

"proyecto cofinanciado por la Unión Europea"

LIBRO BLANCO

AZAFRÁN en Europa

Problemas y estrategias

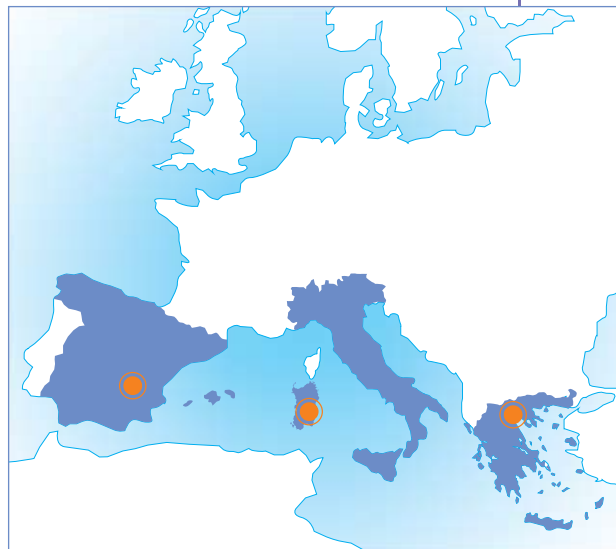
para valorizar la calidad

y mejorar

la competitividad



UNION EUROPEA



ÍNDICE



ÍNDICE

1 PRÓLOGO	15
2 JUSTIFICACIÓN	23
3 OBJETIVOS	27
3.1 OBJETIVOS GENERALES	29
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
4 MARCO DE REFERENCIA	31
4.1 CULTIVO DE AZAFRÁN	33
4.1.1 Cultivo tradicional del azafrán	35
4.1.1.1 <i>Ciclo y períodos productivos</i>	35
4.1.1.2 <i>Preparación del suelo para la plantación del azafrán</i>	36
4.1.1.3 <i>Plantación</i>	37
4.1.1.4 <i>Riego</i>	38
4.1.1.5 <i>Fertilización</i>	38
4.1.1.6 <i>Escarda</i>	38
4.1.1.7 <i>Protección fitosanitaria</i>	39
4.1.1.8 <i>Recolección</i>	39
4.1.1.9 <i>Producción</i>	42
4.1.1.10 <i>Recolección de cormos</i>	43
4.1.2 Mecanización del cultivo de azafrán en el campo	43
4.1.2.1 <i>Plantación de los cormos</i>	43
4.1.2.2 <i>Limpieza, clasificación y desinfección de los cormos</i>	44
4.1.2.3 <i>Recolección de cormos</i>	45
4.1.2.4 <i>Recolección de flores</i>	45
4.1.3 Cultivo forzado de azafrán	45
4.1.3.1 <i>Producción de cormos en el campo</i>	46
4.1.3.2 <i>Cultivo en un almacén agrícola bajo condiciones microclimáticas controladas</i>	46
4.1.3.3 <i>Cultivo en macrotúneles o túneles invernadero</i>	47
4.2 PROCESADO DEL AZAFRÁN	47
4.2.1 Monda	48
4.2.2 Deshidratación	49

4.2.3 Limpieza	51
4.3 COMERCIALIZACIÓN DEL AZAFRÁN: ALMACENAMIENTO Y ENVASADO	52
4.3.1 Compra	52
4.3.2 Clasificación	52
4.3.3 Almacenamiento	52
4.3.4 Limpieza y Homogeneización	53
4.3.5 Envasado	54
4.3.5.1 <i>Materiales y presentación</i>	54
4.3.5.2 <i>Proceso de envasado</i>	54
4.3.5.3 <i>Expedición</i>	54
4.3.6 Costes del proceso de comercialización	55
4.4 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AZAFRÁN	56
4.4.1 Parámetros intrínsecos	56
4.4.2 Parámetros extrínsecos	57
4.4.2.1 <i>Técnicas para la determinación de adulteraciones: TLC, HPLC, análisis microscópico</i>	57
4.4.2.2 <i>Técnicas para la determinación de residuos de pesticidas</i>	59
4.4.2.3 <i>Técnicas para el análisis microbiológico</i>	59
4.5 CONSUMO DE AZAFRÁN	60
4.5.1 Modo de consumo	60
4.5.2 Consumo por región	61
5 DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN	63
5.1 TRADICION CULTURAL	65
5.2 RECURSOS HUMANO	66
5.3 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y TÉCNICAS DE CULTIVO	67
5.4 MECANIZACIÓN DEL CULTIVO	68
5.5 MEJORA DE LAS CONDICIONES DE DESBRIZNADO	69
5.6 PRODUCCIÓN DE CORMOS	69
5.7 PROBLEMAS HIGIÉNICO-SANITARIOS	70
5.8 EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN	70

5.9 COMERCIALIZACIÓN	71
5.9.1 Precio percibido por los agricultores	71
5.9.2 Falta de diferenciación	71
5.9.3 Mercado internacional	72
5.10 ESQUEMA DAFO DEL SECTOR EN EUROPA	72
5.10.1 Fortalezas	72
5.10.2 Debilidades	73
5.10.3 Oportunidades	75
5.10.4 Riesgos	76
6 PLAN ESTRATEGICO: SOLUCIONES INNOVADORAS	81
6.1 FINALIDAD Y OBJETIVOS	83
6.2 FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA	84
6.2.1 Ayudas dirigidas a los productores	85
6.2.2 Mecanización del cultivo	85
6.2.3 Cooperativas de prestación de servicios	85
6.2.4 Cultivo ecológico	86
6.2.5 Producción en cooperativas	87
6.2.6 Cultivo de regadío	87
6.2.7 Fomento de la producción de cormos	87
6.2.8 Cultivo protegido	88
6.2.9 Mejora de las condiciones de desbrizado	88
6.3 INDUSTRIA AGROALIMENTARIA	89
6.3.1 Buenas prácticas de higiene	89
6.3.2 Sistema de análisis de peligro y puntos críticos de control	90
6.3.3 Mejora de las condiciones de almacenamiento	90
6.4 CALIDAD, TRAZABILIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA	90

6.4.1	Ofrecer un producto de mejor calidad	90
6.4.2	Trazabilidad	91
6.4.3	Servicios de laboratorios de análisis de calidad	91
6.5	INVESTIGACIÓN, FORMACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	91
6.5.1	Fomento de la investigación aplicada	91
6.5.2	Formación e información de los productores	92
6.5.3	Apoyo técnico y asesoramiento a los productores	93
6.5.4	Centro europeo de investigación para el aprovechamiento	93
6.6	COMERCIALIZACIÓN	93
6.6.1	Potenciar la comercialización	93
6.6.1.1	<i>Agricultores y transformadores</i>	94
6.6.1.2	<i>Internacionalización de las empresas</i>	94
6.6.2	Diferenciación	95
6.6.3	Marcas	96
6.6.4	Perspectivas de crecimiento del sector en el mercado europeo e internacional	97
6.7	NUEVOS USOS Y ACTIVIDADES	97
6.7.1	Nuevos productos	97
6.7.2	Turismo rural	98
6.7.3	Organización Interprofesional del sector del azafrán	99
6.7.4	Centro de promoción del azafrán	100
6.7.5	Oficina técnica del azafrán	101
7	CONCLUSIONES	103
A1	PRÁCTICAS REGIONALES DE CULTIVO Y RECOLECCIÓN DEL AZAFRAN EN ESPAÑA, GRECIA E ITALIA	107
A1.1	ECOLOGÍA DEL CULTIVO DEL AZAFRÁN	109
A1.1.1	Condiciones climáticas	109

A1.1.2	Condiciones edáficas	110
A1.2	MEJORA GENÉTICA	110
A1.3	CULTIVO TRADICIONAL DEL AZAFRÁN	112
A1.3.1	Ciclos. Rotación de cultivos	112
A1.3.2	Preparación del suelo para la plantación del azafrán	113
A1.3.2.1	<i>Labores del campo</i>	113
A1.3.2.2	<i>Fertilización orgánica y mineral</i>	113
A1.3.3	Plantación	114
A1.3.3.1	<i>Tamaño del corno</i>	114
A1.3.3.2	<i>Profundidad de plantación</i>	114
A1.3.3.3	<i>Densidad de plantación</i>	115
A1.3.3.4	<i>Marco de plantación</i>	116
A1.3.3.5	<i>Período de plantación</i>	117
A1.3.4	Riego	117
A1.3.4.1	<i>Calidad del agua</i>	117
A1.3.4.2	<i>Sistema de riego</i>	118
A1.3.4.3	<i>Necesidad de agua y programación del riego</i>	119
A1.3.5	Fertilización	119
A1.3.5.1	<i>Fertilización orgánica y mineral</i>	119
A1.3.5.2	<i>Tipos de fertilizante</i>	120
A1.3.5.3	<i>Dosis de fertilizante</i>	120
A1.3.5.4	<i>Momento de aplicación</i>	120
A1.3.5.5	<i>Método de aplicación</i>	121
A1.3.6	Escarda	121
A1.3.6.1	<i>Control mecánico</i>	121
A1.3.6.2	<i>Control químico</i>	122
A1.3.7	Protección fitosanitaria	122
A1.3.7.1	<i>Desinfección del material de plantación</i>	122
A1.3.7.2	<i>Control de plagas</i>	123
A1.3.8	Recolección	123
A1.3.8.1	<i>Labores de preparación</i>	123
A1.3.8.2	<i>Dinámica de floración</i>	124
A1.3.8.3	<i>Predicción del inicio de la floración</i>	124
A1.3.8.4	<i>Método de recolección de las flores</i>	124
A1.3.8.4.1	<i>Método de recolección manual</i>	124
A1.3.8.4.2	<i>Método de recolección parcialmente mecanizada</i>	125
A1.3.8.4.3	<i>Método de recolección mecanizada</i>	125
A1.3.8.5	<i>Rendimiento</i>	127
A1.3.9	Recolección de cormos	127

A1.3.9.1	<i>Arranque de cormos</i>	127
A1.3.9.2	<i>Limpieza del material</i>	128
A1.4	MECANIZACIÓN DEL CULTIVO DE AZAFRÁN EN EL CAMPO	129
A1.4.1	Plantación de cormos	129
A1.4.1.1	<i>Máquinas específicas</i>	129
A1.4.1.2	<i>Adaptación de otras máquinas agrícolas</i>	129
A1.4.2	Limpieza, clasificación y desinfección de cormos	129
A1.4.2.1	<i>Limpieza</i>	129
A1.4.2.2	<i>Clasificación</i>	130
A1.4.2.3	<i>Desinfección de los cormos</i>	130
A1.4.3	Recolección de cormos	130
A1.4.3.1	<i>Máquinas específicas</i>	130
A1.4.3.2	<i>Adaptación de otras máquinas agrícolas</i>	131
A1.4.4	Recolección de flores	131
A1.5	CULTIVO FORZADO DE AZAFRÁN	131
A1.5.1	Producción de cormos en el campo	131
A1.5.1.1	<i>Saneamiento del material de multiplicación</i>	132
A1.5.1.2	<i>Producción anual, bienal y trienal</i>	132
A1.5.2	Cultivo en almacenes agrícolas bajo condiciones microclimáticas controladas	132
A1.5.2.1	<i>Almacenamiento de cormos</i>	132
A1.5.2.1.1	<i>Condiciones térmicas</i>	132
A1.5.2.1.2	<i>Modificación y control del ambiente</i>	132
A1.5.2.1.3	<i>Duración del almacenamiento</i>	133
A1.5.2.2	<i>Floración en almacenes agrícolas</i>	133
A1.5.2.2.1	<i>Densidad de plantación en bandeja</i>	133
A1.5.2.2.2	<i>Sustrato</i>	133
A1.5.2.2.3	<i>Control del riego</i>	133
A1.5.2.2.4	<i>Control de la temperatura y la iluminación</i>	133
A1.5.2.2.5	<i>Período de floración</i>	134
A1.5.2.3	<i>Mecanización de los cultivos forzados</i>	134
A1.5.2.3.1	<i>Llenado de bandejas</i>	134
A1.5.2.3.2	<i>Cobertura con sustratos</i>	134
A1.5.2.3.3	<i>Riego</i>	134
A1.5.2.3.4	<i>Corte de las flores</i>	134
A1.5.2.3.5	<i>Reciclaje de sustratos y bandejas</i>	134
A1.5.3	Cultivo en macrotúneles o túneles invernadero	135
A2	PROCESADO DEL AZAFRÁN EN ESPAÑA, GRECIA E ITALIA	137
A2.1	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LAS FLORES	139
A2.2	MONDA	140

A2.3 DESHIDRATACIÓN DE LOS ESTIGMAS	141
A2.4 LIMPIEZA DEL AZAFRÁN	144
A3 ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DEL AZAFRÁN EN ESPAÑA, GRECIA E ITALIA	145
A3.1 ALMACENAMIENTO ANTES DEL ENVASADO	148
A3.2 PROCESOS ANTERIORES AL ENVASADO	149
A3.2.1 Limpieza: impurezas y restos florales	149
A3.2.2 Desinfección: procedimiento	149
A3.2.3 Control de humedad	150
A3.2.4 Selección del azafrán, mezcla y homogeneización de la partida	150
A3.2.5 Molienda: azafrán en polvo y triturado	150
A3.3 ENVASADO	151
A3.3.1 Materiales y presentación del producto	151
A3.3.2 Proceso de envasado	153
A3.3.3 Empleo de gases inertes	154
A3.4 ALMACENAMIENTO DESPUÉS DEL ENVASADO	154
A4 TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AZAFRÁN EN ESPAÑA, GRECIA E ITALIA	155
A4.1 DÉTERMINACIONES FÍSICO-QUÍMICAS	157
A4.1.1 Técnicas basadas en la farmacopea europea	158
A4.1.1.1 <i>Determinación de la pérdida de peso durante el secado</i>	158
A4.1.1.2 <i>Determinación de las cenizas totales</i>	159
A4.1.1.3 <i>Determinación de las sustancias extraíbles con n-hexano</i>	159
A4.1.1.4 <i>Determinación del poder colorante</i>	159
A4.1.1.5 <i>Extracción del safranal e hidrólisis de la picrocrocina</i>	159
A4.1.1.6 <i>Determinación cromatográfica en fase gaseosa del safranal</i>	160
A4.1.1.7 <i>Extracción de los componentes característicos de la especia</i>	160
A4.1.1.8 <i>Determinación de la crocina, de la picrocrocina y del safranal en los extractos metanólicos</i>	161

A4.1.2 Técnicas basadas en la norma ISO 3632	161
A4.1.2.1 <i>Humedad y componentes volátiles del azafrán</i>	164
A4.1.2.2 <i>Cenizas totales sobre materia seca</i>	164
A4.1.2.3 <i>Cenizas insolubles en ácido sobre materia seca</i>	165
A4.1.2.4 <i>Restos florales</i>	166
A4.1.2.5 <i>Materias extrañas</i>	166
A4.1.2.6 <i>Extracto soluble en agua fría sobre materia seca</i>	166
A4.1.2.7 <i>Extracto etéreo</i>	167
A4.1.2.8 <i>Nitrógeno</i>	167
A4.1.2.9 <i>Espectometría UV- Vis</i>	168
A4.1.2.10 <i>Método SOIVRE para determinar el poder colorante del azafrán</i>	170
A4.1.3 Otras especificaciones técnicas	170
A4.2 ANÁLISIS SENSORIAL	173
A4.2.1 En Cerdeña	173
A4.2.2 En Castilla-La Mancha	176
A4.3 ADULTERACIONES	177
A4.3.1 Cromatografía en capa fina (TLC)	177
A4.3.2 Cromatografía de líquidos de alta eficacia (HPLC)	178
A4.3.2.1 <i>Método ISO/TS 3632: 2003 en vigor</i>	178
A4.3.2.2 <i>Método ISO que se desarrollará próximamente</i>	179
A4.3.3 Detección de colorantes artificiales liposolubles (HPLC)	181
A4.3.4 Análisis microscópico	183
A4.4 Análisis microscópico	183
A4.5 Análisis Microbiológica	185
A5 COMERCIALIZACION Y DESARROLLO DEL CONSUMO DE AZAFRAN	189
A5.1 ESTUDIO ECONÓMICO GLOBAL	191
A5.1.1 Costes de producción	191
A5.1.1.1 <i>Costes directos o variables</i>	191
A5.1.1.2 <i>Rentas brutas</i>	192
A5.1.1.3 <i>Margen bruto</i>	192
A5.1.1.4 <i>Índices técnico-económicos</i>	205
A5.1.2 Estudio de viabilidad	206
A5.1.3 Costes de comercialización	208

A5.1.3.1	<i>Compra</i>	208
A5.1.3.2	<i>Clasificación</i>	208
A5.1.3.3	<i>Almacenamiento</i>	208
A5.1.3.4	<i>Limpieza</i>	208
A5.1.3.5	<i>Envasado</i>	209
A5.1.3.6	<i>Expedición</i>	209
A5.2	COMERCIALIZACIÓN Y CONSUMO	210
A5.2.1	Modos de consumo	210
A5.2.2	Consumo por región	211
A5.2.3	Consumo en base a la superficie de venta	213
A5.2.4	Precio del azafrán en base a la región y a la superficie de venta	215
A5.2.5	Venta del azafrán por marca comercial o por empresa	216
A5.2.6	Comercialización de productos preparados a partir de la especia	218
A5.2.7	Posibles vías innovadoras en la comercialización del azafrán	219
BIBLIOGRAFÍA		221

1 PRÓLOGO



1 PRÓLOGO

INTERREG IIC es un programa de la Unión Europea cuyo objetivo es fortalecer la cohesión económica y social de las regiones europeas mediante la cooperación. Con este fin, favorece el intercambio de información y de experiencias a través de redes de socios que trabajan para mejorar la eficacia de las políticas y de los instrumentos de desarrollo regional. El proyecto SAFFRON pertenece a este programa y agrupa a las autoridades regionales así como a otros agentes de las tres regiones europeas más importantes en la producción y comercialización de azafrán (*Crocus sativus* L.): Castilla-La Mancha (España), Cerdeña (Italia) y Macedonia Occidental (Grecia). El equipo técnico indicado a continuación trabajó en estrecha colaboración durante dos años con el objetivo de realizar un estudio minucioso del sector europeo relativo a la producción y comercialización del azafrán. El proyecto SAFFRON ha alcanzado con éxito sus expectativas de convertirse en una plataforma de encuentro para todos los actores del sector, lo que ha permitido poder realizar un análisis de la situación actual a partir de información y datos contrastados.



Arriba: Flor de azafrán (Corongiu)

Allado: Flores de azafrán (comunidad S. Gavino M.le)

El Libro Blanco del Sector Europeo del Azafrán recoge toda la información y las experiencias favorecidas por INTERREG IIC y pretende convertirse en una hoja de ruta que marque el horizonte del sector euro-

peo del azafrán en los próximos años. Los recursos y esfuerzos empleados contribuirán a consolidar y aumentar la competitividad del sector, favoreciendo su adaptación a los nuevos hábitos de consumo y a los importantes cambios socio económicos impuestos por la globalización de los mercados.

Con el fin de alcanzar este ambicioso objetivo, el Libro Blanco muestra el estado actual del sector y hace un análisis profundo de sus puntos fuertes y débiles. Asimismo propone un plan estratégico que recoge una serie de líneas de actuación relativas a seis ejes prioritarios: estructuras e infraestructuras de la producción agraria, industrias agroalimenticias, diferenciación de productos, calidad y seguridad alimentaria, formación, investigación y transferencia de tecnología, comercialización y usos. En relación a a estas líneas se proponen medidas con un nivel de prioridad en el tiempo en función de la urgencia de su aplicación.

El Libro Blanco ha sido redactado de manera simple para que el lector pueda hacerse una idea clara de la problemática del sector. Está dividido en seis partes: justificación, objetivos, marco de referencia, diagnóstico, plan estratégico y conclusiones. Al final del libro hay un anexo que recoge toda la información detallada sobre el cultivo, el tratamiento, el almacenamiento y el envasado, el control de la calidad y la comercialización del azafrán en las tres regiones estudiadas. A partir de esta información detallada se han elaborado el análisis y las conclusiones del libro antes citadas.

En resumen, el Libro Blanco del Sector Europeo del Azafrán pretende ser un documento de reflexión que permita a las empresas productoras y a los comercializadores incrementar su competitividad a través de la innovación; y a las administraciones públicas regionales, nacionales y europeas diseñar políticas de desarrollo regional y de apoyo a la investigación. Además el Libro Blanco aspira a convertirse, a largo plazo, en la base de una verdadera plataforma del azafrán europeo, imponiéndose a nivel mundial y demostrando la excelencia del azafrán europeo cuya calidad es superior.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

ESPAÑA	GRECIA	ITALIA
<p>ITAP <i>Instituto Técnico Agronómico Provincial Avda. Gregorio Arcos s/n 02060 Albacete www.itap.es</i></p>	<p>RMO <i>Región de Macedonia Occidental ZEP Kozani 50 100 www.pdm.gr</i></p>	<p>ERSAT <i>Organismo Regional de Desarrollo y Asistencia Técnica para la Agricultura Via Caprera, 8 09123 Cagliari (Cerdeña) www.ersat.it</i></p>
<p>UCLM <i>Universidad de Castilla– La Mancha Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos Avda. de España, s/n 02071 Albacete www.uclm.es</i></p>	<p>AUA <i>Universidad de Agricultura de Atenas Iera Odos 75, 118 55 Atenas www.aua.gr</i></p>	

PARTICIPANTES EN LA REDACCIÓN DEL LIBRO BLANCO

NOMBRE	INSTITUCIÓN
ALONSO DÍAZ-MARTA , <i>Gonzalo Luís</i>	UCLM
ARGHITTU , <i>Antonello</i>	ERSAT
ASTRAKA , <i>Konstantina</i>	AUA
BETZA , <i>Tommaso</i>	ERSAT
CAMBA , <i>Elisabetta</i>	ERSAT
CAÑADAS SANCHEZ , <i>Wenceslao</i>	ITAP
CARMONA DELGADO , <i>Manuel</i>	UCLM
CILLOCO , <i>Maria Teresa</i>	ERSAT
CORONA , <i>Gessica</i>	ERSAT
CURRELI , <i>Massimiliano</i>	ERSAT
DAFERERA , <i>Dimitra</i>	AUA
De JUAN VALERO , <i>Arturo</i>	UCLM
FALLAS , <i>Yannis</i>	RMO
FENZA , <i>Guido</i>	ERSAT
GARCÍA LÓPEZ DE RODAS , <i>Eva</i>	UCLM
GARRIDO GARCÍA , <i>M^a José</i>	ITAP
GKOUTZIOS , <i>Vasilis</i>	RMO
IBBA , <i>Gianni</i>	ERSAT
IBBA , <i>Maria</i>	ERSAT
KANAKIS , <i>Charalabos</i>	AUA
LACONI , <i>Riccardo</i>	ERSAT
LEOUDIS , <i>Andreas</i>	RMO
LÓPEZ CÓRCOLES , <i>Horacio</i>	ITAP
LÓPEZ FUSTER , <i>Prudencio</i>	ITAP
LUSSO , <i>Giuseppe</i>	ERSAT
MANCONI , <i>Marcella</i>	ERSAT
MARRAS , <i>Williams</i>	ERSAT
MULAS , <i>Giampaolo</i>	ERSAT

MURGIA , <i>Giustino</i>	ERSAT
ONNIS , <i>Maria Viviana</i>	ERSAT
PASCHINO , <i>Francesco</i>	ERSAT
PEDDIS , <i>Roberto</i>	ERSAT
PES , <i>Isabella</i>	ERSAT
PICORNELL BUENDÍA , <i>Raquel</i>	UCLM
PIRASTU , <i>Augusto</i>	ERSAT
PIRISI , <i>Antonio Enrico</i>	ERSAT
POLISSIOU , <i>Moschos G.</i>	AUA
PODDA , <i>Sandro</i>	ERSAT
RAKITZIS , <i>Kostas</i>	RMO
REMOUNDOS , <i>Panos</i>	RMO
ROMERO DEL REY , <i>M^a José</i>	ITAP
RUBIO MOYA , <i>Antonio</i>	ITAP
SAJARDO LUCAS , <i>Teresa</i>	UCLM - ITAP
SALINAS FERNÁNDEZ , <i>M. Rosario</i>	UCLM
SÁNCHEZ GÓMEZ , <i>Ana María</i>	UCLM
SANNA , <i>Francesco</i>	ERSAT
SANNA , <i>Stefano</i>	ERSAT
SATTA , <i>Bruno</i>	ERSAT
SELIS , <i>Tonino</i>	ERSAT
TARANTILIS , <i>Petros A.</i>	AUA
VENUSTI , <i>Massimiliano</i>	ERSAT
ZALACAÍN ARAMBURU , <i>Amaya</i>	UCLM

EXPERTOS EXTERNOS

NOMBRE	INSTITUCIÓN	DIRECCIÓN
AMOR CHICO , José Ignacio	Universidad de Alcalá de Henares	Campus Universitario Crta. Madrid-Barcelona, km. 33.600 28871 Alcalá de Henares Madrid (ESPAÑA)
GKOLA , Rita	ASKK - Cooperativa de Azafrán - Krokos	Evrpidou 1, KROKOS, 50010 (GRECIA)
FIORI , Mario	Universidad de Sassari	Departamento de protección de las plantas (Patología vegetal) Via P.zza dell'Università, 21 07100 Sassari (ITALIA)
KALIVA , Eleni	Cooperativa Krokos	Evrpidou 1, KROKOS, 50010 (GRECIA)
ORTEGA RIPOLL , Rafael	SOIVRE	Avenida de Elche 161 (Estación TIR) 03008 Alicante (ESPAÑA)
PASCHINO , Francesco	Universidad de Sassari	Departamento de Ingeniería del Territorio. Via Enrico de Nicola 07100 Sassari (ITALIA)
PATSIOURAS , Nikos	Cooperativa Krokos	Evrpidou 1, KROKOS, 50010 (GRECIA)
PITZALIS , Paolo	Laboratorio Químico Meteorológico de la Cámara de Comercio de Cagliari	Via Emilio Segrè - zona industriale 09132 Elmas, Cagliari (ITALIA)
RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ , Elizabeth	IDETRA, S.A.	Hermosilla, 48, 3º izq. 28001 Madrid (ESPAÑA)
SIRERA MARTÍNEZ , Sandra	Verdú-Cantó Saffron-Spain	Sargento Navarro, 7 - 03660 NOVELDA (Alicante) ESPAÑA
VALERO GANAU , Miguel	Compañía General del azafrán	m.valero@seiasa.es

2 JUSTIFICACIÓN



Flores de azafrán (foto ALTEA)

2 JUSTIFICACIÓN

Europa siempre ha desempeñado un papel importante en la producción y comercialización de azafrán a nivel mundial. Hay vestigios arqueológicos que demuestran que se trata de un cultivo arraigado en la cuenca mediterránea desde hace varios milenios. Incluso actualmente, cuando su producción en Europa atraviesa un periodo de crisis, todos los pueblos que lo cultivan actualmente o lo cultivaron en el pasado, poseen una rica cultura alrededor de esta especia que tratan de proteger a toda costa.

La manera de cultivar el azafrán apenas ha cambiado en los últimos siglos, es un cultivo que requiere gran cantidad de mano de obra por su bajo índice de mecanización. El descenso de su producción en los países mediterráneos se produce como consecuencia del incremento del nivel de vida y, por lo tanto, del encarecimiento de la mano de obra. A pesar de todo, el conocimiento ancestral y el tratamiento que este producto recibe de los agricultores europeos hacen que su calidad siga siendo muy superior a la de azafranes de otras procedencias.

El descenso en la producción no ha tenido sin embargo consecuencias sobre el control del mercado mundial del azafrán, sigue estando en manos de empresas europeas que conocen a la perfección como elaborar el azafrán con los mejores resultados. Se trata de un sector muy fragmentado, en manos de pequeñas y medianas empresas que controlan entre el 80% y el 90% del mercado mundial, donde existe una gran competencia.

Los esfuerzos de las tres regiones productoras y de la Comisión Europea a través de su Programa INTERREG que se plasman en este Libro Blanco, son una respuesta a las demandas de las empresas comercializadoras y de los productores europeos. Por un lado, las empresas necesitan datos objetivos para llevar a cabo un análisis en profundidad de la situación actual del sector, tanto en Europa como en el resto del mundo, que les permita diseñar políticas de innovación que a su vez les sirvan para mantener o incrementar su competitividad. Por otro lado los productores, mucho más limitados en cuanto a la capacidad de desarrollar esfuerzos en I+D+i, demandan soluciones, sobre todo en el ámbito de la mecanización del cultivo, que les permitan mantener una producción de azafrán en Europa que siga siendo considerado la de máxima calidad comercial a nivel mundial.

3 OBJETIVOS



3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

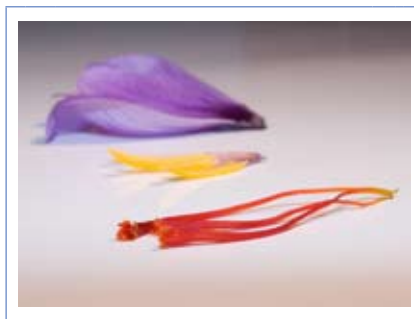
Elaborar un documento que permita conocer con precisión el estado del arte del sector europeo del azafrán desde la producción a la comercialización de azafrán y que proponga un plan estratégico para hacer frente a la problemática actual y a los importantes desafíos a los que se enfrentará este sector en un futuro próximo.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudiar y recopilar detalladamente los procesos empleados en torno los diferentes aspectos del sector del azafrán en las tres regiones implicadas: el cultivo y la recolección, los procesos tecnológicos a los que se somete al azafrán, el almacenamiento y envasado en las industrias alimentarias, el control de la calidad, y los mecanismos de comercialización y promoción del consumo.

Realizar un análisis crítico y comparativo de las prácticas en las tres regiones, destacando las mejores prácticas, las ideas innovadoras que pueden intercambiarse y los problemas y deficiencias comunes.

Proponer líneas de investigación que permitan resolver los problemas detectados y plantear un horizonte temporal para cada una de las actuaciones con el fin de garantizar la consecución de las soluciones previstas.



Arriba: elementos de las flores del azafrán (foto UCLM)
Al lado: flores de azafrán en tradicionales cestos sardos (foto Corongiu)

Presentar toda la información y conclusiones extraídas de tal forma que el Libro Blanco se convierta en una herramienta útil para las empresas ya que podrán encontrar ideas y recomendaciones para aumentar su competitividad mediante la innovación. También permitirá a las distintas administraciones públicas optimizar sus políticas de desarrollo regional y diseñar líneas prioritarias de investigación en el sector europeo del azafrán.

4 **MARCO DE REFERENCIA**



4 MARCO DE REFERENCIA

4.1 CULTIVO DE AZAFRÁN

La planta del azafrán pertenece al género de las Iridáceas. Es una planta herbácea, perenne con una altura de 10 a 25 cm que se desarrolla a partir de cormos. El cormo es un tallo de forma suboval, ligeramente aplastado en su base (corto y grueso), parecido al bulbo de la cebolla, con una estructura maciza y revestido por numerosas capas concéntricas. Es un órgano subterráneo que acumula sustancias de reserva, necesarias para que pueda tener lugar la floración y brotación. Las raíces son finas, de color blanco, numerosas y de longitud variable (5-10 cm). Las hojas o nomófilos varían entre cinco y once por brote, son muy estrechas, de entre 1,5 y 2,5 mm, de color verde oscuro, lineares, con una capa blanca en su cara interna y una nervadura en la externa. Las flores constan de seis pétalos, tres internos y tres externos, unidos por un largo tubo que nace del extremo superior del ovario. La forma de las flores es erecta y regular. El estilo parte del ápice del ovario subterráneo atravesando el tubo del periantio y termina en un único estigma conformado por tres filamentos de color rojizo vivo y que es la parte de la planta por la que el hombre la cultiva. Poseen de una a tres flores por tallo y dos o tres tallos por planta.

La producción de azafrán especia en la Unión Europea en 2004 fue aproximada-



Arriba: planta de azafrán
(foto UCLM)
Al lado: campo de azafrán
en flor (foto Corongiu)

mente de 6.800 kg lo que supone alrededor del 4 % de la producción mundial estimada en 170 toneladas. La elevada demanda de mano de obra que tiene este cultivo junto con el incremento del nivel de vida de los países productores mediterráneos ha hecho que la extensión cultivada se haya reducido de forma notoria en la última década del siglo XX. Como ejemplo se muestra la evolución de la superficie de cultivo y la producción en España en el Gráfico 1, que parece haberse estabilizado y comienza a recuperarse ligeramente, algo que es más patente en el azafrán producido en Italia, especialmente en Cerdeña.

Estas cifras indican que desde 1990 la superficie se ha reducido a un 6% y la producción hasta un 16% (Gráfico 1).

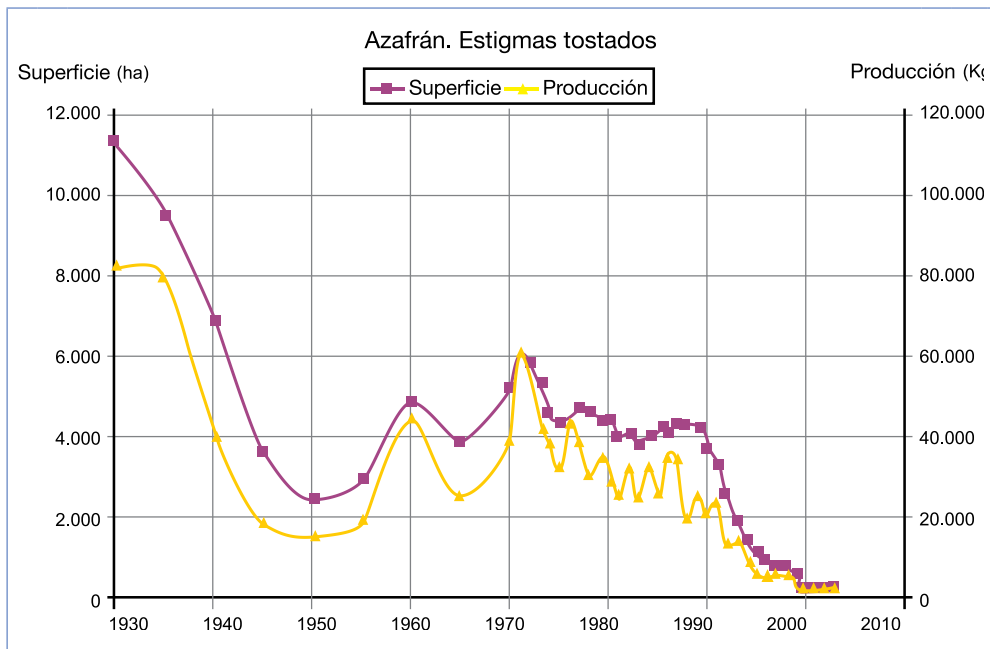


Gráfico 1. Evolución de la superficie de cultivo de azafrán (ha) y de la producción de estigmas tostados (kg) en España (Fuente: MAPA, 2006).

A pesar de la reducción en el cultivo de azafrán en Europa, la repercusión socioeconómica que actualmente tiene el sector es amplia puesto que el 90 % de la comercialización mundial de azafrán está en manos de empresas europeas.

4.1.1 CULTIVO TRADICIONAL DEL AZAFRÁN

En las tres regiones europeas estudiadas [Castilla-La Mancha (España), Macedonia Occidental (Grecia) y Cerdeña (Italia)] el azafrán se cultiva de forma bastante parecida: para el cultivo tradicional se practican técnicas de cultivo poco evolucionadas.

Las diferencias estriban básicamente en los siguientes puntos:

- En Cerdeña se ha apostado por el cultivo ecológico y el precio de venta de la especia es el más elevado de Europa.
- En España se ha estudiado la adaptación del cultivo a los sistemas de producción actuales, abriendo el camino de la mecanización del cultivo y empleando técnicas de producción modernas.
- En Grecia se ha optado por un modelo de organización de los productores en una única cooperativa.

Las condiciones agroambientales de las tres regiones son similares. El azafrán requiere climas mediterráneo-continuales, de inviernos frescos, veranos secos y calurosos y con un régimen de humedad mediterráneo seco. Soporta temperaturas rigurosas tanto en verano como en invierno.

El azafrán se adapta bien a suelos calizos que son los más frecuentes de las zonas de cultivo. Se cultiva bien en suelos pobres, aunque rinde más en suelos fértiles. La limitación edáfica más importante es el drenaje, ya que el encharcamiento le perjudica, por lo que frecuentemente se instala en suelos de textura ligera.

El único país donde se están realizando programas de mejora genética es España. Debido a su androesterilidad, el cultivo presenta dificultades para establecer métodos de selección genealógica.

4.1.1.1 *Ciclo y períodos productivos*

En el ciclo del azafrán, que se muestra en la Figura 1, se distinguen dos estadios a lo largo del año: el de actividad y el de reposo. El período de actividad va desde los meses de agosto o septiembre hasta abril o mayo; al comienzo, la planta reanuda su actividad metabólica y se produce el enraizamiento, brotación, floración, foliación y ahijamiento. Durante el período de reposo, los cormos ya no experimentan variaciones y se hallan completamente formados. Entre ambos estadios se distingue un período de transición, durante el que se siguen produciendo mitosis y diferenciación, aunque cada vez a un ritmo menor.

En Castilla-La Mancha y en Cerdeña, los ciclos productivos son bastante similares, no sobrepasando los tres o cuatro años sobre el terreno. En Macedonia Occidental el cultivo permanece en el terreno hasta siete años.

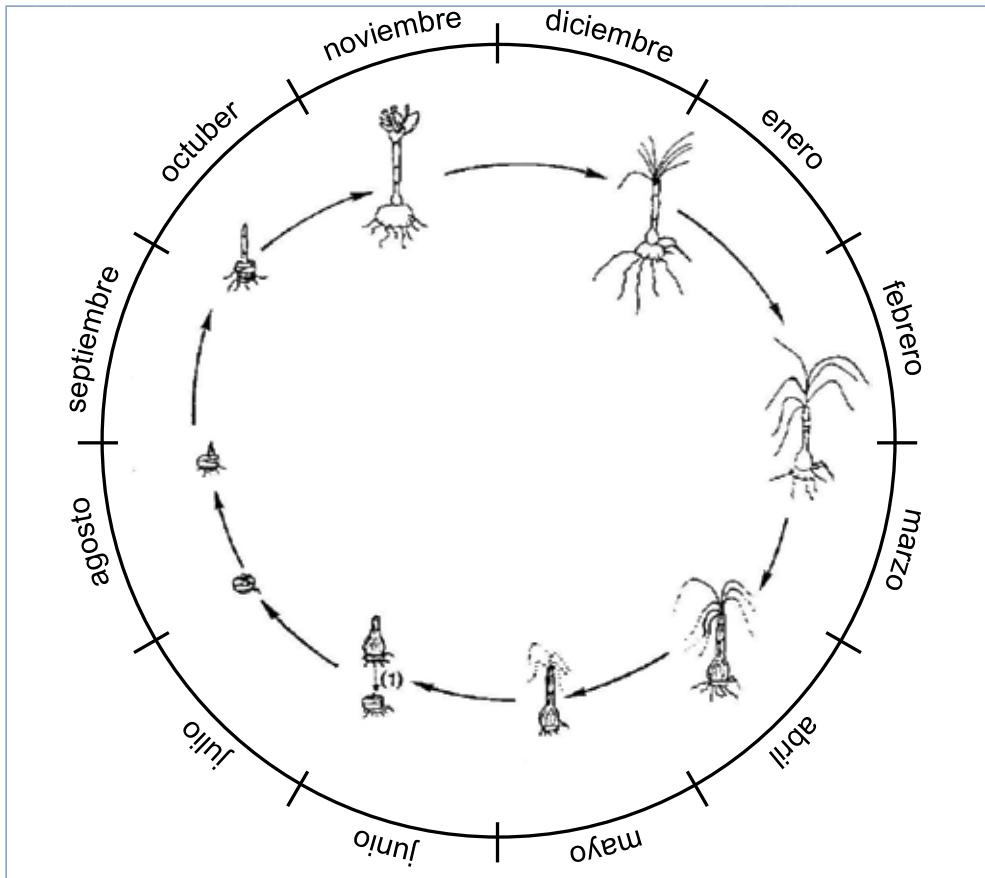


Figura 1. Ciclo anual de *Crocus sativus* L. (López, 1989).

4.1.1.2 Preparación del suelo para la plantación del azafrán

Las labores son las propias de un cultivo que va a permanecer varios años en la parcela. Se comienza con una labor profunda, para continuar dando pases de cultivador, grada, vibrocultor, o rulo para dejar el suelo mullido y suelto. Estas se hacen de forma mecanizada, aunque a modo anecdótico quedan algunos agricultores que las hacen con tiros de animales.

