de restricciones: el que presenta la explotación tipo del grupo.

Evidentemente, estos requisitos son imposibles de cubrir a través de un único modelo de carácter sectorial. Necesariamente hay que elaborar un conjunto de modelos de “explotaciones tipo” representativas de la población a analizar, y que reúnan de manera efectiva las exigencias anteriores de homogeneidad.

En esta línea debe justificarse que las “explotaciones tipo” obtenidas de la tipología desarrollada en este capítulo cumplen con estas condiciones. Para ello se puede comenzar comentando que la división geográfica realizada (Alto y Bajo Guadalquivir) hace que cada uno de los grupos definidos contengan explotaciones con condiciones edafo-climáticas relativamente homogéneas; lo que se traduce en que las explotaciones incluidas en cada grupo disponen de las mismas alternativas de cultivos, de rendimientos similares, etc. Además, hay que señalar que los sistemas agrarios analizados presentan asimismo unos niveles de mecanización y tecnificación parecidos para todas sus explotaciones. Con todo ello puede suponerse que cada grupo presenta internamente capacidades productivas muy semejantes, requerimiento básico de la *homogeneidad tecnológica*.

De igual manera puede considerarse que las explotaciones algodoneras incluidas en cada conglomerado verifican la *proporcionalidad pecuniaria* antes mencionada, en la medida que presentan planes de cultivos similares. Efectivamente, sólo si los beneficios unitarios de cada cultivo son parecidos dentro de cada grupo de agricultores, estos reflejarán decisiones productivas homogéneas. De hecho, puede afirmarse que las diferencias existentes entre los planes de cultivos de los diferentes conglomerados en buena medida se deben a los dispares márgenes de los cultivos en sus respectivas explotaciones.

Por último, debe apuntarse que 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). En todo caso parece evidente que este tipo de restricciones son igualmente semejantes para todas las explotaciones de un mismo grupo de la tipología definida. En estas circunstancias puede considerarse también la verificación de la *proporcionalidad institucional*.

En todo caso conviene comentar que el supuesto comportamiento maximizador del beneficio del conjunto de los agricultores no está exento de críticas²⁰. De hecho, este trabajo de investigación asume que la toma de decisiones real de los agricultores viene condicionada por la consideración de diversos objetivos que se tratan de alcanzar al mismo tiempo, aunque en la mayoría de los casos estos objetivos pueden estar en claro conflicto (piénsese, por ejemplo, en la maximización del beneficio y la minimización del riego, la maximización del tiempo de ocio del productor, etc.). Por este motivo, este trabajo propone una modelización de las decisiones de los cultivadores de algodón basada en la denominada Teoría de la Decisión Multicriterio bajo un supuesto que, de entrada, es más que discutible (ver Capítulo 5).

En esta línea, a los criterios de homogeneidad de Day (1963) hay que añadir una homogeneidad adicional, como requerimiento para evitar los sesgos de agregación; la *homogeneidad relativa a los criterios de decisión* de los agricultores (Gómez-Limón *et al.*, 2004). No obstante, cabe afirmar que la tipología desarrollada en este capítulo respeta igualmente este último criterio de homogeneidad. Efectivamente, cada grupo posee internamente planes de cultivo semejantes, prueba de que sus funciones objetivo, donde se condensan sus criterios de decisión, son igualmente similares (Berbel y Rodríguez, 1998).

²⁰ Efectivamente, distintos autores han puesto de manifiesto a través de estudios empíricos la complejidad de la toma de decisiones de los agricultores. Entre estos trabajos, podemos señalar los clásicos de Gasson (1973), Smith y Capstick (1976), Harper y Eastman (1980), Kliebenstein *et al.* (1980), Patrick y Blake (1980) o Cary y Holmes (1982). De forma particular en España existen igualmente pruebas al respecto, tal como evidencian Sumpsi *et al.* (1997), Gómez-Limón y Berbel (1995), Berbel y Rodríguez (1998), Arriaza *et al.* (2002), Gómez-Limón *et al.* (2003), Gómez-Limón y Riesgo (2004) y Gómez-Limón *et al.* (2004). Todos estos estudios obtienen como conclusión común la constatación de que los agricultores 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 (objetivos de minimización del riesgo, maximización del ocio, minimización de capital circulante en la producción, minimización de la complejidad de gestión y un largo etcétera).

De todo lo expuesto anteriormente se concluye afirmando que cada una de las “explotaciones tipo” definidas en este capítulo puede modelizarse a través un único programa matemático sin excesivos problemas de agregación y generar resultados desagregados válidos en las correspondientes simulaciones. Y de esta forma, mediante la agregación ponderada de estos resultados, se podrá llegar a las conclusiones sectoriales deseadas con la suficiente confianza.

A photograph of a cotton ginning factory. In the foreground, a row of large, industrial cotton ginning machines is visible, each with a hopper for cotton bolls and a mechanism for separating the lint from the seed. The machines are arranged in a line, and the floor is covered with a patterned mat. The background shows more machinery and a large, curved pipe. The overall scene is industrial and brightly lit.

Análisis económico de la producción de algodón bruto

Capítulo IV

IV. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN BRUTO

IV.1 Introducción

En el presente capítulo se aborda el análisis de la rentabilidad de la producción de algodón bruto en Andalucía antes y después del desacoplamiento de las ayudas. Dicha rentabilidad depende principalmente del nivel de costes directos de la producción y del precio de la fibra percibido por el agricultor.

En la primera sección se analiza el problema de los costes directos del cultivo, es decir, los costes directamente imputables a la producción de algodón, en su doble vertiente: costes directos por hectárea y costes directos por kilogramo de algodón bruto obtenido. Para el análisis de los costes de producción y las relaciones entre las variables estructurales de la explotación (superficie, sistema de riego y uso de acolchado) y el rendimiento se han utilizado los datos contables y de producciones de una serie de fincas localizadas en las provincias de Cádiz, Córdoba, Huelva, Jaén y Sevilla durante las campañas 1999/00, 2000/01, 2001/02 y 2002/03. El cuadro IV.1 muestra el número de fincas disponibles en cada año y en cada provincia.

CUADRO IV.1 Distribución de las fincas analizadas por provincia y año

	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	Total
Cádiz	1	1	1	8	11
Córdoba			1	4	5
Huelva				2	2
Jaén		1			1
Sevilla	19	14	26	47	106
Total	20	16	28	61	125

Fuente: Datos contables de explotaciones algodoneras y Red Andaluza de Experimentación Agraria (RAEA).

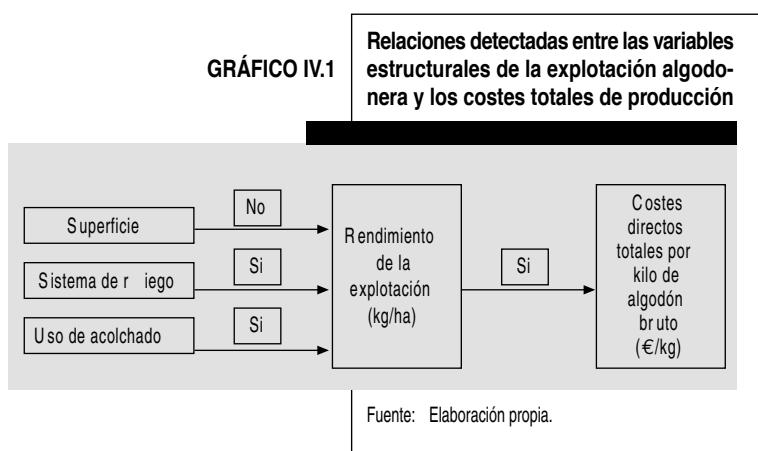
El hecho de que el grueso de las fincas analizadas se localicen en Sevilla (106 de las 125) responde al mayor peso de esta provincia en la producción algodonera de Andalucía (aproximadamente dos tercios de la superficie y de producción andaluza).

Una vez analizados los costes directos de producción y la relación de las variables estructurales de la explotación con el rendimiento se cruza esta información con los precios percibidos por los agricultores para determinar la rentabilidad actual del cultivo. El análisis de la evolución de los precios mundiales de la fibra pone de manifiesto uno de los puntos débiles de este sector: la gran variabilidad de los precios y su nivel medio muy por debajo de los costes de producción en Andalucía.

IV.2 Análisis de los costes directos de Producción

En este apartado contabilizamos 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.

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. El Gráfico IV.1 resume las relaciones estadísticamente significativas encontradas entre las variables estructurales de la explotación y los costes de producción:



El análisis estadístico de los datos disponibles indica que, a diferencia del tamaño de la explotación, el tipo de siembra (con o sin acolchado

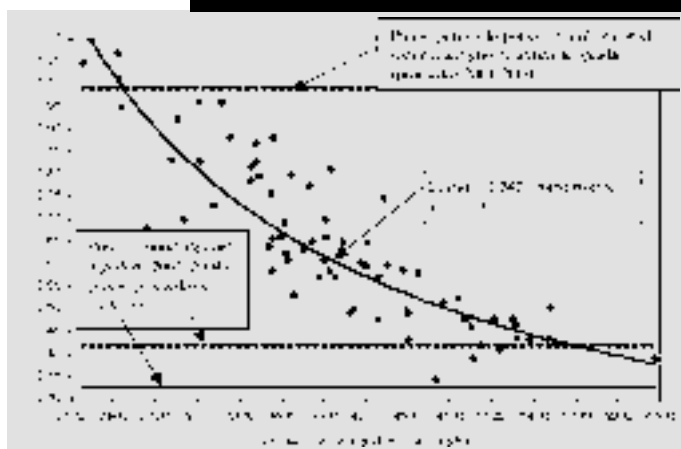
plástico) y el sistema de riego (por surcos, aspersión, localizado o una combinación de ellos) influyen en el rendimiento de algodón bruto²¹. Este rendimiento determina a su vez el nivel de costes directos totales por kilo de algodón, habiendo entre ambas variables una relación inversa, y no lineal, como muestra el Gráfico IV.2. Teniendo en cuenta esta relación, hemos abordado primero 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 Gráfico IV.2) entre el rendimiento del cultivo y los costes medios.

GRÁFICO IV.2

Relación entre el rendimiento y costes directos totales por kilo de algodón bruto. Precios percibidos antes de la reforma y después del desacoplamiento de las ayudas



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de 42 explotaciones algodoneras durante el trienio 2000/01-2002-03.

²¹ Análisis de correlación en el caso de las variables Superficie y Rendimiento y análisis de la varianza en las relaciones Sistema de riego – Rendimiento y Uso de acolchado – Rendimiento (ver Anexo II).

Así pues, la relación inversa, que indica la curva potencial de la figura anterior entre los costes directos totales por kilo de algodón bruto obtenido y el rendimiento de la explotación puede aproximarse mediante la fórmula:

$$CDT / kg = \frac{3.340}{RTO^{1,05}}$$

Es decir, para un rendimiento de 3.500 kg/ha los costes directos totales por kilo de algodón bruto son iguales a 0,635 €/kg, y por tanto, para ese mismo rendimiento, los costes por hectárea se elevan a 2.223 €/ha (3.500 x 0,635), cantidad algo superior a la que se ha venido utilizando como referencia de la media del sector en las negociaciones de la reforma. Este hecho puede ser debido al origen de los datos: los utilizados en este estudio provienen de explotaciones en su mayoría medianas o grandes, lo que implica una contabilización exhaustiva de los gastos del cultivo, y la eliminación del sesgo de la no contabilización del autoempleo de los pequeños productores en determinadas faenas agrícolas.

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. En cualquier caso, es interesante observar cómo el precio subvencionado, que ha venido existiendo hasta el año 2004, ha permitido que el cultivo fuese rentable para rendimientos superiores a 2.400 kg/ha. Esta circunstancia explica la intensificación del uso de insumos en este cultivo, así como la creciente generación de *externalidades* positivas (fijación de la población rural), y negativas (contaminación por agroquímicos).

Este comportamiento, sin embargo, deja de tener sentido con la nueva reforma aprobada, como demostraremos más adelante, 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 fibra²², lo que supone un tercio del precio anterior. Como podemos apreciar en el Gráfico IV.2, sólo las explotaciones con rendimientos

²² En realidad el precio percibido por kilo de algodón bruto se incrementaría por la venta de la semilla en 0,09 €/kg y se reduciría en 0,12 €/kg por el coste de desmotado.

superiores a 5.500 kg/ha y precio mundial máximo serían rentables. Por tanto, y salvo que el recurso prospere, parece lógico prever un abandono generalizado del cultivo.

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 aquéllas 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 seis tipos de explotaciones algodoneras según el sistema de riego y el uso o no de acolchado plástico en la siembra. En dicha clasificación se han considerado una serie de partidas comunes (celdas sombreadas), cuya cuantía no depende de esas variables clasificatorias.

CUADRO IV.2		Desglose de costes directos totales según sistema de riego y sistema de siembra (con o sin acolchado plástico). Costes en euros por hectárea					
		Por surco		Aspersión		Goteo	
Grupo	Partida contable	Aire libre	Acol.	Aire libre	Acol.	Aire libre	Acol.
Compra de insumos	Semillas	102					
	Fertilizantes	203					
	Fitosanitarios	430					
	Materiales	16	136	16	136	16	136
Técnicas de cultivo	Siembra	57	110	57	110	57	110
	Abonado	35					
	Manejo de acolchado	0	122	0	122	0	122
	Prep. terreno y control m.h.	328					
	Riego	228	228	383	383	292	292
	Tratamientos	96					
	Recolección	278	319	263	288	352	388
Otros	Varios	65					
Costes directos totales (€/ha)		1.838	2.174	1.978	2.298	1.976	2.307
Rendimiento (kg/ha)		3.018	3.469	2.860	3.129	3.831	4.217

Fuente: Elaboración propia a partir de Arriaza y Ruiz Avilés (2001), entrevistas a productores (Arriaza et al., 2004) y datos contables de 42 explotaciones algodoneras.