La fertilización de preplantación del cultivo comienza, normalmente, con una enmienda orgánica de 20-30 kg ha⁻¹ de estiércol maduro incorporado con la suficiente antelación. Se suele complementar con aportes de fertilizantes inorgánicos, especialmente de fósforo y potasio. En Macedonia Occidental tienden a evitar los aportes de materia orgánica, utilizando preferentemente los fertilizantes minerales.



Arado tradicional del campo (foto ERSAT)

4.1.1.3 *Plantación*

En las zonas estudiadas para la plantación se emplean normalmente cormos de tamaño medio o grande, eliminando los pequeños ($\varnothing < 22$ mm). En Castilla-La Mancha distintos estudios confirman que el tamaño del cormo tiene una influencia decisiva en el rendimiento durante el primer año de plantación debido a que incide en el número de yemas florales. En años sucesivos este factor pierde importancia paulatinamente, con la aparición de los cormos hijos y de su continua reproducción. A partir del tercer año de floración no se observan rendimientos superiores en estigmas para los distintos tamaños de cormo empleados.

La profundidad de siembra influye en gran medida sobre el rendimiento de estigmas. Se suele plantar a una profundidad de 15-20 cm en función del número de años que permanecerá en el terreno. En España y Cerdeña, donde el período productivo es de tres o cuatro años, se suele plantar a una profundidad de 15-20 cm, mientras que en Macedonia Occidental la plantación se realiza a 25 cm.

La densidad de plantación tiene una alta influencia sobre el rendimiento del primer año de plantación, influencia que se ve atenuada conforme avanza la plantación en el tiempo. En Castilla-La Mancha, la densidad de plantación normal es de 60 cormos m^2 . En Cerdeña, donde los cormos son mucho más caros, ésta varía de 10 a 50 cormos m^2 . En Macedonia Occidental la densidad es intermedia.

En Castilla-La Mancha y Cerdeña, se suele sembrar en surcos separados 50 cm entre ellos. En Macedonia Occidental los surcos están separados de 10 a 20 cm. Este marco presenta la ventaja de permitir las labores de escarda y aireación entre surcos con cultivadores. La distancia entre cormos suele ser de 3,3 a 15 cm.

En Castilla-La Mancha, otra variante del marco de plantación es en mesetas, de ancho variable pero que, frecuentemente, están adaptadas a la maquinaria de la explotación. Las mesetas suelen ser de 1,20 m de ancho con una separación de 0,50 m, lo que supone una distancia total de 1,70 m. Tienen la ventaja de presentar una superficie llana y uniforme que facilita la recolección mecanizada.

En Macedonia Occidental normalmente la plantación se hace entre los meses de mayo a julio. En Cerdeña la plantación tiene lugar entre el 15 de agosto y el 15 de septiembre, mientras que en España existen dos momentos bien diferenciados para realizar las plantaciones de azafrán: 2ª quincena de junio y 1ª quincena de septiembre. No existen razones agronómicas conocidas que justifiquen una u otra fecha, más bien depende de la disponibilidad de recursos.

4.1.1.4 Riego

En Cerdeña y Macedonia Occidental, no se aplica agua al cultivo de azafrán. En España, el 70% de la superficie es en regadío. Se utilizan tres sistemas para el riego: por inundación, aspersión y goteo. El riego por inundación es el sistema más extendido cuando se trata de pequeñas superficies. La aspersión es, sin duda, el mejor sistema que se puede aplicar al cultivo.

La necesidad de agua es muy baja con respecto a otros cultivos. El azafrán es una planta que presenta una gran resistencia a la sequía, sin embargo responde muy bien a las cantidades de agua aportadas. De los dos períodos críticos del cultivo, floración y bulbificación, solo el primero es delicado en cuanto a la época de aplicación del riego.

4.1.1.5 Fertilización

En Cerdeña, además del aporte orgánico, algunos productores añaden pequeñas cantidades de abono mineral nitrogenado. En Macedonia Occidental, dependiendo del productor, la fertilización consiste en incorporar abono inorgánico. Normalmente se utiliza una mezcla de N-P-K según las fórmulas siguientes 100 kg ha^{-1} (11N-15P-15K) + 20 kg ha^{-1} (0N-0P-5K). En Castilla-La Mancha, los agricultores utilizan normalmente las siguientes dosis de abonado mineral de: 40-50 UF de N, 80-100 UF de P_2O_5 y 100-120 UF de K_2O .

4.1.1.6 Escarda

En las regiones estudiadas, las malas hierbas se han eliminado por medio de cavas aunque recientemente se ha comenzado a efectuar binas mecánicas entre líneas de cultivo. Un mes después de la plantación, en caso de que se observen

malas hierbas, es conveniente realizar una cava de 10-12 cm de profundidad, actuando con cuidado para no dañar los bulbos.

En el mes de septiembre, se debe realizar una bina superficial entre surcos para romper la costra superficial de los mismos, así como una cava para mullir y airear el suelo, y eliminar las malas hierbas.

En determinadas ocasiones en Castilla- La Mancha el control de malas hierbas se realiza por medio de productos químicos. Entre junio y agosto, durante el periodo de reposo vegetativo del cultivo, se utilizan dos carbamatos de baja persistencia como dicuat y paracuat. Durante el periodo vegetativo se utilizan herbicidas tales como glifosato, metribuzin, linurón pendimetalina y bentazona de forma independiente o combinados entre ellos. En Cerdeña y Macedonia Occidental no se utiliza ningún producto químico para el deshierbe.

4.1.1.7 *Protección fitosanitaria*

En general, en las distintas zonas estudiadas se tiene la precaución de cultivar el azafrán en suelos ligeros, bien drenados, sin problemas de encharcamientos y con cultivos precedentes sin enfermedades, para de esta forma prevenir problemas fitosanitarios.

Los problemas más graves son los generados por los hongos *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli*, *Rhizoctonia crocorum* y *Rhizoctonia violaceae* y el ácaro *Rhizoglyphus*.

En Castilla-La Mancha la desinfección de los cormos se realiza través de diversas alternativas, pero la más común es la inmersión de los cormos en una solución fungicida y después secarlos mediante ventilación forzada. En Macedonia Occidental, antes de la plantación, la desinfección se realiza con fungicidas como Brassicol ó mediante sulfato de cobre. En Cerdeña, la única alternativa se limita a un tratamiento del material de propagación con productos elaborados a base de cobre.

En los tres países, el cultivo sufre daños por parte de roedores (ratas, ratones de campo) que se nutren de tubérculos. Actualmente existen diversos métodos para su control, entre los que cabe destacar: colocación de cepos o de cartuchos fumígenos en las entradas de las madrigueras y destrucción mecánica de las galerías en las que viven. Las hojas también pueden sufrir daños causados por conejos, liebres y ratones.

4.1.1.8 *Recolección*

En las tres zonas de estudio, un mes antes de la floración (en septiembre) se prepara el terreno. En el cultivo tradicional suele aplicarse una bina superficial entre surcos con el objeto de romper la costra, mullir y airear el terreno y también eliminar las malas hierbas. La labor de desencostrado se realiza utilizando rastrillos manuales si la superficie es pequeña o, en caso contrario, rastras movidas por un tractor.

La planificación de la recogida del azafrán es una tarea importante debido a

lo efímero de sus flores y a la pérdida de la calidad cuando están a la intemperie durante mucho tiempo.

En Castilla-La Mancha y Macedonia Occidental la floración comienza entre el 15 y el 25 de octubre. En general, el período de floración es de 10 días pero los cinco primeros días de la mitad del período representan el 70 % de la producción. En Cerdeña la floración comienza la primera decena de noviembre y se mantiene alrededor de 20 días.

Tradicionalmente la recolección de las flores se ha realizado de forma manual. Esta operación consiste en cortar las flores por la base de la corola y depositarlas en pequeños cestos para evitar el aplastamiento de las mismas por el peso. La recolección es una tarea pesada a causa de las condiciones meteorológicas adversas y de la posición poco confortable de los recolectores.

El rendimiento de la recolección es variable, dependiendo de un gran número de factores, que abarcan desde los humanos hasta las condiciones de cultivo, pasando por los meteorológicos. Se estima un rendimiento entre 8 y 16 kg de flores por jornada y persona. La presencia de hojas es un inconveniente para la recolección manual ya que la tarea de separar las flores de la vegetación disminuye considerablemente el rendimiento.

En España se han probado algunas máquinas con la intención de facilitar la tarea al recolector. Se trata de máquinas que mejoran la posición de forma que el operario vaya sentado o tumbado muy próximo al suelo.

Además, existen varios modelos más o menos sofisticados de máquinas para recoger flores de azafrán en el campo. Fundamentalmente, el sistema se compone de una barra de corte que siega las flores a ras de tierra, las cuáles son transportadas mediante una cinta elevadora a los recipientes o cajas dispuestas para tal fin.

Este método aumenta el rendimiento de la recolección de las flores y reduce los costos de producción. Sin embargo, presenta algunos inconvenientes: se obtiene gran cantidad de impurezas y los estigmas de las flores abiertas están cubiertas de tierra.



Recolección manual de flores de azafrán (foto ERSAT).



Recolección manual de flores de azafrán asistida con maquinaria (foto ITAP).



Máquina de recolección de flores de azafrán (foto ITAP).

4.1.1.9 Producción

En Castilla–La Mancha el rendimiento medio de estigmas tostados de azafrán en función del año de plantación se presenta en el Gráfico 2. El rendimiento es máximo durante el primer y segundo año (es decir, la segunda y tercera floración) y a partir del tercer año comienza a descender.

En Macedonia Occidental la producción media anual de azafrán es de 10 kg ha⁻¹ y depende en gran medida de las condiciones meteorológicas del otoño.

En Cerdeña la producción de azafrán varía a lo largo de los cuatro años del ciclo del cultivo. El primer año se obtiene una producción de 5 kg ha⁻¹, el segundo año la producción es de alrededor de 10 kg ha⁻¹, el tercer año es de 15 kg ha⁻¹ y el cuarto año desciende de nuevo a 10 kg ha⁻¹.

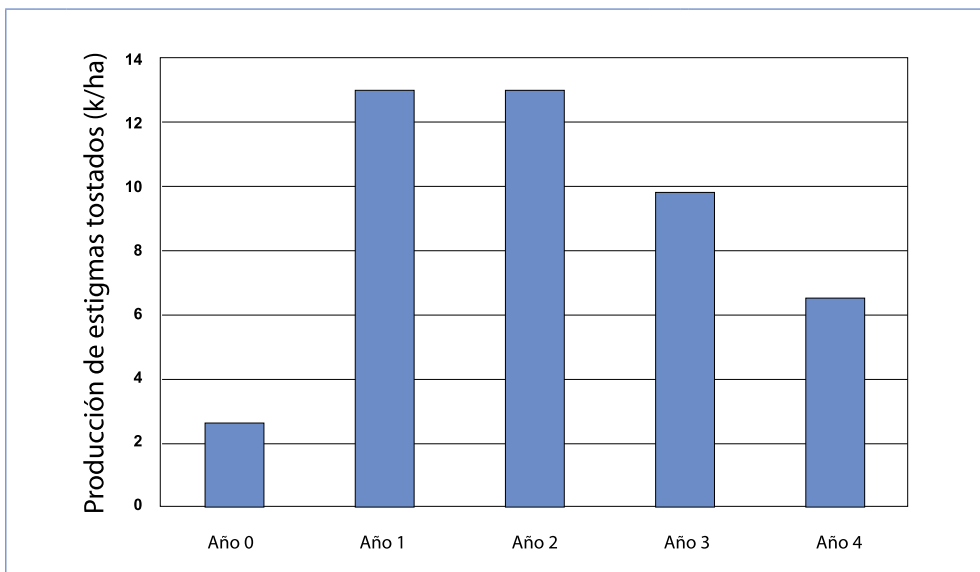


Grafico 2. Rendimiento medio de los estigmas tostados de azafrán en función del año del ciclo del cultivo

4.1.1.10 Recolección de cormos

En Castilla–La Mancha y Cerdeña esta operación tiene lugar normalmente entre junio y julio, y en Macedonia Occidental entre mayo y junio. Los cormos se extraen del campo con arado de vertedera y posteriormente se recogen a mano.

Para proceder a la limpieza, hay que separar los elementos extraños al propio cormo como tierra, hierbas y restos florales y restos vegetales. Luego se eliminan los elementos intrínsecos a la planta como túnicas exteriores y los cormos desecados de ciclos anteriores que se encuentran pegados a la base del nuevo cormo. En cuanto a la selección del material de propagación, ésta tiene lugar durante la limpieza

4.1.2 MECANIZACIÓN DEL CULTIVO DE AZAFRÁN EN EL CAMPO

Las técnicas que se describen a continuación empiezan a utilizarse principalmente en España.

4.1.2.1 Plantación de los cormos

La tecnología de plantación aplicada al resto de las plantas bulbosas se

puede aplicar perfectamente al azafrán. Las sembradoras se adaptan a los diferentes tipos de siembra, en líneas con separaciones de entre 20 y 50 cm o en mesas de 1 m en su parte superior y 1,5 ó 1,6 m entre los ejes de la rueda del tractor. Una modalidad extendida en la actualidad y que facilita el arrancado es la siembra dentro mallas. Los fabricantes de las mallas las facilitan en cartuchos que se introducen directamente en las fundas de la sembradora.

Para plantar los cormos se puede utilizar también maquinarias empleadas para las patatas, cebollas o ajo. Éstas se deben adaptar para reducir los posibles daños en el material ya que estos cultivos no necesitan el delicado trato que requiere el azafrán.



Cormos para la limpieza (foto ERSAT).

4.1.2.2 *Limpieza, clasificación y desinfección de los cormos*

Previamente a la clasificación, el material pasa por las líneas estándar usadas en bulbicultura, es decir, por un vibrador de varillas, cada una de ellas forradas con plástico, que elimina la totalidad de la tierra del cormo.

Posteriormente el material debe pasar entre dos cintas transportadoras dotadas de dedos de goma que lo friccionan entre ellas a alturas diferentes.

Es adecuado hacer circular los cormos por una cinta de 3 metros de longitud donde varias personas pueden terminar de desgranar aquel material que haya resistido el proceso anterior.

Para la clasificación se utilizan máquinas dotadas de cribas con agujeros de distintos diámetros donde el material avanza mediante vibradores. Los diámetros de los varían entre de 18 y 30 mm para separar los distintos calibres.

Para la desinfección en línea, existe un sistema tipo ducha que riega los cormos conforme éstos avanzan por las bandas. También se puede hacer de forma manual con una solución desinfectante de tal forma que penetre fácilmente en los cormos.

4.1.2.3 Recolección de cormos

Hay diferentes sistemas para la recogida de cormos en función de la presencia o no de mallas. Cuando no están bajo malla, la operación se realiza en una sola etapa. La máquina dispone de una cuchilla vibradora que se clava a 30 cm bajo tierra para recoger los cormos sin dañarlos.

En cuanto a los sistemas que arrancan las mallas, son dos las etapas necesarias. En la primera, los bulbos junto con las túnicas son depositados en la superficie, tras introducir la cuchilla a 30 cm por debajo de la cota del terreno y pasar la malla por un tambor deformable que se encarga de evacuar la tierra. En la segunda etapa, la máquina corta y deshace las mallas por un simple sistema de quemadores. La ventaja es que de esta forma sólo llegan los cormos a los contenedores sin impurezas.

Tan sólo en el caso de pequeñas parcelas sembradas en líneas se puede contemplar la adaptación de máquinas no específicas al cultivo, preferentemente las que se utilizan para arrancar patatas.

4.1.2.4 Recolección de flores

La mecanización de la recolección de flores en el campo solo es posible si el terreno se ha preparado adecuadamente después de la siembra, o durante el verano, en caso que el cultivo haya sido implantado en años anteriores. También en este caso, existe maquinaria de precisión: fresadoras que sólo aran de 3 a 10 cm del suelo en función de la profundidad de las yemas. El terreno no debe presentar hierbas ni restos vegetales. La maquinaria para la recolección mecanizada de flores se ha descrito en el punto 4.1.1.8.

4.1.3 CULTIVO FORZADO DE AZAFRÁN

El cultivo forzado de azafrán es un sistema que sólo se ha desarrollado en España y que consiste en alargar la floración en el tiempo. Esto se consigue

controlando la temperatura, la humedad y la iluminación a la que están sometidos los cormos. Se realiza bien en almacenes agrícolas o en macrotúneles. A continuación se resume el procedimiento que se lleva a cabo:

4.1.3.1 Producción de cormos en el campo

Los sistemas de producción mediante cultivo forzado requieren de grandes cantidades de material vegetal producidos en el campo. Los cormos no deben presentar heridas para evitar la entrada de infecciones por parte de microorganismos y deben haber florecido al menos dos veces en el campo.

4.1.3.2 Cultivo en un almacén agrícola bajo condiciones microclimáticas controladas

En almacenes agrícolas, los cormos son almacenados a 30 °C y pueden permanecer hasta 150 días. La iniciación floral tiene lugar a temperaturas de entre 23 y 27 °C. Bajo estas condiciones se requiere de un período de incubación de entre 45 y 60 días para alcanzar la máxima floración. La humedad relativa debe oscilar entre 70 y 80 %.

Es interesante que las bandejas empleadas sean apilables, lo que permite manejar durante el proceso de forzado de cormos sin necesidad de grandes superficies. Se necesitan alrededor de 472 cormos/m². Éstos se recubren con un sustrato inerte como vermiculita o arlita . Los cormos se mantienen en las bandejas hasta el final de la floración, momento en el que son transplantados al campo para su multiplicación.

Para que tenga lugar la floración, los cormos deben someterse a temperaturas entorno a 17-18 °C. El tiempo necesario para la floración a esta temperatura disminuye conforme aumenta la duración del almacenamiento. Respecto a la iluminación, es necesario mantener los cormos iluminados solamente durante el período de floración para evitar la etiolación, es decir, el crecimiento desproporcionado de las hojas y del tubo floral, lo que agotaría las reservas e impediría al cormo producir flores.

La campaña de floración puede tener una duración aproximada de 100 días, siendo el período medio de floración de cada lote de cormos de 13 días.



Cultivo forzado bajo condiciones microclimáticas controladas (foto ITAP).

4.1.3.3 *Cultivo en macrotúneles o túneles invernadero*

Una alternativa al cultivo forzado en cámaras, es llevar a cabo este tipo de producción en macrotúneles o en túneles invernadero. Controlando la temperatura, la humedad relativa y la iluminación mediante el uso de dispositivos y cubiertas adecuadas se pueden obtener producciones de flores anticipadas con respecto a las del cultivo tradicional en campo

4.2 PROCESADO DEL AZAFRÁN

Una vez que se han recogido las flores en el campo, éstas sufren un delicado proceso para dar lugar al azafrán especia. El proceso debe realizarse, a ser posible, en el mismo día de la recolección ya que los estigmas pierden calidad con el tiempo.

En las tres regiones estudiadas los procesos a los que se someten las flores son los mismos (monda, deshidratación y limpieza) si bien es cierto que existen matices que las diferencian.

4.2.1 MONDA

La monda es una operación tradicional observada a lo largo de siglos que consiste en separar el estigma del resto de la flor. Hasta no hace mucho, no existía otro método que no fuera manual para realizar esta tarea. Actualmente en Macedonia Occidental algunos grandes productores utilizan maquinarias semiautomáticas que separan los estigmas del resto de la flor a través de la acción del aire producido por un ventilador. Sin embargo, emplean también el proceso manual que es el que permite obtener azafranes de mayor calidad.

En Cerdeña realizan el proceso manual de dos formas diferentes. Una de ellas consiste en abrir la flor y cortar el estilo justo por encima de la base de los tres filamentos sin separarlos, eliminando posteriormente la parte blanca del estilo. La otra técnica se realiza con la flor cerrada al cortar el tubo del perigonio o bien con las uñas o con tijeras sujetando el estigma con la otra mano.



Separación de los estigmas con la flor abierta (foto ERSAT).

En Castilla-La Mancha el estilo se elimina cortando la porción del tubo de perigonio con la uña del pulgar de la mano derecha y el dedo índice, evitando que los tres filamentos que conforman el estigma se separen. De forma casi simultánea deslizan la flor entre los dedos con una pequeña presión para que la flor se abra ligeramente y se pueda extraer el estigma completo, que si es de buena calidad ese año, al ser tan grande, suele asomarse ligeramente con la flor aún cerrada. Los dedos de la mano derecha recogen los estigmas, mientras la mano izquierda lanza el resto de la flor al regazo de la mondadora.



Separación de los estigmas con la flor cerrada (foto UCLM).

4.2.2 DESHIDRATACIÓN

La deshidratación es la operación en la que los estigmas reducen su peso inicial al 20% y se convierten en la especia. La forma en la que este proceso se lleva a cabo difiere ligeramente en las tres regiones productoras.

En Cerdeña, antes del proceso de deshidratación se realiza la humectación (feidatura) que consiste en impregnar ligeramente los estigmas con aceite de oliva virgen (la cantidad de aceite que se utiliza corresponde a un cuarto de cucharilla de café por 100 g de azafrán fresco). Mediante esta operación se desea mejorar el aspecto del azafrán y se prolonga su conservación.



"Feidadura" (foto ERSAT).

En cuanto al proceso de deshidratación propiamente dicho, se utilizan tablas de madera donde se extienden los estigmas. Éstos se ponen al sol o en la chimenea durante el tiempo que permanezcan las brasas de la noche. Actualmente también se utilizan secadores eléctricos equipados con un termostato a una temperatura aproximada de 45 °C.



Deshidratación en Cerdeña (foto ERSAT).

En Macedonia Occidental los estigmas frescos se disponen en finas capas sobre cedazos cuadrados con el fondo de seda que se almacenan en una habitación con temperatura controlada alrededor de 25-30 °C durante un período de 12 a 24 horas.

En Castilla-La Mancha la deshidratación se realiza sobre cedazos de tela metálica o seda, de tal forma que los estigmas se dispongan en capas de menos de 2 cm sobre diversas fuentes de calor. Estas fuentes de calor pueden ser la cocina de gas butano, brasas de sarmiento, braseros eléctricos o brasas de carbón. En cuanto al tiempo de deshidratación, se prefiere un corto período (alrededor de media hora) y temperaturas superiores a 70 °C.



Deshidratación en cedazo (foto UCLM).

4.2.3 LIMPIEZA

En último lugar y en caso de que permanezcan restos florales, se eliminan manualmente con el fin de obtener un azafrán puro.

Posteriormente el producto final será envasado en recipientes que preserven la calidad de la especia.

4.3 COMERCIALIZACIÓN DE AZAFRÁN: ALMACENAMIENTO Y ENVASADO

El proceso de comercialización de azafrán incluye las siguientes fases: compra, clasificación, almacenamiento, limpieza y homogeneización, envasado y expedición, que se describen a continuación.

Dentro del proceso global, el almacenamiento y envasado del azafrán son los dos procesos más importantes para conservar la calidad inicial del azafrán especia y que el producto llegue en perfectas condiciones al consumidor. Las personas que se encargan de realizar estas funciones son, los mismos productores que han recogido la flor, el productor comerciante o el envasador distribuidor dependiendo del caso.

4.3.1 COMPRA

Es frecuente que los comerciantes de azafrán vayan a comprar el producto a los pueblos y casas de los productores, directamente o a través de corredores, a los que pagan una comisión. En ocasiones es el agricultor el que va al local del comerciante a vender su producto.

En el caso de los agricultores griegos, la ley estipula que el producto se debe vender directamente a la cooperativa.

4.3.2 CLASIFICACIÓN

Las partidas compradas se clasifican en función de su calidad, antigüedad, etc..

4.3.3 ALMACENAMIENTO

Actualmente se ha perdido el mito de almacenar el azafrán durante mucho tiempo ya que pierde calidad con el tiempo. En su lugar, se tiende a comercializar el azafrán el mismo año de la cosecha.

En Castilla-La Mancha el azafrán no se almacena por más de un año desde su recolección. Una vez que se encuentra en la sala de almacenamiento, se conserva en recipientes de plástico, bolsas de polietileno o cajas de cartón. Para controlar las condiciones ambientales (humedad, temperatura) se utilizan termo higrómetros aunque la práctica más frecuente es la de conservarlo en un lugar seco y protegido de la luz. Algunos envasadores utilizan cámaras frigoríficas.

La temperatura a la que conservan el azafrán varía entre 5 y 10 °C y la humedad relativa entre 30 y 50%.

En Macedonia Occidental el productor conserva el azafrán en recipientes de 2,5 kg en el interior de toneles de 10 a 15 kg o bolsas de plástico, durante 1 ó 2 meses.

El tiempo de conservación es de hasta 5 años y la humedad relativa del producto oscila en torno al 10 %, mientras que la humedad relativa ambiental va del 40 al 60 %. La temperatura del almacén es de 4 °C.

En Cerdeña el azafrán se conserva en contenedores de metal o vidrio opaco para evitar la exposición a la luz y el aire. En general se le da salida al azafrán antes de los 12 meses desde la producción. No se realiza control de la temperatura ni de la humedad relativa.

4.3.4 LIMPIEZA Y HOMOGENEIZACIÓN

Antes de envasar el azafrán, se limpia, se controla su humedad, se homogeneiza la partida y se lleva a cabo la molienda en caso de que el azafrán se suministre en polvo.

La limpieza consiste en eliminar todos los restos florales como espartillo, rabos de flores o estambres. En Cerdeña la limpieza se realiza durante la monda. En Macedonia Occidental se dispone de un banco específico para controlar la presencia de materias extrañas, después se pasa por un cedazo para eliminar el polen. En Castilla-La Mancha, la limpieza prácticamente no lleva a cabo puesto que durante la monda se obtienen unos estigmas libres de restos florales. Si se realiza, se hace de forma manual prestando atención a no dañar los filamentos.

En cuanto al control de humedad, es necesario realizarlo para poder cumplir con los límites establecidos en las distintas legislaciones que evitan el fraude de vender agua a precio de azafrán. Por otro lado, existe el riesgo, si se sobrepasan ciertos límites, de que se produzca el crecimiento de hongos, levaduras o bacterias. En Cerdeña, se han realizado análisis que demuestran que la humedad del producto no supera el 10 %. En Macedonia Occidental el azafrán que recibe la cooperativa no sobrepasa el 11,5 % y en caso de que ésta sea superior se seca el azafrán en un horno específico de la cooperativa.

En Cerdeña, la selección y la homogeneización de la partida se realiza durante la monda. En Macedonia Occidental se deposita el azafrán sobre una mesa donde se mezclan azafranes de diferentes cosechas en cantidades de 20 a 25 kg con el fin de homogeneizar la partida. En Castilla - La Mancha se selecciona lotes ya analizados y se mezclan manualmente con el fin de satisfacer los requisitos del cliente tales como la longitud del filamento, el poder colorante y otros parámetros que determinan la calidad.

En Cerdeña el azafrán en polvo se muele mediante métodos tradicionales: con una plancha caliente (pasandola por un papel para alimentos doblado que contiene en su interior los filamentos), con molinillos de café y, en las grandes explotaciones, con dosificadores y envasadoras.

En Macedonia Occidental el azafrán se muele en una máquina especial. En Castilla-La Mancha ésta operación es completamente automática o semiautomática en función del diseño del molino. Mediante este proceso se puede seleccionar la granulometría.

4.3.5 ENVASADO

4.3.5.1 *Materiales y presentación*

Los mejores recipientes para envasar el azafrán son aquellos que lo protegen de la luz y que no transmiten ningún olor o sabor al producto.

En Castilla-La Mancha, los productores utilizan materiales alimentarios que responden a las demandas del mercado tales como envases celulósicos, de plástico (polietileno, PVC, polipropileno, celofán, etc.), de vidrio, de aluminio y otros metales, etc.. Posteriormente, como embalaje secundario, emplean cajas de cartón o metálicas. Los envasadores utilizan una amplia diversidad de recipientes, entre los que se destaca el envase para 1g de azafrán. Otras veces, el envasador utiliza envases y procedimientos con mayor avance tecnológico, por ejemplo, el envasado en atmósfera controlada o inerte.

En Cerdeña el azafrán se envasa en recipientes de vidrio, papel o plástico para alimentos. Asimismo se utilizan recipientes de arcilla o corcho que son dos materiales típicos sardos. La cantidad de azafrán de las confecciones para su comercialización varían de 1 a 5g.

En Macedonia Occidental el azafrán se envasa en recipientes metálicos de 28g en cajas o bolsas de plástico, apropiadas para alimentos, en cantidades de 1 a 4g. El azafrán biológico se envasa en recipientes de vidrio de 1g, en bolsas de plástico con una capacidad de 0,5g y el azafrán en polvo en bolsas de 0,125g, 0,25g, 0,5g ó 1g.

4.3.5.2 *Proceso de envasado*

En Castilla-La Mancha, por parte del productor comerciante, el proceso de envasado es totalmente manual, desde que llenan los recipientes hasta que ponen las etiquetas. El envasador utiliza un proceso automático para el envasado del azafrán en polvo en recipientes monodosis. Actualmente algunas empresas disponen de máquinas envasadoras cuyo rendimiento y fiabilidad de dosificación es muy elevada y que permiten la incorporación de etiquetas.

En Cerdeña el envasado se realiza de forma manual en la mayor parte de los casos, sólo dos grandes empresas de Cerdeña disponen de máquinas molidoras y dosificadoras. En Macedonia Occidental se envasa y se etiqueta de forma manual. En el caso del azafrán en polvo, se dispone de una máquina que realiza el envasado automáticamente.

4.3.5.3 *Expedición*

Una vez envasado, es recomendable mantener el producto en un lugar fresco, seco y oscuro durante el tiempo que los recipientes permanecen en el almacén. En los tres países se envasa conforme a las demandas de los clientes y se comercializa inmediatamente, produciéndose la expedición en un plazo inferior a cinco días. Además de los costes propios del envío, bajo este epígrafe se contemplan otros

costes adicionales como son los derivados de los análisis necesarios y el pago de tasas.

I. Analíticas

Es normal realizar una serie de análisis que dependiendo del mercado de destino son más o menos completos. Suele realizarse un análisis por cada lote de 15-20 kg de producto.

- a) Microbiológico: para detectar bacterias como Salmonella sp., Escherichia coli, etc..
- b) Químico: para detectar colorantes artificiales, contenidos en crocina, picrocrocina y safranal.
- c) Fitosanitarios: para detectar residuos de plaguicidas, insecticidas y fungicidas.
- d) Radioactividad: para detectar la radioactividad

II. Tasas y otros costes

Incluyen los costes de los certificados de los organismos locales o nacionales, así como la cuota directa que se abona al organismo certificador de la Denominación de Origen a la que se está adscrito.

4.3.6 COSTES DEL PROCESO DE COMERCIALIZACIÓN

Los costes de comercialización asociados a cada una de las etapas del proceso en las tres regiones objetos de estudio, se recogen en la Tabla 1.

	ESPAÑA		ITALIA		GRECIA	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Compra	0,00	13,22	-	-	-	-
Clasificación	3,01	3,01	0,00	0,00	2,50	2,50
Limpieza	9,02	18,03	0,00	0,00	7,50	15,00
Envasado primario	84,14	300,51	140,00	140,00	54,88	219,52
Envasado secundario	25,04	25,04	400,00	600,00	20,75	20,75
Envasado terciario	0,83	1,60	50,00	50,00	0,68	1,33
Expedición	18,03	18,03	110,00	140,00	18,03	18,03
Proceso analítico	6,41	8,01	65,00	65,00	5,30	6,65
Tasas y certificados	1,20	1,80	80,00	80,00	1,20	1,80
Contribución Denominación de origen	0,00	60,10	0,00	0,00	0,00	50,00
Total	147,68	449,36	845,00	1.075,00	110,84	335,58

Tabla 1. Costes del proceso de comercialización en España, Italia y Grecia (€/kg).

4.4 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AZAFRÁN

El azafrán es una de las pocas especias capaz de transmitir color, sabor y aroma a los alimentos. Por lo tanto, se puede decir que el mejor azafrán es aquel que posee la mayor cantidad de compuestos responsables de aportar estas características. En lo que respecta al sabor, el responsable principal es la picrocrocina. En cuanto al color, son unos pigmentos, diversos ésteres de crocetina, pertenecientes al grupo de los carotenoides, los responsables de esta capacidad. El compuesto volátil presente en mayor proporción en el aroma del azafrán es el safranal. El aroma que percibimos del azafrán varía desde notas florales y dulces al comienzo de la cosecha, a notas cada vez más punzantes y especiadas según transcurre el tiempo. Esto se debe a un cambio en el perfil de los compuestos volátiles que desprende el azafrán.

La calidad del azafrán se establece tras determinar una serie de parámetros propios de la especia (parámetros intrínsecos) y de requisitos externos o exógenos (parámetros extrínsecos).

4.4.1 PARÁMETROS INTRÍNSECOS

Entre los parámetros intrínsecos se encuentran parámetros físico-químicos como la humedad, el contenido de restos florales o materias extrañas, el contenido de cenizas, el extracto soluble, el poder colorante, etc.; y las propiedades organolépticas.

Los parámetros físico-químicos se determinan mediante diferentes técnicas analíticas dependiendo de la región. En Cerdeña se emplean técnicas basadas en la Farmacopea Europea, en Grecia y España se emplea como referencia la Norma ISO/TS 3632. Además de las especificaciones técnicas establecidas en esta Norma, en España se emplean otras Normativas y Reglamentos: Norma sobre la calidad del comercio exterior del azafrán (NCCEA, 1988, 1999); Reglamentación Técnico-sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de condimentos y especias (RTS, 1984); Especificaciones Técnicas de la Denominación de Origen (D.O) "Azafrán de la Mancha" (PDO, 1999); Reglamento Técnico para la utilización de la marca "Calidad alimentaria" y la marca "Azafrán de Aragón" (RT, 2003). Todas ellas aparecen descritas en detalle en el anexo correspondiente.

Para la determinación de las propiedades organolépticas del azafrán en las regiones productoras de Cerdeña y Castilla-La Mancha se usa el análisis sensorial, con el fin de caracterizar los azafranes y verificar la calidad.

En Castilla- La Mancha, el Consejo Regulador de la Denominación de Origen "Azafrán de la Mancha" cuenta con un Comité de Cata especializado que participa en la elección del mejor azafrán producido cada año. Para desarrollar su labor el Comité cuenta con una ficha y un manual de cata elaborado para tal fin. La ficha está dividida en tres apartados: aspecto, sensación olfato-gustativa y textura. Los descriptores de la fase olfato-gustativa (aspecto, textura y el olor) se determinan sobre azafrán en hebra y el resto sobre una suspensión acuosa. En Cerdeña

para la realización del análisis sensorial se preparan tres soluciones acuosas que contienen 250 mg/l de azafrán en recipientes de cristal recubiertos de papel de aluminio. Los miembros del comité determinan en primer lugar los descriptores que van a medir y que figurarán en la ficha de cata. Los descriptores se evalúan en relación al aspecto, aroma, sabor y sensación táctil.

4.4.2 PARÁMETROS EXTRÍNSECOS

En cuanto a los parámetros extrínsecos, los controles de calidad pretenden certificar que no se producen adulteraciones y que los contenidos de flora microbiana y pesticidas se encuentran por debajo de los límites establecidos en la legislación.

4.4.2.1 Técnicas para la determinación de adulteraciones: TLC, HPLC, análisis microscópico

El azafrán es probablemente la especia que más adulteraciones ha sufrido a lo largo de los tiempos por su elevado valor de mercado. Se trata de un producto que debe estar exento de cualquier adulteración, entendiéndose como tal, por ejemplo, las adiciones de materia mineral, aceites de oliva o melazas para incrementar su peso y la adición de colorantes para mejorar su aspecto.

Algunas de las adulteraciones que se han encontrado en el azafrán a lo largo de la historia aparecen recogidas en la Tabla 2.

FORMAS DE ADULTERACIÓN	ADULTERACIÓN CONSISTENTE EN:
Sin adición de sustancias extrañas	Mezcla con azafrán extractado o viejo.
Adición de otras partes de la planta de azafrán	Adición de estambres o del perigonio cortado a tiras y teñido.
Adición de sustancias que aumentan el peso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incremento de la humedad. 2. Impregnación con jarabes, miel, glicerina o aceites de oliva. 3. Adición a los jarabes anteriores de sulfato de bario, sulfato de sodio, sulfato de calcio, carbonato de calcio, hidróxido de potasio, nitrato de potasio, tartrato doble de sodio y potasio, borato de sodio, lactosa, almidón o glucosa.
Adición de partes de otras plantas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Flores de <i>Carthamus tinctorius</i>. 2. Flores de <i>Calendula officinalis</i>. 3. Estigmas de otras especies de <i>Crocus</i> generalmente más cortas y sin propiedades tintóreas (<i>Crocus vernus</i>, <i>Crocus speciosus</i>, etc.). 4. Flores cortadas en tiras de <i>Papaver rhoeas</i> L., <i>Punica granatum</i>, <i>Arnica montana</i> y <i>Scolimus hispanicus</i>. 5. Estambres de algunas especies de clavel. 6. Pimiento rojo molido. 7. Plantas herbáceas cortadas en trozos y teñidas con un colorante azóico. 8. Raicillas de <i>Allium porrum</i>. 9. Polvo de leño de sándalo y de palo de campeche. 10. Cúrcuma.
Adición de sustancias animales	Fibras de carne salada y desecada.
Adición de productos artificiales	Hilos de gelatina coloreados.
Adición de colorantes orgánicos	Amarillo de Martins, tropeolina, fucsina, ácido pícrico, tartracina, eritrosina, escarlata o ponceau 4R, azorrubina, amarillo de quinoleína, amarillo anaranjado, naphtol amarillo, rojo 2G, amaranto, anaranjado II, rocellina, rojo allura.

Tabla 2. Adulteraciones más frecuentes del azafrán a lo largo de la historia.

Para la detección de adulteraciones se emplean tres técnicas diferentes: la cromatografía en capa fina (TLC), la cromatografía de líquidos de alta eficacia (HPLC) y el análisis microscópico, que se describen detalladamente en el anexo.

La técnica de TLC tiene un coste moderado, por lo que es utilizada como método de rutina para analizar las baterías utilizando un elevado número de muestras. En el caso de que se utilice para detectar la presencia de adulteraciones, los casos positivos se deben confirmar por cromatografía de líquidos de alta eficacia (HPLC), que es una técnica mucho más sensible. Actualmente, la

Especificación Técnica ISO/TC 3632:2003 propone la utilización de esta técnica para identificar los pigmentos propios del azafrán y para detectar la presencia de colorantes ácidos hidrosolubles en esta especia.

La técnica de HPLC se utiliza para determinar tres aspectos diferenciados de la especia:

- Identificación de los pigmentos responsables del poder colorante del azafrán (crocinas).
- Detección de adulteraciones con colorantes artificiales, ácidos hidrosolubles, siguiendo lo establecido en la Especificación Técnica ISO/TC 3632:2003.
- Detección de adulteraciones con colorantes liposolubles.

4.4.2.2 Técnicas para la determinación de residuos de pesticidas

La Unión Europea no ha establecido límites específicos para residuos de pesticidas en las especias.

En la actualidad, el marco legislativo español tiene establecidos los límites máximos de residuos (LMR) RMA (Residuo Máximo Admitido) para 430 plaguicidas en especias, según la legislación consolidada en abril de 2005. Entre estos plaguicidas se encuentran desde funguicidas a insecticidas, con límites máximos que van, por ejemplo desde los 0,01 mg/kg de buprofezin a los 400 mg/kg de bromuro inorgánico. El análisis de pesticidas se lleva a cabo mediante cromatografía de gases (GC) y, preferentemente, con detección mediante espectrometría de masas (MS).

4.4.2.3 Técnicas para el análisis microbiológico

La Especificación Técnica ISO/TS 3632:2003 no hace referencia a especificaciones concretas respecto a la carga microbiológica. La legislación española remite a la Reglamentación Técnico-Sanitaria (RTS) para la elaboración, circulación y comercio de condimentos y especias, ya que no existe normativa específica para el azafrán. Según el texto de la RTS, las especias no contendrán microorganismos patógenos o sus toxinas, permitiéndose los siguientes límites máximos:

- *Escherichia coli* (1×10^1 col/g)
- *Salmonella* (ausencia en 25 g)
- Sulfito reductores: esporulados anaerobios (1×10^3 col/g)

Las técnicas microbiológicas que se aplican al azafrán griego para la detección de la carga microbiana, levaduras/mohos y de colibacilos (*Escherichia coli*) están dispuestas en los protocolos de la ISO 4833, ISO 7954 e ISO 16649-2 respectivamente.