A partir de los datos anteriores se comprueba cómo las mayores diferencias con respecto a los costes de producción se dan en el uso o no del acolchado más que en el sistema de riego. En efecto, el uso de acolchado plástico en la siembra supone un incremento de costes superior a los 200 €/ha, mientras las diferencias en los costes de los sistemas de riego son inferiores a 155 €/ha. Agregadamente, estas diferencias en los sistemas de riego se reducen aún más considerando la importancia relativa del riego por surcos y el riego por goteo (con un coste de 228 y 292 €/ha, respectivamente), los cuales suponen el 87,0% de las explotaciones y 84,6% de la superficie de algodón regada, como aparece en el cuadro siguiente:

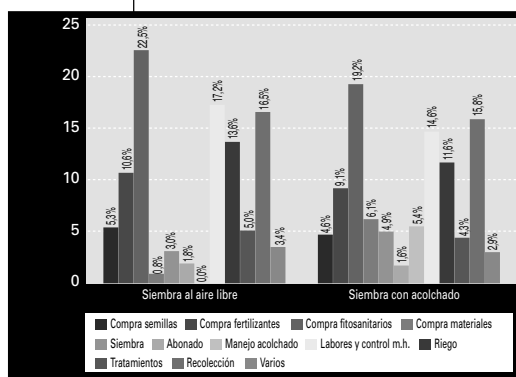
CUADRO IV.3 Distribución de las explotaciones algodoneras según sistema de riego

Sistema de Riego	Número de explotaciones	Superficie agregada
% Por surcos	53,2	43,7
% Goteo	33,8	40,7
% Aspersión	13,0	15,6
% Total	100,0	100,0
Total	536 explotaciones	5.107 hectáreas

Fuente: Encuesta a productores de algodón (Arriaza et al., 2004).

GRÁFICO IV.3

Distribución porcentual de costes según partida de las explotaciones algodoneras andaluzas con riego por goteo o por surcos. Diferenciación según tipo de siembra (aire libre o acolchado)



Fuente: Elaboración propia a partir de Arriaza et al. (2000) y datos contables de 20 explotaciones algodoneras durante el cuatrienio 1999/00 - 2002/03.

Gráficamente podemos representar la importancia relativa de cada partida de la gran mayoría de las explotaciones algodoneras andaluzas (las que tienen riego por goteo o por surcos) como aparece en el Gráfico IV.3.

Como muestra el Gráfico IV.3., 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 por ciento 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 por ciento, 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).

Teniendo en cuenta la falta de rentabilidad futura del cultivo con el sistema de ayudas desacopladas recientemente aprobado, una posibilidad de afrontar la nueva situación sería indudablemente seguir una estrategia de disminución de costes (extensificación del cultivo). No obstante, y según lo apuntado anteriormente, es prácticamente imposible que con ello pueda conseguirse 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. Con esta condición parece razonable colegir que se producirá 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. Como luego se comenta, con esta estrategia de cultivo en semi-abandono pueden reducirse los costes hasta la cuarta parte del nivel actual (a unos 500 €/ha, frente a los 2.000 €/ha actuales), con el fin de hacer el cultivo económicamente viable (subvención mayor que los costes).

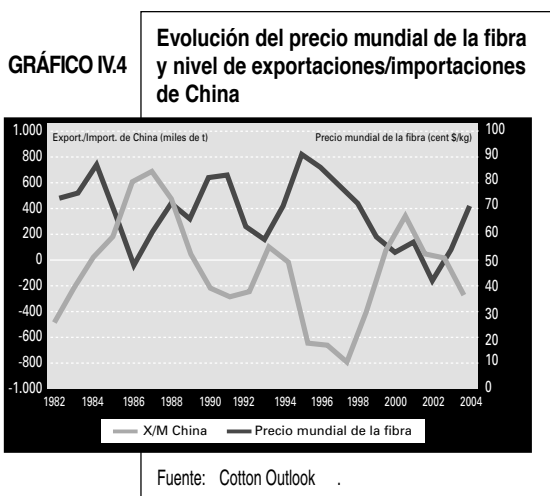
IV.3 Variabilidad de los ingresos

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 ante los planteamientos de la reforma para la próxima campaña. 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 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 pueda ser un factor determinante en la toma de decisiones del agricultor sobre la continuidad o no de su cultivo. Y ello porque al desaparecer el mecanismo de estabilización de los precios que garantizaba un precio mínimo al productor, sujeto a reducción según el exceso de producción por encima de la Cantidad Nacional Garantizada, 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 (o al menos a la no recolección del mismo). Veamos a continuación la evolución reciente de estos precios.

Precios mundiales de algodón

Como aparece en el Gráfico IV.4 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.

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 hemos 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 1,02 €/kg²³).

²³

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

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 interanual. En efecto, si analizamos esta variable en las últimas ocho campañas comprobamos que las variaciones sobrepasan los 700 kg/ha, con un mínimo de 3.099 kg/ha en 2003 y un máximo de 3.828 en 2004, según podemos apreciar en el Gráfico IV.5.

Esta variabilidad de los rendimientos debida a factores no controlables por el agricultor, principalmente los ataques de plagas y la irregular pluviometría, hace que en muchas ocasiones las diferencias en los rendimientos producto de las prácticas de cultivo (uso de acolchado en la siembra) y de las

características estructurales de las explotaciones (sistema de riego) no sean fácilmente identificables a escala agregada. Por este motivo, a continuación se introduce la variable temporal en el análisis de los rendimientos en función de ambas variables.

Efecto del acolchado sobre el rendimiento

Existe una influencia significativa de la siembra con acolchado plástico en el rendimiento de la explotación (ver análisis de la varianza en el Anexo II). Sin embargo este efecto no es tan claro cuando se introduce la variabilidad anual de los rendimientos, como queda de manifiesto en el Gráfico IV.6.

Así pues, y como promedio, se puede afirmar que el uso de plástico acolchado en la siembra produce un incremento del rendimiento por encima de los 400 kg/ha. Sin embargo, según los datos analizados, este valor presenta una gran variabilidad interanual, oscilando entre un incremento de más de 1.000 kg/ha (campaña 2000/01), hasta incluso una reducción del rendimiento (campaña 2001/02).

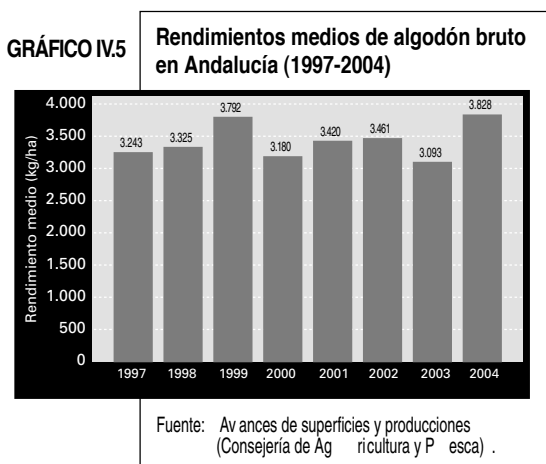
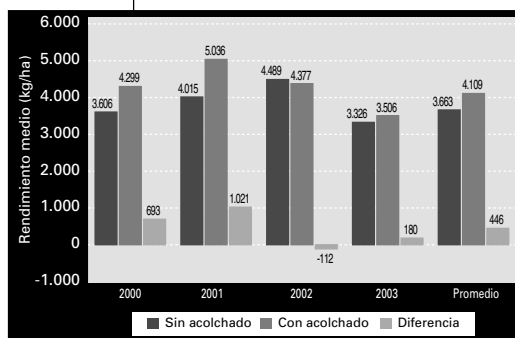


GRÁFICO IV.6 Rendimientos medios según tipo de siembra (con o sin acolchado plástico)



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de 121 observaciones (2000-2003) y los datos suministrados por la Red Andaluza de Experimentación Agraria (2002-2003).

Además del efecto anteriormente mencionado hay que añadir que tiene lugar un aseguramiento de la cosecha ya que esta técnica reduce el riesgo de helada en la fase inicial del cultivo y adelanta la recolección, que a su vez redundaría en una mayor calidad del algodón entregado a la desmotadora (menor porcentaje de humedad). No obstante, ante un escenario de precios percibidos por debajo de los costes variables de producción, es previsible que se acentúe la progresiva reducción del uso de acolchado que en la actualidad se sitúa ligeramente por encima de la mitad de las explotaciones algodoneras.

Efecto del sistema de riego sobre el rendimiento

Según los datos obtenidos en la encuesta llevada a cabo en verano de 2004, el riego por goteo incrementa el rendimiento medio de algodón en aproximadamente 700 kg/ha con respecto al sistema de riego por surcos. El menor rendimiento obtenido en el riego por aspersión se debe, según los expertos consultados, al mayor estrés hídrico que sufre la planta ya que, si bien la frecuencia de riego puede ser similar al riego por surco, el aporte de agua de aquél es muy inferior a éste. Este limitante se agrava por una mayor evaporación del agua aportada en el caso del riego por aspersión. En este sentido, en las zonas donde el coste variable del factor agua es cero, esto es, el agricultor tiene un coste fijo o canon, si bien no se paga dependiendo de un mayor o menor consumo de agua, no existe ningún incentivo en adoptar una técnica que, si bien ahorra agua, supone un incremento de estos costes.

CUADRO IV.4

Promedio de los rendimientos medios en las campañas 2000/01, 2001/02 y 2002/03 según sistema de riego y provincia

	Nº. explotaciones en la encuesta			Rendimiento medio (kg/ha)		
	Goteo	Aspersión	Por surcos	Goteo	Aspersión	Por surcos
Cádiz	11	36	28	4.123	3.167	3.968
Córdoba	56	17	15	4.345	3.476	3.667
Huelva	23			4.021		
Jaén	11	6	49	3.655	3.575	3.503
Sevilla	77	10	193	4.290	3.240	3.467
Andalucía	178	69	285	4.223	3.289	3.533

Fuente: Encuesta del IFAPA a algodoneros (2004).

IV.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. En el cuadro IV.5 aparece el margen bruto anterior a la reforma recientemente aprobada.

CUADRO IV.5

Rentabilidad actual del cultivo del algodón*

	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
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 percibido promedio del periodo 2002-2004.

Como muestra el cuadro anterior, la rentabilidad del cultivo del algodón en los últimos años ha estado por encima de la de otros cultivos alternativos, principalmente COP 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 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 veremos a continuación. En la estimación de la rentabilidad futura hemos utilizado el precio mínimo, el máximo y el promedio de la fibra de algodón de estas últimas cuatro campañas, los cuales se sitúan en 0,77, 1,30 y 1,02 €/kg de fibra, respectivamente. Al precio que percibiría el agricultor hay que descontar el coste de desmotado del algodón, aproximadamente 0,12 €/kg de algodón bruto²⁴, y sumar el precio de la semilla de algodón, el cual ronda los 0,16 €/kg de semilla. Los rendimientos de la fibra y la semilla podemos situarlos en el 32% y 54%, respectivamente²⁵.

CUADRO IV.6

Rentabilidad del cultivo según tipo de riego y sistema de siembra para un precio mundial de la fibra mínimo, promedio y máximo del periodo 2001-2004

	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)	966	1.110	915	1.001	1.226	1.349
Costes directos totales (€/ha)	1.838	2.174	1.978	2.298	1.976	2.307
Coste de desmotación (€/ha)	363	417	344	376	460	507
Ingresos por venta de semilla (€/ha)	261	300	247	270	331	364
Ingresos por venta de fibra mínimo (€/ha)	744	855	705	771	944	1.039
Ingresos por venta de fibra medio (€/ha)	985	1.132	934	1.021	1.250	1.376
Ingresos por venta de fibra máximo (€/ha)	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
<i>Margen bruto mínimo (€/ha)</i>	<i>-157</i>	<i>-397</i>	<i>-331</i>	<i>-594</i>	<i>-123</i>	<i>-371</i>
<i>Margen bruto medio (€/ha)</i>	<i>84</i>	<i>-120</i>	<i>-102</i>	<i>-343</i>	<i>184</i>	<i>-34</i>
<i>Margen bruto máximo (€/ha)</i>	<i>354</i>	<i>191</i>	<i>154</i>	<i>-63</i>	<i>527</i>	<i>344</i>

Cálculos para precio de fibra de 0,77 €/kg; medios para 1,02 €/kg y máximos para 1,30 €/kg.

Fuente: Elaboración propia.

²⁴ El coste de desmotado, según los datos suministrados por tres desmotadoras, se sitúa en la actualidad en unos 0,120 €/kg de algodón bruto. Estos costes no incluyen la amortización de la maquinaria, los cuales pueden incrementar esta cantidad en unos 0,014 más. El coste total de desmotado podría ser ligeramente inferior si tenemos en cuenta un menor coste financiero de la desmotadora al no ser intermediarios de la ayuda y una menor prima del seguro.

²⁵ Datos medios suministrados por tres desmotadoras mediante entrevista personal.

A partir de los cálculos anteriores podemos 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, pero independiente del nivel de producción ya que el pago es por superficie, 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 girasol, como podemos ver en el Cuadro IV.7.

CUADRO IV.7

Resultados económicos de cultivos alternativos al algodón en regadío

Cultivo	Rendimiento (kg/ha)	Costes directos totales (€/ha)	Margen Bruto (€/ha)
Maíz	10.763	1.113	715
Girasol	1.982	317	242
Trigo	4.130	395	383

Nota: Hemos considerado una subvención por superficie de los cultivos COP igual al 25% de la subvención percibida en dicha campaña, ajustándose a la situación tras la aprobación de la Reforma Intermedia de la PAC a partir de 2006.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de resultados de la campaña 2002/03 de las mismas fincas utilizadas en el cálculo de los costes de algodón.

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 tras la posible aplicación de la reforma está seriamente comprometido.

En este análisis comparativo no hemos considerado la posibilidad de sustitución del cultivo del algodón por cultivos hortícolas o frutales porque esto implicaría la pérdida del 65% de la ayuda desacoplada.

En cualquier caso, como ya se ha apuntado, existe otra alternativa para el productor de algodón: la reducción de insumos para minimizar los costes de producción. Una primera opción parece la eliminación del acolchado plástico en la siembra ya que el incremento de coste que lleva aparejado el uso de plástico no se ve compensado con los ingresos debidos a un mayor rendimiento. Sin embargo esto no es suficiente, como hemos visto en el cuadro de rentabilidad. La reducción del número de riegos y del uso de fitosanitarios son otras posibles opciones. Llevada a un extremo esta reducción podemos contemplar la posibilidad de sembrar y no recolectar (cultivo en sistema de semi-abandono). El Cuadro IV.8 resume los resultados de esta opción.

Grupo	Partida contable	% Reducción del coste*	Siembra al aire libre		
			Por surco	Aspersión	Goteo
Compra de insumos (€/ha)	Semillas	63	38	38	38
	Fertilizantes	88	25	25	25
	Fitosanitarios	88	54	54	54
	Materiales	75	4	4	4
Técnicas de cultivo (€/ha)	Siembra	28	41	41	41
	Abonado	50	18	18	18
	Manejo de acolchado	50	0	0	0
	Prep. terr. y lab control m.h.	72	91	91	91
	Riego	58	95	159	122
	Tratamientos	88	12	12	12
	Recolección	100	0	0	0
Otros	Varios	67	33	33	33
Costes directos totales (€/ha)			411	476	438
Margen bruto (Subvención – Costes directos totales) (€/ha)			628	563	601

* Promedio de los datos suministrados por tres de expertos.

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 no recolección del algodón. Parece que para la mayoría de cultivadores esta “siembra de subvenciones” es la única posibilidad de hacer viable (competitivo frente a otras opciones agronómicas) este cultivo. En caso contrario, la opción restante sería el abandono del cultivo, y su substitución por cualquiera de los cultivos COP anteriormente analizados.



Simulación de escenarios de política agraria

Capítulo V

V. SIMULACIÓN DE ESCENARIOS DE POLÍTICA AGRARIA

V.1 Introducción

En el presente capítulo se analiza el futuro del cultivo del algodón a partir del desacoplamiento de las ayudas que plantea la nueva reforma. Para ello se plantea un modelo de simulación que estime la evolución futura de las explotaciones algodoneras, al objeto de poder examinar en detalle el impacto de la misma.

Just (1993) divide los modelos utilizados en la predicción del impacto de políticas agrarias en dos tipos: econométricos y de programación matemática. Son estos últimos los utilizados en este trabajo. Kingwell (1996) señala las ventajas de los segundos sobre los primeros: 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 su planteamiento haciendo uso de las modernas hojas de cálculo, reduciendo el problema de la opacidad (MacPherson y Bennet, 1979) y el error de especificación (Brooke *et al.*, 1992).

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. Piénsese por ejemplo en la aversión al riesgo, la minimización de capital circulante en la producción, la minimización de la complejidad de gestión, la minimización de la mano de obra ajena y un largo etcétera. En este contexto el empresario tomará sus decisiones de forma que se intenten satisfacer, en la medida de lo posible, todos ellos de forma simultánea (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) o Berbel y Rodríguez (1998).

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).

V.2 Metodología de la simulación

La Teoría de la Utilidad Multiatributo

El objetivo de la MAUT consiste en reducir un problema con varios criterios en una función cardinal 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 Ballestero y Romero, 1998)²⁸. 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 aditivas. 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).

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:

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

²⁸ Como Ballestero 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, procedimiento habitual para el cálculo de las funciones de utilidad multiatributo.

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 en el presente estudio para la estimación de su formulación matemática se basa en la técnica propuesta por Sumpsi *et al.* (1997) y Amador *et al.* (1998). Estos autores han desarrollado un método para el cálculo de la función de utilidad subrogada lineal y aditiva sin la interacción con el centro decisor (el agricultor en nuestro caso), evitando así la necesidad de complejas cuestiones. La obtención de la función de utilidad individual está basada en la distribución de cultivos observada.

La metodología seguida en este trabajo para la estimación de las MAUFs lineales y aditivas puede resumirse como sigue:

Paso 1. Se define matemáticamente cada atributo i (f_i), como una función del vector de decisiones \bar{x} (área dedicada a cada cultivo); $f_i = f_i(\bar{x})$. Estos atributos se proponen de forma apriorística como posibles objetivos tenidos en cuenta por los productores a la hora de tomar sus decisiones de cultivo.

De manera concreta, para la simulación de las decisiones de los cultivadores de algodón se ha considerado los siguientes dos atributos: el margen bruto total (MBT) y los costes directos totales (CDT) de la explotación agraria. La consideración de los mismos como componentes de las funciones de utilidad se justifica como sigue:

- La maximización del beneficio es un objetivo primordial en la toma de decisiones de cualquier empresario. En este caso hemos utilizado el MBT de la explotación, es decir, los ingresos por venta de productos más las subvenciones y menos los costes directos totales de producción, como medida de este beneficio.
- Los CDT representan un atributo íntimamente ligado al riesgo y a la dificultad de manejo del cultivo. Así, a medida que los costes se incrementan, el nivel de riesgo y la complejidad gerencial aumentan igualmente. De esta forma, el incluir este atributo en las funciones de utilidad a estimar se justifica para poder considerar los objetivos

de minimización de ambos atributos, perseguidos igualmente por los productores agrarios.

Paso 2. Se calcula el margen bruto y los costes directos totales cuando se tiene como objetivo único la maximización de beneficio (MBT_{\max_MBT} y CDT_{\max_MBT} respectivamente -punto Q en el Gráfico V.1-). Se calcula igualmente estos mismos valores cuando el único objetivo es la minimización de los costes directos totales (MBT_{\min_CDT} y CDT_{\min_CDT} respectivamente -punto P-). Para no obtener en este último caso soluciones de no-cultivo, se fuerza al modelo a sembrar todas las tierras, a excepción del porcentaje de retirada de tierras obligatorio.

Paso 3. Utilizando los puntos extremos de cada grupo (Q y P) y el valor actual del margen bruto total (MBT_{obs}) y del nivel de costes directos totales (CDT_{obs}) correspondientes al plan de cultivos observado, se obtiene el peso asignado a cada atributo resolviendo el siguiente ejercicio de programación lineal:

$$\text{Min } Z = \frac{n_1 + p_1}{MBT_{obs}} + \frac{n_2 + p_2}{CDT_{obs}} \quad [2]$$

$$\begin{aligned} \text{Sujeto a } & w_1 MBT_{\max_MBT} + w_2 MBT_{\min_CDT} + n_1 - p_1 = MBT_{obs} \\ & w_1 CDT_{\max_MBT} + w_2 CDT_{\min_CDT} + n_2 - p_2 = CDT_{obs} \\ & w_1 + w_2 = 1 \end{aligned}$$

donde w_1 es el peso asignado a la maximización del MBT, y w_2 el peso de la minimización de los CDT. Finalmente, p_i y n_i son las desviaciones positivas y negativas, respectivamente. Este ejercicio es similar a la programación por metas ponderadas (Sumpsi *et al.*, 1997), aunque en el lado derecho de las igualdades no hay metas sino valores observados.

Paso 4. Los pesos calculados de esta manera son congruentes con la siguiente MAUF aditiva y lineal (Dyer, 1977):

$$U = f(MBT, CDT) = \frac{w_1}{k_1} MBT(\vec{X}) - \frac{w_2}{k_2} CDT(\vec{X}) \quad [3]$$

donde k_i es un factor normalizador. En nuestro se ha utilizado la diferencia entre los valores máximo y mínimo de cada atributo²⁷. 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 los costes directos, ya que un mayor nivel de costes es peor.

En el Gráfico V.1. se ilustra 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 los costes directos totales (CDT) cuando el valor de CDT es minimizado. El punto Q sitúa el valor del MBT y de los CDT cuando el MBT es maximizado.

GRÁFICO V.1

Cálculo del peso asignado a cada atributo de la función de utilidad según la posición observada del agricultor



Fuente: Elaboración propia.

La frontera eficiente margen-costes representa el conjunto de puntos eficientes, es decir, las combinaciones de los dos objetivos en conflicto (maximización del MBT y minimización de los CDT) que no son dominadas

²⁷ Para la homogeneización dimensional requerida se podrían haber empleado otros factores normalizadores, como por ejemplo el valor real de los correspondientes atributos. A este respecto no hay estudios concluyentes sobre las incidencias (sesgos) que pueden suponer el empleo de uno u otro. Se trataría de una casuística en la que ninguna opción puede demostrarse que sea mejor que otra. Para más información al respecto, con una serie de aplicaciones prácticas, puede consultarse en Romero (1991, pp. 35-43). Ante esta indeterminación, se ha optado por asemejar la normalización de la función de utilidad con la técnica de la programación compromiso (i.e. considerar como factor normalizador el rango del objetivo correspondiente en la matriz de pagos), tal y como se ha realizado ya en otros trabajos anteriores que operan con esta misma técnica multicriterio (Sumpsi et al., 1997, Amador et al., 1998 ó Arriaza et al., 2003).

por otras. Las combinaciones por encima no son posibles (más beneficio con menor coste), y por debajo son dominadas por las situadas en la frontera. Por ejemplo, suponiendo un punto X en la frontera eficiente con los valores (CDT= 2.500, MBT= 1.300) indica que no es posible alcanzar más beneficio con ese nivel de costes (por ejemplo el punto Y con CDT= 2.500 y MBT= 1.320).

La modelización por grupos homogéneos

Tal y como se expuso en el Capítulo 3, la tipología de cultivadores de algodón allí realizada permite establecer “explotaciones tipo” representativas de los diferentes colectivos de productores que componen el sector del algodón en Andalucía. Estas “explotaciones tipo”, como se señalaba entonces, pueden modelizarse a través de un único modelo de programación matemática sin excesivos riesgos de sesgos de agregación (con la verificación de los criterios de homogeneidad expuestos en el apartado 3.4).

Así, siguiendo la tipología de productores de algodón obtenida en dicho capítulo, podemos definir 6 “explotaciones tipo”, 3 en el Alto Guadalquivir y 3 en el Bajo Guadalquivir. La distribución de cultivos herbáceos actual de cada tipo aparece en el Cuadro V.1:

Cultivo	Alto Guadalquivir			Bajo Guadalquivir		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Algodón	43,1	28,9	97,4	42,2	39,9	93,6
Girasol	2,0	0,9	0,0	1,1	7,2	0,9
Proteaginosas	8,6	0,3	0,0	0,0	1,8	0,3
Hortícolas	0,4	14,4	1,0	6,2	0,4	0,1
Maíz	34,0	14,3	1,3	41,1	6,7	3,6
Patata	2,8	0,0	0,0	4,0	1,8	0,5
Remolacha	0,5	8,0	0,0	3,7	26,0	1,0
Trigo	8,6	33,1	0,3	1,7	16,1	0,1
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Sup. agregada (ha)	2.087	1.476	381	2.292	5.141	1.352

Fuente: Elaboración propia a partir de la tipología de productores y datos de distribución de cultivos de la encuesta realizada por el IFAPA en 2004.

Establecidas estas “explotaciones tipo” como unidad de análisis, cabe comentar que el procedimiento antes expuesto de estimación de la

MAUF se va a realizar de forma particular para cada uno de los grupos de algodoneiros andaluces, obteniendo una función de utilidad diferente en cada caso. Igualmente, tras la estimación diferencial de las MAUFs, se procederá a realizar las simulaciones correspondientes de forma particularizada, adaptando el modelo general a cada una de estas “explotaciones tipo”.

Escenarios de política agraria analizados

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

A. Desacoplamiento sin medidas adicionales → Escenario “*SIN MEDIDAS*”

B. Desacoplamiento con medidas adicionales → Escenario “*PAGO MA+MODULACIÓN*”

En el primer caso (A), 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.

En el segundo escenario (B) 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 350 €/ha para incentivar la Producción Integrada del cultivo del algodón. Según un grupo de expertos, la incorporación del cultivo del algodón a la Producción Integrada tendría un efecto sobre el rendimiento y los costes de producción que puede cifrarse como sigue:

- Reducción del rendimiento → 9%
- Gastos adicionales → 177 €/ha
- Ahorro por reducción de insumos → 73 €/ha

Por tanto, la incorporación del cultivo al sistema de Producción Integrada resulta en una compensación neta de 246 €/ha ($246 = 350 - 177 + 73$), por la bajada de la producción que ello conlleva.

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, porcentaje máximo que hemos contemplado en la simulación, por lo que la ayuda por superficie oscilaría entre los 520 €/ha para el cultivador que no recoja el algodón, y los 1.558 €/ha para los niveles de calidad máximos.

Simulación de la toma de decisiones al nivel de explotación “tipo”

El agricultor, como empresario que es, está obligado a tomar las decisiones referentes a la producción. Para el caso de las explotaciones agrícolas, la decisión fundamental es determinar cuál va a ser su plan de cultivos. Para ello dispone, como *variables de decisión*, de la posibilidad de asignar a cada actividad (cultivo i) una determinada superficie (x_i). Con el valor que conceda a cada una de ellas el productor pretende la optimización de su *función de utilidad* (MAUF) personal, en la que se condensan los distintos objetivos considerados por éste. En definitiva, la programación multicriterio para la simulación de las decisiones de estos agricultores establece matemáticamente los valores de las variables decisionales eficientes de acuerdo con estos objetivos, simulando el proceso mental del agricultor. La optimización de los anteriores objetivos está sujeta a distintas *restricciones*. Variables decisionales, objetivos y restricciones son, por tanto, los componentes del modelo que proponemos. A continuación se realiza una exposición más detallada de los mismos.