En Cerdeña se realizan análisis microbiológicos 30, 60 y 90 días después del muestreo para verificar si durante la conservación se produce contaminación bacteriana. Para verificar la homogeneidad se somete un gramo de cada muestra a disoluciones decimales para contar los microorganismos presentes.

4.5 CONSUMO DE AZAFRÁN

4.5.1 MODO DE CONSUMO

El azafrán se consume en filamentos o en polvo. En España el azafrán también se utiliza para hacer té, pasteles, chocolate y como tinte. En Cerdeña los productos que se obtienen utilizando azafrán son, sobre todo, pastas frescas, pasteles y licores. También se utiliza como tinte para la banda de seda del traje tradicional de Orgosolo, pequeño pueblo del centro de Cerdeña. En Grecia el azafrán se utiliza como constituyente de preparaciones en polvo y extractos o destilados alcohólicos.

Como muestra la Gráfica 3, en España el azafrán se consume en mayor medida en filamentos. Debido al elevado precio de la especia, el consumidor prefiere comprobar la calidad del azafrán visualizando los filamentos.

En Cerdeña se utiliza sobre todo el azafrán en polvo. En los últimos años los restauradores han comenzado a introducir gradualmente el azafrán en filamentos en la preparación de sus platos.

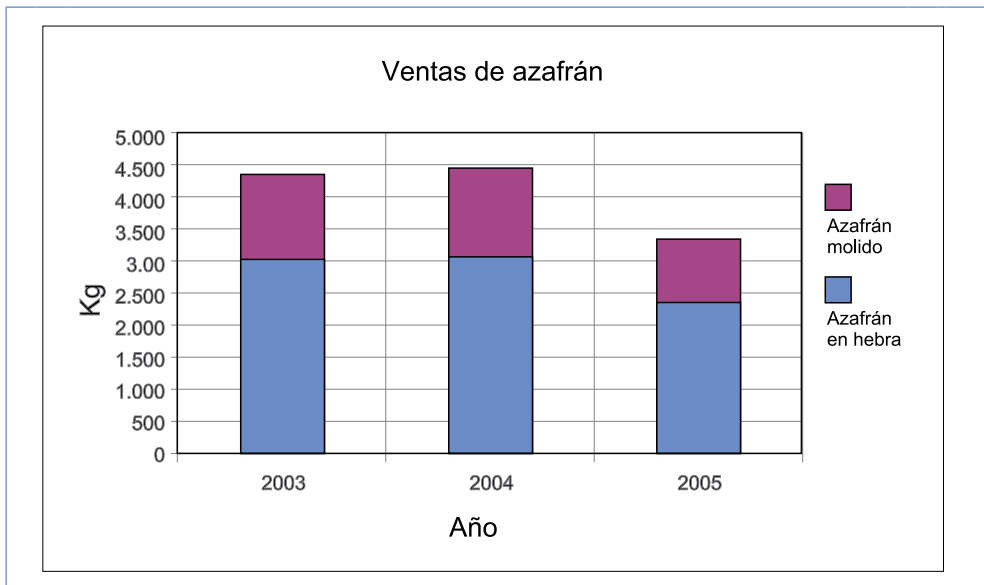


Gráfico 3: Azafrán en hebra y molido consumido en España en el periodo 2003-2005.



Labor de las flores de azafrán en una foto de antología (foto ALTEA)

4.5.2 CONSUMO POR REGIONES

En España, la región más consumidora de azafrán es la zona noroeste, es decir, Galicia, Asturias y León. Este dato resulta extraño si tenemos en cuenta el hecho que el uso del azafrán está más asociado a platos típicamente mediterráneos como “la paella”.

En Grecia la región más consumidora es la ciudad de Atenas; en el año 2005 el porcentaje de ventas en Atenas fue del 59 %.

En Italia la región más consumidora de azafrán es la zona noroccidental (Lombardía, Piemonte, Liguria y el Valle de Aosta) que consume el 50% de las ventas del mercado.

En el anexo correspondiente se encuentra resumido un estudio de mercado por regiones para cada uno de los países en estudio.

5 **DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN**



5 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN

El desarrollo de la sociedad europea tiende hacia un predominio del ambiente urbano. Ello conlleva una disminución gradual, pero significativa, de la actividad agraria y, por ende, de la población rural. En este sentido, el sector del azafrán, como pequeña parte integrante del sector agrario, no es ajeno a esta crisis.

Este apartado tiene como objetivo hacer un diagnóstico del sector del azafrán en Europa, concentrado especialmente en las regiones de Castilla-La Mancha (España), Cerdeña (Italia) y Macedonia Occidental (Grecia). Cuando ha sido necesario, se ha tomado como referencia a otros países del mundo, para enmarcar el azafrán europeo en el contexto global.

A continuación se destacan las principales limitaciones, los problemas existentes y previsibles del sector, así como las fortalezas y oportunidades. Se hace hincapié en las posibles variaciones o matices entre las distintas regiones o países productores.



Arriba: flores de azafrán
(foto ITAP)
Al lado: primer plano de flor y
estigmas de azafrán (foto UCLM)

5.1 TRADICIÓN CULTURAL

El sistema de producción en Europa es similar en todas las regiones, aunque algunos pasos del proceso son distintos en cada zona. Como se describe en otros apartados, en Europa el cultivo de azafrán y la producción de la especia no ha variado en siglos. Desde el punto de vista de la agronomía, esto es negativo; pero la perspectiva cambia si tenemos en cuenta

que ésto ha permitido que llegue hasta nuestros días un sistema de producción y elaboración de la especia perfeccionado a lo largo del tiempo y adaptado a las condiciones edafo-climáticas y características etnológicas. Se trata de la herencia de nuestros antepasados, del “buen hacer”, un conocimiento de valor extraordinario. Hay que resaltar las peculiaridades del azafrán producido en cada zona debido a la tradición en la obtención de la especia que, hace que, siendo los azafranes europeos los de máxima calidad, se pueda distinguir el azafrán producido en La Mancha, el Sardo, y a su vez el producido en Kozani.

5.2 RECURSOS HUMANOS

El despoblamiento de extensas zonas rurales así como el envejecimiento de la población son dos graves problemas del mundo rural cuya solución pasa por una adecuada política de desarrollo rural que contribuya al arraigo de la población al territorio.

La escasez de mano de obra agraria, que para determinadas labores agrícolas comienza a ser preocupante, se agrava por la estacionalidad y por la coincidencia en el tiempo de la máxima necesidad de obreros en la industria agroalimentaria con la máxima necesidad de mano de obra para la agricultura. Además, la situación no sólo es adversa desde el punto de vista cuantitativo, sino también desde el punto de vista formativo.

En relación con los recursos humanos, los problemas que se relacionan a continuación son genéricos al sector rural, pero se hacen más patentes en el ámbito del cultivo del azafrán. Existen deficiencias graves, relacionadas a la continuidad de la actividad de cultivo, que es necesario corregir:

- Despoblamiento de extensas zonas rurales. La mayor parte de la superficie rural europea corresponde a municipios que han perdido población en el último cuarto de siglo, siendo esta pérdida más acusada en las zonas rurales desfavorecidas que se encuentran alejadas de las áreas de desarrollo. El cultivo del azafrán se haya inmerso en dichas zonas.
- Envejecimiento de la población rural. El crecimiento demográfico actual en Europa es bajo e incluso en algunos países negativo, por lo que no se asegura el reemplazo de generaciones. Este problema tiene mayor magnitud en el mundo rural. Respecto a la población ocupada en el sector agrario, el cambio generacional todavía es más difícil, ya que sólo una pequeña parte de la población ocupada tiene menos de 25 años. Los agricultores de azafrán no están exentos de estos problemas.
- Escasez de mano de obra agraria. Para determinadas labores del cultivo del azafrán la escasez de mano de obra comienza a ser preocupante, siendo necesario recurrir a trabajadores de otras regiones y a población inmigrante, especialmente en lo relativo a la recolección y mondado de las flores.
- Deficiencias en la formación laboral. Éstas son particularmente graves

en el sector primario ya que, unidas al problema del envejecimiento, restan impulso innovador al sector. Es necesario aumentar y actualizar el nivel de formación de los agricultores y comerciantes.

- Escasa promoción sociolaboral del trabajo femenino. En el sector primario la participación de la mujer en los sectores de actividad es escasa, siendo más acusada en las zonas rurales. El mantenimiento y desarrollo del cultivo del azafrán implica la promoción sociolaboral del colectivo femenino. En el caso del azafrán, su representatividad en las labores de recogida de la flor y sobre todo en el desbrizado es mayoritaria.

5.3 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y TÉCNICAS DE CULTIVO

En la actualidad, el cultivo del azafrán se realiza en casi todos los casos mediante sistemas de producción tradicionales. Una tónica general es la poca eficiencia en la reducción de los costes económicos y, en gran medida, del impacto ambiental derivado. El concepto de agricultura de desarrollo sostenible todavía no acaba de imponerse entre muchos agricultores.

Además, la mayor parte de la producción de azafrán está en manos de pequeños productores, que emplea sobretodo mano de obra familiar, por lo que determinar una estructura de costes resulta difícil, ya que además de los gastos directos, no siempre se contabiliza el tiempo empleado por la familia.

Por lo contrario, hay que destacar el alto grado de desarrollo que tienen en la actualidad las técnicas de producción forzada. Su desarrollo dependerá del estudio de costo-beneficio del sistema frente a otros sistemas de cultivo.

Dentro de las técnicas de cultivo, algunas son poco conocidas, especialmente en lo referente a su adaptación específica al cultivo del azafrán, y existen otras que, aún habiendo sido ampliamente estudiadas, su uso no se ha extendido todavía entre los agricultores.

La patología del cultivo es compleja y no está suficientemente estudiada. A esta situación hay que añadir la escasez de servicios de diagnóstico y asistencia fitosanitaria, que son en general necesarios para todos los cultivos, pero que especialmente se echan de menos en el caso de las especies más sensibles a enfermedades. Un mayor tiempo de permanencia del cultivo obliga a un mayor control sanitario, lo que difícilmente se cumple, y conduce a pérdidas económicas importantes. El género *Fusarium* es el problema fitopatológico más relevante en la actualidad.

La plaga más importante de este cultivo es el topillo común o ratón de campo (*Pitymys duodecimcostatus*). El control de esta plaga se realiza mediante combustión de cebos azufrados. Este método tiene una eficacia limitada y su uso no está permitido en la agricultura ecológica. Es necesario profundizar otros métodos para encontrar el medio que asegure un control óptimo de esta plaga.

La malherbología de este cultivo, con importante influencia local, está

estudiada, aunque sin poder emplear el calificativo de suficiente. Los sistemas de control, tanto mecánicos como químicos, deberían desarrollarse a fin de evitar las mermas de rendimiento asociadas a la presencia de malas hierbas o bien evitar los elevados insumos de mano de obra del binado manual.

Aunque se han realizado estudios de la influencia del agua disponible para el cultivo sobre el rendimiento agrícola, estos no dejan de ser insuficientes y carecen de un riguroso análisis de su influencia sobre la calidad. Está demostrado que el uso del agua de riego, en condiciones agrometeorológicas de baja precipitación y elevada evapotranspiración, conduce a un mayor rendimiento y calidad. Las características climáticas de las regiones de Cerdeña y de Macedonia Occidental no hacen necesario contemplar el riego.

La mejora vegetal entraña una dificultad intrínseca de esta especie. La inexistencia de material vegetal mejorado al alcance de los productores conlleva el uso de germoplasma no tipificado, con los problemas derivados de rendimiento, de resistencia a plagas y enfermedades, y de adaptación a las condiciones ambientales.

En cuanto a la fertilización, se dispone de escasos estudios donde se destaca al nitrógeno como el nutriente de mayor influencia en la producción de flores. En general, se utilizan cantidades de abonos arbitrarias, lejanas de las recomendadas para una agricultura sostenible. La influencia sobre la calidad tampoco es conocida suficientemente.

5.4 MECANIZACIÓN DEL CULTIVO

La mano de obra necesaria para la recolección, la monda y la deshidratación del azafrán representa un peso que no deja margen económico a los agricultores europeos de azafrán. La dificultad es doble: por un lado están los elevados costes de la misma con relación a terceros países; por otro, está la dificultad para encontrar la cantidad necesaria de operarios para un reducido período de tiempo. Además, determinadas operaciones como la recogida de flores o la recolección de cormos se hace generalmente en condiciones meteorológicas adversas, lo que unido a la mala posición del cuerpo se traduce en un trabajo muy difícil y, en definitiva, en bajos rendimientos.

De esta manera, tienen serios problemas para competir en costes con el azafrán procedente de terceros países, básicamente de Irán. En estos países, el precio final del producto está basado en mano de obra con un coste muy inferior al europeo.

En el sector agrario europeo, en general, se debe considerar que el parque de maquinaria se encuentra envejecido. A este problema hay que sumarle que, dentro del subsector del azafrán, la mecanización de algunas operaciones es la gran asignatura pendiente de este cultivo. Muchas de las operaciones y tareas se realizan en la actualidad de la misma manera que las realizaban nuestros antepasados varios siglos atrás, encontrándose este cultivo en una situación poco evolucionada con respecto a otros cultivos hortícolas intensivos.

Por otro lado, la dimensión de las parcelas es reducida, acorde a los sistemas de producción manual, lo que dificulta su mecanización.

Los intentos de mecanizar algunas de las operaciones, gran parte por iniciativa privada, han sido parcialmente exitosas, aunque siempre recubiertas de un halo de oscurantismo en lo que a su difusión se refiere.

5.5 MEJORA DE LAS CONDICIONES DE DESBRIZNADO

El desbrizado de las flores es hoy en día, junto con la recolección de las mismas, uno de los factores limitantes para la expansión del cultivo. El mondado manual no representa un problema en la actualidad ya que la superficie de azafrán es pequeña y dispersa, por lo que en las zonas rurales es relativamente fácil encontrar personas que estén dispuestas a acometer esta operación. Además, esta actividad resulta grata a la mayoría de la gente que la realiza por varias razones entre las que cabe destacar que se hace a resguardo –en contraposición con las operaciones de recogida de flores–, que es compatible con otras actividades escuchar mirar la televisión o charlar, y que es una tradición arraigada en la población rural adulta.

Sin embargo, las nuevas generaciones no tienen en su cultura esta actividad que, además, compite con su ritmo frenético de vida. Pero no es sólo un problema generacional, sino que en un escenario de expansión del cultivo, la mano de obra para el desbrizado sería un factor limitante para el cultivo.

Además, otros problemas añadidos, aunque de menor importancia, se derivan de la dificultad que presenta la práctica actual de repartir las flores en distintas viviendas, para posteriormente recoger el azafrán en hebra. Las correspondientes operaciones de distribución a cada casa, con la entrega de flores al inicio y el retiro de los estigmas mondados al final, reducen enormemente la eficacia de esta operación y aumentan, por consiguiente, los costes de la misma.

5.6 PRODUCCIÓN DE CORMOS

La producción de cormos es subsidiaria al cultivo de flores. Todavía, no se realizan cultivos específicos para su obtención, sino que se utilizan los producidos en los cultivos tradicionales de flores. Los agricultores son los que, una vez concluido el ciclo del cultivo, proceden al arrancado y extracción de los mismos. Estos son utilizados en las propias plantaciones y el excedente vendido a otros agricultores.

Este procedimiento presenta una serie de inconvenientes, entre los que destacamos:

- La oferta de cormos está muy diseminada y, normalmente, se presentan en cantidades pequeñas, lo que dificulta a cualquier nuevo agricultor localizar partidas para realizar sus nuevas plantaciones.

- Los agricultores no tienen medios específicos para su extracción y siguen los métodos tradicionales, lo cual ocasiona que, por un lado, queden muchos sin recoger en el terreno y por el otro, el rendimiento de esta operación sea muy bajo. Todo esto se convierte en un elevado precio de venta de los cormos, lo que a su vez se traduce en que el coste de establecimiento de un nuevo cultivo sea muy alto.
- La falta de medios de extracción adecuados tiene otras consecuencias, como el daño a los cormos, lo cual permitirá la manifestación de futuras enfermedades criptogámicas.
- El almacenamiento de los cormos tras la cosecha –para su secado– en instalaciones no apropiadas, en vez de grandes superficies cubiertas, quedando los cormos a merced de roedores.
- En general, los cormos no se calibran, ya que las instalaciones necesarias son demasiado complejas y caras para un agricultor. Esto impide la siembra diferencial por calibres que sería conveniente para un mejor aprovechamiento de los mismos. Durante el proceso de limpieza manual, los cormos son separados por tamaños en cestos o capachos diferentes, pero rara vez se siembran teniendo en cuenta su dimensión.
- El tratamiento fitosanitario de los cormos implica disponer de maquinaria específica para la distribución del producto y para su posterior secado. Todo ello conduce a que no se realice tratamiento alguno lo que, unido al daño producido durante la recolección, representa una fuente importante de enfermedades y una de las causas más relevantes del bajo rendimiento.
- La falta de certificación oficial de la planta producida ocasiona la ausencia de garantías oficiales de pureza, homogeneidad y sanidad.

5.7 PROBLEMAS HIGIÉNICO-SANITARIOS

No se producen problemas de este tipo como pueden ser la aparición de insectos, larvas o la presencia de micotoxinas, algo que suele ser común en azafrañes de terceros países, pues durante el proceso de deshidratación se emplean temperaturas elevadas que impiden la posterior proliferación de insectos, hongos o bacterias.

5.8 EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La base de la cadena productiva es el cultivo y producción de azafrán y, como es obvio, en este eslabón se encuentran numerosos factores críticos para el futuro y la expansión de esta actividad agroindustrial.

La producción en España ha ido disminuyendo paulatinamente a lo largo de los últimos 15 años y en la actualidad podría decirse que el sector está en crisis. Una situación similar es incipiente en Grecia.

Por el contrario, la situación en Italia, y más concretamente en Cerdeña, es diferente. La superficie de cultivo, aunque pequeña, está incrementándose paulatinamente, motivado por las subvenciones a la plantación recibidas por los productores y, sobre todo, por el alto precio pagado por el producto.

Hoy por hoy, en el mercado internacional se vende como azafrán europeo una cantidad superior a la producida en Europa. Esta situación será difícilmente sostenible en el futuro

5.9 COMERCIALIZACIÓN

España es el principal comercializador mundial de azafrán. Según datos del Ministerio de Economía y Hacienda, los primeros países importadores de azafrán español son los del Golfo Pérsico, seguidos por América del Norte.

5.9.1 PRECIO PERCIBIDO POR LOS AGRICULTORES

El factor crítico el eslabón de la producción es el bajo ingreso percibido por los azafraneros, que incide en su escasa capacidad para adquirir infraestructura y maquinaria, lo cual se traduce en rudimentarias técnicas de cultivo. Este problema del sector productivo está asociado a las imperfecciones de los mercados de productos que, si bien están presentes en numerosas especies hortícolas, afectan al sector del azafrán. Está relacionado tanto con la falta de formación e información de los productores, como con la existencia de un oligopolio en el proceso de comercialización.

Con relación al precio del azafrán obtenido por los productores griegos, el obtenido por los productores españoles es más elevado. No obstante, el objetivo es lograr el nivel de precio obtenido por los agricultores de la región de Cerdeña.

En el actual sistema de comercialización del azafrán, es patente que la oferta carece de la suficiente concentración. Las organizaciones de productores son mínimas o nulas y, por ende, estos tienen baja incidencia en el proceso de comercialización. Existe la necesidad de un mayor desarrollo de estas estructuras de producción y comercialización.

5.9.2 FALTA DE DIFERENCIACIÓN

Los grandes niveles de competencia en los mercados globales han provocado que los productos y servicios que ofrecen las empresas, sobre todo las pequeñas, tengan menos probabilidades de éxito. Ésto, llevado al ámbito del azafrán, puede conducir a la desaparición de productos o a la quiebra de muchos negocios, que compitan por precio en el mercado internacional.

5.9.3 MERCADO INTERNACIONAL

Históricamente, el azafrán de La Mancha y el producido en Kozani han sido considerados como los de mayor calidad comercial del mundo. Esta calidad también se le reconoce al azafrán sardo pero debido a su menor producción y su distribución en el mercado interior, hace que no sea tan conocido internacional. La estupenda reputación de estos azafranes se remonta a varios siglos y, aún hoy, cuando la producción en estas regiones ha disminuido considerablemente, importadores de todo el mundo exigen que los azafranes producidos en terceros países se asemejen a las calidades de los obtenidos por los agricultores europeos. Algunas formas tradicionales de producción, como los mazos o madejas indias e iraníes, han dejado prácticamente de elaborarse puesto que no son demandados por el mercado.

Resulta sorprendente que esta alta valoración en el exterior de los azafranes producidos en Europa no se refleje en el mercado interno. Los consumidores europeos desconocen la procedencia, las denominaciones de origen protegidas, las peculiares características organolépticas, las propiedades saludables y la forma más adecuada de uso del azafrán producido en la Unión Europea.

La falsa creencia de que el azafrán es caro, que lo es en lo que respecta al valor absoluto (€/kg) pero no cuando se tiene en cuenta la mínima dosificación que requiere su uso, ha convertido al producto en una especia de lujo, que ha salido de las cocinas de todos los consumidores para ser sustituida por colorantes sintéticos obtenidos a partir del petróleo, de los que aún hoy se discute su seguridad para el hombre, tal y como sucede, por ejemplo, con la tartracina. De hecho en algunos oficios tradicionales como la artesanía de lana o algodón, la manufactura de alfombras y sombreros, está resurgiendo el uso de esta especia para teñir fibras, lo que demuestra que si bien se trata de un producto de alto valor, su potencia como pigmento lo sigue haciendo interesante, sobre todo como alternativa natural a los colorantes sintéticos.

5.10 ESQUEMA DAFO DEL SECTOR EN EUROPA

5.10.1 FORTALEZAS

- Tecnología de producción. Con relación al resto de países productores se dispone de la tecnología para producir de forma eficiente y con técnicas de cultivo actuales, incluyendo la mecanización del cultivo.
- Tecnología de deshidratación. En todas las regiones productoras europeas se emplean métodos de deshidratación que proporcionan cualidades organolépticas conocidas y demandadas. El azafrán se deshidrata de forma rápida y en condiciones higiénicas adecuadas tras la separación de los estigmas.
- Problemas fitosanitarios de la especia. No se producen problemas de este tipo como pueden ser la aparición de insectos, larvas o la presencia

- de micotoxinas, algo que suele ser común en azafranes de terceros países, pues durante el proceso de deshidratación se emplean temperaturas elevadas que impiden la posterior proliferación de insectos, hongos o bacterias.
- Calidad. El esmero de los agricultores, las condiciones higiénicas adecuadas, el rápido proceso de transformación y las altas temperaturas empleadas hacen que se obtenga un azafrán homogéneo de excelente calidad, sin riesgos desde el punto de vista de la seguridad alimentaria.
 - Certificación de la calidad. Los métodos para la acreditación de la calidad son bien conocidos y se dispone de la tecnología que permite a las empresas asegurar su calidad al consumidor.
 - Reconocimiento del azafrán europeo. A nivel internacional el azafrán de La Mancha, el azafrán de Kozani y, en menor medida, el azafrán sardo son reconocidos como los de mayor calidad por los importadores especializados de todo el mundo.
 - Comercialización. La excelente reputación del azafrán europeo y el saber hacer empleado en su elaboración por parte de las empresas europeas, hacen que se alcance entre el 80 y el 90% del comercio mundial de azafrán.
 - Infraestructuras de apoyo. Los tres países estudiados disponen de servicios públicos de asesoramiento directo a los agricultores, institutos técnicos y universidades que trabajan desde hace tiempo en el ámbito del azafrán.
 - Industria agroalimentaria. Existe una importante industria complementaria, diversificada y con buena capacidad de adaptación.
 - Servicios. Se cuenta con una buena estructura y nivel de servicios de suministro, asistencia y formación técnica.
 - Usos alternativos. Existe una larga tradición del empleo del azafrán en aplicaciones distintas de las gastronómicas, en especial debido a sus propiedades farmacológicas o de tinción.

5.10.2 DEBILIDADES

Las debilidades en la cadena productiva del azafrán se concentran en la frágil conformación de la cadena, en los mecanismos de interrelación entre los actores de la cadena, en la necesidad de incorporación de tecnología y asistencia técnica y en la falta de estrategias compartidas para el acceso a los mercados.

- Falta de producción. La producción ha ido disminuyendo paulatinamente a lo largo de los últimos quince años y en la actualidad se podría decir que el sector productor en España y Grecia está en crisis. Cerdeña se encuentra en una situación ligeramente distinta por su menor producción y por haberse enfrentado a la crisis con anterioridad.
- Precio. El factor crítico en la cadena de producción es el bajo ingreso percibido por los azafraneros, que incide en su escasa capacidad para adquirir infraestructura y maquinaria, lo cual se traduce en rudimentarias técnicas de cultivo. Con relación al precio obtenido por los productores

griegos, el obtenido por los productores españoles es más elevado. No obstante, el objetivo es alcanzar el precio que obtienen los agricultores de la región de Cerdeña.

- Imputación de costes. Debido a las peculiaridades del cultivo resulta difícil determinar los costes ajustados a la realidad. La mayor parte de la producción de azafrán está en manos de pequeños productores que emplea sobretodo mano de obra familiar y sólo tiene en cuenta los gastos directos pero no contabiliza el tiempo empleado por la familia.
- Sistemas de producción. En la actualidad, el cultivo del azafrán se realiza en la mayoría de los casos mediante sistemas de producción tradicionales, orientados más a la cantidad que a la calidad. Una tendencia general es la poca eficiencia en la reducción de los costes económicos y, en gran medida, del impacto ambiental derivado. El concepto de agricultura de desarrollo sostenible todavía no acaba de imponerse entre muchos agricultores.
- Técnicas de cultivo. Aunque se dispone de técnicas de cultivo avanzadas, hecho que se ha destacado como un factor de fortaleza, se encuentran poco extendidas entre los agricultores, especialmente en lo referente a la adaptación de técnicas procedentes de otros cultivos o el uso adecuado del riego cuando es necesario.
- Falta de coordinación entre productores y las infraestructuras de apoyo, lo que conlleva una falta de aprovechamiento de los recursos a disposición de los distintos actores implicados.
- Mecanización del cultivo. Se trata de la gran asignatura pendiente de este cultivo. Muchas de las operaciones y tareas se realizan en la actualidad de la misma manera que las realizaban nuestros antepasados varios siglos atrás, encontrándose este cultivo en una situación poco evolucionada con respecto a otros cultivos hortícolas intensivos. Los intentos de mecanizar algunas de las operaciones, gran parte por iniciativa privada, han sido parcialmente exitosas, aunque siempre recubiertas de un halo de oscurantismo en lo que a su difusión se refiere.
- Dimensión de las parcelas. El tamaño de las parcelas es reducido acorde a los sistemas de producción manual, lo que dificulta su mecanización.
- Mano de obra. La falta de mecanización de determinadas operaciones de cultivo implica grandes necesidades de mano de obra en momentos puntuales. Para determinadas labores comienza a ser preocupante la escasez de mano de obra.
- Envejecimiento de los productores. Se trata de un problema que presenta el sector agrario en su conjunto, pero que en el caso del azafrán presenta especial incidencia.
- Deficiencias en la formación laboral. Éstas son particularmente graves en este sector, ya que unidas al problema del envejecimiento restan impulso innovador.

- Producción de cormos. No se realizan cultivos específicos para la producción de cormos, sino que se utilizan los producidos en los cultivos tradicionales de flores, lo que conlleva toda una serie de problemas añadidos.
- Desconocimiento del consumidor. Aunque la diferenciación de la calidad se ha considerado entre las fortalezas del sector en el ámbito de compra-venta al por mayor, el nivel alcanzado no es suficiente puesto que el consumidor final no diferencia las calidades del azafrán y su procedencia.
- Canales de comercialización. Salvo en el caso de Grecia, en el actual sistema de comercialización del azafrán es patente que la oferta carece de la suficiente concentración. Existe una escasa incidencia de los productores en los canales de comercialización y una falta de desarrollo de las organizaciones de producción y comercialización.

5.10.3 OPORTUNIDADES

- Tradición y turismo. La extensa tradición cultural del cultivo y el uso de esta especia en distintas aplicaciones, abre un campo para su revalorización como atractivo turístico en las zonas productoras. Puede ser un punto de apoyo para el fomento del turismo rural aprovechando los vestigios arqueológicos y las huellas históricas existentes en Europa en torno al azafrán, la belleza del cultivo, los oficios artesanales que lo emplean y la gastronomía de las regiones productoras.
- Demanda del mercado. En la actualidad existe un incremento de la demanda de pigmentos y aditivos alimentarios de origen natural en detrimento de los colorantes, saborizantes y aromatizantes sintéticos.
- Complementariedad. Se le puede considerar un cultivo complementario puesto que las operaciones de cultivo que requiere solapan bien con la mayoría del resto de cultivos establecidos en las regiones productoras.
- Promoción laboral femenina. El mantenimiento del cultivo de azafrán implica la promoción sociolaboral del colectivo femenino. En el caso del azafrán su representatividad en las labores de recolección de la flor y sobre todo en el desbrizado es mayoritaria.
- Uso medicinal. En las últimas décadas la investigación científica ha puesto de manifiesto el porqué de las propiedades farmacológicas por las que antiguamente se ha empleado el azafrán en la medicina. Se debería aprovechar el creciente interés por la medicina natural y el uso de remedios vegetales entre la población europea, para fomentar su consumo por sus propiedades saludables y medicinales.
- Otros usos. En los últimos años se ha retomado los usos del azafrán como tinte en la fabricación de tejidos e incluso en la pintura.

5.10.4 RIESGOS

- Bajos precios de terceros países. El precio internacional del azafrán es muy inferior al recibido por los productores europeos. Aunque se trata de azafranes de mucha peor calidad, la falta de medidas correctoras provocaría no sólo la desaparición de la producción sino también la pérdida de competitividad de las empresas comercializadoras, viéndose desplazadas por empresas de terceros países.
- Despoblamiento de zonas rurales. Tradicionalmente el cultivo del azafrán suele estar establecido en las zonas rurales más desfavorecidas que se encuentran alejadas de las áreas de desarrollo. Su abandono provocaría una mayor despoblación en tales zonas.

En las tablas, que se encuentran a continuación, se presenta un resumen del diagnóstico del sector europeo del azafrán, realizado en su conjunto y para cada una de las regiones productoras en estudio.

Fortalezas

Europa	<p>Recursos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arraigada tradición histórica y cultural de cultivo y consumo de azafrán. • Existencia de infraestructuras de apoyo, industria agroalimentaria y servicios. <p>Sectores económicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alto nivel de empleo generado. • Relevante peso específico del sector europeo a nivel mundial. • Tecnología desarrollada y accesible para la producción de la especia. <p>Organización</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asociaciones de productores bajo denominaciones de origen. • Dinámicos Institutos técnicos de transferencia tecnológica. <p>Comercialización</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las empresas europeas controlan entre el 80 y 90% del comercio mundial. • Producto de reconocida calidad que mantiene su tipicidad. • Seguridad alimentaria acreditada.
Cerdeña (Italia)	<ul style="list-style-type: none"> • Cultivo ecológico. • Elevado precio pagado al agricultor. • Diferenciación del producto: denominación de origen. • Fuerte arraigo histórico, cultural y ambiental del territorio de producción.
Macedonia Occidental (Grecia)	<ul style="list-style-type: none"> • Alta producción • Buena organización comercial de los productores • Diferenciación del producto: denominación de origen
Castilla La Mancha (España)	<ul style="list-style-type: none"> • Explotaciones de mediano tamaño. • Nivel medio de mecanización. • Diferenciación del producto: denominación de origen

Tabla 3.a Puntos fuertes identificados en el sector del azafrán para cada una de las regiones europeas en estudio.

Debilidades

Europa	<p>Recursos humanos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zonas productoras con baja densidad demográfica y pérdida de población. • Envejecimiento de la mano de obra agrícola. • Escasez de mano de obra. • Deficiente formación laboral de los productores. <p>Sector agrario</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la producción. • Excesiva parcelación, explotaciones de pequeño tamaño. • Baja productividad, por debajo de la rentabilidad económica. • Dificultad para la reducción de costes económicos e impactos ambientales. • Técnicas de cultivo obsoletas. Ausencia de mecanización. • Necesidad de mucha mano de obra estacional. • Insuficiente producción y oferta de cormos. • Falta de impulso renovador en el sector. <p>Sector comercializador</p> <ul style="list-style-type: none"> • Insuficiente concentración de la oferta. • Necesidad de un mayor desarrollo de las organizaciones de producción y comercialización. • Desconocimiento de la especia por parte del consumidor. <p>Organización</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sector cooperativo débil y poco dinámico. • Falta de coordinación de los productores con las infraestructuras de apoyo.
Cerdeña (Italia)	<ul style="list-style-type: none"> • Baja producción. • Explotaciones de pequeño tamaño. • Ausencia de mecanización. • División y desaparición de empresas productoras. • Fraccionamiento de la oferta. • Elevada edad media de los productores. • Dificultad para encontrar mano de obra.
Macedonia Occidental (Grecia)	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo nivel de mecanización. • Explotaciones de pequeño tamaño. • Bajo precio del producto. • Técnicas de cultivo anticuadas.
Castilla La Mancha (España)	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo precio del producto respecto de Italia. • Bajo consumo interno.

Tabla 3.b Puntos débiles identificados en el sector delazafrán para cada una de las regiones europeas en estudio.

		Oportunidades	Riesgos	
Europa	Sector agrario	<ul style="list-style-type: none"> • Buena adaptación del cultivo a la política de desarrollo sostenible. 	Sector agrario	<ul style="list-style-type: none"> • Desaparición de la producción europea. • Baja capacidad de adaptación del sector a las crisis comerciales.
	Actividad económica	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado potencial de crecimiento del sector servicios y concretamente del turismo. • Reestructuración del cultivo, cambios en su rentabilidad. • Alto potencial para el cultivo en regadío en zonas agrarias actualmente marginales debido a su aridez. 	Actividad económica	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensión reducida de las empresas. • La disminución de la producción europea compromete la comercialización de las empresas. • Liberalización de los mercados agrarios e incremento de la competencia.
	Organización	<ul style="list-style-type: none"> • Cooperación estrecha entre países productores europeos. • Administración nacional y regional con predisposición. 		
	Mercado	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda creciente de productos ecológicos. • Recuperación de otros usos distintos al alimentario 		

Tabla 3.c Oportunidades y riesgos identificados en el sector delazafrán en Europa.

6 PLAN ESTRATÉGICO SOLUCIONES INNOVADORAS



6

PLAN ESTRATÉGICO SOLUCIONES INNOVADORAS

6.1 FINALIDAD Y OBJETIVOS

La finalidad del plan estratégico es la definición de estrategias que palien las numerosas dificultades ya descritas.

Este plan estratégico se redacta a partir del convencimiento de que el sector del azafrán tiene gran potencial de desarrollo. A continuación se enumeran una serie de ideas –algunas de ellas clásicas, pero la mayoría innovadoras– que pueden ser útiles para fomentar en Europa el incremento de la superficie sembrada de azafrán, la continuidad de su producción, el aumento de la comercialización y el crecimiento de su consumo en todo el mundo, en definitiva, elementos que contribuirán a la potenciación del sector.

El éxito de las siguientes ideas innovadoras dependerá tanto de organismos e instituciones públicas como de empresas y agentes privados. Para ello, es necesario concienciarlos previamente de la importancia de conservar la tradición de un cultivo que tantos ingresos ha proporcionado al sector agrario en Europa.

Todas las ideas aquí propuestas son coherentes con los objetivos globales en cuanto al desarrollo regional, que en ámbito del sector agrario son:

1. La creación de empleo, mejorando la competitividad regional y el desarrollo del tejido productivo con la finalidad general de apoyar la recon-



Arriba: estigmas frescos (foto ERSAT)
Al lado: mecanización (foto ITAP)

versión económica y social de las zonas rurales.

- 2.El apoyo a las pequeñas y medianas empresas, promoviendo la creación de nuevas empresas y aumentando la competitividad de las existentes para, en última instancia, contribuir al desarrollo del objetivo anterior.
- 3.El desarrollo de las zonas rurales frágiles y desfavorecidas.

No existen soluciones únicas ni mágicas para solventar los problemas en desarrollo rural, sino que es la suma de pequeñas medidas, propuestas y resoluciones lo que incrementará las rentas de los agricultores. La escasez de mano de obra agraria, para determinadas labores agrícolas, sólo será solucionada si se implementarán medidas con el objetivo de arraigar la población rural al territorio y ofrecerle expectativas de mejora del nivel de vida. En este sentido, el cultivo del azafrán contribuye en gran medida. Tradicionalmente ha sido un ingreso complementario de la renta obtenida con cultivos más importantes. Además, las labores como la recolección de las flores y la monda, que demandan gran cantidad de mano de obra, ocurren en períodos cuando hay menos tareas en el campo.

Dentro de los objetivos convergentes con las orientaciones de la actual PAC, el cultivo del azafrán contribuirá por tanto a:

- 1.Mantener un mínimo tejido socioeconómico en el mundo rural.
- 2.Permitir la diversificación económica.

El cultivo del azafrán permite vislumbrar que es posible asegurar mejores expectativas de nivel de vida en las zonas más desfavorecidas.

La potenciación del sector requiere el esfuerzo coordinado de todos los eslabones de la cadena, puesto que el aumento de la competitividad es producto de la interacción compleja y dinámica entre el estado, las instituciones intermedias, las empresas y la capacidad organizativa de una sociedad. Este complejo modelo de organización se apoya en un dinámico diálogo entre el sector productivo, el sector científico-tecnológico, las instituciones intermediarias y el sector público, orientado a lograr un cambio estructural.

6.2 FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

La superficie de cultivo y, por ende, la producción tiene un potencial de crecimiento elevado en Europa. A modo de ejemplo, los nombres “Azafrán Español”, “Krokos Kozanis” y “Azafrán de La Mancha” tienen una alta penetración en el mercado mundial de especias, de manera que el comercio internacional podría absorber grandes cantidades de este producto.

Además, este mercado selecto está obligado a abastecerse de la producción europea de alta calidad y, por tanto, el fomento de su producción debe ser uno de los primeros objetivos del plan estratégico. Para ello, se describen a continuación varias alternativas.

6.2.1. AYUDAS DIRIGIDAS A LOS PRODUCTORES

Las ayudas dirigidas a los productores deben contemplarse como una medida de urgencia, como estímulo inicial, para la puesta en marcha de una producción que actualmente atraviesa una fase de crisis. Las líneas que enmarcarían estas ayudas podrían ser:

- Ayudas destinadas a los precios, enmarcadas en un programa de acuerdos para que cumplan los compromisos de mantener un precio mínimo de venta. Esta medida permitiría beneficiarse tanto a los productores existentes como a los que se animen a iniciar un nuevo cultivo.
- Estas ayudas estarán sustentadas en primera instancia por los comercializadores, las cuales se podrían además complementar con otras líneas de ayudas públicas. Solución transitoria, no definitiva, a eliminar cuando otras medidas entren en funcionamiento.

6.2.2 MECANIZACIÓN DEL CULTIVO

Es necesario buscar y dar a conocer alternativas que aumenten la productividad de la mano de obra, modificando las condiciones de trabajo y reduciendo la dureza del mismo.

Una primera etapa puede ser la mecanización de la recogida de la flor. Para ello se disponen en la actualidad de conocimientos y experiencia suficiente con diversos tipos de máquinas que van desde plataformas para asistencia a la recolección manual (las operaciones manuales en las proximidades del suelo son realizadas por operarios sentados o acostados sobre dicha plataforma; en la actualidad se están utilizando, entre otros, en los cultivos de lechuga, escarola y espárrago), pasando por cizallas recortasetos hasta máquinas integrales de siega de flores.

Una segunda etapa puede ser mecanizar la plantación y extracción de cormos. En la actualidad, existen diversos sistemas para mecanizar ambas operaciones que normalmente van asociadas, es decir, una maquinaria de recolección lleva asociado el sistema de plantación que mejor se adapta. Toda la maquinaria evaluada mejora sustancialmente el rendimiento de las operaciones de plantación y recolección de los cormos frente a los sistemas manuales.

La adopción de alguna de estas medidas conducirá a la mecanización parcial o total del cultivo, lo que permitirá a los productores incrementar las superficies plantadas, y disminuir los excesivos costes actuales de cultivo.

6.2.3 COOPERATIVAS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS

Algunos de los avances que la investigación y el desarrollo tecnológico conseguidos en el sector del azafrán son difíciles de poner al servicio de un agricultor individual, pero no al alcance de una asociación.

En concreto, la idea sería formar cooperativas, o entidades similares, con la finalidad de adquirir maquinaria en común para realizar las operaciones más tediosas del cultivo del azafrán. Las dimensiones actuales de los campos de azafrán no justifican la compra de esa maquinaria ya que, dado el reducido tiempo de funcionamiento anual, tendría unos costes de amortización muy altos.

El uso en común de maquinaria tiene la ventaja de poder contratar conjuntamente un obrero especializado, al menos para aquellas máquinas más complejas o frágiles.

La maquinaria colectiva podría facilitar las siguientes operaciones:

- La siembra, el arrancado, la selección, la clasificación y la desinfección de cormos.
- La conformación de caballones.
- La siega de flores.
- La monda automática.
- El tostado de estigmas.

Los servicios de estas asociaciones se pueden hacer extensivos a otras actividades, tareas o infraestructuras como:

- Locales de amplias salas con mesas para mondar.
- Cámaras frigoríficas para conservación de la flor.
- Contratación de personal para trabajar el campo.
- Cámaras adecuadas para la conservación de la especia, que dan tranquilidad al cosechero frente a problemas de conservación, robos y otros descuidos que se pueden producir cuando se almacena en casa.
- Contratación de pólizas de seguro colectivas, frente a inclemencias meteorológicas, robo u otros contratiempos.

6.2.4 CULTIVO ECOLÓGICO

La producción actual de azafrán podría ser considerada como orgánica o ecológica, ya que es el producto de campos en los que mayoritariamente se han utilizado técnicas de cultivo permitidas por los organismos de control y certificación ecológicos; es decir que, mayoritariamente se han producido sin pesticidas, ni conservantes, ni organismos modificados genéticamente y respetando el medio ambiente. El único requisito sería estar certificados por un organismo de control autorizado, el cual garantizaría su procedencia. El período de tiempo necesario para la reconversión sería de tres años, un año para iniciar la producción y dos años para la reconversión.

En Europa la producción, la elaboración, el etiquetaje y el sistema de control de los productos ecológicos, está regulado por la norma 2092/91/CEE. Cada país tiene sus propios organismos encargados de vigilar y certificar que se cumpla la normativa comunitaria. En España, cada comunidad autónoma cuenta con sus propios organismos de control que periódicamente realizan inspecciones y auditorías para asegurar que se cumplan las disposiciones restrictivas de la normativa sobre la producción agraria ecológica.

En términos económicos, habría que destacar que el cultivo ecológico genera un mayor valor de venta del producto y, dependiendo de los gobiernos locales, ayudas más o menos importantes a los cultivos. Por tanto, una alternativa a la introducción de las modernas técnicas de cultivo sería recalificar las actuales parcelas a producción ecológica.

6.2.5 PRODUCCIÓN EN COOPERATIVAS

Otra solución innovadora sería abordar la producción mediante campos comunales. Consistirían en que, en las zonas de producción tradicional en Europa, cada municipio destinase una pequeña superficie (por ejemplo, una hectárea) al cultivo del azafrán. Parte de esa parcela (verbigracia, 100 ó 200 m²) sería asignada a cada persona que lo solicitase para que se encargue de la siega y monda de las flores, con el único compromiso de entregar al ayuntamiento una proporción del azafrán obtenido. Para el resto de las labores de cultivo, y de forma uniforme en toda la parcela, el ente responsable se encargaría de su realización, así como de la supervisión técnica.

La finalidad de esta propuesta es que personas que estarían dispuestas a realizar la recolección y monda (bien porque tradicionalmente lo han hecho, bien porque lo consideran un entretenimiento) no dejen de hacerlo por los inconvenientes que conlleva cultivar pequeñas superficies.

6.2.6 CULTIVO DE REGADÍO

La necesidad hídrica del cultivo de azafrán es baja puesto que el desarrollo vegetativo ocurre en períodos de temperaturas y humedad moderadas. Además, gran parte de esta necesidad queda satisfecha con el agua de lluvia, especialmente en las regiones de Cerdeña y Macedonia Occidental y, en menor medida, en Castilla-La Mancha.

El azafrán es un cultivo que se adapta bien a distintos sistemas de riego (aspersión, riego localizado, etc.) y sería interesante fomentar su uso en las regiones áridas y semiáridas. La disponibilidad de agua de riego, además de aumentar los rendimientos, proporciona la calidad visual demandada y la regularidad de rendimiento necesaria para mantener una rentabilidad, independientemente de las condiciones meteorológicas del período de cultivo.

6.2.7 FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE CORMOS

El desarrollo de la producción de cormos por empresas específicas, inscritas en el Registro de Productores de Semillas y Plantas de Vivero, sería un paso importante para el fomento de este cultivo.

Estas empresas podrían ofrecer al mercado material de reproducción tipifi-

cado, en cantidad suficiente debidamente uniformado, con adecuada sanidad y sometido a tratamientos fitosanitarios para evitar la proliferación de enfermedades; en definitiva, con la certificación usual en otras especies hortícolas.

Los beneficios expuestos anteriormente justificarían por sí mismos esta actuación, pero lo más importante es que estas empresas especializadas, además, podrían ofrecer los cormos a un menor precio.

6.2.8 CULTIVO PROTEGIDO

Una alternativa al sistema de producción actual es el cultivo protegido. En este apartado se presentan distintas soluciones, más o menos sofisticadas, que servirán a espaciar la floración del azafrán, entre otros fines.

La primera posibilidad es cubrir toda parcela de azafrán al aire libre con plásticos de distintos tipos. La combinación de períodos de cubrición y retirada junto con el tipo de plástico empleado produce una regulación de la floración. Este sistema no adelanta la floración, pero la retrasa. Si bien este sistema permita obtener un retraso de hasta cinco semanas, esto conlleva entrar en un período en el cual el riesgo de heladas es muy alto en las zonas habituales de producción. Por ello, es coherente pensar tan sólo en duplicar el período de recolección, alargándolo a tres semanas, para no comprometer la cosecha.

La segunda opción, más elaborada, es realizar la plantación bajo invernadero de capilla con plástico, de altura libre 2,5 m para permitir el laboreo con tractores sin cabina, así como cualquier otra labor. La finalidad, además del ya comentado escalonamiento de la floración, es asegurar la cosecha frente a las inclemencias meteorológicas, como lluvia, frío, etc., solventando alguno de los inconvenientes de la primera opción, y permitiendo aumentar el período de floración.

La tercera alternativa sería, recintos tipo invernadero o recintos climatizados con cultivos en el suelo o en bandejas. Éstos permitirían hacer siembras al menos tres veces al año, con una densidad triple con respecto al cultivo tradicional. La única limitación sería el elevado coste de inversión y de explotación.

6.2.9 MEJORA DE LAS CONDICIONES DE DESBRIZNADO

La solución al problema de desbrizado pasa por automatizar esta operación. Las máquinas de monda semiautomáticas están disponibles desde hace varios años y cumplen con la tarea de separar los filamentos de otras partes de la flor. No obstante, siguen presentando algunos problemas cuya subsanación debería ser objeto de investigación. Los principales problemas que presentan son:

- a) Las flores a procesar deben tener parcialmente cortados los pétalos y el estilo para que, una vez que caen en la mesa, se separen con facilidad. Esta operación hoy día se hace manualmente y, aunque es una tarea me-

nos ingrata que la monda, sigue siendo un factor limitante.

- b) Entre los filamentos que separa la máquina se encuentran tanto estambres como estigmas, y esta mezcla lleva aparejados otros problemas como son:
 - b1) La separación de los mismos, que normalmente se realiza de forma manual, si bien se pueden desarrollar máquinas que realicen esta operación.
 - b2) Dicha mezcla lleva asociado que los estigmas queden manchados con granos de polen de los estambres, lo cual produce una depreciación de la calidad organoléptica del azafrán.

En la actualidad existen prototipos de este tipo de máquinas realizados por empresas privadas tanto en Grecia como en España, que necesitarían mejoras para trabajar en continuo. En cualquier caso, se trata de maquinaria relativamente sencilla y económica que podría ser adquirida sin problemas para cualquier explotación mediana o grande. Los propietarios de pequeñas explotaciones se podrían agrupar en cooperativas que pudieran adquirir estas máquinas y ponerlas a disposición de los agricultores en las propias instalaciones comunes, de manera que los usuarios las utilicen para la operación de monda.

6.3 INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

El eslabón central de la cadena productiva del azafrán está constituido por las empresas comercializadoras o establecimientos industriales a donde confluyen los procesos de acopio y de donde parten los procesos de distribución y comercialización. En estos puntos de la cadena concurre la máxima concentración de producto y tecnología, razón por la cual estas empresas son los agentes económicamente de mayor importancia y de mayor capacidad gerencial y tecnológica de toda la cadena.

Las empresas azafraneras mantienen vinculaciones en ambos sentidos de la cadena. La agroindustria, en consecuencia, debe erigirse como agente organizador y dinamizador de la misma y convertirse en el factor fundamental para el crecimiento y mejora de la productividad en todo el sistema productivo del azafrán. Este último papel lo desempeñan las empresas comercializadoras de forma satisfactoria gracias a su elevado nivel tecnológico y de desarrollo.

Para mantener el liderazgo hace falta continuar con el impulso innovador en el ámbito de la higiene y la seguridad alimentaria, cumpliendo con las normas ambientales.

6.3.1 BUENAS PRÁCTICAS DE HIGIENE

Las condiciones en que se manipulan los alimentos desde el punto de producción hasta su consumo final determinan la calidad e inocuidad de los alimentos que consumimos.

En la primera etapa (la de recolección y desbrizado), los productores son

los que han de emprender un proceso de instrucción permanente de su personal en temas de capacitación y educación, priorizando los aspectos de higiene, limpieza y seguridad alimentaria. Ello marcará la diferencia con otros países productores.

6.3.2 SISTEMA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL

Durante la etapa de proceso industrial, las reglas básicas de manipulación higiénica, almacenamiento, elaboración, distribución y preparación final de todos los alimentos, a lo largo de la cadena de producción de los mismos, están establecidas en los reglamentos correspondientes.

Estas reglas comprenden los proyectos y construcción de las instalaciones, el control de las operaciones, el mantenimiento y saneamiento de las instalaciones, la higiene personal y la capacitación del personal. Las prácticas de higiene forman parte integral de todos los sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos, incluso el sistema de análisis de peligro y puntos críticos de control (HACCP) que acreditan la seguridad alimentaria.

6.3.3 MEJORAR LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Otro factor que incide en la calidad, mencionado anteriormente, son las condiciones de almacenamiento. El uso de infraestructura adecuada de almacenamiento repercutirá directamente en la calidad del producto, reduciendo la proliferación de insectos, hongos y otros patógenos, y manteniendo los contenidos de crocina, picrocrocina y safranal.

6.4 CALIDAD, TRAZABILIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Deben llevarse a cabo acciones destinadas a mejorar la política de promoción del azafrán de calidad, impulsando las actuaciones necesarias en el ámbito de la acreditación de la calidad, de la certificación de la trazabilidad y de la seguridad alimentaria.

6.4.1 OFRECER UN PRODUCTO DE MEJOR CALIDAD

El azafrán europeo es considerado como el de mayor calidad del mundo por sus características físico-químicas y organolépticas que son determinadas por toda una serie de parámetros. Ante las exigencias crecientes del mercado, es necesario introducir en las normas de certificación de la calidad del azafrán, nuevas técnicas analíticas (HPLC y GC) que determinen con más precisión las características de color, sabor y aroma. En estas normas deberían aparecer también metodologías analíticas actualizadas que eviten las adulteraciones.

Con estas nuevas herramientas de acreditación de la calidad se podrá hacer un seguimiento más estricto de los procesos productivos, con la finalidad de ofrecer un producto de mejor calidad y defender los intereses de las denominaciones de origen.

Es necesario incentivar al legislador a elaborar nuevas normas de sanción con el fin de mantener la pureza del producto y evitar las adulteraciones y fraudes.

6.4.2 TRAZABILIDAD

Hay que hacer hincapié en el cumplimiento de las normativas de trazabilidad con el fin de evitar problemas de fraudes con respecto al origen del producto.

6.4.3 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD

Se debería fomentar que los distintos laboratorios que prestan servicios al sector, tanto públicos como privados, pudiesen ofrecer los servicios de análisis y tipificación de la calidad del azafrán especia.

6.5 INVESTIGACIÓN, FORMACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

La eliminación de deficiencias en la formación laboral y el impulso en la información son dos aspectos que cuentan en Europa con un gran desarrollo, dada la existencia de un sector educativo fuerte y asentado, tanto en la enseñanza primaria como la profesional y la universitaria, y la presencia de organismos de transferencia que competen al sector agrícola.

Además, una forma de ayudar a competir en costes con terceros países es poner al servicio del agricultor los avances que la investigación y el desarrollo europeos han conseguido en el sector del azafrán.

6.5.1 FOMENTO DE LA INVESTIGACIÓN APLICADA

El sector del azafrán se adapta perfectamente a los objetivos generales de los programas de fomento a la investigación y transferencia, con la salvedad de que la tecnología se encuentra más atrasada que en otros sectores y que las zonas de producción están entre las más deprimidas.

Se deberá dar preferencia a las actividades de investigación y desarrollo más ligadas al progreso económico regional, tanto en el sector público como privado, prestando especial atención a las nuevas tecnologías relacionadas con el desarrollo de productos innovadores derivados del azafrán y su uso extensivo en los

sectores de mayor interés. Estos proyectos deberán contar en lo posible con la participación del sector público y del sector empresarial mediante fórmulas que estimulen la transferencia tecnológica del sector público al privado y la incorporación de tecnología avanzada en las empresas.

Debe prestarse especial atención al fortalecimiento de las empresas con base tecnológica, incluyendo la creación de nuevas empresas.

Se pretende fomentar la capacidad de adaptación de los trabajadores de las empresas a los cambios del sistema productivo.

6.5.2 FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS PRODUCTORES

La formación es un aspecto clave para los nuevos productores de un cultivo que no es muy conocido y cuyas técnicas de cultivo son muy diferentes de otros cultivos herbáceos de la zona. Esta formación debería incluir a los productores existentes, algunos de ellos muy dinámicos y emprendedores, pero que en la actualidad usan técnicas de cultivo en desuso.

Se deberían organizar diversas actividades de la siguiente manera:

- a) Cursos de iniciación. Destinados a agricultores o productores que se incorporen a esta actividad con un total desconocimiento de este cultivo y de las técnicas asociadas. Sería de gran interés contar con la información y experiencia de los productores ya experimentados, que ya han superado los problemas iniciales y cuyas explotaciones pueden servir de ejemplo a seguir.
- b) Cursos avanzados. Destinados a agricultores y productores expertos que se enfrentan a diario a problemas concretos. Estos cursos deberían diseñarse en conjunción con los investigadores y agricultores experimentados, por un lado, y con las empresas comercializadoras, por otro, para satisfacer la demanda bidireccional entre los distintos agentes.
- c) Publicaciones. Los entes dedicados a la investigación y experimentación agraria deberían marcarse como objetivo prioritario la realización de publicaciones y hojas divulgativas que difundan y clarifiquen determinadas técnicas, para una mejor formación e información del sector.
- d) Páginas web. Las web de cada organización o actor del sector, así como las específicas creadas por el presente proyecto, deberían incluir información técnica que fomenten y animen a los nuevos productores. Igualmente, deberían proporcionar la información que satisfaga la demanda de los productores experimentados como podría ser: reglamentación, ayudas y subvenciones, técnicas en general, ferias, certámenes, canales de comercialización, relación entre empresas comercializadoras y centros de investigación y transferencia.
- e) Jornadas, seminarios, etc. La realización periódica y frecuente de este tipo de actividades mantiene al sector en contacto, facilitando la comunicación y manteniendo un cierto nivel crítico de actividad que favorece el funcionamiento como grupo.

6.5.3 APOYO TÉCNICO Y ASESORAMIENTO A LOS PRODUCTORES

Estas actividades deberán ser coordinadas y promovidas por el organismo competente en cada país o región.

El asesoramiento debería ser organizado mediante técnicos especialistas en este cultivo apoyados por otros servicios especializados en aspectos concretos como sanidad vegetal, malherbología, calidad, etc. Estos técnicos podrían depender, y sería deseable, directamente de las organizaciones de productores.

6.5.4 CENTRO EUROPEO DE INVESTIGACIÓN PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AZAFRÁN Y SUS DERIVADOS

Para que el azafrán pueda seguir vigente en el panorama europeo es necesario que, además de las líneas de investigación, exista un vínculo entre los resultados obtenidos y el sector comercializador. De esta forma puede surgir un centro europeo que centralice todos los estudios de investigación relativos al azafrán así como sus respectivos resultados. Este centro no desarrollaría las líneas analíticas y experimentales (que pueden ser subcontratadas) sino que pondría en prácticas los resultados obtenidos en las mismas.

Algunas posibles líneas de investigación que podrían realizarse por el sector comercial se recogen en el apartado 6.6.1.

6.6 COMERCIALIZACIÓN

El objetivo importante, hoy día, es vender. El problema ya no es producir sino colocar las producciones en el mercado. En la clásica cadena alimentaria producción – transformación – distribución, el poder está más cercano al final de la misma, es decir, en los entes próximos al consumidor.

El futuro del azafrán pasa por una mayor conexión entre productores, comercializadoras y distribuidores, y por la consiguiente modernización de los canales de comercialización.

6.6.1 POTENCIAR LA COMERCIALIZACIÓN

La potenciación de la comercialización del azafrán europeo de calidad es un objetivo amplio y ambicioso, pero que reviste un interés especial para la supervivencia del cultivo en Europa.

El Plan para la Mejora de la Comercialización tendría como objetivo esencial facilitar el acceso a los mercados nacionales e internacionales de los productores y a las empresas elaboradoras.

Se podrían desglosar los siguientes objetivos parciales:

1. Promocionar el azafrán elaborado en Europa.
2. Potenciar la calidad alimentaria.
3. Favorecer la creación y utilización de marcas.
4. Apoyar la formación y especialización de los recursos humanos en comercialización y técnicas agroalimentarias.
5. Fomentar el asociacionismo de los principales productores.
6. Promover productos innovadores adaptados a la demanda de los mercados, a través de la potenciación de la investigación y el desarrollo del sector agroalimentario.
7. Fomentar la internacionalización de las empresas comercializadoras y de los productos.
8. Llevar a cabo acciones informativas y formativas destinadas a los consumidores (asociaciones de consumidores, amas de casa, escuelas de hostelería, etc.).
9. Emprender acciones informativas y formativas destinadas a los responsables de establecimientos mayoristas, minoristas y detallistas.
10. Emprender acciones informativas y formativas destinadas a los comercializadores para dar a conocer las técnicas de introducción de productos en las grandes cadenas comercializadoras.

6.6.1.1 Agricultores y transformadores

El desarrollo de actividades comerciales por parte de los agricultores es más que posible, y como paradigma están los productores de azafrán sardos y griegos. No obstante, para ello se tendría que producir un aumento del carácter empresarial del agricultor.

Actualmente, la mayoría de los productores comercializan su producción de forma individual. La falta de organización para hacerlo colectivamente incide directamente en manera negativa sobre los precios percibidos. Si los productores de una o varias comarcas aledañas lograran conformar un grupo o asociación podrían ofertar directamente a las empresas y negociar mejores condiciones de las actuales, así como introducirse en el mercado de venta al por menor.

Una fórmula podría ser mediante cooperativas específicas de comercialización o cooperativas de prestación de servicios, descritas en el apartado 6.2.3, las cuales podrían comercializar directamente (como lo hace, por ejemplo, la cooperativa griega Krokos) o bien mediante acuerdos de integración con firmas comerciales.

6.6.1.2 Internacionalización de las empresas

El objetivo es contribuir al esfuerzo de la internacionalización de las empresas, potenciando la actividad exportadora de las mismas, mediante ayudas

de carácter iniciativo y colectivo a PYMES. Los mercados nacionales o locales del azafrán, si bien son de interés en Europa, tienen menos importancia que los internacionales.

En este sentido, se proponen actuaciones destinadas a:

- Dar asistencia a los empresarios para ferias en el exterior.
- Impulsar consorcios y grupos de promoción empresarial.
- Realizar misiones comerciales de las PYMES.
- Detectar oportunidades en el exterior: fundamentalmente a través de empresas de consultoría e ingeniería que faciliten la detección de oportunidades comerciales y la implementación de proyectos de carácter internacional en el exterior.
- Llevar a cabo actuaciones promocionales con vistas a la apertura de nuevos mercados y a crear nuevos productos.

6.6.2 DIFERENCIACIÓN

La clave de la excelente comercialización tanto del azafrán español y griego en el mercado internacional como del sardo en el mercado italiano ha sido la diferenciación.

Se dice que un producto está diferenciado si sus variedades comparten algunas características comunes, pero cada una de ellas es distinta de las demás disponibles en el mercado. La diferenciación de productos puede relacionarse con la existencia de distintos niveles de calidad en la provisión de un cierto bien, con distancias en un espacio geográfico o de preferencias de los consumidores, o simplemente con la presencia de componentes peculiares que cada variedad posee y que la hacen diferente del resto de las marcas.

Cada tipo de azafrán posee un componente homogéneo y otro peculiar que los consumidores valoran separadamente. Según el modo en el cual las empresas influyan sobre sus precios, se obtiene un impacto sobre el mercado local y el global. La solución consiste en hacer de un producto el más demandado por los consumidores. El camino parece difícil, sin embargo, es importante saber que existen algunas técnicas que pueden ayudar a que determinados productos alcancen el éxito y una de ellas es la diferenciación.

Actualmente, los consumidores encuentran una extensa variedad de marcas y presentaciones del mismo producto; la tarea de seleccionar “el mejor” -es decir, la decisión de compra- es compleja; en ella influirán:

- El precio del producto, en relación al poder adquisitivo del consumidor.
- Los atributos tangibles e intangibles del producto.
- La diferenciación del producto.

Los dos primeros puntos se tratan en otros apartados de este libro. El tercero, la diferenciación, es un concepto que convierte a un producto en único, que lo hace diferente al resto de los de su clase y que se convierte en el principal argumento de venta.

La forma de diferenciar los productos es variada e imaginativa. Algunos ejemplos podrían ser:

1. Identificar los deseos específicos del consumidor. Los clientes buscan un producto para satisfacer una necesidad, pero buscan también un producto que satisfaga sus deseos. Por ejemplo, el consumidor busca especias, colorantes, condimentos, etc. Si encuentra un producto que, además de cumplir los requisitos, tenga un halo más refinado, probablemente se decidirá por él. Lo importante es descubrir qué desea el consumidor.
2. Encontrar nuevas formas de venta. Un producto puede venderse de muy diversas maneras, en diferentes y novedosas presentaciones. La clave está en buscar cómo puede venderse lo mismo, pero de diferente forma, lo que conlleva a perder el miedo a innovar.
3. Ofrecer variedad y diversificar. La variedad y conveniencia la hace diferente a las demás marcas, permitiéndole permanecer en el gusto de los consumidores.
4. Diseñar nuevas presentaciones. El rediseño de la presentación de los productos puede ayudar a vender más y mejor. Cualquier innovación en un producto puede convertirlo en un producto diferente, situación que sin duda lo puede llevar al liderazgo del mercado.
Sólo se puede competir siendo diferente, de lo contrario, el único argumento de venta es el precio, situación que no favorece a las pequeñas empresas ni al azafrán europeo de mayor calidad y coste.

6.6.3 MARCAS

El sector se enfrenta actualmente a una situación global competitiva dentro de la cual es muy difícil vender. Las previsiones de futuro no son más halagüeñas. No obstante, en Europa el objetivo actual no puede ser la producción masiva de azafrán, que la pondría en competencia con la de otros países con costes de producción mucho más bajos.

El consumidor medio europeo está cada vez más informado y tiene un poder adquisitivo mayor. Ante la gran oferta de alimentos, éste se inclina normalmente por la calidad más que por la cantidad.

Definir lo que se entiende por calidad no es fácil pero en lo concerniente a alimentación siempre está asociada a conceptos de salud y este sería un punto de apoyo para la promoción del azafrán frente a condimentos alternativos como por ejemplo la tartracina.

Desde una calidad básica, que sería la que se adecua a las normativas legales en vigor, hasta la destinada a mercados de delicatessen, que marcaría las exigencias más altas de calidad, existe todo un rango de variación.

El objetivo final sería vender, y dentro de éste, vender a buen precio, siguiendo el ejemplo del azafrán de Cerdeña. Pero para esto hay que diferenciarse de

forma que, por un lado, se mantenga la calidad del producto y, por el otro, se difunda esa calidad. Es en ese último punto donde entran de lleno las marcas.

Entre las distintas opciones, y sin entrar en detalles, lo cual iría más allá del objeto de esta publicación, estarían:

- Marca
- Marca colectiva
- Marca de garantía
- Indicación geográfica protegida (IGP)
- Denominación de origen (DOP)

6.6.4 PERSPECTIVAS DE CRECIMIENTO DEL SECTOR EN EL MERCADO EUROPEO E INTERNACIONAL

Todos los comercializadores de azafrán coinciden en que la demanda mundial de azafrán se encuentra estabilizada. Por tanto, en el actual contexto de una economía mundial globalizada, la calidad interesa más que la cantidad. En este sentido, la demanda de mayor calidad se refiere a mercados locales más exigentes, con presencia de clientes sofisticados y estrictos, que son conscientes de sus necesidades, presionando de esta manera a las empresas para que mejoren constantemente sus productos y que puedan descubrir segmentos de mercado donde diferenciarse. Es en estos nichos de mercado donde el azafrán europeo tiene mayor oportunidad.

El mercado interno europeo tiene todavía posibilidades de expansión. En él conviven mercados de alta calidad con otros en los que los potenciales clientes del producto no tienen la costumbre de consumirlo, teniendo por tanto un nivel bajo de exigencias. Además, estos mercados están bajo la amenaza de productos sustitutos, nuevos o ya conocidos, que satisfacen este bajo nivel de exigencias.

6.7 NUEVOS USOS Y ACTIVIDADES

6.7.1 NUEVOS PRODUCTOS

Además de implantar actividades complementarias, el mantenimiento de una estructura sectorial equilibrada y estable sugiere que el factor clave del futuro a medio plazo estará asociado a la oferta de productos relacionados con el azafrán.

La mayoría del azafrán comercializado en la actualidad ha tenido una primera transformación muy básica: la deshidratación, la cual aporta poco valor añadido.

Se proponen aquí una serie de productos alternativos a los tradicionales:

- Venta de cormos para jardinería, ornamentación o decoración de interiores (con posibilidad de efectuar la recolección, monda y deshidratación en la misma cocina).

- Obtención de pienso a partir de las hojas, bulbos y flores desecadas, con una composición y diferenciación de los existentes.
- Obtención de bebida refrescante tipo la horchata de chufa tras maceración de cormos con agua y posterior aporte de azúcares.
- Utilización de la planta en centros florales, parques y jardines emblemáticos. Uso en floristería tradicional en los meses de octubre, noviembre y diciembre.
- Introducción del azafrán en la elaboración de los quesos tradicionales de cada zona.
- Obtención, por extracción de la flor, de sustancias fenólicas colorantes que la componen.

6.7.2 TURISMO RURAL

La nueva demanda de ocio se orienta hoy hacia un turismo poco masificado, de cierto nivel económico y con valoración del medio rural, las tradiciones, la naturaleza, el paisaje, etc.

Aprovechar las grandes posibilidades turísticas (tanto turismo rural como turismo cultural) de las zonas rurales azafraneras e impulsar actividades complementarias puede contribuir a la creación de un entramado socioeconómico más estable. Se trataría de crear y potenciar nuevas actividades compatibles con los trabajos agrícolas, que pueden ir desde el alojamiento hasta la venta de los productos elaborados en la explotación.

La clave está en aprovechar el enorme encanto que la floración del azafrán tiene para atraer, bajo ese pretexto, a un gran número de visitantes a las zonas rurales. De hecho, la floración del cerezo en el Valle del Jerte (España) podría ser un modelo a seguir, ya que tiene muchas similitudes. Por ejemplo, ambas floraciones se producen una vez al año y solamente durante unos pocos días lo que, lejos de ser un inconveniente, le proporciona un halo de exclusividad. Como reza alguna publicidad “este milagro es uno de los mejores regalos que la naturaleza nos puede ofrecer cada año”.

Acompañando a este acontecimiento, los municipios podrían desarrollar un conjunto de actividades como pueden ser:

- Información detallada de las fechas de comienzo de la floración y las fechas de plena floración a través de diferentes medios de comunicación.
- Asistencia y participación de los agroturistas en las labores de recolección de flores, monda de las mismas y tostado de los estigmas.
- Circuitos guiados para visitar los campos de azafrán en flor.
- Rural–bus con visitas guiadas a campos y otros lugares de interés.
- Escenificación de compraventa a la antigua usanza.
- Emisión de programas de televisión, radio, etc. de carácter nacional, desde los lugares de producción.

- Degustaciones de productos típicos, elaborados con azafrán.
- Jornadas gastronómicas.

En definitiva, cualquier actividad que contribuya al objetivo fundamental del agroturismo, o sea, la diversificación de las actividades de la explotación agraria con el fin de incrementar las rentas agrícolas y mantener a la población rural.

6.7.3 ORGANIZACIÓN INTERPROFESIONAL DEL SECTOR DEL AZAFRÁN

La finalidad de una organización interprofesional sería contribuir al desarrollo y a la defensa del sector en todas sus vertientes, siendo a su vez un lugar de encuentro y de gestación de nuevas ideas y acciones colectivas.

Esta iniciativa debería integrarse por los distintos agentes del sector del azafrán con el fin de aunar esfuerzos de todas las partes interesadas. Este organismo integrador deberá encargarse de:

- Actuar como interlocutor frente a terceros, instituciones europeas, ministerios de agricultura, instituciones de normalización internacional, etc, representando las profesiones y ejerciendo una posición de fuerza y de grupos de presión.
- Fijar objetivos a los equipos de investigación.
- Extender la superficie de cultivo, dando a conocer las técnicas alternativas.
- Promover el consumo de azafrán, ya comentado en el apartado 6.6.
- Llevar a cabo una vigilancia técnica permanente y experta: para poder anticipar los cambios que pudieran afectar a los empresarios del sector, se necesita supervisar toda la legislación y documentación que afecte en más o en menos al sector del azafrán y cultivar la red de relaciones que permita estar informado desde la fuente.
- Seleccionar información relevante, para después comunicarla a todos los miembros adheridos, permitiendo ganar tiempo en la gestión de las empresas.
- Negociar y defender la profesión, tanto en temas generales como en los de ámbito estrictamente técnico, mediante la presencia en instancias de ámbito nacional y europeo, participando en la elaboración de reglamentaciones, etc.
- Actuar colectivamente: asistencia a los productores, promoción de la realización de proyectos colectivos, formación de una marca colectiva y/o una etiqueta de calidad, difusión en los medios de comunicación, gestión de las previsiones de empleo, elaboración y redacción de programas de acción estratégica, incluida la búsqueda de financiación para las mismas.
- Organizar encuentros e intercambios profesionales, como forma de romper el aislamiento entre los productores, los comercializadores, los empresa-

- rios, etc., favoreciendo las colaboraciones y el intercambio de ideas.
- Intervenir en la investigación y experimentación del sector del azafrán, aunando esfuerzos en los distintos grupos nacionales y europeos con espíritu de coherencia e integración; participar activamente en los distintos comités técnicos creados para este fin, haciendo presión para que las necesidades del sector se traduzcan en programas de experimentación.
 - Participar en los programas de formación.

Los organismos que deberían integrar la intersectorial, a modo de ejemplo, serían:

- wLas distintas denominaciones de origen europeas.
- wLos gobiernos regionales y las consejerías de agricultura.
- wLas organizaciones agrarias y los representantes de los agricultores.
- wLas empresas comercializadoras de azafrán.
- wLas universidades y sus departamentos, los centros y equipos de investigación.
- wLos institutos técnicos y otros organismos de formación.
- wRepresentantes de los pequeños supermercados y de las grandes superficies.
- wLas organizaciones de consumidores.

Para la creación de esta intersectorial se deberá disponer de recursos humanos y técnicos. Los humanos deberán estar formados por un gestor con un marcado carácter integrador, elegido por consenso entre todas las partes. Éste a su vez será soportado por un técnico agrícola, un técnico comercial y un administrativo. En lo que respecta los recursos, las inversiones necesarias son prácticamente nulas al no tener funciones ejecutivas, ni de vigilancia o investigación.

6.7.4 CENTRO DE PROMOCIÓN DEL AZAFRÁN

Una iniciativa interesante para promover el azafrán sería crear un centro ubicado en algún punto de Europa con el fin de promocionar el azafrán. Para esta iniciativa sería bueno contar con la experiencia de un experto en el ámbito mediático que estuviera al corriente de estadísticas, ferias y sucesos internacionales relacionados con el sector.

Este centro u organismo prepararía campañas mediáticas para promover la especia además de otros productos elaborados con azafrán (licores, perfumes, medicamentos, etc.). Como parte de sus campañas, asesoraría permanentemente a escuelas de gastronomía, actuando como un embajador del azafrán en Europa, mediante la promoción y captando posibles clientes.

Además, podría tener oficinas en varios puntos de Europa (financiadas en parte por empresas comercializadoras) que darían información sobre las empresas y los productos envasados a través de un muestrario (lo cual ofrecería mayor fiabilidad). Así, existirían distintos puntos de referencia que ofrecerían una amplia gama, más fiable y actualizada de variedades de azafrán.

6.7.5 OFICINA TÉCNICA DEL AZAFRÁN

Otra iniciativa sería contratar un técnico especialista en el sector del azafrán, a cargo de los gobiernos regionales (consejerías de agricultura). Esta persona estaría a disposición de los agricultores para ofrecerles asesoramiento de forma gratuita en cuanto a cuestiones relacionadas con el cultivo de azafrán.

De esta forma se podrá comprobar si el respaldo técnico supone el romper la tendencia decreciente de la superficie de cultivo.

7 CONCLUSIONES



7 CONCLUSIONES

El sector del azafrán en Europa ostenta el liderazgo mundial y el cultivo del azafrán constituye una ayuda importante a la economía productiva de las regiones productoras en Europa: Castilla-La Mancha (España), Macedonia Occidental (Grecia) y Cerdeña (Italia). Es necesario establecer medidas de promoción y apoyo, al menos transitoriamente, para superar la actual crisis de producción en Europa. A continuación se resumen las conclusiones más importantes de este Libro Blanco del Azafrán.

1. El cultivo del azafrán es una oportunidad para el incremento de la economía del sector agrario en general y de las regiones europeas más desfavorecidas en particular. Su introducción en las rotaciones mejora el conjunto de los resultados.
2. Las técnicas de cultivo actuales están anticuadas y las nuevas técnicas, algunas suficientemente probadas, carecen de la implantación y adopción por los agricultores.
3. La escasez de mano de obra hace inevitable la mecanización del cultivo.
4. Se debe implementar sistemas de análisis de peligros y control de puntos críticos en las empresas del sector que acrediten la calidad del producto y la seguridad alimentaria.
5. Los elaboradores y comercializadores deben apostar por la creación de marcas que diferencien el azafrán de calidad.
6. Deben mejorarse las Normativas nacionales e internacionales de control de calidad del azafrán para evitar la



Arriba: Estigmas frescos (foto Corongiu)
Allado: Monda de las flores (foto UCLM)

- entrada en el mercado europeo de azafranes adulterados desde terceros países que afectan gravemente a la competitividad del Azafrán Europeo.
7. Se puede evitar los fraudes con respecto al origen del producto haciendo cumplir las Normativas de trazabilidad.
 8. La comercialización se vería potenciada con el desarrollo e introducción de nuevos productos o presentaciones innovadoras.
 9. El uso del azafrán debe traspasar las fronteras del sector alimentario para explotar sus aplicaciones en el sector farmacéutico y parafarmacéutico.
 10. Es vital fomentar la apuesta de las administraciones regionales, nacionales y europeas por la investigación aplicada a la producción mecanizada y sostenible, a la valorización de subproductos y a la obtención de productos de alto valor añadido.
 11. Sería conveniente la creación de un Centro Europeo de Investigación sobre azafrán que promueva, coordine y aúne proyectos de investigación, así como se encargue de difundir los resultados.
 12. Son necesarias políticas de difusión del conocimiento existente sobre técnicas culturales, de procesado, conservación y comercialización que aseguren el mantenimiento de la calidad comercial, e incrementen los rendimientos a niveles rentables.
 13. La repercusión socioeconómica es amplia en el ámbito europeo dado que, aunque se produce el 4 % de la producción mundial, se comercializa más del 90 %.
 14. Para mantener el liderazgo mundial de las empresas comercializadoras europeas del sector es necesario fomentar el asociacionismo.
 15. Existe una necesidad de mayor integración de todos los agentes de la cadena productiva (agricultores, técnicos, administración, investigadores, transformadores, comercializadores y consumidores) para hacer más fluida la transmisión de información. Este intercambio se vería facilitado por la creación de una intersectorial que aglutine estos intereses.

**A1 PRÁCTICAS REGIONALES
DE CULTIVO Y RECOLECCIÓN
DEL AZAFRÁN
EN ESPAÑA, GRECIA E ITALIA**



A1 PRÁCTICAS REGIONALES DE CULTIVO Y RECOLECCIÓN DEL AZAFRÁN EN ESPAÑA, GRECIA E ITALIA

Este primer anexo ilustra los métodos de cultivo y recolección del azafrán en las tres regiones del Mediterráneo estudiadas: Castilla-La Mancha (España), Macedonia Occidental (Grecia) y Cerdeña (Italia).

A1.1 ECOLOGÍA DEL CULTIVO DE AZAFRÁN

A1.1.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS

El *Crocus sativus* L. requiere climas templados continentales o mediterráneos continentales, de inviernos frescos y veranos secos y calurosos, y con un régimen de humedad mediterráneo seco. La planta puede soportar temperaturas ambientales muy rigurosas, que pueden alcanzar hasta 40 °C en verano y -15 °C en invierno. Las tres regiones estudiadas tienen un clima mediterráneo aunque presentan diferencias en cuanto a temperaturas y precipitaciones. En Castilla-La Mancha el clima es mediterráneo continental, con veranos muy calurosos e inviernos con heladas frecuentes, y débiles precipitaciones (entre 250 y 400 mm). En Cerdeña el clima mediterráneo es más templado y las lluvias se concentran durante la época otoño-invierno, los inviernos son poco rigurosos, los veranos son secos y calurosos y las precipitaciones



Arriba: Campodeazafrán (fotoCorongiu)

Allado: Recolección de flores (fotoUCLM)

medias de 560 mm. El clima mediterráneo de Macedonia Occidental es parecido al de Castilla–La Mancha, pero con mayores precipitaciones (700 mm).

A1.1.2 Condiciones edáficas

Los suelos más frecuentes para el cultivo de azafrán son aquellos con textura franco-arcillosa, con una proporción del 40-50 % de caliza aunque, en general la planta crece bien en suelos pobres. Es recomendable una profundidad de suelo de entre 60 y 70 cm, con un buen drenaje y una estructura poco desarrollada (grumosa o subangular) y de textura media que facilite el enraizamiento e impida el encharcamiento. En suelos fértiles el crecimiento vegetativo es favorecido en detrimento de la floración. Las zonas de Castilla–La Mancha en las que se cultiva el azafrán están caracterizadas por suelos ligeramente calizos, profundos y friables, con una estructura desarrollada y textura media. En Cerdeña, en cambio, los suelos cultivados con azafrán son en gran parte terrenos aluviales profundos con textura uniforme areno-arcilloso, permeables, sin esqueleto, fértiles, drenantes y situados en zonas protegidas alrededor de los pueblos. En los últimos años, el cultivo se ha extendido a terrenos menos fértiles, siempre de origen aluvial, con textura uniforme arenosa, con esqueleto y una menor capacidad de retención respecto a los primeros. Por otro lado, en Macedonia Occidental, se utilizan suelos ligeros, arenosos, ligeramente calizos y alcalinos, con una leve inclinación del terreno.

A1.2 MEJORA GENÉTICA

El azafrán es una planta triploide estéril, por lo que el único método de mejora genética convencional que se puede usar es la selección clonal.

No se han realizado trabajos de investigación científica sobre la mejora genética del azafrán ni en Cerdeña ni en Macedonia Occidental.

En Castilla–La Mancha, a partir del año 1995, un equipo de investigadores del Instituto Técnico Agronómico Provincial (ITAP) y de la Universidad de Castilla- La Mancha (UCLM) de Albacete ha venido desarrollando un programa de mejora del azafrán mediante la selección clonal, con resultados esperanzadores. El material vegetal de partida tuvo su origen en una recogida de cormos procedentes de los lugares más importantes y tradicionales del cultivo del mismo en toda España, buscando la máxima variabilidad.

Se observaron un gran número de parámetros morfológicos y se midieron los componentes del rendimiento. A través del análisis de los componentes principales y de cluster, se seleccionaron los individuos con las mejores características.