- *Variables de decisión*. Las variables que se consideran en el modelo son las superficies destinadas a cada uno de los cultivos (x_i) presentes en la zona de estudio, tal y como se expuso arriba (ver Cuadro V.1).
- *Función objetivo*. Los modelos planteados para cada “explotación tipo”, al objeto de simular la toma de decisiones reales de para uno de los grupo de algodoneros antes establecidos, tienen como función objetivo la MAUF lineal y aditiva estimada en cada caso, que se ajusta a la expresión matemática expuesta anteriormente en [3].
- *Restricciones*. En cuanto a las restricciones que se consideran en los modelos correspondientes a cada “agricultor tipo”, pueden distinguirse las siguientes:
 - a) Limitación de superficie disponible. La suma de la superficie útil de todos los cultivos debe ser igual a la superficie de cada explotación “tipo” analizada.
 - b) Limitaciones de la PAC (obligación de retirada de superficie, límite superficie sembrada de algodón y cupo de remolacha).
 - c) Rotaciones agronómicas.

- d) Limitaciones de recursos hídricos. Teniendo en cuenta la escasez crónica del agua en Andalucía, se impide la demanda de riego se incrementa.
- e) Limitaciones de mercado para cultivos de carácter especulativo, como son los hortícolas y la patata, debido a su condición de productos perecederos.

Todos estos modelos han sido alimentados con información primaria recogida para esta investigación a través de la encuesta realizada por el IFAPA en 2004 (distribución de cultivos, cupos de remolacha, etc. a nivel de explotación) y de carácter secundario (precios, subvenciones, etc.).

Planteados de la manera propuesta anteriormente, los modelos desarrollados al nivel de explotación “tipo” permiten la simulación de la toma de decisiones productivas de los algodoneros, tanto en la situación actual como en cualquier escenario de política agraria que pueda plantearse. Para ello bastará con ajustar los parámetros de los modelos para cada escenario propuesto (p.e. precios de los productos y de los insumos agrarios, subvenciones, cupos productivos, etc.). En este sentido es importante apuntar que se asume que las MAUFs obtenidas a partir de los datos recogidos en la situación actual pueden considerarse como características estructurales de cada productor “tipo” considerado. Tal circunstancia se justifica por el hecho de que la estimación de dichas funciones se fundamenta en determinadas características psicológicas y/o culturales de los productores, que permanecen constantes en el corto y el medio plazo (Gómez-Limón *et al.*, 2003). Por ello, puede considerarse que las MAUFs estimadas para cada agricultor tipo van a mantenerse invariables con independencia del escenario que se defina. Este hecho es clave para la simulación realizada, ya que son estas mismas funciones de utilidad las que se suponen que los productores intentarán maximizar en un futuro, ante cualquier escenario o marco institucional que se les presente.

De manera concreta, en la simulación de los escenarios propuestos se han asumido los siguientes supuestos:

- Existe la posibilidad de sembrar algodón y no recogerlo, que se introduce en el modelo como una nueva actividad o variable de decisión denominada “*algodón en semi-abandono*”.
- Cuando la suma de las superficies de algodón recolectado 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 (sólo para la simulación del escenario B).
- 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, y una reducción final de la cuota del 16,1%.
- 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 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.

Validación de los modelos

La validación de los modelos planteados para cada grupo de algodoneros es clave para testar la calidad de los resultados obtenidos. En este sentido, el procedimiento seguido ha sido comparar la situación real (observada) de la zona de estudio con la situación simulada con el modelo planteado para las condiciones actuales. Este tipo de comparación es el procedimiento más común para validar modelos en la práctica (Qureshi *et al.*, 1999). Siguiendo esta técnica, se ha comprobado que las desviaciones en el espacio de los objetivos y de las variables de decisión son lo suficientemente pequeñas como para considerar que la modelización desarrollada es una buena aproximación al proceso de toma de decisiones en la realidad.

Agregación de resultados a escala sectorial

Obtenidos los resultados individuales correspondientes a cada explotación “tipo” definida de acuerdo a la tipología anterior, se ha procedido a la agregación de los mismos, al objeto de obtener resultados del sector productor del algodón a nivel andaluz. Considerando que la muestra de explotaciones es representativa del mismo, la agregación se ha realizado sumando de forma ponderada el valor de las variables de decisión y atributos obtenidos previamente al nivel de explotación. Esta ponderación de los valores individuales se ha hecho en función de la importancia cuantitativa de cada “agricultor tipo” analizado; es decir, el porcentaje de superficie de algodón que representa sobre el total del sector en Andalucía.

V.3 | 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 cultivos²⁸, 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.

CUADRO V.2		Valores observados y extremos de márgenes brutos totales (MBT) y costes directos totales (CDT) por hectárea					
		Alto Guadalquivir			Bajo Guadalquivir		
		A1	A2	A3	B1	B2	B3
Actuales	MBT €/ha	1.207	1.169	1.572	1.374	1.218	1.548
	CDT €/ha	1.538	1.646	2.297	1.859	1.682	2.238
Max MBT	MBT €/ha	1.365	1.487	1.583	1.468	1.468	1.612
	CDT €/ha	1.789	2.232	2.320	2.034	2.088	2.354
Min CDT	MBT €/ha	390	390	390	390	390	390
	CDT €/ha	243	243	243	243	243	243

Fuente: Elaboración propia a partir de la tipología de productores de algodón y resultados económicos de explotaciones en el año 2003.

²⁸ En el Anexo III pueden consultarse los valores de rendimientos, precios, subvenciones, costes y márgenes brutos de todos los cultivos utilizados en las simulaciones.

En el Cuadro V.2 muestra 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 veremos a continuación, en el Cuadro V.3, 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.

Siguiendo el procedimiento propuesto para la estimación de las MAUFs de cada explotación “tipo” (apartado 5.2.2), se han obtenido las ponderaciones porcentuales de cada objetivo que aparecen en el siguiente cuadro.

	Ponderación de cada objetivo según el tipo de explotación					
	Alto Guadalquivir			Bajo Guadalquivir		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
% Ponderación de la maximización del margen bruto (w_1)	84	71	99	90	78	95
% Ponderación de la minimización de los costes directos (w_2)	16	29	1	10	22	5

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del cuadro anterior.

En efecto, la ponderación de los objetivos se corresponde con el análisis inicial de los valores observados y los correspondientes a la maximización del beneficio del Cuadro V.2. Esta ponderación distinta hace que la respuesta al desacoplamiento de las ayudas del algodón de las explotaciones del tipo A2 y B2 sea muy diferente a la respuesta de las explotaciones que consideran como objetivo casi único la maximización del beneficio (tipo A3 y B3), como veremos en el apartado siguiente.

Modelización de los escenarios

En el Cuadro V.4 se reflejan los planes de cultivos de las diferentes “explotaciones tipo” consideradas para cada uno de los escenarios de política agraria analizados.

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 euros —o proporcionalmente menos si se rebasan las 70.000 ha— recoja o no el algodón), escenario denominado “Sin medidas”, vemos

CUADRO V.4

Distribución porcentual de cultivos para cada escenario de política agraria

SITUACIÓN ACTUAL	A1	A2	A3	B1	B2	B3	Media
Algodón	43,1	28,9	97,4	42,2	39,9	93,6	47,0
Girasol	2,0	0,9	0,0	1,1	7,2	0,9	3,7
Proteaginosas	8,6	0,3	0,0	0,0	1,8	0,3	2,2
Hortícolas	0,4	14,4	1,0	6,2	0,4	0,1	3,0
Maíz	34,0	14,3	1,3	41,1	6,7	3,6	17,8
Patata	2,8	0,0	0,0	4,0	1,8	0,5	2,0
Remolacha	0,5	8,0	0,0	3,7	26,0	1,0	12,3
Trigo	8,6	33,1	0,3	1,7	16,1	0,1	12,1
“SIN MEDIDAS”	A1	A2	A3	B1	B2	B3	Media
Algodón	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Algodón Semi-abandono	39,2	24,3	88,6	38,4	39,1	84,5	43,6
Girasol	1,2	0,6	0,0	0,7	11,8	0,5	5,2
Proteaginosas	6,9	0,3	0,0	0,0	1,5	0,2	1,8
Hortícola	0,5	15,9	1,1	6,8	0,4	0,1	3,4
Maíz	48,0	36,8	5,1	48,0	13,4	14,1	27,9
Patata	3,1	0,0	0,0	4,4	1,7	0,6	2,0
Remolacha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Trigo	1,2	22,2	5,1	1,7	32,2	0,0	16,2
“PAGO MA+ MODULACIÓN”	A1	A2	A3	B1	B2	B3	Media
Algodón Prod. Integrada	30,2	0,0	77,9	33,8	27,9	74,9	32,6
Algodón Semi-abandono	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Girasol	1,2	0,6	0,0	0,7	26,1	0,5	11,0
Proteaginosas	6,9	0,3	0,0	0,0	1,5	0,2	1,8
Hortícola	0,5	15,9	1,1	6,8	0,4	0,1	3,4
Maíz	48,0	37,1	12,5	48,0	10,1	16,9	27,1
Patata	3,1	0,0	0,0	4,4	1,8	0,6	2,1
Remolacha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Trigo	10,2	46,2	8,5	6,4	32,2	6,9	22,1

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

cómo prácticamente la misma superficie dedicada al cultivo del algodón convencional es sustituida por algodón semi-abandono. Por tanto, sin medidas correctoras la producción 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 (aplicación de la propuesta de reforma de la OCM del azúcar) se produce la total desaparición de este cultivo²⁹, 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, obtenemos el Cuadro V.5.

En este último cuadro se aprecia claramente el impacto del desacoplamiento de las ayudas a la producción de algodón: simple y llanamente la posible 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, y con una ayuda de tipo medioambiental y una modulación total del pago por superficie, una reducción de la superficie de algodón de un 31%.

²⁹

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 producciones más rentables, como por ejemplo el maíz.

CUADRO V.5

Resultados agregados de toda la muestra para los dos escenarios					
	Resultados agregados (ha)			Variaciones porcentuales	
	Actual	Sin medidas	Pago MA + Modulación	Sin medidas	Pago MA + Modulación
Algodón	5.979	0	4.147	-100%	-31%
Algodón semi-abandono	0	5.546	0		
Girasol	466	661	1.399	+42%	+200%
Proteaginosas	283	226	226	-20%	-20%
Hortícola	388	427	427	+10%	+10%
Maíz	2.262	3.547	3.444	+57%	+52%
Patata	252	258	267	+2%	+6%
Remolacha	1.564	0	0	-100%	-100%
Trigo	1.535	2.063	2.819	+34%	+84%

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

El incremento del área sembrada 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 84% y un 200% por encima de la superficie actual, respectivamente. Ante el abandono parcial del cultivo del algodón y total de la remolacha las alternativas de cambio de cultivo no son muchas, por ello, si descartamos un incremento importante de los cultivos hortícolas, el trigo y el girasol aparecen como las dos producciones más convenientes 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.** En el escenario de implantación del desacoplamiento sin medidas adicionales se produciría una leve reducción del gasto comunitario, concretamente de 14 millones de euros (7% del presupuesto medio destinado al algodón). Esta cantidad es el resultado final de un importante ahorro en concepto de ayuda por superficie, debido a la disminución de las superficies de algodón (sólo quedaría en régimen de semi-abandono), que es contrarrestado parcialmente por el incremento del gasto derivado de las superficies actualmente cultivadas de algodón que se destinarían a cultivos COP (trigo y girasol, principalmente), las cuales seguirán contando con una ayuda por superficie (25% del pago actual).

En el caso de considerar las medidas adicionales del pago agroambiental, el pago adicional en concepto de P.I. y la modulación del pago por superficie, el gasto presupuestario aumentaría en 12 millones de euros (6% del gasto actual del FEOGA bajo el actual sistema de apoyo al algodón). Esta cuantía se deriva, por un lado, del incremento del gasto público de las ayudas adicionales consideradas. Así pues, asumiendo una superficie final de algodón alrededor de las 59.000 hectáreas, el incremento del gasto público por este concepto rondaría los 21 millones de euros anuales (a 352 €/ha en concepto de pago agroambiental y pago adicional por P.I.). No obstante, por otro lado, debe considerarse que la reducción de superficie, y el consecuente decremento de las ayudas por superficie, permitirían el ahorro de unos 9 millones de euros. Así, frente a un gasto promedio de 195 millones de euros anuales para España en los últimos años (según los datos de la Comisión de la UE), el gasto tras el desacoplamiento rondaría los 125 millones como disociado (65% del total), más una ayuda por superficie que rondaría los 61 millones de euros (1.039 €/ha por unas 59 mil ha).

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

(1) 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).

- (2) En el segundo, con un pago agroambiental (219 €/ha), un pago por P.I. (133 €/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 disociado, 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.

- *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 (en el supuesto hipotético de que se produjera una reducción del precio que perciben los agricultores de un 36%), que, al igual que el algodón, es un cultivo muy intensivo en el uso de la mano de obra.

Para ambos escenarios, pero especialmente en el primero, debe apuntarse igualmente la pérdida de empleo indirecto que generará la reforma (desmotadoras del algodón, proveedores de materias primas para la producción agraria, etc.), que posiblemente sea incluso más importante cuantitativamente que la producida dentro del propio sector productor. Lógicamente, la conjunción de ambos impactos sobre el empleo, directos e indirectos, puede tener consecuencias negativas de relevancia para el desarrollo rural de las zonas especializadas en este cultivo.

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, 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.

Tras este somero análisis de impactos, no cabe duda que la evaluación de la reforma se avecina es muy dispar según el colectivo que la realice: aceptable en líneas generales para los productores, negativa para la industria de transformación y de suministros, 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 los ecologistas (disminución en el uso de insumos y, por tanto, en la generación de contaminación difusa por parte de la agricultura). En todo caso, si se plantea la política agraria como una política al servicio del conjunto de la sociedad, la evaluación política de la misma requeriría una adecuada ponderación de los diferentes impactos, según la percepción de los mismos por el conjunto de los ciudadanos. No obstante, este aspecto que va más allá del objetivo de este trabajo. Nos hemos limitado, pues, a plantear las ventajas e inconvenientes de la reforma, así como los conflictos de intereses plantados al respecto.