En el marco de esta investigación, se hizo un estudio sobre la tipificación del azafrán de La Mancha utilizando marcadores moleculares (AFLP: Amplification

Fragment Length Polymorphism). Se analizaron los patrones de AFLP provenientes de cuatro localidades cultivadas con azafrán de origen diferente: Mancha, Irán y Grecia. Los 4.325 picos de amplificación (características moleculares) evidenciaron un gran parecido entre las cuatro localidades estudiadas, lo que, teniendo en cuenta la propagación vegetativa del azafrán, parece lógico.

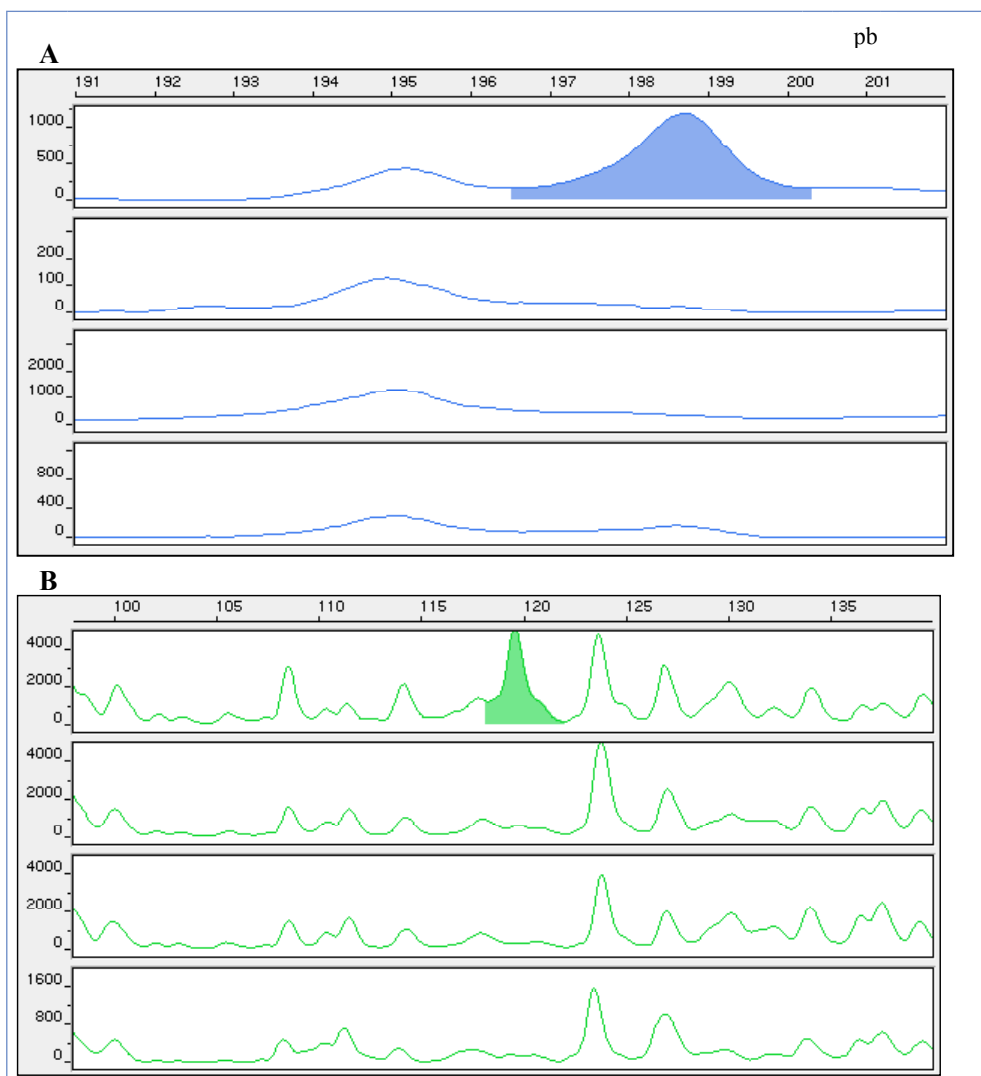


Gráfico 4. Amplificación de dos fragmentos diferenciales de (A) 199y (B) 120 pares de bases que se encuentran exclusivamente en el azafrán proveniente de La Mancha. (Az1: azafrán Mancha, Az2: Irán1, Az3: Irán2 y Az4: Grecia).

A1.3 CULTIVO TRADICIONAL DEL AZAFRÁN

A1.3.1 CICLOS. ROTACIÓN DE CULTIVOS

En el ciclo del azafrán, se distinguen dos estadios a lo largo del año: uno de actividad y otro de reposo. El período de actividad va desde agosto o septiembre hasta abril o mayo y durante esta época la planta reanuda su actividad metabólica, se produce el enraizamiento, inicia la brotación, la floración y la foliación (López, 1989). Durante el período de reposo, los cormos no experimentan variaciones ni de masa ni de peso dado que están completamente formados. Los dos estadios están separados por un período de transición durante el cual se siguen produciendo mitosis y diferenciación, aunque a un ritmo menor (Mylyeva y Azizbekova, 1978; Azizbekova et al., 1978).

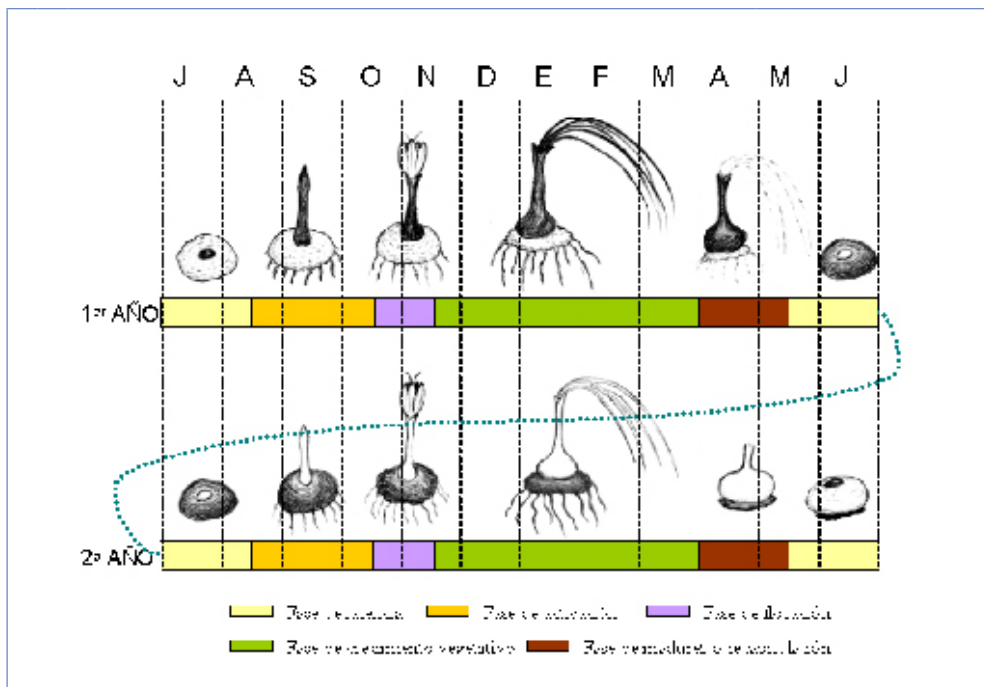


Figura 2. Ciclo anual del *Crocus sativus* L. (López, 1989).

En Castilla–La Mancha el ciclo productivo del azafrán dura de tres a cuatro años. Normalmente, se utilizan aquellos suelos que en los últimos tres años no hayan sido cultivados con plantas como alfalfa, patata, zanahoria, trébol u otros, que podrían presentar patologías comunes al *Crocus sativus* L.

En cambio, en Macedonia Occidental el período productivo dura de cinco a siete años. Una vez arrancados, los cormos se separan, se limpian y luego se

vuelven a plantar en otro campo para que el terreno descanse y recupere nuevamente todos los elementos nutritivos perdidos durante el cultivo del Crocus.

En Cerdeña el período productivo dura cuatro años. Hay un lapso de descanso de cinco a diez años entre dos ciclos de cultivo de azafrán. Tradicionalmente, antes de la plantación del azafrán se cultiva una leguminosa como haba, guisante, garbanzo y lenteja.

A1.3.2 PREPARACIÓN DEL SUELO PARA LA PLANTACIÓN DEL AZAFRÁN

A1.3.2.1 *Labores del campo*

En Castilla-La Mancha, la operación principal consiste en una labor a una profundidad de 35 a 40cm mediante vertedera o discos. Sin embargo, dicha operación varía en función de la región, el clima y el tipo de suelo. En general, se aconseja realizar esta labor en marzo o abril para aprovechar las lluvias primaverales, pero en algunos casos se realiza en mayo o junio, durante el período que precede la plantación de los cormos (De Juan y Lozano, 1991; Pérez, 1995). Después de la última bina, es conveniente aplicar una labor para igualar y así prepararlo para la plantación (Vidal, 1986).

En Macedonia Occidental la preparación del suelo consiste primero se realiza un arado a una profundidad de 30-35cm un mes antes de la plantación, posteriormente por un arado normal (menos profundo) para incorporar el fertilizante y un rastrillado o fresado para que el suelo esté bien nivelado. Además, se arrancan las malas hierbas y se retiran las piedras, así como cualquier otro elemento que pueda obstaculizar el desarrollo natural de los cormos.

En Cerdeña, el arado se realiza en verano a una profundidad de 30-40cm. En San Gavino Monreale (Cerdeña, Italia), aún hoy se utiliza a menudo un arado tirado por un caballo o, sino, pequeños motocultores o tractores. Sucesivamente, se realizan labores de fresado y surcado para iniciar la plantación de los cormos, utilizando las herramientas antes citadas.

A1.3.2.2 *Fertilización orgánica y mineral*

En Castilla-La Mancha, durante el año cero del cultivo (pre- plantación), se recomienda enterrar, tres meses antes de la plantación, 20 a 30 t ha⁻¹ de estiércol.

Posteriormente, aprovechando algún pase de bina, se incorpora el abonado mineral. Ésta labor se realiza entre mayo y junio. Se recomienda añadir las siguientes cantidades medias de fertilizante mineral: 40-50 kg ha⁻¹ de nitrógeno en forma de sulfato de amonio (21% N₂), 80-100 kg ha⁻¹ de fósforo en forma de superfosfato de cal (18%P₂O₅) y 100-120 kg ha⁻¹ de potasio en forma de sulfato de potasio (60% K₂O₃) (Muñoz, 1987; Pérez, 1995; ITAP, 1998).

En Macedonia Occidental no existe una estrategia específica en cuanto a fertilización, pues ésta depende de la estructura y de los elementos orgánicos del campo, del clima y de las características de los cultivos que preceden la plantación del azafrán, así como de la experiencia del agricultor. Generalmente se evita utilizar estiércol, con excepción de los cultivos biológicos, a causa del riesgo de transmisión de semillas de malas hierbas al campo.

El fertilizante químico propuesto es una mezcla de N-P-K en base a las fórmulas siguientes:

a) 100 kg (11N-15P-15K) + 20 kg (0N-0P-5K), es decir, 120 kg por hectárea.

b) 60 kg (0N-20P-0K) + 40 kg (21N-0P-0K) + 50 kg (0N-0P-50K), es decir 150 kg por hectárea.

En teoría, la segunda fórmula de fertilización (b) es mejor cuando se aplica gradualmente, justo antes de una nueva plantación, pues permite obtener una mejor solubilidad de los elementos N-P-K que la planta absorbe de manera más equilibrada.

En Cerdeña, por lo que se refiere al abonado del cultivo, en gran parte de las plantaciones se realiza un aporte de 20–40 t ha⁻¹ de estiércol maduro (oveja – buey – caballo) durante el otoño del año anterior a la plantación.

Además del aporte orgánico, en algunas de las plantaciones se realizan aportes minerales, añadiendo pequeñas cantidades de fertilizantes minerales nitrogenados (ej: urea o nitrato de amonio) a finales del invierno para estimular la actividad vegetativa y, en casos raros, fertilizantes ternarios (ej: 8/24/24) en el otoño sucesivo a la floración.

A1.3.3 PLANTACIÓN

A1.3.3.1 *Tamaño del cormo*

En Castilla-La Mancha existen estudios que confirman que el tamaño del cormo tiene una influencia decisiva en el rendimiento durante el año de plantación, pues el tamaño determina el número de yemas florales. En los años sucesivos este factor pierde gradualmente importancia con la aparición de los cormos hijos y su continua reproducción. A partir del tercer año de floración, no se observa ninguna diferencia en cuanto al rendimiento de estigmas secos para los distintos tamaños de cormo.

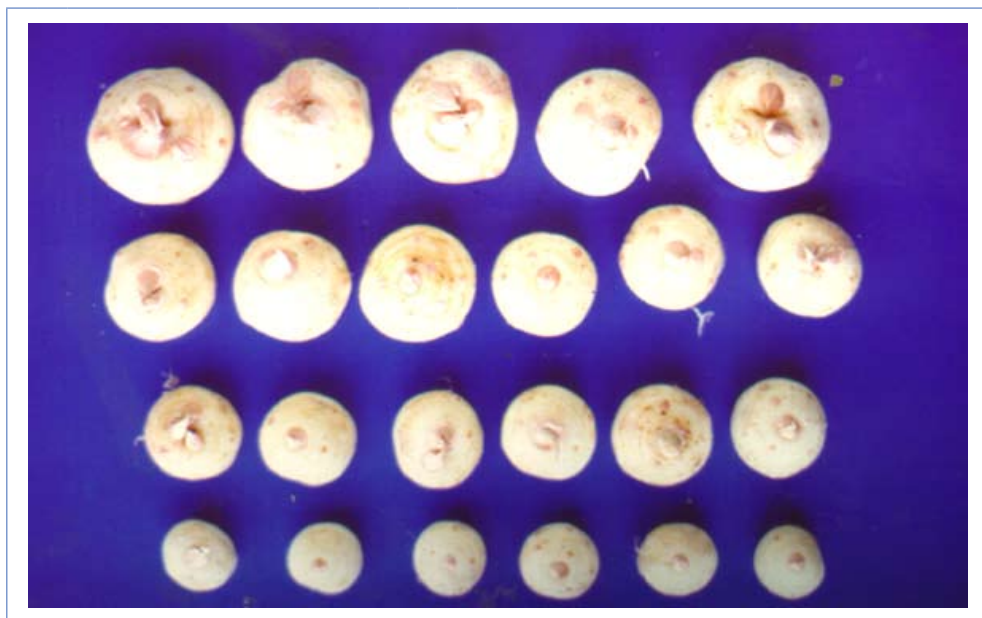
En Macedonia Occidental no existe un tamaño bien definido, pero generalmente los cormos muy pequeños no se utilizan.

En Cerdeña, los cormos utilizados tienen un diámetro superior a 2,5-3,0 cm. Los cormos más pequeños se plantan repartiéndolos a voleo sobre un surco en los límites del campo.

A1.3.3.2 *Profundidad de plantación*

La profundidad de siembra influye en gran medida sobre el rendimiento de estigmas.

En Castilla- La Mancha los cormos se suelen plantar a una profundidad que varía entre 15-20 cm, de tal forma que los cormos no queden superficiales conforme se multiplican en los sucesivos años de cultivo.



Cormos sin túnicas (foto ITAP)

Hay ensayos de campo que concluyen que cuando los cormos se plantan a 20 cm de profundidad, un rendimiento superior en $3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, cifra muy superior respecto a la de un cultivo realizado a sólo 10 cm. De hecho, durante los dos primeros años de cultivo (año cero y año 1), el rendimiento de la plantación a 10 cm de profundidad es superior al de la que se hace a 20 cm. Es en la tercera floración (año 2) que los rendimientos son iguales. A partir del año sucesivo, los resultados se invierten.

En Macedonia Occidental la plantación se realiza con un tractor equipado con una máquina especial para plantar los cormos a una profundidad de 25 cm.

En Cerdeña los cormos se colocan a una profundidad de 15-20 cm.

A1.3.3.3 Densidad de plantación

La densidad de plantación tiene una gran influencia sobre el rendimiento en el primer año, pero ésta disminuye en los años sucesivos. En el primer año de cultivo, el rendimiento de los estigmas tiene una relación evidente con la cantidad de yemas florales, que a su vez depende, por un lado, de la densidad de cormos plantados y, por otro, del número de yemas por cormo (que a su vez depende del calibre de los cormos).

La densidad de plantación normal en Castilla-La Mancha es de 60 cormos m^{-2} . No obstante, se obtiene un rendimiento de estigmas superior (promedio de 3 kg ha^{-1} año $^{-1}$) con una densidad de 120 cormos m^{-2} . Los rendimientos obtenidos con densidades más elevadas son superiores en los dos primeros años de cultivo (hasta la floración del segundo año), pero disminuyen a partir del tercer año.

En Macedonia Occidental los cormos se plantan en hilera a una distancia de 10-15cm entre ellos.

En Cerdeña, la densidad de plantación varía de un mínimo de 10 cormos por m^{-2} a más de 50 cormos por m^{-2} .

A1.3.3.4 Marco de plantación

En Castilla- La Mancha, la separación entre surcos es de 50 cm, y los cormos se plantan a una distancia de 3,3 cm entre ellos. Este marco de plantación permite las labores de escarda y aireación entre surcos con cultivadores.

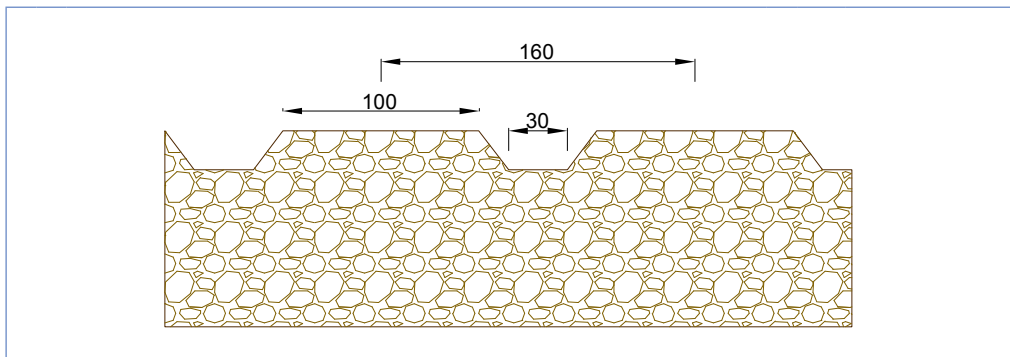


Figura 3. Variante de plantación en mesetas (cotas en cm).

Otra variante de disposición de cormos se realiza en mesetas de ancho variable, adaptadas frecuentemente a la maquinaria agrícola. Las mesetas miden generalmente 1,20 m de ancho con una separación de 0,50 m, lo que supone una distancia total de 1,70 m. Este método de plantación tiene la ventaja de presentar una superficie llana y uniforme que simplifica la recolección mecanizada.

En Macedonia Occidental el marco de plantación es lineal (surcos), con una separación entre hileras de 10-20 cm.

En Cerdeña, la distancia entre cormos en una misma hilera es de 5-10 cm. La separación entre hileras en cambio varía de un mínimo de 40-45 cm (distancia utilizada tradicionalmente) a más de 100 cm, en función de las herramientas utilizadas para trabajar el terreno. Existen diferentes técnicas de plantación que dependen del tipo de terreno, de la disponibilidad de medios mecánicos y de las exigencias del agricultor. En la mayoría de las explotaciones, la técnica utilizada es la plantación en hileras simples, sobre una ligera loma, mantenida todos los años

recalzando el terreno. Esta técnica facilita la recolección manual de las flores e impide que se estanque el agua durante la temporada de lluvias. En algunos casos límite, el terreno se mantiene completamente llano durante todo el ciclo de cultivo.

A1.3.3.5 *Época de plantación*

En España, la plantación del azafrán puede realizarse en dos épocas del año: la segunda quincena de junio o la primera quincena de septiembre. No hay razones agronómicas conocidas que justifiquen la elección de una u otra fecha, sino que se trata más bien de razones de disponibilidad de recursos.

En Macedonia Occidental la plantación comienza generalmente en mayo y, en función de las condiciones meteorológicas, prosigue hasta el mes de julio.

En Cerdeña la plantación de los cormos se lleva cabo entre el 15 de agosto y el 15 de septiembre.

A1.3.4 RIEGO

En Cerdeña, el cultivo del azafrán se practica completamente en seco.

En Macedonia Occidental no se aplica agua al cultivo de azafrán pues se ha constatado que con el riego, dadas las condiciones de esta región, el crecimiento del follaje aumenta muy rápidamente en detrimento del número y de la calidad de las flores, y, paralelamente, obstaculiza la recolección de las flores.

A1.3.4.1 *Calidad del agua*

Nunca se ha dado importancia a la calidad del agua utilizada para el riego del azafrán ya que la planta presenta una elevada tolerancia a la salinidad. La siguiente tabla muestra las pérdidas en la producción de cormos (%) para el ciclo sucesivo. No hay información sobre su influencia en el rendimiento de flores y estigmas.

Conductividad eléctrica a 25° C ($\mu\text{S/cm}$)	Producción de cormos (%)
Hasta 1.200	100
Entre 1.200 y 2.200	85
Entre 2.200 y 3.700	70
Entre 3.700 y 4.500	50
Entre 4.500 y 7.000	35
Más de 7.000	Supervivencia

Tabla 5. Tolerancia a la salinidad de la planta de azafrán.

A1.3.4.2 Sistema de riego

El cultivo no es exigente en cuanto al sistema de riego. Generalmente, se utilizan tres sistemas de riego: de inundación, por aspersión y por goteo. El riego de inundación es, sin lugar a dudas, el más difundido cuando se trata de pequeñas parcelas. En caso de suelos arcillosos o mal drenados, y, dada la sensibilidad de la planta, el riego excesivo puede provocar asfixia radicular.

Sistema de riego	Riego de inundación	Riego por aspersión	Riego por goteo
Especialmente indicado para:	Climas frescos que requieren solamente riego de apoyo.	Terrenos arenosos o mal drenados.	Cultivos intensivos o extensivos con densidades de plantación elevadas (más de 200 cormos por m ²)
No aconsejable para:	Superficies de más de 1 hectárea y con necesidades de mecanización.	Cuando las aguas son de mala calidad.	Cultivos con ciclo largo y baja densidad.
Plagas	Después del riego, este sistema facilita la valoración de la plaga	Sistema eficaz para descubrir las colonias y evaluar qué tratamientos aplicar.	Clara desventaja respecto a los otros sistemas.
Arranque de cormos	Este sistema ayuda, pero es difícil de controlar.	Es el mejor sistema para esta operación pues permite obtener una humedad ideal en cada parcela.	Este sistema no se puede utilizar en esta operación.
Mecanización de la siega de las flores	No es muy eficaz	En caso de densidades elevadas, la formación de costras se combate con riegos frecuentes durante la emergencia de la planta y facilita que los medios mecánicos no encuentren tierra.	Este sistema no se puede utilizar en este caso.
Crecimiento de los cormos	Clara desventaja respecto a los otros sistemas	Aumento significativo del rendimiento en relación al riego de inundación.	Este sistema permite obtener los mejores calibres de cormos porque conserva una humedad constante y alarga el período vegetativo.
Labores del suelo	No presenta ningún problema	Es el mejor aliado para realizar las labores con el terreno adecuado	Este sistema no permite la lucha mecánica contra las malas hierbas.

Tabla 4. Ventajas e inconvenientes de los tres sistemas de riego en el cultivo de la zafra.

El riego por aspersión es, probablemente, el mejor sistema para este cultivo. Un cultivo que utiliza el método por aspersión puede controlar con mayor eficacia la distribución del agua. Además, el riego por aspersión permite aplicar

fertilizantes por vía foliar en marzo y abril, favoreciendo un mayor crecimiento de la planta.

El riego por goteo es un sistema especialmente indicado para terrenos con problemas de salinidad, en los que la conservación de un cormo húmedo libre de sales permite que la planta crezca correctamente. Este tipo de riego es también adecuado para cultivos intensivos bajo plástico o invernadero, en los que es necesario aumentar la frecuencia de riego de manera constante para proporcionarle a la planta una solución nutritiva sin causarle estrés hídrico.

A1.3.4.3 Necesidad de agua y programación del riego

La necesidad de agua es realmente baja con respecto a otros cultivos. Es una planta que presenta una gran resistencia a la sequía. Sin embargo, responde muy bien al riego.

La floración y la bulbificación son los períodos más críticos del cultivo, pero sólo el primero es particularmente delicado. Antes de que las flores se abran, hay que evitar un crecimiento elevado de las hojas. En este sentido, se retrasará lo más posible el riego y será necesario conocer el estado de las raíces y de las yemas. Para efectuar el riego, las raíces deben haber aparecido.

El tamaño de las flores y, por tanto, de los estigmas en campos regados durante el periodo de formación de raíces, alrededor de tres semanas antes de la floración, es superior respecto a las flores de campos sin riego. Un simple aporte de 40 mm es suficiente. Sucesivamente, y si no llueve hasta el momento de la recolección, un ligero riego de 15 mm elimina los problemas causados por la formación de la costra.

Si el clima es frío, conviene suspender el riego en invierno y reiniciar en primavera. En caso de un invierno templado, se puede proceder con un riego de apoyo de 40 mm durante la época en la que no hay heladas. La mayor necesidad de agua ocurre en el período de formación de los nuevos cormos. Desde el comienzo de esta fase y hasta el agotamiento de las $\frac{3}{4}$ partes del espartillo, se harán riegos de entre 35 y 45 mm al mes. Como regla general, se repartirán 150 mm en cuatro riegos.

A1.3.5 FERTILIZACIÓN

A1.3.5.1 Fertilización orgánica y mineral

Algunos autores afirman que este cultivo no necesita ningún tipo de fertilizante debido los abundantes elementos de reserva y la cantidad equilibrada de las sustancias activas presentes en los cormos. Otros, al contrario, basándose en el hecho de que se trata de un cultivo que empobrece poco el terreno, recomiendan añadir fertilizantes orgánicos y complementos minerales como el fósforo o el potasio.

En Cerdeña, además del aporte orgánico inicial, en algunas de las plantaciones se aporta pequeñas cantidades de abono mineral nitrogenado (por ej: urea o nitrato de amonio) a finales del invierno para estimular la actividad vegetativa y, raramente, fertilizantes ternarios (ej: 8/24/24) en el otoño sucesivo a la floración.

En Macedonia Occidental, por lo que se refiere a la fertilización, existen varias situaciones: desde el empleo de fertilizantes inorgánicos, pasando por la incorporación de materias orgánicas o compost, hasta la ausencia total de abono. Con excepción de los cultivos biológicos, generalmente se evita utilizar estiércol, a causa del riesgo de transmisión de semillas de malas hierbas al campo.

A1.3.5.2 Tipos de fertilizante

Sadeghi et al.,(1992) realizaron varios estudios comparando los efectos, de la aplicación de diferentes cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio combinados con estiércol de vaca sobre la producción de azafrán. A partir de dichos estudios se desprende que el nitrógeno es el elemento que más influye sobre el rendimiento de las flores y el período vegetativo. En cambio, el aporte de fósforo y potasio no comporta resultados estadísticamente significativos. En cuanto a las necesidades de elementos secundarios (calcio, azufre, etc.) o de micro elementos como el hierro, no disponemos de información fiable sobre las cantidades que requiere este cultivo.

En Castilla-La Mancha, los fertilizantes más usados por los agricultores son aquellos compuestos por un mezcla de amonio, sulfato de potasio y nitrato de amonio.

A1.3.5.3 Dosis de fertilizante

En la provincia de Albacete se aplican las siguientes dosis anuales de abonado mineral: 40–50 UF de nitrógeno en forma de sulfato de amonio (21%), 80–100 UF de P_2O_5 en forma de superfosfato de cal (18% P_2O_5) y 100–120 UF de K_2O en forma de sulfato de potasio (60% K_2O).

Según Sadeghi et al. (1992), la fertilización con 100 kg ha⁻¹ de urea aumenta el rendimiento de la floración.

En Macedonia Occidental, el fertilizante químico propuesto es una mezcla de N-P-K en base a las fórmulas siguientes: 100 kg ha⁻¹ (11N-15P-15K) + 20 kg ha⁻¹ (0N-0P-5K).

A1.3.5.4 Momento de aplicación

El abono y el fertilizante mineral de pre-plantación se añaden al suelo tres meses antes de la plantación, a partir del segundo año de cultivo y en los años sucesivos, se aplicarán 20 o 30 días antes de la floración en base a las condiciones pluviométricas (Pérez, 1995) o en el mes de mayo (De Juan y Lozano, 1991).

A1.3.5.5 Método de aplicación

La incorporación al terreno del abono orgánico se lleva a cabo después del esparcimiento del mismo en el campo; no es aconsejable enterrarlo mediante volteo del suelo la pérdida de nitrógeno amoniacal se produciría por volatilización. La distribución debe ser uniforme, en capas de espesor similar, incorporándolas a unos 12 y 15 cm de profundidad.

A1.3.6 ESCARDA

Las malas hierbas producen pérdidas en el cultivo de azafrán de entre el 5 y el 20% (Pérez, 1995). Las plantas adventicias son además un reservorio de enfermedades.

A1.3.6.1 Control mecánico

En Castilla-La Mancha tradicionalmente las malas hierbas se eliminan por medio de cavas manuales (Pérez, 1995) y, más recientemente, a través de binas mecánicas entre las líneas de cultivo. El abono se incorpora durante la pre-plantación, en el momento en el que se eliminan las malas hierbas. Esta bina de pre-plantación, junto a las de abril y mayo, son suficientes para mantener limpio el campo.

Ante la presencia de malas hierbas, se recomienda dar una cava de 10 a 12cm de profundidad un mes después de la plantación, teniendo mucho cuidado de no dañar los cormos (Pérez, 1995). En septiembre, se realiza una bina superficial entre los surcos para romper la costra superficial y eliminar las malas hierbas. Además, es recomendable realizar una cava suplementaria para mullir y airear el suelo.

En Macedonia Occidental las malas hierbas se eliminan con una labor ligera o con un fresado, antes y después de la plantación de los bulbos. La profundidad del arado después de la plantación no debe superar los 8 o 10 cm para no desenterrar o herir los bulbos. Después del crecimiento de las malas hierbas (primavera) y durante la latencia de los bulbos (verano), éstas se cortan y queman en el campo.

En Cerdeña, las herramientas utilizadas para el control de las malas hierbas son la azada para intervenir sobre la línea de cultivo y motocultores para escardar, fresar o recalzar entre las hileras.

A1.3.6.2 Escarda química

En Castilla–La Mancha los productos químicos más usados son dos carbamatos (herbicidas de contacto) de baja persistencia en el suelo: el diquat y el paraquat, que se aplican entre junio y agosto durante el período de reposo vegetativo, generalmente en dosis de 2 a 4 l ha⁻¹ (ITAP, 1998). El diquat se utiliza para eliminar las malas hierbas de hoja estrecha y el paraquat se aplica en post-emergencia de las malas hierbas.

Desde 1999 hasta 2004, el ITAP llevó a cabo estudios sobre los efectos de la aplicación de varios herbicidas como glifosato, linurón, metribuzin, pendimetalina y bentazona al cultivo de azafrán. Dichos herbicidas se aplicaron, solos o combinados, durante los meses de diciembre a febrero. Por lo que se refiere a las aplicaciones individuales, el metribuzin 70% (1kg ha⁻¹) se destaca como el mejor tratamiento contra las malas hierbas sin afectar el rendimiento de las flores. El glifosato 20% (8,5 l ha⁻¹) es el único herbicida que provoca el crecimiento de flores anormales en la cosecha sucesiva a su aplicación. En cuanto a la combinación de herbicidas, los mejores resultados por lo que se refiere al aumento del número y del peso de las flores y del peso de los estigmas, se obtuvieron con mezclas de metribuzin 70% (1kg ha⁻¹) y pendimetalina 33% (3 l ha⁻¹), o de metribuzin 70% (0.75kg ha⁻¹), pendimetalina 33% (3 l ha⁻¹) y bentazona 48% (3 l ha⁻¹).

En Cerdeña y Macedonia Occidental no se utiliza ningún producto químico para la escarda.

A1.3.7 PROTECCIÓN FITOSANITARIA

En general, en las distintas zonas estudiadas se tiene la costumbre de cultivar el azafrán en suelos ligeros, bien drenados, sin problemas de encharcamiento y con cultivos precedentes sin enfermedades, para de esta forma evitar patologías.

Los problemas más graves que presentan los cormos son los generados por los hongos *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli*, *Rhizoctonia crocorum* y *Rhizoctonia violacea* Tul, así como por el ácaro *Rhizoglyphus*. Según Benschop (1993), las principales enfermedades fúngicas que pueden atacar a la especie *Crocus* durante el almacenamiento son *Penicillium verrucosum* var. *Corymbiferum*, *Uromyces croci* Passy y *Fusarium* sp.

A1.3.7.1 Desinfección del material de plantación

En Castilla–La Mancha la desinfección de cormos, como medida de prevención o ante algún síntoma, puede realizarse siguiendo varias alternativas. Después de aplicar la solución desinfectante o de sumergir los cormos en esta solución es fundamental secarlos mediante ventilación forzada; de este modo,

los eventuales agentes patógenos no encontrarán las condiciones favorables para su proliferación y su desarrollo se detendrá.

En Macedonia Occidental, a menudo antes de la plantación, se hace la desinfección de los cormos con fungicidas como el Brassicol o el sulfato de cobre.

Por lo que se refiere a la defensa fitosanitaria del cultivo en Cerdeña, la única intervención se limita a un tratamiento del material de propagación con productos a base de cobre. Específicamente, la defensa contra las enfermedades vegetales se realiza previniendo su difusión a través de la selección del material destinado a la plantación y de la eliminación y destrucción de las plantas afectadas por enfermedades durante el ciclo de cultivo.

A1.3.7.2 Control de plagas

En los tres países el cultivo sufre daños causados por roedores (ratas, ratones de campo) que se nutren de tubérculos. Hoy en día existen diversos métodos para el control de plagas, entre los que cabe destacar:

- Colocación de cepos en las entradas de las madrigueras.
- Colocación de cartuchos fumígenos en las galerías.
- Destrucción mecánica de las galerías en las que viven.

Por otro lado, el tallo de la planta puede ser atacado por conejos, liebres y ratones.

A1.3.8 RECOLECCIÓN

A1.3.8.1 Labores de preparación

En Castilla-La Mancha, se prepara el terreno para la floración un mes antes de su inicio (en septiembre). En el cultivo tradicional, se acostumbraba realizar una bina superficial entre surcos para romper la costra, mullir y airear el terreno, y para eliminar las malas hierbas (Pérez, 1995). Si se hace una escarda química, la labor de desencostrado debe efectuarse usando rastrillos manuales en caso de pequeñas superficies, o rastras movidas por un tractor en caso de superficies más grandes.

En Macedonia Occidental, a comienzos de octubre los productores excavan la tierra en diferentes puntos del campo y examinan los bulbos para ver si tienen brotes. Una vez que éstas aparecen en la superficie de los surcos, la floración comienza normalmente dentro de los 6-7 días sucesivos.

En Cerdeña, antes de la floración, se realizan uno o dos binas, después de las primeras lluvias de finales de verano.

A1.3.8.2 Dinámica de floración

La planificación de la recolección de las flores es una tarea importante, dado que éstas son efímeras y su calidad disminuye si están expuestas a la interperie por mucho tiempo.

En Castilla–La Mancha, en general, el período de floración dura 10 días, pero los cinco días centrales del período representan el 70 % de la producción.

En Cerdeña, la floración varía lógicamente en función de la meteorología de noviembre y dura alrededor de 20 días, alrededor de la primera decena. Durante la floración, hay dos o tres picos llamados localmente *groffu* (gran golpe).

A1.3.8.3 Predicción del inicio de la floración

El inicio de la floración del azafrán puede preverse con un pequeño margen de error en base a la duración del día insolación y a la temperatura ambiental. Por lo que se refiere a las temperaturas, la media diaria ideal es de alrededor de 18°C. No obstante, si se considera que los cambios bruscos de temperatura comienzan en los días de floración, las primeras flores aparecen cuando la temperatura se encuentra entre 23 y 25°C durante el día y 10°C durante la noche. Se puede utilizar, como índice indicativo, el cociente de las horas de luz y la temperatura mínima. El valor obtenido debe situarse alrededor de 1,1. Los períodos con clima frío y lluvioso pueden implicar un adelanto de la floración.

En Macedonia Occidental, a comienzos de octubre, los productores excavan la tierra en diferentes puntos del campo y examinan los bulbos para ver si tienen brotes. Una vez que las brotes aparecen en la superficie de los surcos, la floración comienza en los 6-7 días sucesivos.

En Cerdeña, para poder organizar las operaciones de recolección, sobre todo en plena floración, los productores intentan hacer predicciones sobre el inicio de la misma observando la planta el día antes y, en especial, los picos florales en fase de pre-emergencia.

A1.3.8.4 Método de recolección de las flores

A1.3.8.4.1 Método de recolección manual

En Castilla–La Mancha, por tradición, la recolección de las flores se hace manualmente. Dicha operación consiste en cortar las flores por la base de la corola y colocarlas en pequeñas cestas (para evitar que se aplasten).

El rendimiento de la recolección varía en función del factor humano y de las condiciones de cultivo y meteorológicas. Galigani y Garbati (1999) estiman un rendimiento de entre 8 y 16 kg de flores por persona al día. En base a la información recopilada por varios agricultores españoles, los rendimientos se estiman entre 14 y 18 kg de flores por persona en una jornada laboral de 5 a 6 horas.

En Macedonia Occidental, la recolección de las flores se hace a diario (entre

las 9 :00 y las 17 :00). Las flores se cortan con mucha atención a la altura de la base de los pétalos. Esta operación se hace manualmente cuando la flor está completamente abierta.



Recolección de las flores de azafrán (foto ITAP).

A1.3.8.4.2 Método de recolección parcialmente mecanizada

En España se han probado algunas máquinas que facilitan la labor de recolección. Éstas mejoran la posición del recolector de modo que éste va sentado o acostado, muy cerca del suelo. La máquina se mueve gracias a motores eléctricos alimentados con baterías. Además, tienen la ventaja de poseer soportes que permiten transportar las cajas con las flores.

A1.3.8.4.3 Método de recolección mecanizada

Existen varias máquinas más o menos sofisticadas, fabricadas por la empresa española "Cia. General Azafran", que se utilizan para la recolección de las flores en el campo. Por medio de una barra de corte, se siegan las flores a ras del suelo y éstas son transportadas mediante una cinta elevadora hasta recipientes o cajas dispuestas a tal fin.

Dicho método aumenta el rendimiento de la recolección de flores y reduce los costes de producción. Sin embargo, presenta algunos inconvenientes: se obtiene una gran cantidad de impurezas y los estigmas de las flores abiertas se manchan de tierra. Estas máquinas cortan además las hojas que hayan brotado con la flor, lo que podría afectar posteriormente el desarrollo y el crecimiento de los futuros cormos (Tamarro, 1990). Por otro lado, la presencia de hojas (esparto) también es un inconveniente en la recolección manual dado que el hecho de tener que separar las hojas de las flores disminuye considerablemente el rendimiento.



Campo de azafran en plena actividad vegetativa (foto ERSAT).



Máquina para la recolección de flores de azafrán

A1.3.8.5 Rendimiento

En Castilla-La Mancha, el rendimiento máximo se alcanza en el primer y segundo año (es decir la segunda y tercera floración) y, a partir del tercer año, el rendimiento comienza a descender. La disminución del rendimiento está directamente relacionada con la sanidad del cultivo, de modo que, si ésta es buena, el ciclo productivo puede alcanzar los seis o siete años.

En Macedonia Occidental la producción media anual de azafrán es de 10 kg ha⁻¹ y depende en gran parte de las condiciones meteorológicas predominantes del otoño.

En Cerdeña la producción de azafrán varía a lo largo de los cuatro años del ciclo de cultivo. El primer año se obtiene una producción de 650.000–700.000 flores ha⁻¹ (5 kg ha⁻¹ de estigmas tostados), el segundo año, más o menos 1.300.000–1.400.000 flores ha⁻¹ (10 kg ha⁻¹ de estigmas tostados), el tercer año 1.950.000–2.100.000 flores ha⁻¹ (15 kg ha⁻¹ de estigmas tostados) y el cuarto año, baja nuevamente a 1.300.000–1.400.000 flores ha⁻¹ (10 kg ha⁻¹ de estigmas tostados).

A1.3.9 RECOLECCIÓN DE CORMOS

A1.3.9.1 Arranque de cormos

El arranque de los cormos es una de las tareas más importantes en el cultivo del azafrán. La calidad del material vegetal obtenido depende de las heridas causadas al cormo durante esta operación. Por esta razón, es importante usar sistemas que no dañen los cormos. Además, hay que tener cuidado con el tiempo de exposición al sol de los cormos, pues no debe superar las dos horas. Los cormos deben ser almacenados en lugares cerrados y ventilados naturalmente, en capas con un espesor máximo de 40 cm. En todo caso, el material debe ser manipulado siempre con cuidado.

Los meses habituales para hacer esta operación son junio y julio. Es un periodo con altas temperaturas y en el que la tierra está completamente seca. Además, el terreno situado justo encima de la planta no suele ser labrado. Todo ello conduce a encontrar un suelo que, de no ser muy arenoso, formará terrones de tierra lo que conlleva, además de mermar el rendimiento de extracción, a numerosas heridas en la planta, especialmente cuando utilizamos medios mecánicos. Dos son los medios para paliar esta situación:

- Regar ligeramente el terreno 48 horas antes del arranque de los cormos. Una vez efectuado el riego, se deberá arrancar el material ya que los cormos no deben permanecer en ambientes calientes y húmedos en esta época del año.
- El otro sistema consiste en arar los 10 primeros cm del terreno, lo que no implica ningún riesgo siempre y cuando la plantación se haya realizado a profundidad uniforme.

Finales de agosto no es un buen período para el arranque de cormos pues la planta se encuentra en fase de formación de raíces. Los tallos miden entre 1 y 2cm y el siguiente ciclo vegetativo podría encontrar dificultades.

En Macedonia Occidental el arranque de cormos se hace después de 7-8 años para poner fin a la plantación. Los cormos empleados para una nueva plantación se recojen durante los meses de mayo y junio en las viejas plantaciones. En primer lugar, los cormos se extraen del campo con un arado o tractor, o con otra máquina de extracción. Luego, antes de utilizarlos, se limpian, seleccionan y conservan durante 40–50 días en un lugar fresco y oscuro.

En Cerdeña se usa un arado tirado por un caballo, o un pequeño motocultor o tractor. Los cormos arrancados se recojen a mano y se colocan en cajas para ser transportados hasta la vivienda del productor, donde se realiza la labor de limpieza. El arranque de los cormos se lleva a cabo al final del ciclo de cultivo, durante los meses de junio y julio.

A1.3.9.2 Limpieza del material

En España se acostumbra realizar la limpieza para eliminar el material dañado y sucesivamente pasar al calibrado, lo que nos permite obtener una mejor densidad de plantación y una mayor duración de los ciclos de cultivo.

Para realizar la limpieza, en primer lugar hay que separar los elementos extraños al propio cormo como tierra, hierba y restos vegetales. Luego, se descartan los elementos intrínsecos a la planta, como las túnicas exteriores y los cormos de ciclos anteriores pegados a la base del nuevo cormo. Todas estas operaciones deben llevarse a cabo sin provocar heridas ni dejar descubierta la parte carnosa y blanca del cormo. Tanto antes como después de la limpieza, se tomará la precaución de proteger el material de la luz directa del sol, almacenándolo en capas de menos de 40 cm. Todos los desechos del material contaminado tendrán que quemarse. Algunas veces, el material puede verse afectado por una elevada contaminación y tener un peso inferior al de los cormos sanos. Se recomienda sumergir dicho material en agua para eliminar los restos de tierra. En tal caso, se tomará la precaución de secar los cormos al aire.

Por lo que se refiere a la selección del material de propagación destinado a la plantación, en Cerdeña esta operación se lleva a cabo cuando el productor limpia los bulbos de sus túnicas externas, poco después del arranque (junio-julio). La selección permite destinar a la propagación los bulbos con un diámetro superior a 2,5 cm, en buen estado, y sin síntomas causados por ataques fúngicos. Después del arranque, la limpieza y la selección, el material de propagación se conserva en bolsas de malla o en cajas de madera o de plástico, al resguardo de la luz y en un lugar seco, hasta el momento de la plantación (que, en general y según la tradición, se realiza entre la segunda mitad de agosto y la primera mitad de septiembre).

En Macedonia Occidental, antes de plantar los cormos, se limpia manualmente la envoltura reticular exterior de los mismos.

A1.4 MECANIZACIÓN DEL CULTIVO DE AZAFRÁN

Las técnicas que se describen a continuación se utilizan sobre todo en España.

A1.4.1 PLANTACIÓN DE CORMOS

A1.4.1.1 Máquinas específicas

La tecnología aplicada a las demás plantas bulbosas puede aplicarse también al azafrán. Las sembradoras comerciales de crocus, fresias o gladiolos siembran también cormos de azafrán sin requerir ninguna adaptación, respetando todas las exigencias tradicionales del cultivo. La densidad y la profundidad de plantación se obtienen regulando la máquina.

Las sembradoras se regulan en base al tipo de siembra y se usan tanto en líneas con separaciones de entre 20 y 50 cm, como en mesetas de 1m de ancho en su parte superior.

Sembrar en mallas es un procedimiento actual que facilita el arranque de los cormos. La malla tiene un paso de luz que va de 5 mm para los cormos más pequeños a 12 mm para los más grandes. Los fabricantes de las mallas las facilitan en cartuchos que se introducen directamente en las fundas de la sembradora.

1.4.1.2 Adaptación de otras máquinas agrícolas

Si la explotación posee maquinaria empleada para los cultivos de patata o ajo, las mismas máquinas podrán ser utilizadas para el azafrán. Éstas deben ser adaptadas para reducir los posibles daños del material ya que dichos cultivos no necesitan el delicado trato que requiere el azafrán.

A1.4.2 LIMPIEZA, CLASIFICACIÓN Y DESINFECCIÓN DE CORMOS

A1.4.2.1 Limpieza

Antes de la clasificación, el material sigue el procedimiento standard de la bulbicultura: los cormos pasan por un vibrador de varillas forradas con plástico para eliminar la tierra del cormo.

Posteriormente, el material atraviesa dos cintas transportadoras dotadas de dedos de goma que friccionan simultáneamente a distintas velocidades. De este modo, se logra desgranar el material y separar los viejos cormos de los nuevos y, también, desprender las túnicas de los cormos que estorben. Así, el material limpio cae en contenedores específicos. En este punto, es aconsejable hacer circular los cormos sobre una cinta de 3m de largo para terminar manualmente

la operación de limpieza, eliminando las impurezas. También se aconseja colocar campanas aspiradoras para eliminar de los cormos cualquier residuo de piel.

A1.4.2.2 Clasificación

Se emplean máquinas dotadas de cribas con agujeros de distintos diámetros en las que el material avanza mediante vibradores o discos. El material usado para estar en contacto con los cormos es la madera. De no ser así, el material tendría que ser cubierto con caucho o plástico. Los orificios de 18 mm de diámetro proporcionarán los cormos que no producirán flores en el primer año; los cormos de entre 18 y 30 mm podrán florecer en el presente año y constituyen el conjunto de cormos preferible para los ciclos de 3 y 4 años; los cormos de diámetro de más de 30 mm se usan para los cultivos forzados o para los ciclos productivos más cortos.

En este momento el material está listo para la desinfección.

A1.4.2.3 Desinfección de cormos

Para la desinfección en línea, se usan sistemas tipo pulverización que riegan los cormos conforme avanzan sobre las cintas.

Se puede también usar un método manual que consiste en sumergir los cormos en contenedores con una solución desinfectante durante 5 minutos de, tal manera que penetre fácilmente en todos los cormos. Posteriormente, hay que proceder a secarlos.

A1.4.3 RECOLECCIÓN DE CORMOS

A1.4.3.1 Máquinas específicas

Se usan diferentes sistemas de arranque, dependiendo de la presencia o no de mallas en la plantación de cormos.

Si no se usaron mallas, la operación se realiza en una única etapa. La máquina dispone de una cuchilla vibradora que se clava a 40cm bajo tierra, asegurando la recolección y la protección de los cormos. El inconveniente de este sistema es que recoge al mismo tiempo gran cantidad de tierra. Además, si el terreno no es arenoso, los agregados de tierra se hacen tan grandes que golpean y dañan los cormos. El ángulo de inclinación de la cinta con respecto al suelo tiene que ser suficientemente para evitar que el material se caiga. Cuando el material pequeño llega al final de la cinta, se coloca sobre varillas vibrantes que lo transportan hasta los contenedores de almacenamiento dotados de una lona de protección contra choques.

En los sistemas con mallas, son necesarias dos etapas. En un primer mo-

mento, los cormos y la malla se arrancan y se depositan en el suelo. Para ello, se introduce una cuchilla a 30 cm de profundidad y la malla pasa a través de un tambor deformable que elimina la tierra. En una segunda etapa, otra máquina corta y deshace las mallas gracias a un sistema de quemadores. La ventaja es que llegan solamente cormos limpios a los contenedores. La máquina tiene que avanzar lentamente para no dañar el material. El rendimiento es de 1 hectárea al día.

A1.4.3.2 Adaptación de otras máquinas agrícolas

Sólomente en caso de pequeñas parcelas sembradas en líneas se puede contemplar la adaptación de máquinas no específicas, preferiblemente las que se usan para arrancar patatas, que sacarán los cormos a la superficie, de donde serán recogidos a mano. La ventaja de este método es que se recogen los cormos limpios, sin tierra ni hierbas. Sin embargo, un porcentaje elevado de cormos, especialmente los pequeños, se queda en el terreno cubiertos por la tierra que cae durante la operación.

A1.4.4 RECOLECCIÓN DE FLORES

La mecanización de la recolección de flores es posible sólo si el terreno se prepara adecuadamente después de la siembra, o a finales del verano si se trata de un cultivo implantado en años anteriores. En este caso las máquinas necesarias son las fresas que remueven de 3 a 10 cm de profundidad. Posteriormente, se nivela y se apisona el suelo con un rodillo motorizado (con un rodillo libre se correría el riesgo de arrastrar la tierra en vez de compactarla). El terreno debe estar libre de hierbas y restos vegetales.

La máquina para la recolección mecanizada se ha descrito en el apartado A.1.3.8.4.3.

A1.5 CULTIVO FORZADO DEL AZAFRÁN

A1.5.1 PRODUCCIÓN DE CORMOS EN EL CAMPO

Los sistemas de producción forzada requieren una gran cantidad cormos producidos en el campo. En Albacete (España), se realizaron ensayos para estudiar los efectos de la dimensión de los cormos y la densidad de plantación, sobre el rendimiento y el tamaño de cormos. Los mejores resultados se obtuvieron a partir de la plantación de cormos con un diámetro de más de 30 mm con una densidad de plantación de 200 a 300 cormos m⁻². Con estos factores se obtuvieron rendimientos de 28,4 t ha⁻¹ y 36,3 t ha⁻¹ respectivamente (De Juan et al., 2003).

A1.5.1.1 Saneamiento del material de multiplicación

Los cormos empleados en el proceso de cultivo forzado no deben presentar daños que podrían permitir la entrada de infecciones causadas por microorganismos, ya que las infecciones pueden tener efectos perjudiciales sobre el rendimiento provocando un aumento del aborto de las flores.

A1.5.1.2 Producción anual, bienal y trienal

Los cormos destinados al proceso de cultivo forzado tienen que haber florecido al menos dos veces en el campo. Los cormos provenientes del año siguiente a la plantación no son adecuados para el cultivo forzado. Su capacidad de florecer es muy reducida respecto a los cormos de producción bienal y trienal, dado que durante el forzado se obtienen solamente flores de las yemas desarrolladas.

A1.5.2 CULTIVO BAJO CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS CONTROLADAS

A1.5.2.1 Almacenamiento de cormos

A1.5.2.1.1 Condiciones térmicas

Cuando los cormos se almacenan a 0 °C, la evolución de las yemas se detiene y los cormos no sufren ninguna modificación. La otra alternativa, que es la que se emplea, es almacenarlos a 30 °C y entre 70 y 80 % de humedad relativa.

La iniciación floral ocurre en cormos de más de 20 mm de diámetro, a temperaturas de entre 23 y 27 °C. En estas condiciones son necesarios entre 45 y 60 días de espera para alcanzar la máxima floración (Valero et al., 2004).

A1.5.2.1.2 Modificación y control del ambiente

La humedad relativa debe oscilar entre el 70 y el 80%, para evitar la proliferación de microorganismos y, al mismo tiempo, no generar excesivas pérdidas de peso en los cormos. El valor indicado varía en función de la temperatura de almacenamiento de los cormos, del seguimiento del peso y de las condiciones sanitarias de los mismos.

Los niveles de CO₂ no deben superar las 2500 ppm. Otro parámetro que debe ser controlado es el etileno, ya que su concentración puede romper la latencia del cormo, estimular la floración y provocar desajustes fisiológicos (Valero et al., 2004).

A1.5.2.1.3 Duración del almacenamiento

Los cormos deben almacenarse en cámaras que cumplan las condiciones térmicas previamente comentadas (dentro de contenedores o bandejas que permitan una buena circulación de aire). A 25 °C los cormos pueden almacenarse entre 70 y 160 días; a 30 °C, el período de almacenamiento no deberá superar los 150 días (los cormos podrían comenzar a germinar y, por lo tanto, producir un número limitado de flores (Valero et al., 2004). Cuando la conservación se realiza a 0 °C, no hay límite de tiempo.

A1.5.2.2 Floración en almacenes agrícolas

A1.5.2.2.1 Densidad de plantación en bandeja

En el proceso de cultivo forzado, es interesante destacar que el empleo de bandejas apilables permite conservar grandes cantidades de cormos en pequeñas superficies.

La densidad de plantación de cormos en bandejas está directamente vinculada al tamaño de los mismos. Dado que es recomendable usar cormos con un diámetro igual o superior a 30mm, se necesitará un promedio de 472 cormos por m² (Valero et al., 2004). Los cormos se mantienen en las bandejas hasta el final de la floración, para luego ser transplantados al campo para su multiplicación.

A1.5.2.2.2 Sustrato

Los cormos colocados en las bandejas se cubren con un sustrato inerte, como vermiculita o arlita, que permiten la nivelación, ayudan a conservar la humedad y sirven como anclaje para brotes y raíces.

A1.5.2.2.3 Control del riego

Cuando las condiciones permiten pasar del almacenamiento a la floración, se inicia la aplicación del agua de riego. La cantidad de agua a aplicar y la frecuencia de riego se establecen en función del sustrato de cobertura de los cormos y de las necesidades del cultivo. Se puede modificar al comienzo de la floración en cada bandeja, con un pequeño margen de error, en función del primer riego.

A1.5.2.2.4 Control de la temperatura y la iluminación

Es recomendable mantener una temperatura de alrededor de 17 o 18°C para que la floración tenga lugar. El tiempo necesario para que se produzca la aparición de las flores a esta temperatura es variable y depende de la duración

del almacenamiento: mientras más larga, más rápido brotan las flores (Valero et al., 2004).

Los cormos deben ser iluminados solamente durante el período de floración para evitar la etiolación, es decir, un crecimiento desproporcionado de las hojas y del tubo floral, lo que agotaría las reservas e impediría al corno producir flores.

A1.5.2.2.5 Período de floración

El período de floración puede durar alrededor de 100 días, mientras que la duración media de floración en cada lote de cormos es de 13 días (Valero et al., 2004). En cada bandeja, la producción inicial y final de flores es baja y se registran de uno a tres picos de máxima floración a lo largo de todo el período.

A1.5.2.3 Mecanización de los cultivos forzados

La mecanización de algunas de las fases del cultivo forzado como la plantación, el arranque, la desinfección y el secado ya ha sido ilustrado en otros párrafos. Sin embargo, hay otras operaciones susceptibles de mecanización:

A1.5.2.3.1 Llenado de bandejas

Esta operación podría ser mecanizada pero la intervención del hombre es de todas formas necesaria. Se utiliza un sistema con una tolva con salida regulable colocada sobre una cinta transportadora.

A1.5.2.3.2 Cobertura con sustratos

Como en el caso anterior, esta operación podría realizarse con una tolva dosificadora. Las bandejas para llenar avanzarían por debajo de la tolva.

A1.5.2.3.3 Riego

Se pueden emplear micro-aspersores colocados sobre las bandejas que forman parte de la estructura que sostiene el sistema de iluminación en la zona de floración.

A1.5.2.3.4 Corte de las flores

Las bandejas pasarían bajo una barra de corte a través de una cinta transportadora. Este sistema conllevaría inevitablemente pequeños daños dado que las flores no tienen todas el mismo tamaño.

A1.5.2.3.5 Reciclaje de sustratos y bandejas

Una vez concluido el proceso, se desinfectan tanto el sustrato como las bandejas para ser empleados nuevamente.

A1.5.3 Cultivo en macrotúneles y túneles invernaderos

El cultivo forzado podría ser realizado bajo macrotúneles o túneles invernaderos. Controlando la temperatura, la humedad relativa y la iluminación con dispositivos y coberturas adecuadas, sería posible adelantar la floración respecto a los cultivos en campo.

A2 **PROCESADO DEL AZAFRÁN EN ESPAÑA, GRECIA E ITALIA**



A2 PROCESADO DEL AZAFRÁN EN ESPAÑA, GRECIA E ITALIA

A continuación se detallan los procesos a los que se somete la flor desde que se recoge en el campo hasta que sus estigmas se convierten en especia en tres regiones mediterráneas estudiadas: Castilla-La Mancha (España), Macedonia Occidental (Grecia) y Cerdeña (Italia).

A2.1 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LAS FLORES

Para mantener las flores en las mejores condiciones posibles, se emplean recipientes adecuados para realizar el transporte desde el campo hasta el lugar donde se realizará la elaboración. En Macedonia Occidental se utilizan cestas específicas elaboradas a partir de distintos materiales. En Castilla-La Mancha las cestas son de mimbre o esparto, de alturas y diámetros variables. Las flores se colocan con delicadeza en las cestas, teniendo cuidado de no aplastarlas. En Cerdeña las cestas son de ramas de olivo salvaje entretejido con junco tierno. Si hay viento, se emplean cestas con apertura estrecha (20 cm) para que las flores más ligeras no se vuelen.

Una vez recogidas, las flores se transportan lo antes posible hasta el lugar donde se realizará el procesado, en contenedores de madera o plástico (Cerdeña), o en las mismas cestas (Macedonia Occidental y Castilla - La Mancha). En las tres regiones,



Arriba: Flores de azafrán en la tradicional cesta sarda (foto Corongiu)

Al lado: Monda (foto Corongiu)

si llueve durante la recolección, las flores se ponen a secar sobre sacos o en el suelo. En condiciones normales, sin lluvia, cuando se pasa a la monda de las flores (para separar los estigmas del resto de la flor), éstas se extienden sobre la mesa donde se lleva a cabo esta operación. Las tres regiones coinciden en que la monda y la deshidratación deben realizarse el mismo día de la recolección ya que la calidad del producto final depende en gran parte del tiempo que lleva realizar la monda.

A2.2 MONDA

Se trata de una operación tradicional observada a lo largo de los siglos, en la que las manos son las verdaderas protagonistas. La monda, que consiste en separar el estigma del resto de la flor, hasta hace poco, podía realizarse sólo a mano. Actualmente, en Macedonia Occidental, algunos grandes productores realizan esta operación con la ayuda de una máquina semiautomática creada por ellos mismos. Esta máquina separa los estigmas y estambres con respecto de los pétalos a través de la acción del aire producido por un ventilador. Esto es posible al tener los estigmas y estambres mayor peso que los tépalos. Utilizán también el proceso manual que permite obtener azafranes de mejor calidad. En esta región el rendimiento de las flores va de 3 a 15 Kg/ha. En general, 1 Kg de flores produce 72 g de estigmas frescos o 12 g de estigmas secos. Para producir 1 kg de azafrán se necesitan entre 70.000 y 200.000 flores.

En Cerdeña, hay dos técnicas tradicionales diferentes para separar los estigmas del resto de la flor. La primera, consiste en abrir la flor usando las dos manos y cortar el estilo justo por encima de la base de los tres estigmas sin separarlos, eliminando sucesivamente la parte blanca del estilo. La segunda técnica de mondado, utilizada por los jóvenes productores, consiste en cortar la flor en el tubo del perigonio con la uña o con unas tijeras pequeñas, sin abrir los pétalos, sujetando los estigmas con la otra mano. Una mondadora experta trabaja 600-700 flores por hora, lo que corresponde a una producción de azafrán seco de 5 a 6 g. El rendimiento puede establecerse en de 4 g de azafrán seco por hora.

En Castilla-La Mancha se corta la porción del tubo del perigonio con la uña del pulgar de la mano diestra y el dedo índice, dejando la menor cantidad posible de parte amarillenta del estigma y procurando no separar los tres filamentos del estigma. Al mismo tiempo, se ejerce una ligera presión sobre la flor para abrirla un poco y poder extraer el estigma completo. Cuando este último es de buena calidad, es tan grande que se puede ver incluso cuando la flor está cerrada. Una vez separado, el estigma se coloca en un plato mientras que el resto de la flor se deja caer sobre el regazo de la mondadora. La técnica varía un poco cuando la flor se encuentra ya abierta.



Monda en Castilla-La Mancha (foto UCLM)

A2.3 DESHIDRATACIÓN DE LOS ESTIGMAS

Es la operación más importante y delicada, durante la cual los estigmas pierden el 20% de su peso inicial y se transforman en azafrán especia. En general, la deshidratación puede realizarse de dos maneras: la primera, empleada en India, Irán o Marruecos, consiste en extender los estigmas sobre grandes superficies y dejarlos secar a temperatura ambiente (al sol o en la sombra en un lugar ventilado); la segunda, consiste en someter los estigmas a altas temperaturas mediante flujos de aire caliente, colocándolos sobre una fuente de calor o en cámaras con temperatura controlada.

Las regiones europeas estudiadas emplean este segundo método para deshidratar los estigmas, aunque los procedimientos varían de región en región pues se basan en la experiencia local. Todos los productores de las diferentes áreas coinciden en el hecho de deshidratar los estigmas el mismo día de la recolección y la monda. Cuando no es posible realizar el mondado el mismo día de la recolección, las flores se colocan en el suelo sobre telas de plástico, en ambientes bien ventilados y en capas de menos de 10 cm (para evitar que se peguen y los estigmas se dañen).

En Castilla-La Mancha, el proceso de deshidratación se lleva cabo extendien-

do los estigmas (en capas inferiores a 2 cm) frescos sobre cedazos de tela de metal o seda. Sucesivamente, se colocan los cedazos sobre una fuente de calor. En la actualidad las fuentes de calor más usadas para deshidratar el azafrán son el fuego, la cocina de gas butano o las brasas de sarmiento. Otras fuentes de calor, empleadas en menor medida, son las estufas a leña, los braseros eléctricos, las resistencias eléctricas y los calefactores de aire caliente. La deshidratación se lleva a cabo siempre a más de 70 °C y dura aproximadamente media hora. Para determinar si el azafrán está bien deshidratado se utiliza el sentido del tacto y se observa el color, el aroma y el aspecto. El punto óptimo de deshidratación se sitúa alrededor del 10% con objeto de que en la operación de envasado, el azafrán no sea demasiado quebradizo y, por lo tanto, no necesite ser humedecido previamente..



Cedazo empleado en Castilla-La Mancha para deshidratar los estigmas (foto UCLM)

En Macedonia Occidental, los estigmas se colocan en cedazos de seda y se secan en una habitación con temperatura controlada entre 25 y 30 °C, durante un período de 12 a 24 horas. La humedad ideal para el producto final está en el rango de entre el 10 y 12%. Se sabe que azafrán está deshidratado cuando se despega de la superficie del cedazo, al cual está adherido cuando estaba fresco.

En Cerdeña, antes de la deshidratación se realiza la "feidatura" que consiste en impregnar los estigmas con aceite de oliva extravirgen (¼ de cucharilla de café por 100 g de azafrán fresco). Se piensa que esta operación mejora tanto el

aspecto físico de los estigmas como su conservación. Sucesivamente se colocan los estigmas sobre tablas de madera y se hacen secar al sol o junto al fuego de la chimenea. En los últimos años, se ha difundido el uso de pequeños secadores eléctricos dotados de un termostato que permite mantener la temperatura alrededor de los 45 °C.



Monda, "feidatura" y deshidratación del azafrán en Cerdeña (foto ERSAT)

Por lo que se refiere al proceso de deshidratación, la principal conclusión que podemos sacar es que los medios empleados (fuente de calor, temperatura y duración del proceso) juegan un papel muy importante en la determinación de las características organolépticas del azafrán (color, sabor y aroma). Además, una parte importante del valor del azafrán depende del tamaño que alcanza. En este sentido, se debe elegir las condiciones que permiten obtener mayor longitud y volumen. En general, se puede afirmar que los sistemas que permiten una deshidratación más rápida producen azafranes con una longitud inferior y en el caso que se utilice aire caliente, cuanto más caudal de aire se emplea, menor tamaño y volumen se obtienen. Por otro lado, la deshidratación a temperatura ambiente produce siempre un azafrán con tonalidades más oscuras que se utiliza para moler pues, una vez molido, el color será de un rojo más intenso.

A2.4 LIMPIEZA DEL AZAFRÁN

En Macedonia Occidental, después de la deshidratación y antes del envasado, se eliminan manualmente las materias extrañas encontradas. Para eliminar eventuales restos de materiales metálicos, se emplean máquinas dotadas de imán. En Castilla-La Mancha los productores eliminan a mano los estambres y las demás partes florales que podrían haber quedado después del proceso de deshidratación. En Cerdeña, una vez concluido el proceso de deshidratación, el azafrán se conserva en cajas metálicas herméticas (hasta su posterior envasado).

**A3 ALMACENAMIENTO Y
ENVASADO DEL AZAFRÁN
EN ESPAÑA, GRECIA E ITALIA**



A3 ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DEL AZAFRÁN EN ESPAÑA, GRECIA E ITALIA

El almacenamiento y el envasado son dos operaciones muy importantes para conservar la calidad inicial del azafrán. A continuación se detallan los diferentes métodos regionales empleados en Castilla-La Mancha (España), Cerdeña (Italia) y Macedonia Occidental (Grecia) por los productores, productores comercializadores y los envasadores.

El productor se encarga de realizar todas las tareas post-recolección (monda, tostado y almacenamiento) del azafrán. Sin embargo, no vende ninguna marca del producto, sino que su función es la de entregar el producto a las empresas de envasado y comercialización de azafrán que se encargarán de envasarlo posteriormente. Si se trata de un productor-comercializador las tareas de post-recolección y venta recaen sobre la misma persona. El envasador distribuidor lleva a cabo la compra, la limpieza, la clasificación y la venta del azafrán.

Todos estos sujetos deben conservar el azafrán en las mejores condiciones hasta su venta.

Durante el almacenamiento del azafrán y, con el objetivo de conservarlo en las mejores condiciones posibles, es recomendable controlar los siguientes factores:

- Tiempo de almacenamiento
- Temperatura
- Humedad relativa del ambiente
- Radiación ultravioleta
- Composición de la muestra



Arriba: Pesando estigmas secos (foto ERSAT)

Allado:Recolección(fotoCorongiu)

A3.1 ALMACENAMIENTO ANTES DEL ENVASADO

En Castilla-La Mancha los productores y los productores-comercializadores conservan el azafrán alrededor de un año. Hoy en día, se intenta poner fin al mito de almacenar el azafrán durante mucho tiempo. La tendencia del mercado es la de comprar y comercializar el azafrán cosechado el mismo año (requisito indispensable si se trata de Denominación de Origen). Por lo que se refiere a las condiciones ambientales, el empleo de termo-higrómetros permite controlar la humedad y la temperatura, pero la práctica más común es la de conservar el producto en un lugar fresco protegido de la luz.

Los envasadores distribuidores, en Castilla-La Mancha, generalmente conservan el azafrán en cámaras frigoríficas. Cuando no poseen cámaras de almacenamiento específicas, algunos envasadores siguen conservando el azafrán en un lugar fresco, seco y al resguardo de la luz. Las condiciones de almacenamiento son las siguientes:

- Temperatura: entre 5 y 10 °C.
- Humedad: actualmente los valores permitidos están en el rango del 30-50% HR.

El tiempo que transcurre desde el almacenamiento hasta el momento del envasado varía en función de la empresa envasadora. Algunos de ellos compran la previsión anual de la recolección y la envasan rápidamente según la demanda del mercado. Es más frecuente que compren el azafrán de la campaña actual y que no acepten el de las campañas anteriores a causa de la pérdida de sus características organolépticas.

Una vez que el azafrán se encuentra en la cámara de almacenamiento, se conserva en bolsas de plástico que a su vez se colocan en recipientes de poliestireno o en cajas de madera.

En Macedonia Occidental, el productor conserva el azafrán a baja temperatura en recipientes de 2,5 kg, en toneles de 10 a 15 kg o en bolsas de plástico, durante uno ó dos meses. La humedad relativa del producto es en torno al 10% y la del ambiente del 40-60%. La temperatura del local es inferior a los 10 °C. Por su lado, el productor-comercializador conserva el azafrán en la refrigeradora en recipientes de 2,5 kg en el interior de toneles de 10 a 15 kg o en bolsas de plástico. El tiempo medio de almacenamiento alcanza los cinco años. La humedad relativa de cada muestra de producto es más o menos del 10%, mientras la humedad relativa del ambiente es del 40-60%. La temperatura del almacén es de 4 °C.

En Cerdeña (productores y productores-comercializadores), una vez deshidratado y antes de introducirlo en el mercado, el azafrán se conserva en contenedores herméticos de lata o de vidrio opaco para evitar la exposición a la luz y al aire. En general, el producto se vende dentro de los 12 meses siguientes a

la producción. Los locales de almacenamiento no están sometidos ni a controles de temperatura ni a controles de humedad relativa.

En Cerdeña y en Macedonia Occidental, las condiciones de almacenamiento en el caso del envasador distribuidor son las mismas que emplea el productor comercializador.

A3.2 PROCESOS ANTERIORES AL ENVASADO

Antes de ser envasado, el azafrán se pesa en pequeñas balanzas de precisión y manuales, luego se limpia, se realiza la desinfección, se controla la humedad, se homogeneiza la partida y se lleva a cabo la molienda.

A3.2.1 LIMPIEZA: IMPUREZAS Y RESTOS FLORALES

Por restos florales se entiende: pétalos, estilos libres (separados del estigma), estambres, polen y partes del ovario de la flor *Crocus sativus* L. (ISO TS-3632-1: 2003), además de materias extrañas a las hojas, restos del tallo, espartillo y otras partes vegetales no descritas anteriormente y pertenecientes a la flor *Crocus sativus* L. (ISO TS-3632-1: 2003).

En Cerdeña (productores-comercializadores) la limpieza de las impurezas se lleva a cabo durante la monda de las flores.

En Macedonia Occidental (productores-comercializadores) se dispone de un soporte específico para controlar con la vista la presencia de materias extrañas (pequeñas piedras, hierbas, pelos, hojas, tierra, insectos, pedazos de plástico, etc). Después, el azafrán se pasa por un cedazo específico y se sacude como máximo durante cinco segundos para eliminar el polen.

En Castilla-La Mancha (envasadores-distribuidores) la limpieza de las impurezas se hace manualmente teniendo cuidado de no dañar los filamentos, lo que hace aumentar los costes de manipulación. Algunos envasadores intentan automatizar este proceso, pero todavía no han obtenido resultados muy satisfactorios.

A3.2.2 DESINFECCIÓN: PROCEDIMIENTO

En Castilla-La Mancha algunos envasadores aplican productos desinfectantes autorizados para prevenir la proliferación de insectos dado que la normativa actual prohíbe el empleo de bromuro de metilo y óxido de etileno.

El productor-comercializador no lleva a cabo ningún procedimiento de desinfección en Cerdeña ni en Macedonia Occidental.

A3.2.3 CONTROL DE HUMEDAD

Es necesario controlar la humedad que se añade al producto pues, si su nivel es elevado, se corre el riesgo de superar los límites establecidos por la legislación o las especificaciones de los clientes, además de favorecer el crecimiento de moho y fermentos, y perder unidad de poder colorante (a causa de la disolución de crocinas). Los valores de del humedad azafrán en hebra son más altos que los el azafrán molido.

En Cerdeña el productor-comercializador no realiza ningún control de la humedad. Los análisis de algunas muestras demuestran que la humedad del producto no llega al 10%.

En Macedonia Occidental (productor comercializador), la “Cooperativa del Azafrán” recibe y acepta el azafrán con una humedad hasta del 11,5%. En caso de que ésta sea superior, el producto se seca en un horno específico de la cooperativa.

En Castilla-La Mancha (envasador-distribuidor) una práctica común durante la manipulación del azafrán en hebra consiste en humedecer ligeramente las hebras, obteniendo un azafrán más flexible y, por consiguiente, más resistente a las rupturas.

A3.2.4 SELECCIÓN DEL AZAFRÁN, MEZCLA Y HOMOGENEIZACIÓN DE LA PARTIDA

En Cerdeña no se realiza ninguna selección a este punto del proceso ya que esta operación se hace durante la monda de las flores.

En Macedonia Occidental el azafrán se coloca sobre una mesa grande donde se mezclan manualmente azafranes de cosechas de diferentes productores por cantidades de 20 a 50 kg con el fin de homogeneizar la partida.

En Castilla-La Mancha, en el momento de la entrega del azafrán, los envasadores seleccionan el tipo de material comprado en función de los requisitos de calidad específicos como: perfil analítico adecuado, limpieza (restos florales, cabellos, granos, lentejas, pelusas, piedras, etc.), ausencia de insectos, buen color físico, alto poder colorante, hebras largas y baja presencia de azafrán quebrado.

Es habitual seleccionar lotes analizados (ya conocidos) y mezclarlos entre ellos para cumplir con los requisitos y las necesidades del cliente: longitud del filamento, poder colorante, hebras unidas o separadas, y otros parámetros que determinan la calidad del azafrán. La mezcla se hace manualmente y es oportuno citar el proceso de criba que permite obtener azafranes con hebras de un largo específico.

A3.2.5 MOLIENDA: AZAFRÁN EN POLVO Y TRITURADO

En Cerdeña (productor- comercializador) el azafrán en polvo, se muele después de ser tostado, con métodos tradicionales (por ejemplo, pasando

una plancha caliente sobre un papel doblado que contiene en su interior los filamentos), o con molinillos de café o, en las grandes explotaciones, con las mismas máquinas envasadoras y dosificadoras.

En Macedonia Occidental (productor-comercializador) el azafrán se muele en una máquina especial.

En Castilla-La Mancha esta operación es totalmente automática o semi-automática, según el diseño de alimentación del molinillo. En esta fase se puede seleccionar la granulometría del azafrán a través del tamizado (manual o automático). Es más fácil moler el azafrán ya seco.

A3.3 ENVASADO

El envasado del azafrán tiene tres objetivos bien definidos y concretos:

1. Que el producto llegue al consumidor sin perder ninguna propiedad intrínseca, dietética, aromática o de sabor.
2. Proteger el producto de posibles alteraciones o deterioros causados por agentes químicos o biológicos.
3. Preservar el producto, en la medida de lo posible, de una infección bacteriológica que podría ostaculizar la inhibición biológica alcanzada gracias a la esterilización.

Para alcanzar dichos objetivos hay que respetar las siguientes reglas:

- El material de los envases tiene que ser químicamente compatible con el azafrán.
- El envasado debe realizarse de modo que sea impermeable tanto a la evaporación de sus componentes aromáticos, a vapores de agua, como también a la penetración de olores extraños provenientes de otros productos que puedan haber sido almacenados con la especia.
- La tapa o el sistema de cierre del recipiente debe garantizar una conservación hermética.

A3.3.1 MATERIALES Y PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO

En Castilla-La Mancha (productor-comercializador) el material usado para el envasado primario, es decir, el material que está a contacto con el producto, es de varios tipos: celulósicos, plásticos (polietileno, polipropileno, poliestireno, PET, PVC, celofán), vidrio, aluminio, hierro blanco, etc.. Estos materiales no garantizan la mejor conservación, pero obedecen a las condiciones y usos del mercado. Los mejores materiales para la conservación del azafrán son los que lo protegen de la luz y de la humedad, y no transmiten nada al producto (olor, sabor, etc.). Se

acostumbra envasar el azafrán en formatos específicos y pequeños (capacidad nominal inferior a 5 g). El formato más común es a granel. Generalmente se usan bolsas de polietileno que, sucesivamente, se conservan en cajas de cartón o en recipientes de metal.

El envasador distribuidor tiene una amplia diversidad de presentaciones del azafrán, entre los que se destaca el envase monodosis (cuyo contenido es de miligramos) y el envase con una capacidad inferior a 5 g. Generalmente, el cliente, en la venta al por menor, no pide recipientes con más de 5 g de azafrán. Estos envases están hechos con material de origen celulósico o transparente (empleados principalmente para el azafrán en hebra). Existe un mercado para la venta a granel, destinado a las empresas que preparan platos precocinados, que trabajan en el sector de la restauración o que lo envasan bajo su propia marca y cuyos recipientes habituales son las bolsas de polietileno que luego se introducen en envases de metal o de cartón. Este tipo de empresa envasadora utiliza procesos de envasado tecnológicamente más avanzados, utilizando como tipo de presentación especial el envasado en atmósfera controlada o inerte (con la ayuda de empaquetadoras al vacío, inyecciones de gas o recipientes fabricados con materiales que hagan de barrera al oxígeno y a la humedad).

En Cerdeña (productor-comercilizador) el azafrán se envasa en recipientes de vidrio, papel o plástico para alimentos. Se usan también recipientes de terracota o corcho, dos materiales típicos de la isla. Además, los recipientes pueden contener cantidades de azafrán que van de 1/10 de gramo a 5 g.

En Macedonia Occidental (productor-comercilizador) el azafrán se envasa o en recipientes de lata, en cajas, en bolsas de plástico para alimentos, en frascos de vidrio o en bolsitas de diferentes capacidades. El azafrán en hebras se envasa en:

A) Cajas de plástico:

- Caja con confecciones de 1 g
(envases $12 \times 1 \text{ g} = 12 \text{ g}$ y $6 \times 12 \text{ g} = 72 \text{ g}$)
- Caja con confecciones de 1g
(envases $12 \times 1 \text{ g} = 12 \text{ g}$ y $6 \times 12 \text{ g} = 72 \text{ g}$, $12 \times 12 \text{ g} = 144 \text{ g}$)
- Caja con confecciones de 2 g
(envases $12 \times 2 \text{ g} = 24 \text{ g}$ y $6 \times 24 \text{ g} = 144 \text{ g}$)
- Caja con confecciones de 4 g
(envases $12 \times 4 \text{ g} = 48 \text{ g}$ y $6 \times 48 \text{ g} = 288 \text{ g}$)

B) Recipiente de lata con confecciones de 28 g (envases $6 \times 28 \text{ g} = 168 \text{ g}$)

C) Frascos de vidrio:

- Frascos con confecciones de 1 g
(envases $6 \times 1 \text{ g} = 6 \text{ g}$ y $6 \times 6 \text{ g} = 36 \text{ g}$)
- Frascos con confecciones de 2 g
(envases $6 \times 2 \text{ g} = 12 \text{ g}$ y $6 \times 12 \text{ g} = 72 \text{ g}$)

El azafrán biológico se envasa:

A) En hebra en frascos de vidrio:

- Frasco de 1 g
(envases 2 x 1 g = 2 g)

B) En hebra en cajas de plástico:

- Caja con confecciones de 0,5 g
(envases 12 x 0.5 g = 6 g)

C) Molido en bolsitas:

- 1 g (envases 12 x 1 g = 12 g , 6 x 12 g = 77 g y 12 x 12 g = 144 g)
- 0,5 g (envases 12 x 0,5 g = 6 g)
- 0,25 g (envases 40 x 0,25 g = 10 g y 12 x 10 g = 120 g)
- 0,125 g (envases 4 x 0,125g = 0,50 g)

A3.3.2 PROCESO DE ENVASADO

En Castilla - La Mancha, el productor comercializador de azafrán realiza un trabajo de envasado totalmente manual, desde el llenado de los recipientes hasta el etiquetado. No es frecuente que este proceso sea realizado con maquinaria. Aunque algunas empresas envasadoras han intentado automatizar el proceso de envasado del azafrán en hebra, éste se hace a mano en la mayor parte del sector. Las operaciones que se hacen manualmente durante el proceso de envasado son el pesado y la limpieza. Es sumamente difícil automatizar este proceso ya que hay que tener mucho cuidado dada la fragilidad del filamento, para evitar rupturas y calcular con exactitud la cantidad que se debe pesar. Para pesar el azafrán en pequeños formatos se emplean balanzas de precisión en las que la variación máxima permitida es mínima respecto a los requisitos legales, al criterio del envasador o a las exigencias del cliente. Entre los procesos automatizados más importantes que utiliza el envasador-distribuidor se encuentra el envasado del azafrán molido en recipientes monodosis. Este proceso ha alcanzado un buen nivel de desarrollo y actualmente las empresas poseen máquinas envasadoras de alto rendimiento y gran fiabilidad en la dosificación. Además, dichas máquinas permiten también etiquetar.