Estrategias productivas de reducción de insumos

Capítulo VI

VI. ESTRATEGIAS PRODUCTIVAS DE REDUCCIÓN DE INSUMOS

A la hora de buscar la máxima rentabilidad en el cultivo del algodón, el productor tiene básicamente dos estrategias para optimizar su producción independientemente del precio final de venta de la cosecha. Una es el estrechamiento de líneas de algodón o *Ultra Narrow Row* (UNR) para conseguir una mayor densidad de líneas de cultivo. Si en la forma convencional del cultivo, se deja un espacio que oscila entre los 85 y los 100 cm, el algodón UNR reduce la distancia a una cuarta parte mediante el establecimiento de tres líneas adicionales. Como resultado el manejo varía considerablemente desde la siembra a la recolección pasando por el control de malas hierbas, plagas, etc. (Consejería de Agricultura y Pesca, 2004).

Sin embargo esta estrategia no está aún muy extendida y presenta algunos inconvenientes como son la necesidad de emplear un tipo de cosechadora diferente a la habitual y que el algodón obtenido contiene un mayor grado de impurezas. Por ello las estrategias más válidas lo son en la línea de la reducción de los insumos. Así el cultivo de algodón modificado genéticamente o transgénico, el cultivo de algodón de manera ecológica y el cultivo de algodón bajo las condiciones de la llamada “producción integrada” son las tres principales estrategias, aunque no todas con las mismas garantías de éxito, a las que puede recurrir el productor de algodón. Veamos cuales son cada una de éstas.

VI.1 Biotecnología

Transgénicos en la agricultura

Desde el comienzo de la Agricultura en el Neolítico (4.000 - 7.000 años a. C), la especie humana ha venido desarrollando una serie de labores para mejorar las especies vegetales cultivadas. Esas labores, encaminadas primero a conseguir la domesticación de especies silvestres y luego a obtener plantas más resistentes a las plagas y a las condiciones climáticas y en definitiva a conseguir una mayor producción agrícola, han sido varias, siendo la mejora tradicional de semillas por hibridación la más usada. Esa técnica se ve limitada al tener que cruzar especies emparentadas.

Sin embargo, en las últimas décadas la biología molecular ha realizado avances considerables en la comprensión del material genético de los

seres vivos (estructura y funcionamiento). Ahora la ingeniería genética es capaz de cortar trozos de ADN (ácido desoxirribonucleico) para aislar un gen, copiarlo y reintroducirlo en el ADN de otro ser vivo. El ADN así obtenido se llama ADN recombinante y el nuevo ser es un Organismo Modificado Genéticamente (OMG) con un gen añadido o transgen, razón por la que también se conocería a ese ser como Transgénico.

Los genes transferidos a OMG se pueden clasificar en dos categorías:

1. *Genes funcionales* que dan una propiedad determinada al OMG (por ejemplo una planta puede fabricar su propio pesticida).
2. *Genes marcadores* que son útiles en el momento de realizar la modificación genética en el laboratorio: indican si la transferencia ha funcionado y permiten seleccionar las células que han integrado la modificación. Una de las técnicas para conseguir esto es emplear genes que confieren una resistencia a determinados antibióticos: se introduce, además del gen funcional deseado, un gen de resistencia a un antibiótico al ADN de un cultivo de células; el cultivo recibe un tratamiento con el antibiótico en cuestión. Las células que sobreviven son las que han integrado con éxito las modificaciones genéticas y, por tanto, se multiplicarán las plantas transgénicas a partir de estas células.

Los cultivos transgénicos son los que se obtienen a partir de semillas que han sido modificadas genéticamente en un laboratorio. Actualmente las principales plantas transgénicas cultivadas son la soja, el maíz y, en menor medida, el algodón, la colza y el tabaco.

Los productos alimenticios obtenidos a partir de la ingeniería genética son numerosos:

- Plantas y animales modificados genéticamente (ejemplo: maíz en galletas, soja en papillas infantiles, salmones transgénicos); tienen en su composición ADN recombinante.
- Alimentos que contienen un ingrediente o aditivo derivado de un OMG (ejemplo: almidón de maíz, lecitina de soja); en general no se detectan trazas de ADN recombinante en estos alimentos porque sus ingredientes transgénicos están altamente procesados.

- Carne de animales que han comido piensos transgénicos.

En la actualidad, las propiedades insertadas a las variedades modificadas genéticamente son de carácter agronómico (es decir que sirven en el momento del cultivo) y, frente a los alimentos convencionales, los alimentos transgénicos no presentan beneficios adicionales para el consumidor. Estas propiedades son principalmente:

- La tolerancia a un herbicida: se puede echar una dosis elevada de herbicida al campo sin que la planta transgénica se vea afectada mientras el resto de plantas no sobreviven. La planta es tolerante a un herbicida concreto.
- La resistencia a insectos: las plantas transgénicas en las cuales se ha introducido el gen Bt (un gen de la bacteria *Bacillus thuringiensis*) producen una toxina que sirve de insecticida. Por ejemplo el algodón Bt elimina las larvas de orugas que destruyen los botones y las flores o atacan a las cápsulas de las plantas de algodón. (El caso del algodón Bt será abordado ampliamente más adelante).
- Algunas variedades contienen las dos propiedades añadidas.

Además, muchas plantas transgénicas tienen incorporadas un gen de resistencia a antibióticos (gen marcador).

La progresión de la superficie de cultivos transgénicos en el mundo o como ahora se les denomina cultivos biotecnológicos, ha sido espectacular: se ha pasado de menos de 200.000 hectáreas en 1995 a unos 81 millones en 2004 (James, 2004). Sólo el incremento de un año, de 2003 a 2004 ha sido superior al 20%.

Durante el año 2004 aproximadamente 8,25 millones de agricultores en 17 países sembraron cultivos transgénicos – 1,25 millones más que los que sembraron transgénicos en 18 países en 2003. Cabe destacar que el 90% de estos agricultores lo fueron de países en desarrollo. Efectivamente, y por primera vez, el crecimiento absoluto del área sembrada con transgénicos fue mayor en países en desarrollo (7,2 millones de hectáreas), que en países industrializados (6,1 millones de hectáreas) (ver James, 2004).

El número de países que sembraron más de 50.000 hectáreas de cultivos biotecnológicos y que con frecuencia se denomina como “países mega-productores” aumentó de 10 a 14 en 2004, con la incorporación de

Paraguay, Méjico, España y Filipinas. El número de países que sembraron la mayor parte de la superficie mundial aumentó de 5 a 8. Estos fueron: Estados Unidos (59%), Argentina (20%), Canadá (6%), Brasil (6%), China (5%), Paraguay (2%), India (1%) y Sudáfrica (1%). La lista de los “mega-productores” se completó con Méjico, España, Filipinas, Uruguay, Australia y Rumania. En España se sembraron durante 2004, 100.000 hectáreas de maíz transgénico (ver Gráfico VI.1).

Para finales de esta década el Servicio Internacional para las Adquisiciones de las Aplicaciones Agro-biotecnológicas (en siglas ISAAA) predice que más de 15 millones de agricultores cultivarán transgénicos en 150 millones de hectáreas, repartidas en más de 30 países (James, 2004).

GRÁFICO VI.1

Distribución geográfica de los cultivos biotecnológicos en 2004



Fuente: Adaptado de James (2004).

En el Cuadro VI.1 y el Gráfico VI.2 se muestra la situación de los principales cultivos biotecnológicos en 2004, cuya supremacía se reparte entre la soja, el maíz, la canola y el algodón.

Si comparamos la importancia relativa del cultivo transgénico respecto al convencional destaca, a una gran distancia respecto al siguiente, el cultivo de la soja, cuyo porcentaje de cultivos transgénicos alcanza el 59% del total mundial. Le sigue en importancia el maíz, representando el cultivo transgénico el 25% del total mundial, como podemos apreciar en el Gráfico VI.2.

CUADRO VI.1

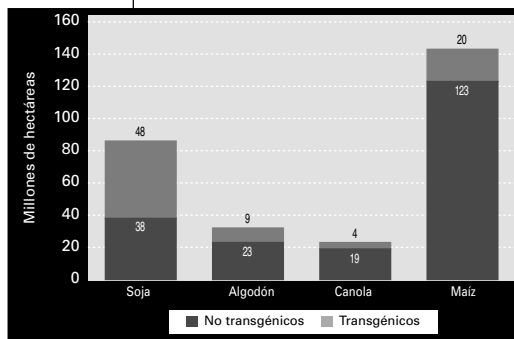
Situación mundial de los principales cultivos biotecnológicos

	Millones de Hectáreas	% Del total de transgénicos
Soja tolerante a herbicida	48,4	60
Maíz Bt	11,2	14
Algodón Bt	4,5	6
Maíz tolerante a herbicida	4,3	5
Canola tolerante a herbicida	4,3	5
Maíz tolerante a herbicida / Bt	3,8	4
Algodón tolerante a herbicida / Bt	3,0	4
Algodón tolerante a herbicida	1,5	2
TOTAL	81.0	100

Fuente: Elaboración propia a partir de James (2004).

GRÁFICO VI.2

Presencia de los cultivos transgénicos según especie



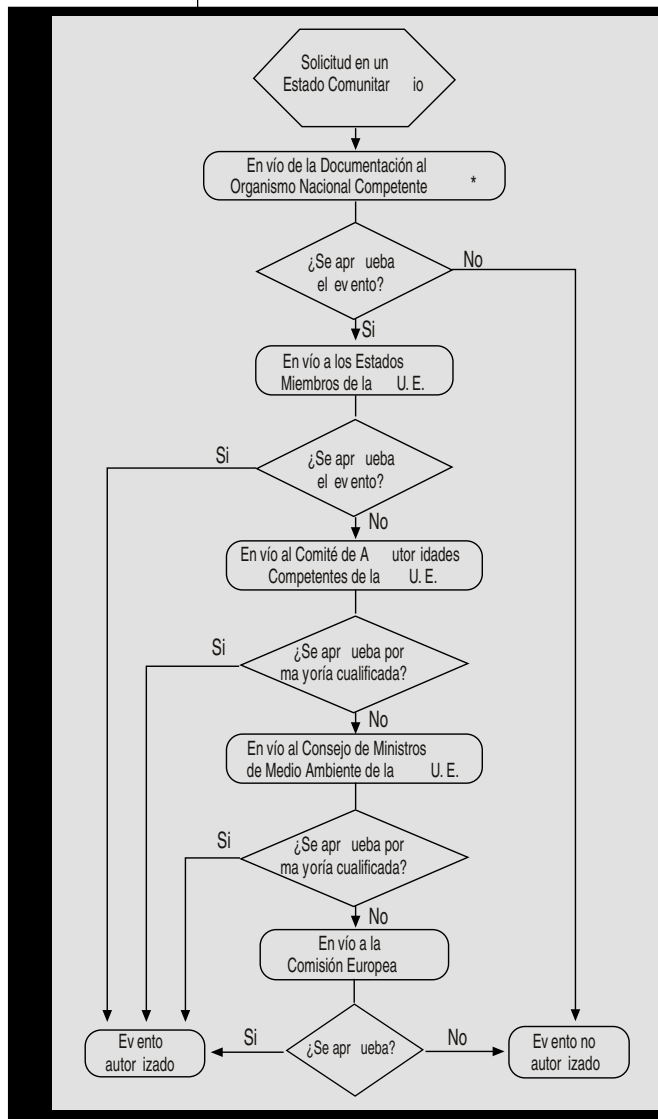
Fuente: Elaboración propia a partir de James (2004).

La Unión Europea dispone de una normativa compleja en materia de OMG, a la que España también está sometida (Gráfico VI.3). Regula y otorga las autorizaciones de:

- *Comercialización* de los OMG y el uso que se puede hacer de cada país dentro de la Unión Europea (cultivo, importación, etc.).
- *Utilización* de los OMG en los alimentos.

GRÁFICO VI.3

Pasos necesarios para la aprobación en la UE de un evento con vistas al cultivo con fines comerciales de una variedad modificada genéticamente



*En España es el Consejo Interministerial de Organismos Modificados Genéticamente, adscrito al Ministerio de Medio Ambiente.
Fuente: Elaboración propia.

Hasta la fecha, la Unión Europea ha aprobado la comercialización de 17 OMG, de los cuales 11 son plantas de cultivo. Dentro de estas se encuentran:

- Tres variedades de maíz autorizadas para su cultivo en suelo europeo.
- Una variedad de soja, una de colza y una de maíz autorizadas para su importación. Todas ellas se pueden utilizar para la fabricación de piensos, por lo que se introducen en la cadena alimentaria humana. Algunas están autorizadas para entrar directamente en la composición de nuestros alimentos, en particular maíz y soja.

Además están aprobados varios productos obtenidos a partir de maíz y colza modificados genéticamente pero que después del procesado no contienen el ADN recombinante (por ejemplo el aceite de colza, el almidón, la harina o gluten de maíz, etc.).

Por lo que respecta al algodón, cabe señalar que en Europa no está permitido el cultivo del algodón biotecnológico, si bien existen cinco solicitudes de comercialización presentadas en la actualidad en la Unión Europea.

Algodón modificado genéticamente

Al hablar de “Algodón Modificado Genéticamente” en realidad no se está hablando de un único tipo de algodón. El primer algodón transgénico en ser desarrollado fue el conocido como Algodón Bt (o por su nombre comercial Bollgard) y es un algodón resistente a los lepidópteros que constituyen una plaga. Sin embargo desde 1995, en que el algodón Bollgard es autorizado en Estados Unidos hasta nuestros días, se han desarrollado ocho tipos más de algodones modificados genéticamente, que presentan resistencia a insectos o son tolerante con determinados insecticidas como por ejemplo el bromoxynil o el glifosato. Estos nuevos algodones se conocen como algodones de segunda generación. Incluso ya se comienza a hablar de algodones de tercera generación que son algodones que se están modificando genéticamente para incorporar una mayor tolerancia a la sequía o bien obtener unas fibras con la misma resistencia y flexibilidad que las telas de las arañas.