En Cerdeña (productor-comercializador) el envasado se realiza de forma manual en la mayor parte de los casos. Solamente dos grandes empresas comercializadoras en la isla envasan mecánicamente el producto con máquinas molidoras y dosificadoras automáticas.

En Macedonia Occidental (productor-comercializador) el azafrán en hebra se pesa con balanzas de precisión y se coloca en cajas en las que se aplican las etiquetas adhesivas, todo de forma manual. Las bolsitas se llenan

automáticamente con una máquina específica que, además, pesa la especia y luego las cierra. Sucesivamente, las bolsitas se colocan a mano dentro de las cajas.

A3.3.3 EMPLEO DE GASES INERTES

En Castilla-La Mancha, el envasador-distribuidor utiliza la aplicación de gases inertes, práctica recientemente desarrollada. Con esta técnica se espera alargar la vida útil del azafrán y, así, frenar los procesos oxidativos que deterioran las características químicas y organolépticas del producto. Para que el envasado en atmósfera inerte sea adecuado, es necesario tener cuidado con el material del envase y asegurarse que el mismo se cierre herméticamente.

A3.4 ALMACENAMIENTO DESPUÉS DEL ENVASADO

En Castilla-La Mancha (productor-comercializador) generalmente el azafrán se envasa conforme a la demanda de los clientes, no se conserva el azafrán ya envasado a no ser que tenga en vista una inmediata comercialización.

Cuando se trata de azafrán comercializado al por menor, para el envasado se emplean cajas de cartón que, dado que pesan poco, facilitan el transporte del producto. Este tipo de envasado se usa en la venta directa y no se conserva el producto en la caja por más de dos días. En las instalaciones del envasador distribuidor, en Castilla-La Mancha, el tiempo de almacenamiento no es largo pues el producto se vende rápidamente después de ser envasado. El azafrán envasado se conserva a temperatura y humedad ambiente, pero es aconsejable conservarlo en un ambiente fresco y seco hasta el momento de su expedición, dado que el tiempo de espera es breve.

De la misma manera, en Cerdeña (productor-comercializador), el almacenamiento dura solamente algunos días, puesto que el envasado se prepara en base a los pedidos de los comercializadores.

En Macedonia Occidental (productor-comercializador) el almacenamiento post-ensado dura, en promedio, hasta cinco años.

**A4 TÉCNICAS PARA LA
DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD
DEL AZAFRÁN**



A4

TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AZAFRÁN

CALIDAD DEL AZAFRÁN EN ESPAÑA, GRECIA E ITALIA

Es difícil definir el concepto de “calidad del azafrán” ya que hay demasiados parámetros por estudiar. De manera simplificada, todos estos parámetros pueden englobarse en dos grandes grupos: parámetros intrínsecos (que determinan las características propias de la especia) y extrínsecos (que son externos a la especia). Entre los parámetros intrínsecos se encuentran dos subgrupos: parámetros físico-químicos como la humedad, el contenido en cenizas, el poder colorante, etc., determinados mediante algunas técnicas analíticas y los parámetros organolépticos determinados con el análisis sensorial. En relación a los parámetros extrínsecos, los controles de calidad pretenden certificar que no se producen adulteraciones y que los contenidos de flora microbiana y pesticidas se encuentran por debajo de los límites establecidos por la legislación. En este apartado se recopilan todas las técnicas empleadas en las tres regiones para establecer la calidad del azafrán.



Arriba: Flores de azafrán en la típica cesta española (foto ULCM)
Al lado: Flor de azafrán (foto ULCM)

A4.1 DETERMINACIONES FÍSICO- QUÍMICAS

Este grupo incluye los parámetros más utilizados por lo que se refiere al control de la calidad del azafrán, como el poder colorante o el contenido de humedad. La diferencia más importante entre las tres

regiones depende de la normativa que regula la certificación de varios parámetros. Mientras en Cerdeña se emplean las técnicas basadas en la Farmacopea Europea, en Grecia y España se usa como referencia la Norma ISO/TS 3632. En España se utilizan también otras normas y reglamentos en los que se plantean distintos objetivos: certificar la calidad del azafrán de exportación y del que se vende en el mercado interno o garantizar y tutelar el azafrán producido en las diversas denominaciones geográficas protegidas.

La información disponible sobre las determinaciones físico-químicas está estructurada en tres apartados: técnicas basadas en la Farmacopea Europea, técnicas basadas en la especificación técnica ISO/TS 3632 y, por último, técnicas basadas en otras especificaciones técnicas.

A4.1.1 TÉCNICAS BASADAS EN LA FARMACOPEA EUROPEA

En la región productora de Cerdeña, se emplean técnicas basadas en la Farmacopea Europea y en métodos desarrollados por investigadores de la región. Dichos métodos certifican que los diferentes parámetros se encuentran dentro de los límites establecidos por la legislación, como se indica en la siguiente tabla.

Parámetro	Límite admitido
Pérdida de peso (% p/p)	No superior al 10%
Poder colorante (A – 440 nm)	No inferior a 0,44
Cenizas totales (% p/p)	No superior al 7%
Crocinas (% p/p)	No inferior al 7,28%

Tabla 6. Parámetros establecidos por la legislación italiana en materia de azafrán.

A4.1.1.1 Determinación de la pérdida de peso durante el secado

Se realiza empleando una estufa con circulación forzada de aire a una temperatura de 105 °C. Una muestra de 0,2 g exactos de azafrán en hebra se introduce en una cápsula de aluminio de 10 cm de diámetro y se hace secar a la temperatura indicada hasta alcanzar un peso constante. Con el peso inicial y final, se calcula para cada muestra el porcentaje de la pérdida de peso durante el secado.

A4.1.1.2 Determinación de las cenizas totales

Ésta se realiza según la descripción de la Farmacopea Europea, sobre muestras de azafrán en hebra secadas en estufa a 105 °C hasta que alcancen un peso constante. Una muestra de azafrán (con peso exacto) se coloca en una cápsula de porcelana y se quema sobre llama directa. El peso de las cenizas obtenidas se expresa en porcentaje respecto al peso de la especia seca. Los valores encontrados para las producciones de San Gavino Monreale son todos inferiores al límite máximo y están comprendidos entre 4,98% y 5,60%.

A4.1.1.3 Determinación de las sustancias extraíbles con n-hexano

Este test se realiza sobre muestras de azafrán en hebra secadas en estufa a 105 °C hasta que alcancen un peso constante, mediante tratamiento en frío con n-hexano en un percolador en columna. Al final de la extracción, la sustancia residual se seca con corriente de nitrógeno y se pesa. La variación del peso se expresa en porcentaje de materia seca de obtención de azafrán. Los datos cuantitativos obtenidos se encuentran entre 0,89% y 1,09%.

A4.1.1.4 Determinación del poder colorante

Este exámen se realiza según las indicaciones de la Farmacopea Europea, sobre muestras de azafrán triturado secadas a 105 °C hasta alcanzar un peso constante y tratadas con un volumen determinado de agua bidistilada durante un tiempo dado. El poder colorante del azafrán se determina midiendo la absorbancia a 440 nm de la solución extraída oportunamente diluida. Las mediciones de la absorbancia se realizan con un espectrofotómetro UV -Vis de doble haz.

A4.1.1.5 Extracción del safranal e hidrólisis de la picrocrocina

En un matraz de 50 ml, dotado de un agitador mecánico y refrigerante con reflujo, se colocan 5,00 g de azafrán seco, desgrasado y finamente pulverizado junto con 30 ml de n-hexano. La suspensión se mantiene en agitación a la temperatura de reflujo del solvente, protegida de la luz y bajo una ligera atmósfera de nitrógeno. Transcurridas tres horas, se deja enfriar a temperatura ambiente y se separa la fracción sobrenadante mediante un filtrado por aspiración con filtros Hewlett - Packard cod. HP - 5181-1246 de 0,45 µm. El residuo sólido se lava tres veces con 10 ml de solvente fresco, recuperando cada vez las soluciones de lavado y uniéndolas al primer filtrado. A la solución obtenida se añade una cantidad determinada de fencona (standard interno) y se realizan los análisis cromatográficos en fase gaseosa para determinar la cantidad de safranal contenido en la especia, según el procedimiento descrito por Moretti et al. La sustancia residual,

después de la eliminación del solvente mediante un ligero flujo de nitrógeno, se somete a destilación bajo corriente de vapor en presencia de álcali (NaOH 0,1 N) en un aparato de Clevenger. La fase aceitosa que se forma durante el proceso de extracción se recoge en la parte graduada del condensador que contiene un volumen determinado de xileno puro, agregado con una cantidad determinada de fencona (estándar interno). Concluida la destilación del aceite esencial, se determina el incremento de volumen de la fase orgánica que, después de la deshidratación sobre sulfato de sodio anhidro, se pesa y se transfiere a recipientes de vidrio oscuro conservados a una temperatura de 4°C hasta el momento de la determinación cromatográfica en fase gaseosa del safranal, formado por la hidrólisis de la picrocrocina contenida en la especia.

A4.1.1.6 Determinación cromatográfica en fase gaseosa del Safranal

Ésta se realizan con un cromatógrafo en fase gaseosa Carlo Erba HRSGC serie Mega 5300 dotado de un detector de ionización de llama (FID) conectado con un integrador Hewlett - Packard 3396 serie II y dotado de una columna capilar de Carbowax 20M de fase ligada sobre sílice fundida (15 m x 0,25 mm; espesor de la película 0,25 mm). Los análisis se realizan bajo las siguientes condiciones: temperatura de la cámara termostática programada entre 50 y 180 °C, con un incremento de 3 °C/mn, una isoterma inicial de 8 mn y una fase final de 20 mn; temperatura del bloque de inyección y del detector a 200 y 220 °C respectivamente. El gas portador utilizado es el helio a un flujo de 0,5 ml/min. La determinación cuantitativa del safranal se realiza empleando la técnica del estándar interno. En las muestras analizadas se encontraron cantidades comprendidas entre 3,83% y 4,82%.

A4.1.1.7 Extracción de los componentes característicos de la especia

Las pruebas de extracción se realizan empleando metanol a temperatura ambiente. Se colocan 100 mg de especia seca, desgrasada y pesada con una balanza de precisión en un matraz graduado que contenga 25 ml de metanol anhidro y una armadura magnética. Se mantiene el todo en agitación (600 rpm) a temperatura ambiente, en ausencia de luz y en atmósfera de nitrógeno hasta obtener un residuo incoloro. Al final del proceso de extracción, la especia obtenida se separa de la solución de extracción mediante un filtrado al vacío y se lava con metanol fresco hasta que las aguas de lavado resulten incoloras. Éstas se unen a la solución de extracción y se llevan al volumen de dilución deseado, mientras que el residuo se seca en un horno a 105 °C hasta alcanzar un peso constante.

Los valores obtenidos para la especia desecada anteriormente se encuentran alrededor del 70% con un mínimo de 67,63% y un máximo de 72,25%. Los datos en la literatura que hacen referencia al extracto acuoso total varían entre 55% y 60%.

A4.1.1.8 Determinación de la crocina, de la picrocrocina y del safranal en los extractos metanólicos

La determinación cuantitativa de los componentes característicos del azafrán se realiza a través de mediciones de la absorbancia sobre los extractos metanólicos de la especia, oportunamente diluidos, a las siguientes longitudes de onda:

- 440 nm para la crocina;
 - 318 nm para el safranal ;
 - 257 nm para la picrocrocina
- empleando como blanco el mismo solvente presente en el extracto.

Las mediciones de absorción se realizaron con un espectrofómeto UV-VIS de doble haz. Los datos cuantitativos se calcularon haciendo referencia a los valores de A (1%, 1 cm). Las leyes en vigor establecen un límite no inferior a 0,44 para la absorbancia a 440 nm de solución extractiva obtenida tratando 0,10 g de azafrán con 5 ml de agua, diluyendo posteriormente 1 ml de solución madre a 500 ml. Los valores de absorbancia a 440 nm de los extractos acuosos del azafrán producido en San Gavino Monreale se encuentran comprendidos entre 0,96 y 1,13. Los datos cuantitativos obtenidos con la medición de la absorbancia a 440nm de los extractos metanólicos del azafrán evidencian un contenido de crocinas, expresada en crocina 4, de entre 17,54% y 19,27%. Los datos cuantitativos de la picrocrocina están comprendidos entre 24,54% y 30,09%.

A4.1.2 TÉCNICAS BASADAS EN LA NORMA ISO 3632

La ISO (Organización Internacional de Normalización) publicó la especificación técnica ISO/TS 3632 2003 (partes 1 y 2, sobre especificaciones y test para el azafrán). La norma ISO del azafrán ha sido modificada tres veces (1980, 1993 y 2003) desde su creación en 1975. El texto de la norma ha sido mejorado sucesivamente desde la primera edición y se ha adaptado al comercio internacional de la especia. La edición del 1980 establecía tres categorías comerciales con niveles de tolerancia para el contenido de restos florales del rango de entre el 7 y el 20%. Por lo que se refiere a las condiciones químicas, permitía una humedad máxima del 14% para el azafrán en hebra y del 8% para el azafrán en polvo. Establecía además los valores mínimos para el contenido de cenizas totales, extracto soluble en agua fría y contenido de nitrógeno. Por último, indicaba los valores mínimos relativos al poder colorante, medidos mediante la absorbancia de una solución acuosa del azafrán a 440 nm. Dicha solución acuosa era la suspensión obtenida antes del filtrado durante la determinación del extracto soluble en agua fría según el procedimiento descrito en la norma ISO 941: 1980.

Con la edición siguiente, de 1993, se redefinían las categorías comerciales anteriores y se establecían los parámetros para determinar la calidad de la especia en el marco del comercio internacional del azafrán. Los parámetros principales eran el poder colorante, la picrocrocina y el safranal. De hecho, esta nueva edición de la norma establecía cuatro categorías diferentes de azafrán (I - IV) clasificadas en base al poder colorante y a la picrocrocina. Los valores mínimos de poder colorante para cada categoría eran respectivamente: 190, 150, 110 y 80. Se introdujo un nuevo método para determinar las crocinas, la picrocrocina y el safranal. Ésto fue posible gracias a la espectrofotometría, que se sigue utilizando, con algunas modificaciones. Por otro lado, la norma ajustaba los contenidos máximos de humedad y materias volátiles e introducía nuevos valores para la celulosa. Las especificaciones eliminaban además los criterios de portecentajes mínimos para el extracto soluble en agua fría y nitrógeno.

La versión del año 2003 introduce cambios importantes, solicitados por las empresas del sector, especialmente en lo que se refiere a la detección de las adulteraciones.

En cuanto a las categorías de calidad del azafrán en hebra, triturado o en polvo, éstas pasan de cuatro a tres y se diferencian por su poder colorante a 440 nm (190, 150 y 100), de manera que la categoría IV de la norma anterior queda eliminada ya que un producto con menos de 100 unidades de poder colorante no debe considerarse azafrán. Con la nueva norma, el criterio "contenido máximo de cenizas insolubles" para las tres categorías fue unificado, las especificaciones relativas al nitrógeno y a la celulosa bruta se eliminaron, así como las referencias al poder amargo de la picrocrocina y safranal determinados a 257 y 330 nm respectivamente sobre extractos acuosos de azafrán.

Tanto el azafrán producido en la región de Kozani (Grecia) como el azafrán proveniente de La Mancha (España) están inscritos en la ISO 3632, categoría I (condición de máxima calidad) desde que sus producciones demostraron superar los criterios establecidos en las especificaciones técnicas.

Características	Categorías		
	I	II	III
Restos florales (% en masa), % max.	0,5	3	5
Materias extrañas (porcentaje en masa seca), % max.	0,1	0,5	1,0

Tabla7. Clasificación del azafrán en función de las condiciones físicas establecidas en la Especificación Técnica ISO 3632-1

Características	Especificaciones Categorías		
	I	II	III
Contenido en humedad y materias volátiles (% en masa), % max.			
Azafrán en hebra	12	12	12
Azafrán molido	10	10	10
Cenizas totales (% sobre masa seca), % max.	8	8	8
Cenizas insolubles en ácido (% sobre masa seca), % max.	1,0	1,0	1,5
Extracto soluble en agua fría, (% sobre masa seca), % max.	65	65	65
E 1% 1 cm 257 nm sobre base seca, min. (valor máximo de absorción de picrocrocina)	70	55	40
E 1% 1 cm 330 nm sobre base seca: Min.	20	20	20
Max. (valor máximo de absorción de safranal)	50	50	50
Poder colorante E 1% 1 cm 440 sobre base seca, min. (A esta longitud, la absorción de la crocina es máxima)	190	150	100
Colorantes ácidos artificiales hidrosolubles	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Tabla8. Clasificación del azafrán en función de las condiciones físico-químicas establecidas en la Especificación Técnica ISO 3632-1.

A4.1.2.1 Humedad y componentes volátiles del azafrán

Actualmente, la ISO tiene publicada la Norma ISO 939:1980 que establece el método para determinar la humedad de los condimentos y de las especias. Éste método no puede aplicarse en el caso del azafrán ya que requiere cantidades demasiado elevadas para realizar los análisis. Por esta razón, se introdujo en la Especificación Técnica ISO/TS 3632-2:2003, párrafo 7, un método específico para determinar este parámetro en el azafrán.

La determinación de la humedad y de los componentes volátiles del azafrán tanto en hebra (entera o triturada) como molido, se realiza siguiendo el siguiente procedimiento: con una balanza de precisión se pesan, con una tolerancia de $\pm 0,001$ gramos, 2,5 gramos exactos de azafrán sobre un vidrio de reloj previamente bien secado. El vidrio de reloj con la muestra se coloca en un horno a $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 16 horas. La determinación de la humedad y de los componentes volátiles se hace según la fórmula $WHV = (m_0 - m_1) \times (100 / m_0)$, donde m_0 es la masa inicial de la muestra en gramos y m_1 es la masa de la muestra después del secado, siempre en gramos.

El material seco se conservará para la determinación sucesiva de las cenizas totales y de las cenizas insolubles en ácido, según lo establecido en las normas ISO 928:1997 e ISO 930:1997 respectivamente.

A4.1.2.2 Cenizas totales sobre materia seca

Tomando dos gramos de la muestra de azafrán (ya empleada para determinar la humedad) y siguiendo el protocolo ISO 928: 1997 se puede calcular el porcentaje de cenizas totales que es alrededor del 8%. El procedimiento empleado es el siguiente: pesar con precisión de 0,1 mg, alrededor de 2 g (m_{c1}) de muestra sobre un cápsula de porcelana. Calentar la cápsula durante 1 hora en un horno mufla a $550 \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, enfriarla en el desecador y a continuación, pesarla con precisión de 0,1 mg (m_{c0}). Colocar la cápsula sobre una placa calefactora hasta la carbonización de la muestra. A continuación, introducir la cápsula en el horno de mufla a $550 \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 2 horas; enfriar y humedecer las cenizas con gotas de agua que se dejarán evaporar en baño termostático hasta su secado. Recalentar la cápsula en el horno de mufla a $550 \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 1 hora y pesar cada 30 minutos hasta alcanzar una masa constante (m_{c2}) (repetir las operaciones de calentamiento, enfriamiento y peso hasta cuando la diferencia entre masas sucesivas no supere 0,5 mg).

Las cenizas totales, expresadas en porcentaje de masa, se calculan en base a la fórmula $WCT = (m_{c2} - m_{c0}) \times 100 / (m_{c1} - m_{c0})$, donde m_{c0} es la masa en gramos de la cápsula vacía calentada, m_{c1} es la masa en gramos de la muestra analizada y m_{c2} es la masa en gramos de la cápsula y de las cenizas totales.

A4.1.2.3 Cenizas insolubles en ácido sobre materia seca

La determinación del contenido de cenizas insolubles en una solución acuosa ácida se realiza para el azafrán en hebra o molido según el protocolo ISO 930 : 1997. El contenido máximo de cenizas insolubles en ácido, expresado en materia seca, se encuentra alrededor del 1%. El conjunto de cenizas insolubles en ácido se define como proporción de las cenizas totales que quedan después de haber sido tratadas con ácido clorhídrico y de haber calentado la muestra hasta obtener un peso constante.

Se añaden 15 ml de solución de ácido clorhídrico diluido al conjunto de cenizas totales en la cápsula empleada para su preparación. Se calienta la solución durante 10 minutos mediante un baño termostático de agua hirviendo, cubriendo la cápsula con un vidrio de reloj. Se filtra el contenido de la cápsula con un papel de filtro sin cenizas. Se lava el papel de filtro con agua caliente para eliminar el ácido clorhídrico, y esto se verifica añadiendo una solución de nitrato de plata. La ausencia de turbidez cuando se añade una parte de solución de nitrato de plata al filtrado indica la ausencia de ácido clorhídrico. Se vuelve a colocar el papel de filtro sobre la cápsula y se incinera en el horno de mufla a 550 ± 25 °C durante una hora. Se vuelve a pesar la cápsula hasta obtener una masa constante a intervalos de 30 minutos, Se repiten las operaciones de calentamiento, enfriamiento y peso hasta cuando la diferencia entre pesos sucesivos no supere 0,5 mg.

Las cenizas insolubles en ácido, expresadas en porcentaje de masa, se calculan en base a la fórmula $WCI = (m_{c3} - m_{c0}) \times 100 / (m_{c1} - m_{c0})$, donde m_{c0} es la masa en gramos de la cápsula vacía, m_{c1} es la masa en gramos de la muestra y m_{c2} es la masa en gramos de la cápsula y de las cenizas insolubles en ácido. El resultado se indicará con dos cifras decimales y en porcentaje.

A4.1.2.4 Restos florales

Por "restos florales del azafrán" se entiende los filamentos amarillos (estilos) libres y separados, el polen, los estambres, partes de los ovarios y otras partes de la flor del azafrán (*Crocus sativus* Linnaeus)

La cantidad de restos florales se determina de la siguiente manera: se pesan sobre una balanza de precisión con un margen de tolerancia de $\pm 0,01$ gramos, 3g exactos de azafrán. La muestra se extiende sobre una hoja de papel gris. Se separan los restos florales de los estigmas con una pinza, se transfieren y se pesan sobre un vidrio de reloj previamente secado y pesado. El cálculo de la cantidad de restos florales se hace en base a la fórmula $WRF = (m_{v2} - m_{v1}) \times (100 /$

m_0), donde m_0 es la masa en gramos de la muestra de azafrán, m_{v1} es la masa en gramos del vidrio de reloj y m_{v2} es la masa en gramos del vidrio de reloj que contiene los restos florales.

A4.1.2.5 Materias extrañas

Por "materias extrañas" se entiende: las hojas, los tallos, el esparto y cualquier otra materia vegetal. Las únicas materias minerales permitidas son arena, tierra y polvo, que serán eliminadas según el procedimiento descrito en la norma ISO 927:1982.

Se pesa sobre una balanza de precisión con un margen de tolerancia de $\pm 0,01$ gramos, una muestra de 3 g. A continuación se extiende la muestra sobre una hoja de papel gris. Las materias extrañas se separan del azafrán con la ayuda de una pinza, se transfieren y se pesan sobre un vidrio de reloj previamente pesado. El cálculo del contenido de materias extrañas se hace en base a la fórmula $WME = (m_2 - m_1) \times 100 / m_0$, donde m_0 es la masa en gramos de la muestra de azafrán, m_1 es la masa en gramos del vidrio de reloj y m_2 es la masa en gramos del vidrio de reloj que contiene las materias extrañas. El resultado se indica con dos cifras decimales y en porcentaje (m/m).

A4.1.2.6 Extracto soluble en agua fría sobre materia seca

El contenido máximo en extracto soluble en agua fría, expresado en términos de materia seca, se determina sobre dos gramos de azafrán siguiendo el protocolo ISO 941:1980. Dicho extracto es más o menos del 65%.

El procedimiento a seguir es el siguiente: pesar 2g de muestra con una precisión de 1 mg. Transvasar la muestra a un matraz graduado de 100 ml. Llenar con agua de tercer grado según la norma ISO 3696:1996 y cubrir el matraz. Agitar por un minuto cada 30 minutos, durante 8 horas. Dejar reposar durante 16 horas sin agitar. Filtrar el extracto a través de un papel de filtro de porosidad media. Tomar una muestra alícuota de 50ml y transferirla a una cápsula previamente secada y pesada con una precisión de 1 mg. Hacer evaporar sobre un baño de agua hirviendo hasta que se seque. Calentar la cápsula con el extracto en un horno a 103 ± 2 °C durante 1 hora. Enfriar en el desecador y pesar. Repetir los procesos de calentamiento, enfriamiento y peso hasta cuando la diferencia entre masas consecutivas sea inferior a 2 mg.

El extracto soluble en agua fría, expresado en porcentaje de masa y relativo a la materia seca se establece según $WES = (m_f - m_0) \times 20.000 / m \times (100 - H)$, donde m_f es la masa de la cápsula con el extracto, m_0 es la masa de la cápsula, m es el peso de la muestra y H es el contenido de humedad de la muestra en porcentaje. El resultado se expresa en porcentaje (m/m) con dos cifras decimales.

A4.1.2.7 Extracto etéreo

El extracto etéreo se define como el conjunto de sustancias obtenidas a partir del éter de petróleo en las condiciones indicadas en el método. El método puede llevarse a cabo con un equipo de extracción continua o con un extractor soxhlet. Se introduce un papel de filtro en un pequeño cartucho del equipo de extracción continua o en el extracto soxhlet y se pesa 1 g de muestra secada con precisión de 1 mg. Se introduce el cartucho en el extractor. Se añade 50 ml de éter de petróleo al vaso de extracción o 150 ml al matraz redondo del soxhlet. Se extrae durante una hora y media en el equipo de extracción continua u 8 horas con el sistema soxhlet. Se hace evaporar el solvente y transvasar al vaso del equipo de extracción continua o al matraz redondo y se coloca en el horno por 30 minutos a 103 ± 2 °C. Se enfría en el secadero hasta alcanzar la temperatura ambiente y entonces se pesa.

El extracto etéreo, que se expresa en porcentaje en masa de la muestra inicial seca, se calcula en base a la fórmula $WEE = [(M1 - M0)/M] \times 100 \%$, donde M1 es la masa del vaso de extracción o del matraz redondo con el extracto etéreo, M0 es la masa del vaso de extracción o del matraz redondo vacíos y M es la masa de la muestra seca de azafrán. El resultado se expresa con dos decimales y en porcentaje.

A4.1.2.8 Nitrógeno

El procedimiento a seguir está ilustrado en la norma ISO 1871: 1975 "Productos agrícolas alimenticios – Indicaciones generales para la dosificación del nitrógeno mediante el método kjeldahl". Pesar 1 g de muestra en el tubo de digestión con una precisión de 10 mg. Añadir tres pedazos de catalizador Kjeldahl (Cu-Se) (1,5% $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ + 2% Se) en cada tubo. Añadir 25 ml de ácido sulfúrico en cada tubo. Calentar la muestra a 420 °C. Una vez alcanzada esta temperatura, mantener durante una media hora controlando que la solución permanezca limpia y transparente. Retirar los tubos de la unidad de gestión y dejar enfriar por 15 minutos a temperatura ambiente. Añadir 50 ml de agua destilada en cada tubo. Conectar el tubo frío al destilador y añadir 120 ml de hidróxido de sodio al 32%. Accionar el destilador, recogiendo 150 ml de destilado en un matraz de erlenmeyer de 250 ml que contenga 25 ml de solución de ácido bórico al 4% con indicador. Valorar los 150 ml de destilación con ácido clorhídrico 0,25 N hasta que aparezca el color rojo.

El porcentaje de nitrógeno sobre la muestra se obtendrá en base a la expresión $\text{Nitrógeno } \% = (N \times v) \times (1.4 / M)$, donde v es el volumen de ácido clorhídrico 0,25 N en ml, N es la normalidad exacta de la solución de HCl 0,25 N y P es el peso de la muestra en gramos. El resultado se expresa con dos cifras decimales y en porcentaje (m/m).

A4.1.2.9 Espectrometría UV-Vis

Este método permite determinar las principales características del azafrán, en cuanto al contenido de picrocrocina, safranal y crocina. Los productores y las empresas en Grecia y España emplean el método indicado en el párrafo 14 de la Especificación Técnica ISO/TS 3632-2:2003; mientras que la Administración española (Servicio de Inspección SOIVRE) emplea el método SOIVRE para determinar el poder colorante mediante controles realizados sobre los lotes de azafrán destinado a ser exportado a países extra-comunitarios.

Especificación Técnica ISO/TS 3632-2:2003, párrafo 14

El procedimiento aplicado es el siguiente: con una balanza de precisión se pesan exactamente 500 mg de azafrán con un margen de tolerancia de ± 1 mg. La muestra se transfiere a un matraz volumétrico de 1000 ml y se añaden 900 ml de agua destilada. Se agita con un agitador magnético (a 1000 rs/min) por una hora y en ausencia de luz. Sucesivamente se añade agua hasta alcanzar un volumen de 1000 ml y la muestra se homogeneiza por agitación. 20 ml de esta solución se transfieren a un matraz volumétrico de 200 ml, se añade agua hasta la línea de nivel y la solución se homogeneiza por agitación. La solución se filtra mediante un filtro hidrófobo de politetrafluoroetileno (PTFE) con poros de un diámetro de 0,45 μm . Esta solución se coloca en una cubeta de cuarzo y se obtiene su espectro en absorbancia entre 200 y 700 nm, empleando agua como líquido de referencia. La norma contiene un ejemplo de espectro característico de dicha solución entre las citadas longitudes de onda. Cambios en este espectro indican la existencia de adulteraciones con cantidades importantes de colorantes exógenos.

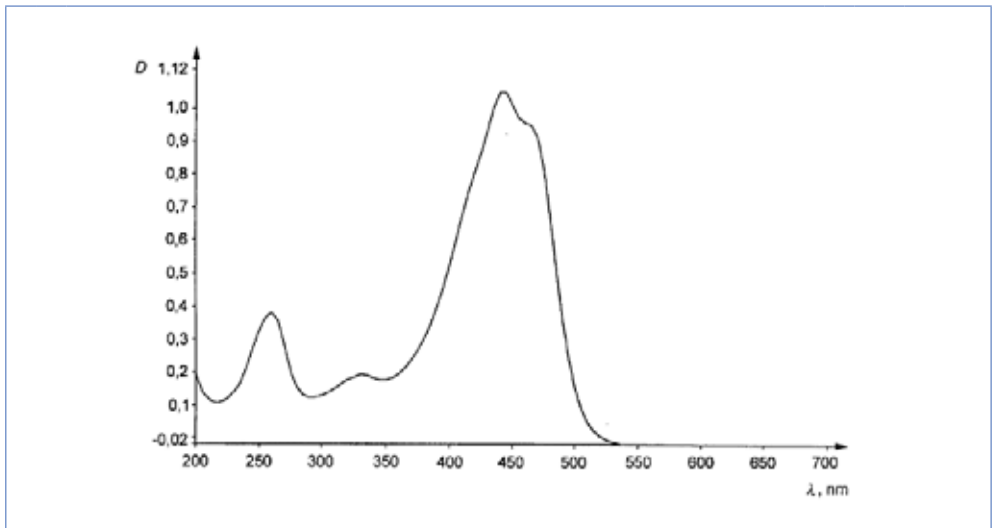


Gráfico 5. Espectro de absorción UV-Viscaracterístico de un extracto acuoso de azafrán.

Por otro lado, se determina la absorbancia a tres longitudes de onda (λ_{\max}): a 257 nm, a 330 nm y a 440 nm para determinar su poder colorante. Con estas absorbancias se obtienen los parámetros E (1%, 1 cm) a cada longitud de onda: 257 nm, 330 nm y 440 nm según la ecuación: $E (1\%, 1 \text{ cm}) = D \times 10.000/m (100 - H)$ donde D es el valor de la absorción a cada longitud de onda, m es la masa de la muestra de azafrán en gramos y H es el contenido de humedad y de materias volátiles en porcentaje de la muestra.

Este test muestra dos aspectos importantes por lo que se refiere a los resultados obtenidos para determinar el poder colorante del azafrán. Por un lado, mientras más pequeña es la partícula de azafrán después de ser molido, mayor es el valor del poder colorante. Es por ésto que hay que moler el azafrán en hebra, de manera tal que más del 95% pase a través de un cedazo con una luz de malla de 500 μm . Hay que verificar que el azafrán en polvo también respete esta condición, de lo contrario, habrá que moler la muestra hasta que las partículas alcancen la dimensión citada.

El segundo aspecto se refiere a la velocidad de agitación para la extracción de los pigmentos característicos del azafrán: mientras más alta es la velocidad, mayor es la extracción. La norma establece que se deba alcanzar 1000 revoluciones por minuto, aunque la mayor parte de los agitadores magnéticos no permiten verificar este dato. Se puede estimar que se alcanza esta velocidad cuando el torbellino generado dentro de la solución llega a la base del matraz.

A4.1.2.10 Método SOIVRE para determinar el poder colorante del azafrán

Este procedimiento de ensayo es un método rápido para determinar en menos de 2 horas el poder colorante de una muestra de azafrán. Este método se utiliza, por su rapidez en los controles realizados por la Administración Española (Servicio de Inspección SOIVRE) sobre las partidas de azafrán que se van a exportar a países no comunitarios. La principal ventaja de este procedimiento es que se realiza sobre muestra desecada, mientras que el método de la norma ISO 3632 requiere el cálculo previo del contenido en humedad y materias volátiles de la muestra, para lo que debe desecarse la muestra en estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 16 horas. Ambos procedimientos expresan el resultado sobre materia seca, pero el método SOIVRE rinde resultados de forma inmediata. Se han realizado ejercicios de confrontación para comprobar el respeto de los criterios de la normativa ISO 17025. Esto evidencia que los valores obtenidos con respecto al poder colorante con los dos métodos (ISO/TS 3632 vs SOIVRE) son muy similares y se obtiene una desviación relativa Standard siempre inferior al 2,5 %.

El proceso se puede resumir en los siguientes pasos:

Se pesan, aproximadamente 3 g de muestra y se desecan en la estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 30 minutos. Una vez desecada la muestra se procede de distinta manera en función de la forma de presentación del azafrán. El azafrán molido y desecado, se homogeneiza con una espátula, y se hace pasar por un tamiz de 0,5 mm de luz de malla, confirmando que aproximadamente el 95 % pase por dicho tamiz. El Azafrán hebra y triturado debe molerse hasta conseguir que aproximadamente el 95 % pase por un tamiz de 0,5 mm de luz de malla. Se pesa 1 gramo de muestra y se transfiere a un matraz al que se añaden 500 ml de agua de grado 3 según ISO 3696:1996. Se agita durante 15 minutos, tras los que se deja decantar la muestra 5 minutos. Se toma una alícuota de 2 ml de la zona intermedia y se enrasa a 100 ml con agua. Se realiza una lectura directa de la absorbancia a 440 nm. El valor de absorbancia se multiplica por un factor de 250 y se obtiene el valor de poder colorante de acuerdo a la expresión:

$$\text{Poder colorante } (E_{1\text{cm}}^{1\%}) = \text{Absorbancia}_{440} \times 250$$

A4.1.3 OTRAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En España, además de la Especificación Técnica ISO/TS 3632 que certifica la calidad del azafrán, se emplean otras normas, reglamentos y especificaciones técnicas que todas las empresas y productores del sector deben respetar, y que imponen criterios diferentes de la norma ISO.

NORMA SOBRE LA CALIDAD DEL COMERCIO EXTERIOR DEL AZAFRÁN (NCCEA): establece la calidad y las especificaciones para el azafrán que se exporta desde España.

Reglamentación Técnico -Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de condimentos y especias (RTS, 1984): establece las características que debe tener el azafrán importado y comercializado en el mercado español.

Denominación de Origen (DO) "Azafrán de la Mancha" (DOCE, 2001): fija las especificaciones para el azafrán con denominación protegida. La DOP comprende los azafranes producidos y secados en una zona geográfica delimitada de Castilla-La Mancha.

Reglamento técnico para la utilización de la marca "Calidad Alimentaria" para el "Azafrán de Aragón" (RT, 2003): establece las especificaciones para que el azafrán de determinadas zonas de Aragón pueda tener la marca "Calidad Alimentaria".

Cada norma o reglamento tiene sus propias especificaciones técnicas y, por consiguiente, sus respectivas definiciones de categorías y valores para varios parámetros. La siguiente tabla muestra un resumen comparativo respecto a la Especificación Técnica ISO/TS 3632:2003. Se ilustra como algunos parámetros, como por ejemplo el poder colorante del azafrán definido según la Denominación de Origen "Azafrán de la Mancha", tiene requisitos mucho más exigentes respecto a la norma ISO.

	ISO/TS 3632-2:2003			Norma sobre la calidad del comercio exterior					D.O. Azafrán de la Mancha	R.T. Azafrán de Aragón	RTS España
	Categoría										
Parámetro	I	II	III	Selecto	Río	Sierra	Standard	Coupé	--	--	--
Restos florales (% max.)	0.5	3	5	4	7	10	7	-	0.5	0.5	10
Materias extrañas (% max.)	0.1	0.5	1.0	NE					0.1	0.1	NE
Humedad -materias volátiles (%max.) - azafrán en hebra - azafrán en polvo	12 10	12 10	12 10	15 8	15 8	15 8	15 8	15 8	11 --	12 12	15 15
Cenizas totales, sobre materia seca (% max.)	8	8	8	5 - 8	5 - 8	5 - 8	5 - 8	5 - 8	8	5 - 8	8
Cenizas insolubles en ácido, sobre materia seca (% max.)	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2
Extracto soluble en agua fría, sobre materia seca (% max.)	65	65	65	NE					65	NE	NE
Extracto etéreo, sobre materia seca (% min - % max.)	NE			3.5 - 14.5	3.5 - 14.5	3.5 - 14.5	3.5 - 14.5	3.5 - 14.5	3.5-14.5	NS	3.5-14.5
Poder colorante o Crocina (E 1 cm 1% 440 nm) sobre materia seca (min.)	190	150	100	180	150	110	130	190	200	190	NE
E (1 cm 1% 257 nm) sobre materia seca (min.)	70	55	40	NE					70	70 - 150	NE
E (1 cm 1% 330 nm) sobre materia seca - mínimo - máximo	20 50	20 50	20 50	NE					20 --	20 50	NE
Colorantes artificiales ácidos hydrosolubles	ausente			NE					NS	NE	NE
Safranal (% min.)	NE			NE					65	NE	NS
Metales	NE			NE					NE	NE	As < 3 ppm Pb < 10 ppm
Celulosa bruta (% max)	NE			NE					NE	NE	6
Contenido en ácido fosfórico cenizas (%)											

NE: No especificado en la norma

Tabla 9. Comparativa de las condiciones físico-químicas del azafrán según las normas de control empleadas en España.

En las regiones productoras de Cerdeña y Castilla-La Mancha se usa el análisis sensorial con diferentes objetivos. En Castilla-La Mancha se emplea con el fin de caracterizar los distintos tipos de azafrán. En Cerdeña en cambio, el objetivo es discriminar las calidades.

A4.2.1 EN CERDEÑA

Las muestras de azafrán se presentan en cantidades homogéneas a temperatura ambiente en recipientes de vidrio cubiertos con papel aluminio, para la evaluación de las características de amargo, dulce y floral. Se prepara una solución acuosa que contiene 250 mg/l de azafrán. Durante la degustación, cada catador tiene a su disposición agua mineral con bajo residuo fijo y galletas no saladas para utilizar como neutralizadores cuando se pasa de una muestra a otra. En cada sesión de cata se presentan tres muestras como máximo.

Durante la fase de formación de los jueces del método del perfil sensorial (UNI U 590° 1950,1998), las primeras sesiones se dedican a la definición de un vocabulario común de los descriptores sensoriales, mientras las sucesivas al uso correcto de la ficha descriptiva. Los jueces entonces están listos para usar una ficha que contiene los descriptores definidos por ellos mismos (véase la ficha en el Gráfico 6). Las muestras se numeran aleatoriamente con números de tres cifras y se hace igual con el orden de presentación de las mismas durante las varias sesiones ante cada juez y en cada sesión. El empleo de la ficha permite controlar la actividad de cada juez y verificar su credibilidad, antes de pasar a la evaluación de las muestras elegidas para la definición de los perfiles sensoriales. Para la evaluación, se eligen 11 jueces que han realizado una formación específica (6 mujeres y 5 hombres) con edades comprendidas entre 26 y 55 años.