No obstante, la mayor parte de las modificaciones genéticas que se están haciendo lo son en la línea de mejorar la resistencia a plagas, ya que el cultivo de algodón absorbe un 24 % del mercado mundial de insecticidas (Colliot y Le Roux de Bretagne, 1993)

Algodón Bt

Las iniciales “Bt” que acompañan en su denominación a esta variedad de algodón transgénico proceden de las primeras letras del nombre científico de la bacteria del suelo “*Bacillus thuringiensis*”. Esta bacteria se emplea como insecticida desde hace más de 50 años y de ella, mediante ingeniería genética, se ha incorporado al código genético del algodón, parte de sus genes.

Desde mediados del siglo XX se utiliza generalmente para luchar contra las larvas de lepidópteros de los géneros *Heliothis*, *Pieris*, *Plusia*, *Plutella*, *Ostrinia*, *Capua*, *Prays* y *Cacoecia*, entre las plagas agrícolas. También se emplea habitualmente en el combate contra las plagas forestales como por ejemplo es la Procesionaria del Pino (*Thaumetopoea pityocampa*) o las provocadas por ataques de los géneros *Lymantrinia*, *Malacosoma*, *Euproctis* y *Tortryx* (Burges, 1981).

El *Bacillus thuringiensis* fue descubierto en Japón en 1902 por Ishiwata. Pocos años después fue aislado en Thuringe (Alemania), siendo comercializado el primer formulado a base de *Bacillus thuringiensis* en Francia, en 1938. Desde entonces hasta nuestros días, aunque durante la década de los 40 y 50 del pasado siglo XX su uso fue desplazado debido al descubrimiento de los insecticidas de síntesis orgánica, se ha convertido en el biopreparado más utilizado en la práctica y representa más del 90% del mercado de insecticidas biológicos (Fernández-Larrea, 1999).

Su transmisión es horizontal y la presa las adquiere por ingestión. También hay vectores como parasitoides y depredadores que transmiten la bacteria de un individuo a otro.

El *Bacillus thuringiensis* presenta esporas con cristales que se liberan en el estómago del individuo-plaga. Estos cristales son tóxicos y paralizan el tubo digestivo impidiendo los movimientos peristálticos, por lo que el insecto no se alimenta y muere por inanición. En el tubo digestivo se multiplican las bacterias hasta que rompen el epitelio y entran en el resto de órganos y tejidos vitales del insecto.

En España existen hasta 28 preparados comerciales de plaguicidas que utilizan *Bacillus thuringiensis* y su acción depende de la raza elegida para cada tipo de plaga, destacándose:

- *Bacillus thuringiensis aizawai*, contra Lepidópteros.
- *Bacillus thuringiensis irraelensis*, contra Dípteros.

- *Bacillus thuringiensis kurstaki*, contra Lepidópteros.
- *Bacillus thuringiensis tenebrionis*, contra Coleópteros.

El empleo de *Bacillus thuringiensis* es de nula toxicidad para animales superiores y resulta totalmente inocuo para otros insectos, entre ellos los artrópodos útiles. Es también inocuo para insectos y ácaros beneficiosos, pájaros, peces y mamíferos, incluyendo humanos (WHO, 2000). Su incorporación ahora al genoma del algodón constituye una fuente de expectativas en esta nueva manera de aplicación.

El algodón Bt-Bollgard, fue desarrollado por las Compañías Monsanto y Delta Pine y ensayado en campo desde 1992. Tras informes positivos del Departamento de Agricultura (USDA), de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y de la Administración de Alimentos y Medicinas (FDA) de los Estados Unidos, se concedió la primera autorización en 1995. Al año siguiente se sembraron en ese país 713.000 hectáreas de este tipo de algodón. Poco tiempo después se concedió la autorización en Australia sembrándose las 30.000 primeras hectáreas.

Bollgard, el nombre comercial registrado por Monsanto, ya da indicios de los rasgos principales de este algodón. Bollgard es una combinación de *Boll* (cápsula) y una reducción de la palabra *Guard*, que en inglés significa guardia, protección, etc. Así pues Bollgard se podría traducir por “protección de la cápsula”. Su característica principal es que mediante técnicas de biología molecular se ha conseguido introducir un gen procedente de la variedad *kurstaki* de la ya mencionada bacteria *Bacillus thuringiensis*. Este gen sería el responsable de que el denominado algodón Bollgard produzca una proteína para el control de insectos (*cryIAc*). La proteína otorga una protección eficaz, durante toda la campaña, contra plagas claves de insectos lepidópteros que pueden generar daños importantes en este cultivo (Wilson *et al.*, 1994; Betz *et al.*, 2000).

Principalmente su acción se demuestra muy eficaz contra la oruga de las cápsulas (*Helicoverpa armigera*), el gusano rosado (*Pectinophora gossypiella*) y la oruga espinosa (*Earias insulana*) (Novillo *et al.*, 1999), consideradas plagas de gran importancia para el cultivo del algodón en España (Alvarado *et al.*, 1999). Estas plagas destruyen los botones y las flores o atacan a las cápsulas de las plantas del algodón antes de que estas terminen la producción de fibra. La larva del gusano rosado, por ejemplo, es muy difícil de combatir, ya que desde que emerge del huevo hasta que penetra en el órgano fructífero transcurren solo horas y, una vez dentro, los insecticidas actuales no son capaces de actuar (Alvarado y Dúran, 1996).

Los beneficios directos del algodón Bollgard son el menor uso de insecticidas para la protección del cultivo, un control de las orugas de las cápsulas más eficaz y en consecuencia una mejora del rendimiento, una disminución en los costes de tratamientos y en una reducción de los riesgos del cultivo, teniendo todo ello como resultado una mejora de la rentabilidad para los productores de algodón (Gianessi y Carpenter, 1999; Klotz-Ingram *et al.*, 1999; Traxler y Falck-Zepeda, 1999; Xia *et al.*, 1999; Edge *et al.*, 2001). Se ha estimado que el cultivo de algodón Bollgard en los Estados Unidos desde 1996, ha permitido una reducción de 1,2 millones de kilogramos de ingredientes activos de insecticidas, y 15 millones de aplicaciones de insecticidas (Carpenter y Gianessi, 2001).

Por otra parte, según Monsanto (2001), los agricultores de los Estados Unidos que cultivaron algodón Bollgard obtuvieron un aumento de 118 millones de kilogramos en la producción de algodón por año, lo que supuso en 1999 un incremento de sus ingresos netos estimado en 100 millones de euros (Carpenter y Gianessi, 2001). Y no solo eso, el cultivo de variedades de algodón genéticamente modificado ha aportado beneficios secundarios asociados a la reducción en el uso de insecticidas, dando como resultado un incremento de las poblaciones de insectos beneficiosos y de fauna salvaje, una disminución de la escorrentía potencial de insecticidas y una mayor seguridad para los trabajadores agropecuarios (Pray *et al.*, 2001).

En España, como en el resto de la Unión Europea, todavía no se ha autorizado la comercialización de las semillas de algodón Bollgard. Sin embargo, tras haberse levantado recientemente la moratoria que la Unión Europea había aplicado a los cultivos con organismos modificados genéticamente, es previsible que en un futuro próximo se inicien las primeras autorizaciones de siembra.

Desde finales de la década de los 90 se han venido desarrollando una serie de ensayos, generalmente en Andalucía, que han demostrado que las variedades de algodón Bollgard son una excelente herramienta en el manejo integrado de plagas en el algodón. Según estos ensayos, el ahorro de consumo de recursos para proteger la cosecha de las orugas de las cápsulas oscila entre los 10,7 a los 15,8 litros por hectárea de insecticida ahorrados, manteniendo o incrementando las producciones finales: 12% de incremento medio en ensayos durante 1998 y respetando las poblaciones de insectos auxiliares, que contribuyen a la lucha biológica contra las especies plaga del cultivo (Novillo *et al.*, 1999).

Todo ello hace que la superficie cultivada en el mundo con semillas de algodón modificado genéticamente vaya en aumento año tras año. Así,

desde 1996, 13 millones de hectáreas de algodón Bt han sido sembradas satisfactoriamente en 9 países, 7 en vías de desarrollo y 2 industrializados; estos son: Estados Unidos, México, Argentina y Colombia (de manera pre-comercial) en América, China, India, Indonesia y Australia en Asia, y Sudáfrica en el Continente Africano.

Según el Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones de Agro-biotecnología (ISAA) las potencialidades del algodón Bt en el mundo son muy grandes. Así, el algodón Bt ocupa 4 millones de hectáreas, pero tiene el potencial de brindar beneficios significativos en por lo menos la mitad de las 33,5 millones de hectáreas de algodón con infestaciones medias y altas de insectos. Con una liberación óptima de algodón Bt, las proyecciones en ahorro en el uso de insecticidas se estiman en 33.000 toneladas, equivalentes al 37% de las 81.200 toneladas de insecticidas empleados en algodón a nivel mundial en el 2001 (ISAAA, 2004).

Otros algodones modificados genéticamente

Además del algodón Bt-Bollgard, desde finales del pasado siglo XX hasta nuestros días se han desarrollado una serie de “eventos”, es decir de modificaciones genéticas o construcciones genéticas transferidas por ingeniería genética, que han generado ocho nuevos algodones biotecnológicos. Esos nuevos algodones son:

EVENTO: I5985

COMPAÑÍA: Monsanto

NOMBRE COMERCIAL: BOLLGARD II

DESCRIPCIÓN: Algodón resistente a insectos derivado por la transformación de la variedad parental DP50B, la cual contiene el evento 531 (comercializado con el nombre Bollgard I), con ADN de plásmido purificado que contiene el gen *cry2Ab* procedente de *Bacillus thuringiensis* subespecie *kurstaki*.

EVENTO: I9-51a

COMPAÑÍA: DuPont Canadá Agricultural Products

DESCRIPCIÓN: Algodón tolerante al herbicida sulfonilurea por introducción de una forma variante de la enzima acetolactato sintasa (ALS).

EVENTO: 281-24-236

COMPAÑÍA: DOW AgroSciences LLC

DESCRIPCIÓN: Algodón resistente a insectos, producido por inserción del gen *cryIF* procedente de *Bacillus thuringiensis* variedad *aizawai*. El gen codificador de la enzima fosfinotricina acetiltransferasa (PAT) procedente de *Streptomyces viridochromogenes* y fue introducido como un marcador selectivo.

EVENTO: 3006-210-23

COMPAÑÍA: DOW AgroSciences LLC

DESCRIPCIÓN: Algodón resistente a los insectos producido por inserción del gen *cryIAc* procedente de *Bacillus thuringiensis* subespecie *kurstaki*.

EVENTO: 31807 / 31808

COMPAÑÍA: Calgene Inc.

NOMBRE COMERCIAL: BXN Plus Bt

DESCRIPCIÓN: Algodón tolerante al herbicida bromoxynil y resistente a los insectos, producido por la introducción del gen *cryIAc* procedente de *Bacillus thuringiensis* y del gen codificador de la enzima nitrilasa procedente de la bacteria *Klebsiella pneumoniae*.

EVENTO: BXN

COMPAÑÍA: Calgene Inc.

NOMBRE COMERCIAL: BXN

DESCRIPCIÓN: Algodón tolerante al herbicida bromoxynil producido por la introducción del gen codificador de la enzima nitrilasa procedente de la bacteria *Klebsiella pneumoniae*.

EVENTO: LLCotton25

COMPAÑÍA: Bayer CropScience

NOMBRE COMERCIAL: LIBERTYLINK

DESCRIPCIÓN: Algodón tolerante al herbicida glufosinato de amonio por introducción del gen codificador de la enzima fosfinotricina acetiltransferasa (PAT) procedente de la bacteria del suelo *Streptomyces hygroscopicus*.

EVENTO: MONI445 / 1698

COMPAÑÍA: Monsanto

NOMBRE COMERCIAL: ROUNDUP READY

DESCRIPCIÓN: Algodón tolerante al herbicida glifosato producido por introducción de una forma de tolerancia natural al glifosato de la enzima 5-enolpiruvil sikimato-3-fosfato sintetasa (EPSPS) procedente de *Agrobacterium tumefaciens* cepa CP4.

Pero no quedan ahí los trabajos de modificar genéticamente el ADN del algodón. En la actualidad la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA), perteneciente al Ministerio de Agricultura de Brasil, está desarrollando un algodón cuyos copos contendrán los genes de las arañas que tienen que ver con la producción de la tela, con la intención de producir una fibra más resistente y flexible. La primera cosecha experimental del producto será recogida en el segundo semestre de 2005. Y el destino último de esas anheladas fibras más resistentes y flexibles es la elaboración de ropa deportiva y de seguridad, como chalecos antibalas, la producción de microconductores y fibra óptica y la generación

de seda quirúrgica ultra fina. La misma empresa ha logrado importantes avances con productos modificados genéticamente, como por ejemplo algodón con copos de diferentes colores.

Otro ejemplo de las nuevas investigaciones en algodón biotecnológico son los trabajos que en Arizona desarrolla el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) y que persiguen modificar el ADN de la planta de algodón para, mediante ingeniería genética, obtener un algodón con menos requerimientos hídricos y por lo tanto, con más resistencia a los períodos de sequía (USDA, 2005).

VI.2 | Otros sistemas de producción alternativos

Algodón ecológico

Junto con el empleo de la biotecnología, el cultivo del algodón tiene en principio otras dos formas alternativas de producción con reducción de insumos: la producción orgánica o ecológica y la producción integrada.

Por producción ecológica u orgánica del algodón se conoce el cultivo de la planta del algodón usando métodos y materiales que no tienen impacto en el medio ambiente. La producción ecológica mejora la fertilidad del suelo, reduce el uso de fertilizantes y pesticidas tóxicos y persistentes y construye una biodiversidad agrícola.

Sin embargo esta modalidad de producción se ve prácticamente imposibilitada en territorios, como el andaluz, en el que las condiciones climáticas y la proliferación de plagas obliga unas veces a utilizar el sistema del acolchado plástico y siempre a realizar un elevado número de tratamientos con productos fitosanitarios (Consejería de Agricultura y Pesca, 2004).

Las diferencias entre el algodón ecológico y el producido de forma convencional no sólo radican en los métodos empleados. Existen importantes diferencias respecto a los costes de producción y a los precios que alcanzan en el mercado ya que aunque el algodón ecológico presentaría un producto libre de residuos, el encarecimiento y la dificultad de algunos tratamientos como el manual contra las malas hierbas o las operaciones de desecación darían finalmente una diferencia en los rendimientos entre ambos sistemas de producción de más de 5,5 balas de algodón por hectárea, en favor de la producción convencional.

Todo ello conduce a la situación actual: en la actualidad no existe cultivo de algodón ecológico en Andalucía.

No obstante, algunas investigaciones (Swezey *et al.*, 1999) indican que en latitudes en las que los cultivos cercanos no favorezcan la invasión de plagas al algodón y en las que se realicen algunos tratamientos de lucha biológica, es posible obtener una producción de algodón ecológico con niveles de calidad prácticamente similares al producido de forma convencional, salvo en el color de la fibra que desciende ligeramente, aunque no lo suficiente como para devaluar el precio final.

En la campaña 2000/2001, aproximadamente 5.950 toneladas de algodón ecológico fueron cosechadas en 11 países, según una encuesta realizada por la Red de Acción en Plaguicidas del Reino Unido (PAN-UK). Esto representa cerca del 0,03% de la producción mundial del algodón. Turquía y los Estados Unidos son los productores principales del algodón ecológico, seguidos por la India, Perú, Uganda, Egipto, Senegal y Tanzania.

Algodón de producción integrada

EL tercer sistema de producción de algodón lo constituye la producción integrada. Esta utiliza los mecanismos de regulación naturales, teniendo en cuenta la protección del medio ambiente, la economía de las explotaciones y las exigencias sociales (Consejería de Agricultura y Pesca, 2002).

Las prácticas agronómicas obligatorias para poder caracterizar una producción algodonera como producción integrada son entre otras:

- Realizar analíticas de suelo, al menos cada 4 años.
- Efectuar las enmiendas orgánicas y minerales sólo si proceden.
- Mantener el nivel de materia orgánica en el suelo.
- La fertilización mineral se efectuará teniendo en cuenta las extracciones del cultivo, el estado nutricional de la planta, el nivel de fertilidad del suelo y las aportaciones efectuadas por otras vías (agua, materia orgánica, etc.).
- Llevar a cabo análisis foliares anualmente para conocer la respuesta al Plan de Abonado, y corregir posibles carencias. La muestra de hojas ha de ser representativa, por lo que se tomará cruzando la parcela en

diagonal, con plantas representativas en cuanto a su aspecto visual. Se tomarán 40 hojas nuevas totalmente desarrolladas (15-20 días) de la periferia y con pecíolo.

- Cumplir la normativa vigente relativa a la protección de aguas contra la contaminación por nitratos de uso agrario.

En 2003 la Consejería de Agricultura y Pesca aprobó el Decreto 245/2003, de 2 de septiembre por el que se regula la producción integrada y su indicación en productos agrarios y sus transformados. El citado decreto recoge todas las novedades relativas a la producción integrada hasta la fecha y presta especial atención a los aspectos de la identificación de garantía y de las entidades de certificación (Consejería de Agricultura y Pesca, 2003a)

A pesar de que todavía no existe una ayuda agroambiental por superficie al cultivo de algodón en Andalucía, la publicación de la Orden de 28 de Marzo de 2003 (Consejería de Agricultura y Pesca, 2003b), sí establece las bases para la concesión de ayudas dirigidas al desarrollo de programas de Producción Integrada. Con este propósito, la Asociación Andaluza del Algodón, entidad que integra a Organizaciones Agrarias y a la Federación de Cooperativas y Asociaciones de Empresas Desmotadoras, ha sido la institución encargada de rubricar con la Consejería de Agricultura y Pesca de Andalucía un convenio de colaboración para la implantación de Agrupaciones de Producción Integrada (API) en la provincia de Sevilla. En la campaña 2003/04 se pusieron en marcha 53 APIs de las cuales 46 están integradas en empresas cooperativas asociadas a FAECA, seis en empresas desmotadoras de la Asociación Española de Desmotadores de Algodón (AEDA) y una en la organización profesional agraria Unión de Pequeños Agricultores (UPA). La superficie total puesta bajo el sistema de Producción Integrada previsto en el Reglamento Específico del Algodón ha sido de 14.292 hectáreas (Consejería de Agricultura y Pesca, 2004).

Conclusiones

VII. CONCLUSIONES

A lo largo de esta monografía se ha presentado una panorámica general de lo que ha representado, representa y pudiera seguir representando el algodón en la economía rural y el tejido social de Andalucía. Se ha efectuado un seguimiento de la evolución de la oferta, y estudiado la rentabilidad actual y la futura en función de los escenarios de política aldononera planteados por la Unión Europea. En especial, de la reforma prevista a partir de la campaña 2006/2007, de no mediar una sentencia judicial favorable al recurso planteado por el Reino de España ante el Tribunal de Justicia de Luxemburgo.

Si atendemos a la opinión de los cultivadores de algodón, la reforma del Reglamento del sistema de ayudas a la producción podría suponer la práctica desaparición del cultivo en nuestra región, tal y como han declarado tres cuartas partes de los mismos en la encuesta realizada en verano de 2004. Esta opinión se ve corroborada con el análisis económico efectuado en el presente estudio. 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.

Ante este panorama, el presente estudio analiza el impacto de dos opciones de política agraria encaminadas a corregir este efecto negativo de la reforma:

- Una primera medida estudia la posibilidad de complementar la ayuda por superficie con un pago, también por superficie, derivado de una ayuda de tipo agroambiental, por la conversión de la producción convencional de algodón a la producción integrada.
- La segunda medida consiste en la modulación máxima del pago por superficie en función de la calidad del algodón entregado a la industria transformadora de forma que la ayuda desacoplada inicial de 1.039 €/ha podría reducirse hasta un mínimo de 520 €/ha en el caso del algodón semi-abandono e incrementarse hasta un máximo de 1.558 €/ha en el caso de entregar algodón con la máxima calidad (siempre que no se excedieran las 70.000 ha garantizadas).

Según las simulaciones realizadas, considerando ambas opciones conjuntamente, 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 la reforma que se avecina, en el caso de aprobarse estas medidas complementarias, es aceptable para los productores (mantienen o incluso mejoran sus rentas), negativa para la industria de transformación y de suministros (disminución o desaparición según las medidas que se adopten), 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 los ecologistas (disminución en el uso de insumos y, por tanto, en la generación de contaminación difusa por parte de la agricultura).

En definitiva, la producción algodonera de Andalucía se halla en un momento tan crucial que bien merece que todos, y especialmente las Administraciones e Instituciones y el sector agrario, le dispensen una atención preferente, ya que, al menos a medio plazo, está en juego el nivel de vida de sus productores y de muchas poblaciones meridionales que figuran entre las más pobres de la UE, y que tan precisadas están de obtener recursos para mejorar sus niveles de desarrollo. En la confianza de que este horizonte pueda mejorar, damos por concluido este estudio.

Bibliografía

Bibliografía

- Agbios (2005) Global status of approved genetically modified plants. Sitio web: <http://64.26.159.139/dbase.php?action=Synopsis>
- Alvarado, M. y Durán, J.M. (1996) Incidencias climáticas y fitosanitarias en los cultivos españoles durante 1995: Algodón. *Phytoma España* 77, 18-23.
- Alvarado, M., Aranda, E., Durán, J.M., Ortiz, E., Páez, J.I., de la Rosa, A., Serrano, A. y Vega, J.M. (1999) Plagas y enfermedades del Algodón. Dirección General de la Producción Agraria. Divulgación Sanidad Vegetal. Junta de Andalucía.
- 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.
- Arriaza, M. (2002) Modelos de política agraria: revisión bibliográfica de los aspectos metodológicos del enfoque multiatributo y media-varianza. *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, 155-171.
- Arriaza, M., Gómez-Limón, J.A. y Ruiz Avilés, P. (2003) Evaluación de alternativas de desacoplamiento total de ayudas COP: el caso de la agricultura de regadío en el Valle del Guadalquivir. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 3, 129-153.
- Arriaza, M., Gómez-Limón, J.A. y Upton, M. (2002) Local markets for irrigation water in Southern Spain: a multicriteria approach. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 46 (1), 21-43.
- Arriaza, M., 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.
- Arriaza, M., Ruiz Avilés, P. y Rodríguez Ocaña, A. (2004) *Estudio sobre la producción de algodón bruto en Andalucía*. Informe técnico del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera y Alimentaria.
- Ballesteros, E. y Romero, C. (1998) *Multiple Criteria Decision Making and its Applications to Economic Problems*. Kluwer Academic Publishers. Holanda.
- Bell, D.E., Raiffa, H. y Tversky, A. (1988) Descriptive, normative, and prescriptive interactions in decision making, en D.E. Bell, R.L. Keeney, H. Raiffa y A. Tversky (eds.): *Decision Making*. Cambridge University Press. Cambridge, 9-30.
- 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.
- Betz, F.S., Hammond, B.G. y Fuchs, R.L. (2000) Safety and advantages of Bacillus thuringiensis-protected plants to control insect pests. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 32, 156-173.
- 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.
- Bryant, F.B. y Yarnold, P.R. (1995) Principal Component Analysis and Exploratory and Confirmatory Factor Analysis. En: *Reading and Understanding Multivariate Statistics*. L.G. Grimm y P.R. Yarnold (editores). American Psychological Association Books, New York.
- Burges, H.D. (1891) *Microbial control of pest and plants diseases*. London. Academy Press, pp. 108-201.
- Carpenter, J.E. y Gianessi, L.P. (2001) *Agricultural biotechnology updated benefit estimates*. National Center for Food and Agricultural Policy, Washington, D.C.
- Cary, J.W. y Holmes, W.E. (1982) Relationships among farmers' goals and farm adjustment strategies: some empirics of a multidimensional approach. *The Australian Journal of Agricultural Economics* 26 (1), 114-130.

Colliot, F y Le Roux de Bretagne, L. (1993)	Lutte contre les ravageurs. Evolution du marche mondial des produits. International Conference on Pets in Agriculture. Montpellier. France.
Consejería de Agricultura y Pesca (2002)	Orden de 27 de noviembre de 2002, por la que se aprueba el Reglamento Especifico de Producción Integrada de Algodón. B.O.J.A. num. 146, de 12 de diciembre de 2002, pp. 23.996-24.011.
Consejería de Agricultura y Pesca (2003a)	Decreto 245/2003, de 2 de septiembre, por el que se regula la producción integrada y su indicación en productos agrarios y sus transformados. B.O.J.A. num. 174, de 10 de septiembre de 2003, pp. 19.757-19.762.
Consejería de Agricultura y Pesca (2003b)	Orden de 28 de marzo de 2003, por la que se establecen las bases reguladoras para la concesión de las ayudas dirigidas a la mejora de la Sanidad Vegetal mediante la formalización de convenios de colaboración para el desarrollo de programas de Producción Integrada. B.O.J.A. num. 69, de 10 de abril de 2003, pp. 7.749-7.756.
Consejería de Agricultura y Pesca (2004)	Diagnóstico del sector algodonero andaluz. Secretaría General de Agricultura y Ganadería. Servicio de Estudios y Estadísticas. Unidad de Prospectiva. Sevilla, 214 pp.
Day, R.H. (1963)	On aggregating linear programming models of production. <i>Journal of Farm Economics</i> 45 (4), 797-813.
Edge, J.M., Benedict, J.H., Carroll, J.P. y Reding, H.K. (2001)	Bollgard Cotton: An assessment of global economic, environmental and social benefits. <i>Journal Cotton Science</i> 5, 1-8
Fernández-Larrea, O.A. (1999)	Review of Bt production and use in Cuba. <i>Biocontrol News and Information</i> 20 (1), 47-49.
Gasson, R. (1973)	Goals and values of farmers. <i>Journal of Agricultural Economics</i> 24 (3), 521-537.
Gianessi, L.P. y Carpenter, J.E. (1999)	Agricultural Biotechnology: Insect Control Benefits. National Center for Food and Agricultural Policy.
Gómez-Limón, J.A., Arriaza, M. y Riesgo, L. (2003)	A MCDM analysis of agricultural risk aversion. <i>European Journal of Operational Research</i> 151(3), 569-585.

- 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).
- Harper, W.H. y Eastman, C. (1980) An evaluation of goal hierarchies for small farm operations. *American Journal of Agricultural Economics* 62 (4), 742-747.
- Hatcher, L. (1994) *A step-by-step approach to using the SAS system for factor analysis and structural equation modeling*. SAS Institute, Cary North Caroline (USA).
- 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.
- ISAAA (2004) *GM Crops Generating Global Economic, Environmental and Social Benefits: Small Farmers in Developing Countries Are Major Beneficiaries*. [<http://www.isaaa.org/>]
- James, C. (2004) *Preview: Global Status of Commercialized Biotech/ GM Crops: 2004*. ISAAA Briefs N° 32. ISAAA: Ithaca, New York.

- Just, R.E. (1993) Discovering production and supply relationships: present status and future opportunities. *Review of Marketing and Agricultural Economics*, 61(1), 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 (2), 307-324.
- Kliebenstein, J.B., Barrett, D.A., Hefferman, W.D. y Kirtley, C.L. (1980) An analysis of farmers' perceptions of benefit received from farming. *North Central Journal of Agricultural Economics* 2 (1), 131-136.
- Klotz-Ingram, C., Jans, S., Fernández-Cornejo, J. y McBride, W. (1999) Farm-level production effects related to the adoption of genetically modified cotton for pest management. *AgBioForum* 2 (2), 73-84.
- 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.
- Monsanto (2001) Seguridad del Algodón Bollgard Evento 531, genéticamente protegido contra las orugas de las cápsulas. *Cuaderno Técnico* nº 4. Madrid, 44 pp.
- Novillo, C., Soto, J. y Costa, J. (1999) Resultados en España con variedades de algodón, protegidas genéticamente contra las orugas de las cápsulas. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas* 25, 383-393.
- Patrick, F. y Blake, B.F. (1980) Measurement and Modelling of Farmers' Goals: An Evaluation and Suggestions. *Southern Journal of Agricultural Economics* 1 (1), 23-56.
- Pray, C., Ma, D., Huang, J., y Quiao, F. (2001) Impact of Bt cotton in China. *World Development* 29, 813-825.
- Qureshi, M.E., Harrison, S.R. y Wegener, M.K. (1999) Validation of multicriteria analysis models. *Agricultural Systems* 62, 105-116.
- Rodríguez Ocaña, A. y Ruiz Avilés, P. (1996) *El sistema agroindustrial del algodón en España*. Secretaría General Técnica del MAPA. Serie Estudios número 16. Madrid.

- Ruiz Avilés, P. (1991) | *Aspectos socioeconómicos del cultivo algodonero. Situación, problemas y perspectivas de la producción de algodón tras la integración de España en la Comunidad Europea.* Cámara Oficial de Comercio e Industria de Jaén.
- Simón, H.A. (1972) | Theories of bounded rationality, en C.B. Radner y R. Radner (eds.): *Decision and Organization.* North Holland Publishing Company, Amsterdam.
- Smith, B. y Capstick, D.F. (1976) | Establishing priorities among multiple management goals. *Southern Journal of Agricultural Economics* 2 (1), 37-43.
- 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.
- Swezey, S.L., Goldma, P., Jergens, R. y Vargas, R. (1999) | Preliminary studies show yield and quality potential of organic cotton. *California Agriculture* 53 (4), 9-16.
- Thaler, R. y Russel, T. (1988) | The relevance of quasi rationality in competitive markets, en D.E. Bell, R.L. Keeney, H. Raiffa y A. Tversky (eds.): *Decision Making.* Cambridge University Press. Cambridge, 508-524.
- Traxler, G. y Falck-Zepeda, J. (1999) | The distribution of benefits from the introduction of transgenic cotton varieties. *AgBioForum* 2 (2), 94-98.
- U.S.D.A (2005) | Plant Biological and Molecular Processes. ARS National Programa (#302) .[<http://www.ars.usda.gov/research/programs.htm>]
- W.H.O. (2000) | Environmental Health Criteria, 217: *Bacillus thuringiensis.* Geneva. World Health Organization. International Programme on Chemical Safety (IPCS).
- Wilson, F.D., Flint, H.M., Deaton, W.R. y Buehler, R.E. (1994) | Yield, yield components and fiber properties of insect-resistant cotton lines containing a *Bacillus thuringiensis* toxin gene. *Crop. Sci.* 34, 38-41.
- Xia, J.Y., Cui, J.J., MA, L.H., Dong, S.L. y Cui, X.F. (1999) | The role of transgenic Bt Cotton in integrated insect pests management. *Acta Gossypii Sin.* 11, 57-64.

Anexos

ANEXO I: CUESTIONARIO

JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA

1. Número de habitantes del pueblo o ciudad en el que vive:

Menos de 1.000 1.000-2.000 2.000-5.000 5.000-10.000 10.000-20.000 Más de 20.000

2. Provincia y municipio donde siembra algodón

(si hay más de uno indicar el de mayor superficie) _____

3. Edad: 35 o menos 36-45 46-55 56-65 Más de 65

4. Señale el número de hectáreas en riego de su explotación: _____ ha. De éstas, el número

de hectáreas arrendadas son: _____ ha; y en propiedad: _____ ha

5. Indique los cultivos de regadío que ha sembrado en 2003, la superficie, el rendimiento medio en las últimas 3 campañas y el sistema de riego (marque con una X el sistema de riego)

Cultivo	Superficie (hectáreas)	Rto. medio en 3 años (kg/ha)	Sistema de riego (ha) Marque X		
			Localizado	Aspersión	Rodada
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Respecto a la cantidad de agua normal disponible para riego:

Dispongo de hasta _____ m³/ha y no me condiciona la elección de cultivos
 Dispongo de hasta _____ m³/ha y sí me condiciona la elección de cultivos, por lo que necesitaría _____ m³/ha para sembrar (o tener más hectáreas de) _____

7. Para la recolección del algodón

Utilizo maquinaria propia
 Utilizo maquinaria propiedad de una agrupación de agricultores a la que pertenezco
 Se realiza con maquinaria alquilada

8. ¿Contrata mano de obra? Sí No

9. ¿Puede disponer de toda la mano de obra que necesite? Sí No

10. En el caso que se vea limitado por la contratación de mano de obra, ¿Cuántas hectáreas podría sembrar COMO MÁXIMO de un cultivo que requiera mucha mano de obra (por ejemplo algún hortícola). _____ ha

11. A continuación le mostramos, a modo informativo, una tabla con los ingresos aproximados que tendría por cada hectárea de algodón que sembrara, según el porcentaje de desacoplamiento. Hemos supuesto un rendimiento medio de 3.500 kg/ha, una superficie sembrada de 85.000 ha y un precio del algodón de 44 pesetas/kg. Los ingresos por siembra de algodón (columna 4) incluyen la ayuda por hectárea (columna 2) y la venta del algodón (columna 3). Recuerde que la ayuda de desacoplada (columna 1) se cobra se siembre o no siembre algodón, y por tanto no está incluida en los ingresos totales (columna 4) que aparecen en la tabla. Marque con una X qué porcentaje de desacoplamiento le haría a usted dejar de sembrar algodón.

Porcentaje de desacomplamiento	Pago fijo que recibe la explotación por cada hectárea sembrada en el pasado. Esta ayuda se recibe se siembre o no algodón (1)	Pago por hectárea que recibe el agricultor por sembrar algodón			Ingresos equivalentes por kg de algodón (suponemos 3.500 kg/ha) equivalente de (4) en ptas/kg	Marque con una X en que porcentaje de desacomplamiento dejaría usted de sembrar algodón
		Ayuda por superficie (2)	Venta de algodón (3)	Ingresos totales por ha de algodón (4)=(2)+(3)		
20%	77.000	308.000	154.000	462.000	132	<input type="checkbox"/>
30%	115.500	289.500	154.000	423.500	121	<input type="checkbox"/>
40%	154.000	231.000	154.000	385.000	110	<input type="checkbox"/>
50%	192.500	192.500	154.000	346.500	99	<input type="checkbox"/>
60% (propuesta de la Comisión Europea)	231.000	154.000	154.000	308.000	88	<input type="checkbox"/>
70%	269.500	115.500	154.000	269.500	77	<input type="checkbox"/>
80%	308.000	77.000	154.000	231.000	66	<input type="checkbox"/>
90%	346.500	38.500	154.000	192.500	55	<input type="checkbox"/>
100%	385.000	0	154.000	154.000	44	<input type="checkbox"/>

12. Suponiendo que el porcentaje de desacomplamiento alcanza la cifra que usted ha indicado en la pregunta anterior y por tanto decide abandonar el cultivo del algodón, ¿qué cultivos elegiría para sustituir la superficie de algodón que indicó en la pregunta 5? (Indique por favor las hectáreas aproximadas de cada cultivo). Recuerde que no podría sembrar hortalizas ni frutales en las hectáreas donde antes había algodón.

Cultivo 1 _____ ha Cultivo 2 _____ ha Cultivo 3 _____ ha

13. En el caso de que pudiera sembrar cualquier cultivo, incluidos hortalizas y frutales, sin perder el pago fijo desacomplado (aunque, claro está, ya no cobraría la ayuda por superficie del algodón) ¿Cómo cambiaría su respuesta anterior?

Cultivo 1 _____ ha Cultivo 2 _____ ha Cultivo 3 _____ ha

14. ¿Qué porcentaje de su renta familiar proviene de la agricultura? %

15. ¿Conoce los cultivos Genéticamente Modificados? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	16. ¿Usaría el algodón Genéticamente Modificado Bt? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
17. ¿Conoce la producción integrada del algodón? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	18. ¿Está acogido actualmente al sistema de producción integrada? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
19. ¿Se acogería a este tipo de producción? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	20. ¿Debería ser obligatorio acogerse a este sistema para cobrar la ayuda por sup.? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No

21. Si lo desea, puede manifestar su opinión respecto al desacomplamiento de ayudas en algodón.

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO II. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES DE PRODUCCIÓN

Relación Acolchado – Rendimiento de algodón bruto

Utilizando los datos suministrados por una empresa consultora agrícola colaboradora y la Red Andaluza de Experimentación Agraria (RAEA) se analiza la diferencia de rendimientos entre los dos grupos (con y sin acolchado). Se utiliza el análisis paramétrico de la varianza ya que, si bien la variable dependiente RENDIMIENTO incumple el requisito de paramétrico de normalidad, no incumple el de homogeneidad de la varianza entre grupos.

One-Way AOV for RENDIMIENTO by ACOLCHADO					
Source	DF	SS	MS	F	P
Acolchado	1	5079768	5079768	6.47	0.0122
Error	122	9.579E+07	785126		
Total	123	1.008E+08			
Grand Mean	3979.4	CV 22.27			
		Chi-Sq	DF	P	
Bartlett's Test of Equal Variances			0.11	1	0.7384
Cochran's Q		0.5236			
Largest Var / Smallest Var		1.0990			
Component of variance for between groups			84049.2		
Effective cell size				51.1	
Acolchado	N	Mean	SE		
No	36	3663.0	147.68		
Sí	88	4108.9	94.46		

Conclusión: Existe una diferencia estadísticamente significativa en los rendimientos de los dos grupos: la media para el grupo que no utiliza el acolchado es 3.663 kg/ha frente a 4.109 kg/ha en el caso del uso de acolchado.

Relación Sistema de riego – Rendimiento de algodón bruto

Utilizando los datos de la encuesta realizada en verano de 2004 por el IFAPA se comprueba la relación entre el sistema de riego y el rendimiento:

One-Way AOV for RENDIMIENTO by RIEGO					
Source	DF	SS	MS	F	P
RIEGO	5	6.760E+07	1.351E+07	30.6	0.0000
Error	581	2.570E+08	442361		
Total	586	3.246E+08			
Grand Mean	3731.0	CV 17.83			
			Chi-Sq	DF	P
Bartlett's Test of Equal Variances			6.15	5	0.2915
Cochran's Q		0.2828			
Largest Var / Smallest Var		3.2068			
Component of variance for between groups				170723	
Effective cell size				76.6	
RIEGO	N	Mean	SE		
Goteo	181	4215.3	49.44		
Aspersión	70	3309.1	79.49		
Por surcos	285	3532.9	39.40		
Got+surcos	16	3936.6	166.28		
Asp+surcos	19	3534.2	152.58		
Got+asper	16	3655.6	166.28		

Conclusión: Sí existe un efecto estadísticamente significativo del sistema de riego sobre el rendimiento. Los mayores rendimientos se corresponden con el riego por goteo.

Si realizamos una comparación por parejas de cada sistema de riego mediante el método de Scheffe (los tamaños muestrales son muy diferentes) obtenemos el siguiente resultado.

Scheffe All-Pairwise Comparisons Test of RENDIMIENTO by RIEGO

RIEGO	Mean	Homogeneous Groups
Goteo	4215.3	A
Got+surcos	3936.6	AB
Got+asper	3655.6	ABC
Asp+surcos	3534.2	BC
Por surcos	3532.9	BC
Aspersión	3309.1	C
Alpha		0.05
Critical F Value		2.230
There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.		

Conclusión: El rendimiento obtenido mediante el riego por goteo es estadísticamente superior al resto de sistemas de riego. Por el contrario, el sistema de riego por aspersión es el que presenta resultados estadísticamente inferiores.

Por último, si eliminamos los casos con sistemas de riego mixtos (51 de los 587 casos), las diferencias de rendimiento entre los tres sistemas de riego son estadísticamente significativas en los tres casos:

Scheffe All-Pairwise Comparisons Test of RENDIMIENTO by RIEGO

RIEGO	Mean	Homogeneous Groups
Goteo	4215.3	A
Por surcos	3532.9	B
Aspersión	3309.1	C
Alpha		0.05
Critical F Value		3.013
All 3 means are significantly different from one another.		

Conclusión: Los tres sistemas de riego presentan diferencias en rendimiento que son estadísticamente significativas en los tres casos.

Relación Superficie – Rendimiento de algodón bruto

Utilizando los datos de la encuesta realizada en verano de 2004 por el IFAPA y aplicando el análisis de correlación no paramétrico de Spearman (ambas variables incumplen los requisitos paramétricos de normalidad) tenemos:

Spearman Rank Correlations, Corrected for Ties	
	Rendimiento
SUPERFICIE	0.0731
P-Value	0.0767
Maximum Difference Allowed Between Ties 0.00001	
Cases Included 582 Missing Cases 0	

Conclusión: El tamaño de la explotación no tiene influencia en el rendimiento.

ANEXO III: COEFICIENTES TÉCNICOS UTILIZADOS EN LAS SIMULACIONES

DATOS EN ESCENARIO ACTUAL									
	Algodón	Girasol	Proteaginosas	Hortícola	Maíz	Patata	Remolacha	Trigo	
Costes (€/ha)	2.304	231	255	3.653	1.085	3.242	2.043	395	
Margen Bruto (€/ha)	1.579	367	412	1.902	1.012	2.806	1.300	556	

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

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 Producción Integrada	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	2.043	395
Margen Bruto (€/ha)	737	578	41	242	178	1.902	715	2.806	158	300