Durante la fase de formación, se elabora un vocabulario común con 10 descriptores:

- 3 descriptores para el aspecto (color rojo, amarillo, homogeneidad)
- 2 descriptores para el aroma (florado, global, picante)
- 2 descriptores para el sabor (amargo y dulce)
- un descriptor para la fragancia (floral)
- un descriptor para la sensación táctil (astringente)

Los perfiles sensoriales de los azafranes tienen el aspecto indicado a continuación.

Perfil sensorial del azafrán

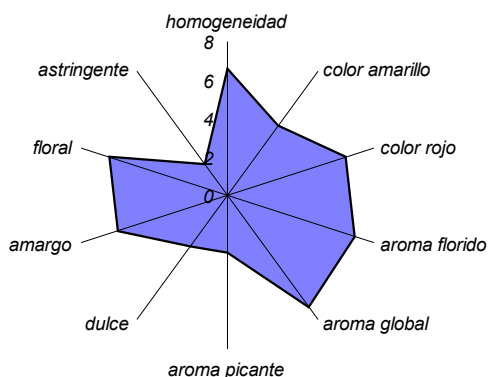


Gráfico 6. Perfil sensorial del azafrán producido en Cerdeña

A4.2.2 EN CASTILLA- LA MANCHA

El Consejo Regulador de la Denominación de Origen “Azafrán de la Mancha” cuenta con un Comité de Cata especializado que participa en la elección del mejor azafrán producido cada año. Para desarrollar su labor el Comité cuenta con una ficha y un manual de cata.

			EXLENTE	MUY BUENO	BUENO	DEFICIENTE	RECHAZABLE	TOTAL	OBSERVACIONES
VISTA	COLOR	UNIFORMIDAD	5	4	3	2	1		
		TONO	7	6	5	4	3		
		INTENSIDAD	7	6	5	4	3		
	MATERIAS ESTRÁÑAS		6	5	4	3	2		
	ASPECTO		10	8	6	4	2		
SENSACION OLFATO-GUSTATIVA	ODOR	INTENSIDAD	12	10	8	6	4		
		FRESCURA	8	7	6	5	4		
		OLORES ATÍPICOS	7	6	5	4	3		
	AROMA		8	7	6	5	4		
	AMARGOR		8	7	6	5	4		
	PERSISTENCIA DE SABORES		7	6	5	4	3		
IMPASTO	FRAGILIDAD		8	7	6	5	4		
	HUMEDAD		7	6	5	4	3		
TOTALES									

Tabla 10. Ficha de cata de la Denominación de Origen “Azafrán de la Mancha”

El azafrán se califica en base a una escala de 0 a 100 puntos. La escala se subdivide en cinco tipologías: Excelente (86 puntos o más), Muy Bueno (entre 71 y 85 puntos), Bueno (entre 56 y 70 puntos), Deficiente (entre 41 y 55 puntos) y Rechazable (40 puntos o menos). La DOP "Azafrán de la Mancha" la obtienen exclusivamente los azafranes que alcancen más de 71 puntos (puntuación mínima para la categoría "Muy Bueno") y con ningún parámetro de cata calificado en las columnas Deficiente o Rechazable.

La ficha está dividida en tres partes: aspecto, sensación olfatogustativa y textura. Los descriptores para las fases de aspecto, textura y olor de la sensación olfatogustativa se determinan sobre azafrán en hebra, mientras los demás se realizan con una suspensión acuosa. A continuación presentamos un pequeño resumen de la información recopilada en el manual de cata sobre los descriptores incluidos en la ficha de cata.

Aspecto

El aspecto representa alrededor del 35% de la escala de puntuación. Se juzga todo lo que se puede observar en la muestra bajo una lupa de por lo menos diez aumentos.

El color y sus matices, que varían en función del método de deshidratación, son los parámetros comerciales más importantes. En la ficha se les da una gran importancia, el 19% en la escala de puntuación, dividida según tres parámetros. Todos los filamentos deberán ser uniformes. La tonalidad del color será rojo granate, pero puede variar desde el rojo intenso, pasando por el rojo ladrillo y hasta el rojo naranja, a causa de la degradación de los pigmentos naturales. Existen tonalidades más oscuras que derivan de un proceso de deshidratación más intenso así como de un mayor contenido de humedad. Las muestras deshidratadas con aire caliente son más rojas y brillantes. Las tonalidades de rojo vivo granate son las más apreciadas. La intensidad del color define la gama de la sensación cromática. Ésta se apreciará si es potente y vigorosa.

Con la lupa se podrá observar si hay materias extrañas entre los estigmas: restos florales, polen, polvo u otras impurezas. Su presencia reduce la puntuación y la muestra será rechazada si hay más del 0,1% de materias extrañas, mohos o insectos.

La apariencia de la muestra comprende un conjunto de características: longitud y ancho de los estigmas, espesor de la trompeta, unión perfecta de los tres filamentos con el estilo y longitud de éste (superior a 22mm) en relación a los demás elementos. La puntuación máxima se obtiene con estigmas unidos, gruesos, anchos y homogéneos, con un estilo levemente amarillento, anaranjado o incluso color paja oscuro a causa de la deshidratación.

Sensación olfatogustativa

Ésta incluye un conjunto de parámetros como el olor, el aroma, el sabor y las sensaciones irritantes o agresivas percibidas con la boca. En este caso, el olfato y el gusto intervienen en el 50% de la puntuación total.

El olor es una sensación percibida por el olfato cuando la nariz capta directamente alguna sustancia volátil. El olor se evalúa en base a su intensidad, frescura y ausencia de olores atípicos. La intensidad se califica en relación directa con la calidad o inversa, si presenta defectos como olor a humo, a quemado, a animales, a fermentación, a rancio, a moho, a legumbres cocidas, a caucho, olores pútridos o de medicamentos, entre otros. La frescura depende del origen floral del azafrán, de los derivados de la deshidratación y de la conservación. El olor del azafrán joven es ligeramente floral, dulce y agradable aunque la intensidad varía mucho en función de la deshidratación. El olor del azafrán viejo es fuerte, picante, pesado y casi siempre con defectos de rancio, mohos y olores parecidos a productos fermentados. Un exceso de deshidratación puede dar la sensación de quemado y un no correcto almacenamiento puede provocar deficiencias de olor. El grupo de los olores atípicos en el azafrán será calificado en relación inversa a su presencia, siempre y cuando se trate de olores desagradables que no aportan un toque de distinción o apetencia.

El aroma se percibe por vía retronasal y los sabores con el azafrán en hebra o en infusión, a través de la boca. Una vez que se localiza el aroma, se clasifica en una de las familias indicadas en el manual para el olor, indicando el grupo y la intensidad.

El amargor no debe ser excesivamente intenso y debe provocar una sensación agradable y duradera. Los sabores amargos agrios, fuertes y pungentes serán penalizados.

La persistencia de sabores equivale al tiempo de permanencia de los mismos después de haber ingerido el azafrán. Los sabores deben ser iguales o parecidos a los percibidos cuando la muestra se encontraba en la boca. Se evaluará la duración de los estímulos, el gusto residual (si existe) y su naturaleza.

Textura

La fragilidad del azafrán es una propiedad mecánica de la textura relativa a la cohesión y a la fuerza necesaria para romper el estigma. Ésta se estima aplastando el estigma con los dedos después de analizar su flexibilidad. Para obtener una puntuación alta, el estigma tendrá que ser flexible y no deberá crujir cuando se intenta romperlo pues significaría que está muy seco o en un estado vítreo.

La humedad es una propiedad superficial de la textura relativa a la percepción de la cantidad de agua absorbida o liberada por el estigma. El azafrán deberá contener la cantidad de agua necesaria para que no parezca paja e impida la pérdida de colorante cuando se toca con los dedos (por el exceso de viscosidad).

A4.3 ADULTERACIONES

El azafrán es probablemente la especia que más adulteraciones ha sufrido a los largo de los tiempos por su elevado valor comercial. El azafrán puro debe estar exento de cualquier adulteración, entendiéndose como tal, por ejemplo, cualquier adición de materia mineral, aceites o melazas para incrementar su peso o la adición de colorantes para mejorar su aspecto.

La norma ISO/TS 3632:2003 establece que el azafrán se considera puro cuando respeta las condiciones indicadas en la parte 1 relativa a las especificaciones y cuando no se ha añadido ninguna materia adicional al producto natural. Con el protocolo ISO en su versión de 1993, se podían detectar solamente dos colorantes (amarillo Naftol y rojo Sudan G) mediante cromatografía en capa fina. Con la última versión (ISO 2003) no se determinan estos colorantes pero, con la técnica HPLC, se controla la presencia de otros colorantes artificiales ácidos como: amarillo de quinoleína, amarillo naftol S, tartrazina, amaranto, ponceau 4R, azorrubina, naranja II, eritrosina, rocelina y amarillo 2 G. La segunda parte de la norma incluye también el método para realizar un análisis microscópico.

A4.3.1 CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA (TLC)

La técnica de la cromatografía en capa fina permite identificar la presencia de colorantes artificiales ácidos hidrosolubles y puede ser empleada tanto con el azafrán en hebra que con el azafrán molido. Los colorantes que se pueden identificar son: amarillo de quinoleína, amarillo naftol S, tartrazina, amaranto, E 124, azorrubina, naranja II, E 127 y rojo cochinitilla. Según el protocolo ISO 3632-2 2003, el método que hay que seguir para su detección es el siguiente: la muestra se coloca en un tubo de centrifuga, se añade 10 ml de agua a 60 °C ; se deja de 10 a 12 minutos en inmovilidad y, luego, la muestra se agita, se centrifuga y el liquido sobrenadante se acidifica con 250 µL de ácido fórmico. La disolución se transfiere a la columna de extracción sólido líquido (Solid Phase Extraction-SPE) con la poliamida 6 como material de relleno. Sucesivamente, la columna se lava con agua, metanol y acetona hasta que el solvente salga de la columna SPE sin color. Después del lavado con agua hay que verificar que el pH sea neutro. Los colorantes eluyen de la columna con 5 ml de solución metanol/amoníaco 25% (95/5) y se depositan en un matraz redondo. El solvente se evapora a temperatura ambiente en un evaporador rotativo. El residuo se disuelve en 500 µl de metanol.

Para realizar el análisis cromatográfico, se emplea una solución de referencia consistente en una disolución en metanol de los colorantes que serán utilizados con una concentración de 1 g/l. Como solventes de elución se emplean dos mezclas diferentes: la primera se prepara disolviendo 2 g de citrato de sodio en

80 ml de agua, añadiendo 20 ml de amoníaco al 30%. La segunda se prepara disolviendo 0,4 g de cloruro de potasio en una mezcla de 50 ml de tert-butanol, 12 ml de ácido propiónico y 38 ml de agua. Se colocan 10 µl del extracto de la muestra y 10 µl de la solución de referencia sobre placas de celulosa. Se deja macerar con el solvente por un tiempo apropiado, con la elución 1 cerca de 45 minutos y con la elución 2 alrededor de 8 minutos.

Los colorantes que podrían encontrarse en la muestra se identifican comparando los Rf de los colorantes de la solución testigo con los del extracto de la muestra.

A4.3.2 CROMATOGRAFÍA DE LÍQUIDOS DE ALTA EFICACIA (HPLC)

Desde que se comenzó a revisar la norma ISO 3632:1993 el objetivo era desarrollar un método (a través de esta técnica) que permita detectar la presencia de colorantes artificiales ácidos hidrosolubles en el azafrán. A lo largo de todo el proceso surgieron divergencias entre los organismos de normalización españoles y franceses relativas al proceso de extracción y de ejecución de la cromatografía. La actual normativa ISO sobre el azafrán tiene rango de "Especificación Técnica" ya que, en la reunión del Comité ISO TC34/SC7 que tuvo lugar en Toledo (España) en 2002, no se alcanzó un acuerdo sobre el método a incluirse en la norma. Recientemente, durante la segunda reunión del Comité, celebrada entre septiembre y octubre de 2005 en Kalocsa (Hungría), España, Francia e Irán alcanzaron finalmente un acuerdo sobre un método HPLC consensual, basado en la propuesta inicial española y en una adaptación de la propuesta inicial francesa. Este método acaba de ser aprobado por la ISO y ya se ha dado inicio al proceso para realizar un ejercicio de inter comparación, organizado por un laboratorio español.

A continuación presentamos los dos métodos: el que está actualmente en vigor en la Especificación Técnica ISO/TS 3632:2003 y el que se incluirá en la nueva normativa ISO 3632 cuando sea publicada.

A4.3.2.1 Método ISO/TS 3632 :2003 en vigor

Según la norma ISO 3632-2 2003, el método de la cromatografía de líquidos de alta eficacia permite detectar tanto cualitativa como cuantitativamente los colorantes artificiales ácidos hidrosolubles. Los colorantes que se pueden identificar son los siguientes: amarillo de quinoleína, amarillo naftol, tartrazina, amaranto, ponceau 4R, azorrubina, naranja II, eritrosina y rojo cochinilla. El proceso para su detección es el siguiente: se colocan 500 mg de muestra en un tubo de centrífuga y se añaden 10 mL de agua a 60 °C. Se deja reposar entre 10 y 12 minutos y, sucesivamente, la muestra se agita, se centrifuga y se acidifica con 250 µL de ácido fórmico o 2 ml de ácido acético. La muestra se transfiere a una

columna de extracción líquido sólido (Solid Phase Extraction-SPE) empleando como material de relleno la poliamida 6. A continuación la muestra se lava con agua, metanol y acetona hasta cuando el solvente salga de la columna SPE sin color. Después del lavado con agua hay que verificar que el pH sea neutro. Los colorantes eluyen de la columna con 5 ml de disolución metanol/amoníaco 25% (95/5) y se colocan en un matraz redondo. El solvente evapora a temperatura ambiente en un evaporador rotativo. El residuo se disuelve en 500 µl de metanol. Posteriormente se realiza el análisis de la muestra con la cromatografía de líquidos de alta eficacia (HPLC) con detector UV-Vis de longitud de onda variable. La columna cromatográfica es del tipo C18, de longitud 25 cm, diámetro interno de 4mm, tamaño de las partículas de la fase estacionaria 5 µm y diámetro de poros de 100 Å. Los solventes de elución son dos : la primera es una solución tampón A (solución acuosa con pH 4,5 que contiene 0,001 mol/L de sulfato de hidrógeno de tetra-n-butilamonio y 0,001 mol/L de fosfato de dihidrógeno de potasio) y de acetonitrilo; la segunda es una solución tampón B (solución acuosa con pH 4,5 que contiene 0,0014 mol/L de sulfato de hidrógeno de tetra-n-butilamonio y 0,0014 mol/L de fosfato de dihidrógeno de potasio) y de acetonitrilo. El análisis para detectar los colorantes puede realizarse con dos técnicas diferentes. Con la primera, se introducen 20 µL de muestra y la elución con el primer solvente se realiza mediante cromatografía isocrática. Con la segunda técnica se introducen 20µL de muestra, pero la elución se hace mediante cromatografía de gradiente: 100% del primer solvente por 14 minutos, se pasa entonces del primer solvente al segundo y se prosigue la elución con 100% del segundo solvente por otros 10 minutos. Así con la HPLC la detección de los colorantes artificiales puede realizarse tanto cualitativa como cuantitativamente siempre que se efectúe los mismos análisis con colorantes artificiales puros con diferentes concentraciones para obtener las curvas de calibración.

A4.3.2.2 Método ISO que se desarrollará próximamente

El principio guía de este método (que acaba de ser aprobado) se basa en la extracción de los colorantes en agua caliente y en la eliminación de los pigmentos naturales del azafrán (ésteres de crocetina) mediante un tratamiento con ácido seguido por varios lavados. Los colorantes se separan y se aíslan por cromatografía en micro columna de poliamida. La identificación se efectúa por HPLC de fase inversa con sistema de detección por diodos. Además de los colorantes indicados en el método ISO/TS 3632:2003, se han incluido otros más: amarillo naftol, rojo 2G, amarillo 2G y rojo allura.

Extracción de los colorantes:

Se pesan 500 mg de azafrán triturado grueso en un tubo de centrífuga. Se añade 25 ml de agua caliente a 60 °C y se agita manualmente por 1 minuto asegurándose que todo el azafrán esté en suspensión en el agua. Se deja reposar

la solución durante 10 minutos al resguardo de la luz y se vuelve a agitar vigorosamente. El tubo se centrifuga a 4000 rpm durante 10 minutos y la suspensión se transfiere a un vaso de precipitado con la ayuda de una pipeta Pasteur. Se añaden 500 µl de ácido fórmico al 98% o 2,5 ml de ácido acético para acidificar hasta un pH próximo a 2.

En caso de interferencias a causa de un contenido elevado de estéres de crocetina en el cromatograma final, es posible utilizar un proceso alternativo para la etapa de centrifugación propuesta por España. Este proceso consiste en transferir la suspensión a un vaso de precipitado en el que se añade el ácido sulfúrico al 98% hasta obtener un pH=1 una vez concluída la centrifugación antes descrita. Se calienta la solución restante a 100 °C durante 30 minutos en un baño de agua y se transfiere a un tubo de centrifuga para centrifugar nuevamente a 4000 rpm durante 5 minutos. Se vuelve a transferir la suspensión a otro vaso de precipitado para ajustar el pH a 2 con hidróxido de sodio al 40%. A continuación se vuelve a transferir a un tubo de centrifuga para centrifugar a 4000 rpm durante 5 minutos.

Aislamiento de los colorantes

En esta etapa se emplean cartuchos de extracción en fase sólida (SPE) de poliamida. Antes que nada, se preparan los cartuchos con 10 ml de agua. A continuación se pasa el extracto de azafrán obtenido en la etapa de extracción anteriormente descrita a través del cartucho. Se lava el cartucho varias veces con 45 ml de metanol, 45 ml de acetona y 45 ml de metanol acidificado con 500 µl de ácido fórmico, con un flujo constante de 6 a 8 ml/minuto. Si se emplea el proceso alternativo de centrifugación basado en la acidificación y basificación del extracto, el volumen del reactivo de lavado puede ser de 10 ml en vez de 45 ml.

Los colorantes eluyen de la columna de poliamida con 10 ml de disolución de metanol/amoníaco 25% (95/5) y se depositan en un matraz de fondo redondo. El matraz se conecta a un evaporador rotativo donde se eliminará el solvente a una temperatura inferior a 40 °C a vacío. El residuo se vuelve a disolver en 300 µl de agua, y se filtra a través de un filtro de PTFE de 45 µm de tamaño de poro y se inyectan 50 µl en el equipo de cromatografía.

Condiciones cromatográficas

- Columna: C18 150 mm de longitud, 4,6 mm diámetro interno y 3 µm de tamaño de poro

- Flujo de la fase móvil: 0,8 ml/min

- Temperatura de la columna: 30 °C

Eluyentes

- Fase A: Pesar 1,36 g de hidrógenofosfato de potasio y añadir 900 ml de agua. Llevar a un pH de 7 mediante hidróxido de potasio 1M y ajustar el extracto con 1 litro de agua.

- Fase B: Metanol calidad HPLC

- Fase C: Acetonitrilo calidad HPLC

Etapa	Duración (min)	Fase A	Fase B	Fase C
Equilibrio	10	90	10	0
1	0	90	10	0
2	7	48	52	0
3	10	48	52	0
4	14	0	60	40
5	24	0	60	40
6	25	90	10	0

Tabla 11. Gradiente de elución

Los colorantes artificiales que podrían estar presentes en las muestras se identifican comparando los tiempos de retención y sus espectros UV-Vis entre 300 y 700 nm con los de las disoluciones patrón.

Los resultados tienen que expresarse en mg/kg con una cifra decimal. No se admitirán los resultados expresados como "presencia" o "ausencia" sin indicar el límite de detección o cuantificación.

A4.3.3 DETECCIÓN DE LOS COLORANTES ARTIFICIALES LIPOSOLUBLES (HPLC)

En España se emplea el proceso HPLC de la ISO/TS 3632 pero también otros procesos que permiten determinar un grupo de colorantes liposolubles pertenecientes a la familia del rojo Sudan (Sudan I, Sudan II, Sudan III, Sudan IV, rojo Sudan 7B y rojo Sudan G). Estos colorantes se emplean para teñir los plásticos y otros materiales sintéticos. No son aptos para el consumo humano ya que sus grupos "azo" pueden transformarse en aminas carcinógenas. Este grupo de colorantes fue detectado en mayo de 2003 en ciertos productos alimentarios que contenían pimentón en polvo. Es por esto que, en 2003, la Unión Europea alertó sobre la adición de estos colorantes a algunas especias. La alerta se extendió en enero de 2004 para incluir los colorantes Sudan II, III y IV.

Este proceso consiste en extraer los colorantes con acetonitrilo para ser posteriormente analizados cromatográficamente por HPLC (en columnas de fase inversa con detector de diodos alineados). La extracción se realiza pesando 500 mg de azafrán y añadiendo 25 ml de acetonitrilo. Se agita por 1 minuto en un homogeneizador Poltron y se filtra a través de un papel de filtro y posteriormente a través de un filtro de PTFE con una dimensión de partícula de 0,45 µm. El extracto se inyecta en un equipo HPLC, con la siguiente configuración:

- Columna: C18 250 mm de longitud, 4 mm diámetro interno y 5 µm de tamaño de partícula.
- Volumen de inyección: 50 µl
- Flujo de la fase móvil: 0,7 ml/min

Eluyentes:

- Fase A: Agua HPLC acidificada (165 ml de ácido acético en 1000 ml de agua)
- Fase B: Acetonitrilo calidad HPLC

Antes de comenzar el análisis cromatográfico la columna se prepara con 5 ml de acetonitrilo/agua (50/50) y 5 ml de agua calidad HPLC con flujo de 0,5 ml/min.

Etapa	Duración (min)	Fase A	Fase B
Equilibrio		30	70
1	0	30	70
2	30	5	95
3	40	0	100
4	52	0	100

Tabla 12. Gradiente de elución

Los colorantes artificiales que podrían estar presentes en las muestras se identifican comparando los tiempos de retención y sus espectros UV-Vis entre 300 y 700 nm con los de las disoluciones patrón.

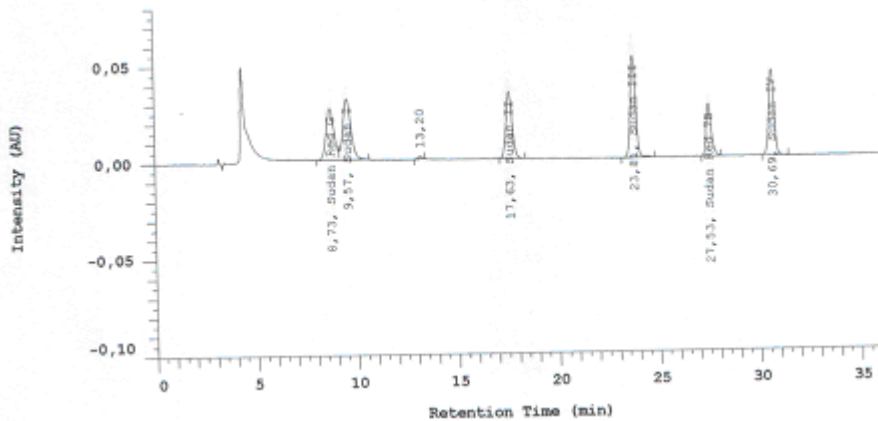


Gráfico 7. Cromatograma obtenido a 432 nm para una disolución multi patrón de 4 mg/l. El orden de la elución es rojo Sudan G, Sudan I, Sudan II, Sudan III, rojo Sudan 7B y Sudan IV

A4.3.4 ANÁLISIS MICROSCÓPICO

Este método se aplica para estudiar el azafrán en hebra o en polvo, con el objetivo de determinar si la muestra está constituida exclusivamente por estigmas de la flor *Crocus sativus* L. y, además, establecer la presencia o no de restos florales o sustancias extrañas.

Las preparaciones microscópicas se hacen conforme el protocolo de la ISO 3632 cláusula 6. Los elementos que se deben observar para asegurarse que la muestra esté constituida exclusivamente por estigmas del *Crocus sativus* L. son los siguientes:

- Restos del extremo superior de los estigmas con los epitelios.
- Restos epidérmicos de los estigmas.
- Restos epidérmicos del estilo.
- Granos de polen con diámetro de entre 80 μm y 100 μm .
- Restos del vaso de transferencia.
- Restos de los filtros.
- Granos de almidón.
- Materias inorgánicas.
- Restos celulares de materias extrañas.
- Celulas cuyo contenido mantiene el color.

A4.4 RESIDUOS DE PESTICIDAS

La Unión Europea no ha establecido límites armonizados por lo que se refiere a los pesticidas en las especias.

El azafrán griego ha sido sometido a varios controles para verificar la presencia de pesticidas organofosforados, nitrogenados o halogenados. No se ha detectado ningún residuo de estos pesticidas.

Actualmente, el marco legislativo español es el Real Decreto 280/1994 que acoge tres Directivas Comunitarias y que ha sido modificado posteriormente por el Real Decreto 198/2000 con el fin de incluir los cambios derivados de la entrada en vigor de la Directiva 97/41/CE. De este modo, España presenta LMR establecidos para 430 pesticidas para especias según la legislación consolidada en abril de 2005. El método de análisis empleado es el siguiente: los residuos de pesticidas se extraen del matraz con 100 ml de mezcla acetona/diclorometano 50/50 (v/v) mediante maceración durante 12 horas. El extracto obtenido se filtra con sulfato de sodio anhidro para absorber la humedad. El sulfato de sodio anhidro se seca con 25 ml de la mezcla acetona/diclorometano y el filtrado se seca en el evaporador rotativo a 40 °C al vacío y luego se disuelve el residuo en 5 ml de ciclohexano. La muestra se inyecta con un inyector de alto volumen dotado de carbofrit y se emplea un volumen de 10 μl . Las condiciones establecidas para la inyección, el horno y las características de la columna están recogidas en las respectivas tablas.

Temperatura (°C)	Rampa T ^a (°C/min)	Tiempo (minutos)
70	0	0,50
300	100	10,00

Tabla 13. Condiciones para la inyección

Temperatura (°C)	Rampa T ^a (°C/min)	Tiempo (minutos)
70	0	3,50
180	25.0	10,00
300	4	10,00

Tabla 14. Programa de temperaturas del horno

Fase estacionaria	CP-Sil 8 CB Low Bleed/MS
Longitud	30 m
Diámetro interno	0,25 mm
Diámetro externo	0,39 mm
Espesor del relleno	0,25 µm

Tabla 15. Características de la columna capilar

Para detectar, identificar y cuantificar los pesticidas se emplea un detector selectivo de espectrofotometría de masas con trampa de iones que opera en impacto electrónico o ionización química. Los pesticidas se identifican en base a su tiempo de retención y a su espectro de fragmentación MS/MS que es único para cada análisis.

A4.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

La Especificación Técnica ISO/TS 3632:2003 no hace referencia a especificaciones concretas relativas a la carga microbiológica.

Las técnicas microbiológicas que se aplican al azafrán griego para la detección de la carga microbiana (aerobia MC/30 °C), levaduras/mohos y colibacilos (*Escherichia coli*) son las indicadas en los protocolos ISO 4833, ISO 7954 e ISO 16649-2 respectivamente.

En Cerdeña, muestras de azafrán se sometieron a análisis microbiológicos 30, 60 y 90 días después del muestreo para verificar si durante la conservación ha habido contaminación bacteriana. Un gramo de cada muestra fue homogeneizado, la suspensión obtenida se sometió a diluciones decimales seriales, 100 μ l de cada muestra de las varias diluciones se inocularon por voleo sobre placa ROSE Bengala agar (terreno de cultivo para aislar levaduras y mohos) y por inclusión en placas de PCA (Plante Count Agar) terreno para el conteo total de los micro organismos.

La ley española remite a la Reglamentación Técnico-Sanitaria (RTS) para la elaboración, circulación y comercio de condimentos y especias ya que no existe una normativa específica para el azafrán. Según el texto de la RTS (ya citado en el apartado A4.1.3), las especias no deben contener microorganismos patógenos ni sus toxinas. Están permitidos los siguientes límites máximos: *Escherichia coli* (1 x 10¹ col/g), *Salmonella* (ausencia en 25 g), esporulas anaerobias (1 x 10³ col/g). Para la insemnación, el cultivo y el conteo detallado de microorganismos según la RTS es necesario realizar una preparación (de una muestra común) a partir de la cual se seguirán procedimientos específicos para cada caso. Para obtener la dilución madre, hay que pesar alrededor de 25 gramos de azafrán en condiciones estériles en un Stomacher y añadir 225 ml de agua de peptona tamponada. Se introduce la preparación en la Stomacher durante 1 minuto para homogeneizarla, obteniendo una dilución madre con una relación de dilución 10-1 (1:10). A continuación se coloca 1ml de la dilución madre en una pipeta estéril y se diluye a 10 ml con agua de peptona. Se homogeneiza obteniendo una dilución decimal 10-2 (1:100).

Conteo de *Escherichia coli*

La determinación de *Escherichia coli* se realiza por conteo del número de colonias desarrolladas en una placa del medio de cultivo sólido previamente insemnado con una cantidad determinada de muestra por un tiempo y a una temperatura de incubación determinados (44,5 °C y 24 horas).

El método de análisis es el siguiente: fundir el medio de cultivo Tergitol B.C.I.G. en un baño de agua caliente. Dejar enfriar a 45 °C y mantener a esta temperatura. Tomar 1 ml de cada dilución preparada anteriormente (10-1, 10-2) y colocar sobre varias placas de Petri. Añadir el medio de cultivo Tergitol B.C.I.G.

a 45 °C sobre la inoculación contenida en la placa Petri. Agitar levemente con movimientos circulares de translación para homogeneizar la muestra. Dejar solidificar a temperatura ambiente y cubrir la placa en posición invertida a 44,5 °C durante 24 horas. El método se realiza por duplicado. Transcurridas las 24 horas de incubación se cuentan todas las colonias de color azul desarrolladas en la placa.

El número de E. coli presentes en 1 g de muestra se calcula multiplicando el valor medio de las dos placas insemnadas por el factor de dilución aplicable en cada caso.

Conteo de Clostridium sulfito reductores

La determinación se basa en el conteo del número de colonias desarrolladas en un tubo que contiene el medio de cultivo adecuado y una cantidad de muestra conocida. El procedimiento se lleva a cabo dejando pasar un cierto tiempo y a una temperatura de incubación determinados en condiciones de anaerobiosis.

El método de análisis es el siguiente: tomar 4 tubos de medio de cultivo Agar SPS y fundir totalmente en un baño de agua caliente, reduciendo la temperatura del baño hasta 45 °C, en el que se mantendrán hasta su empleo. Una vez homogeneizadas las diluciones 10-1 y 10-2, tomar una muestra de unos 5 ml mediante una pipeta estéril que se introduce en tubos Pirex estériles. Calentar los tubos en un baño de agua a 80-85 °C durante 5 minutos. Una vez terminado, sembrar la muestra en cada tubo Agar SPS (1 ml de la dilución 1 :10 y 1 ml de la dilución 1 :100, ambas doble) y homogeneizar la mezcla. Cubrir la superficie del tubo con una capa de vaselina estéril y dejar solidificar a temperatura ambiente. Los tubos se incuban a 46 °C durante 48 horas en condiciones de anaerobiosis. Transcurridas las 48 horas, se cuentan todas las colonias negras desarrolladas en los tubos.

El número de Clostridium sulfito reductores contenidos en 1 g de muestra se calcula midiendo los datos obtenidos, multiplicando el número de colonias desarrolladas por el factor de dilución aplicable en cada caso.

Identificación de Salmonella

El procedimiento se basa en la determinación de la presencia o ausencia de salmonella después de haber completado un proceso pre-enriquecimiento, immune concentration, aislamiento e identificación bioquímica y serológica.

En pocas palabras, el método de análisis empleado es el siguiente: pesar 25g de muestra estéril en un Stomacher y añadir 225 ml de agua de peptona tamporada. Colocar la muestra así preparada en la Stomacher para homogeneizarla por 1 minuto. Poner en incubadora a 37 °C de 16 a 24 horas. A continuación, se produce la immune concentration en un equipo mini VIDAS con cartuchos I.C. Salmonella de Biomerieux. Tomar una inoculación de la immune concentration con un isopo estéril e insemnar aisladamente en hileras sobre agar Hecktoen y

agar SM ID. Las placas se incuban a 37 °C durante 24 horas.

Las colonias de color rojo sobre agar SM ID, de color verde azul con o sin centro negro sobre agar Hecktoen, se consideran sospechosas. Si hay colonias con estas características es necesario proceder a su confirmación bioquímica efectuando un test API-20E.

A5 **COMERCIALIZACIÓN Y DESARROLLO DEL CONSUMO DE AZAFRÁN**



A5 COMERCIALIZACIÓN Y DESARROLLO DEL CONSUMO DE AZAFRÁN

A5.1 ESTUDIO ECONÓMICO GLOBAL

A5.1.1 COSTES DE PRODUCCIÓN

A5.1.1.1 Costes directos o variables

Los costes directos incluyen los costes constituidos por el gasto devengado por aquellos factores de producción utilizados o destruidos durante un proceso productivo que tiene una duración de un año. Se pueden clasificar en:

- **COSTES EXTERNOS**, correspondientes al pago para la adquisición de aquellos factores de producción que la empresa agrícola requiere del mercado para llevar a buen término el cultivo, y que dan lugar a una factura. Concretamente, como costes externos, se entienden los siguientes aprovisionamientos:
 - o Fertilizantes.
 - o Productos fitosanitarios contra plagas y enfermedades.
 - o Materiales vegetales de propagación (cormos).
 - o Agua de riego, de pozo propio de la explotación agrícola que pagará la factura de electricidad consumida.
 - o Materias primas diversas. En este grupo, muy heterogéneo, se incluyen las mallas de plástico (utilizadas en las siembras).
 - o Servicios realizados con maquinaria para la protección fitosanitaria.



Arriba: Recolección (foto UCLM)

Allado: flores y stigmas (foto UCLM)

- **COSTES CALCULADOS.** Se incluyen bajo este término el coste de aquellos factores de producción que, aún teniendo un coste externo original, no son consumidos totalmente durante un solo ciclo de cultivo. Por ello, se ha de calcular la parte de coste proporcional a cada consumo parcial que se haga de ellos. Estos costes se refieren a:
 - o **Mano de obra.** Por mano de obra, se entiende el colectivo de trabajadores que intervienen en el proceso productivo prestando a este un servicio o utilidad. Los costes que genera la mano de obra pueden ser fijos o variables, atendiendo al sistema de remuneración que se adopte como contraprestación a sus servicios. Si la remuneración se establece en función del volumen de actividad, es coste variable, y, en caso contrario, es fijo.
 - o **Tractores, aperos y equipos agrícolas.** La maquinaria agrícola es un elemento de producción que se destruye parcialmente durante el proceso productivo, devengando una serie de costes directos e indirectos como consecuencia de su utilización. Consecuentemente, el coste de su utilización es parte de los costes en que se incurre en la producción agrícola.

A5.1.1.2 Ingresos brutos

Se define ingreso bruto del cultivo a los ingresos recibidos, resultando de la venta fuera de la explotación agrícola del producto principal y, en su caso, de los productos secundarios, o subproductos.

Los precios de venta de los productos y subproductos han sido obtenidos del análisis del mercado.

A5.1.1.3 Margen bruto

De conformidad con la decisión 85/377/CEE de la Comisión, del 7 de junio de 1985 por la que se establece una tipología comunitaria de las explotaciones agrícolas, para calcular el margen bruto estándar hay que tener en cuenta los siguientes criterios:

- se entiende por margen bruto de una actividad agrícola el valor de la producción bruta, del que se deducen determinados costes directos específicos.
- La producción bruta es igual a la suma del valor del producto o productos principales y del producto o productos secundarios.

Los costes directos que deben deducirse de los ingresos brutos para calcular el margen bruto.

A continuación, se encuentran las tablas relativas a los costes de producción, a los ingresos y al margen bruto correspondientes a cinco años de cultivo de azafrán a partir del momento de la plantación de cormos en los tres países (Grecia, España e Italia).

Operaciones de cultivo					
	Fecha	Cantidad	Unidad	Valor	Total (€)
Preparación del terreno					
	julio				
Alzado discos		1	pase	42	42
Cultivador		2	pase	27	54
Enterramiento del abonado en profundidad					
	julio				
Estiércol		20	t	18	361
Gradeo		1	pase	33	33
Siembra directa					
	septiembre				
Rodillo desterronador		1	pase	7	7
Máquina para la plantación de cormos		1	pase	150	150
Cedazo Girfil 120-96-R4-2128		12500	ml	0,025	313
Cormos		6.000	kg	2,1	12.621
Recolección					
	octubre				
Recolección de flores		2,6	kg	385	1.000
Monda		2,6	kg	314	815
Secado		2,6	kg	12	31
Total Operaciones de cultivo					15.428
Rentas					
Azafrán (10% de humedad)		2,6	kg	1.036	2.694
Ingresos totales					2.694
Resumen					
Costes					15.428
Ingresos					2.694
Margen bruto					- 12.733

Tabla 16. Costes de producción, ingresos y margen bruto en el año 0 de cultivo en España

Operaciones de cultivo					
	Fecha	Cantidad	Unidad	Valor	Total (€)
Rastrillado	septiembre				
Rastra		1	pase	9	9
Abonado de cobertera	diciembre				
Suspensión 4-16-10		0,4	t	174	70
Escarda	diciembre				
Distribución de fitosanitarios		1	aplicación	7	7
pendimetalina 33% (Stomp LE)		5,0	l	12	60
Riego	febrero-abril				
Agua		1500	m ³	0	81
Herbicidas	junio				
Distribución de fitosanitarios		1	aplicación	7	7
Pendimetalina 33% (Stomp LE)		5,0	l	12	60
Recolección	octubre				
Recolección de flores		13,0	kg	385	5.000
Monda		13,0	kg	314	4.076
Tostado		13,0	kg	12	156
Total operaciones de cultivo					9.526
Ingresos					
Azafrán (10% de humedad)		13,0	kg	1.036	13.471
Ingresos totales					13.471
Resumen					
Costes					9.526
Ingresos					13.471
Margen bruto					3.945

Tabla 17. Costes de producción, ingresos y margen bruto en los años 1 y 2 de cultivo en España

Operaciones de cultivo					
	Fecha	Cantidad	Unidad	Valor	Total (€)
Rastrillado	septiembre				
Gradeo		1	pase	9	9
Esparcimiento abonado en superficie	diciembre				
Suspensión 4-16-10		0,4	t	174	70
Escarda	diciembre				
Distribución de fitosanitarios		1	aplicación	7	7
Pendimetalina 33% (Stomp LE)		5,0	l	12	60
Riego	febrero-abril				
Agua		1500	m ³	0	81
Escarda	junio				
Distribución de fitosanitarios		1	aplicación	7	7
Pendimetalina 33% (Stomp LE)		5,0	l	12	60
Recolección	octubre				
Recolección de flores		9,8	kg	385	3.770
Monda		9,8	kg	314	3.073
Secado		9,8	kg	12	118
Total operaciones de cultivo					7.254
Rentas					
Azafrán (10% de humedad)		9,8	kg	1.036	10.155
Ingresos totales					10.155
Resumen					
Costes					7.254
Ingresos					10.155
Margen bruto					2.901

Tabla 18. Costes de producción, ingresos y margen bruto en el año 3 de cultivo en España

Operaciones de cultivo					
	Fecha	Cantidad	Unidad	Valor	Total (€)
Rastrillado	septiembre				
Gradeo		1	pase	9	9
Esparcimiento abonado en superficie	diciembre				
Suspensión 4-16-10		0,4	t	174	70
Escarda	diciembre				
Distribución de fitosanitarios		1	aplicación	7	7
Pendimetalina 33% (Stomp LE)		5,0	l	12	60
Riego	febrero-abril				
Agua		1500	m ³	0	81
Escarda	junio				
Distribución de fitosanitarios		1	aplicación	7	7
Pendimetalina 33% (Stomp LE)		5,0	l	12	60
Recolección	octubre				
Recolección de flores		6,5	kg	385	2.500
Monda		6,5	kg	314	2.038
Secado		6,5	kg	12	78
Operaciones de cultivo totales					4.910
Rentas					
Azafrán (10% de humedad)		6,5	kg	1.036	6.735
ingresos totales					6.735
Resumen					
Costes					4.910
Rentas					6.735
Margen bruto					1.826

Tabla 19. Costes de producción, ingresos y margen bruto en el año 4 de cultivo en España.

Operaciones de cultivo					
	Fecha	Cantidad	Unidad	Valor	Total (€)
Esparcimiento abonado en superficie	diciembre				
Suspensión 4-16-10		0,4	t	174	70
Escarada	diciembre				
Distribución de fitosanitarios		1	aplicación	7	7
Pendimetalina 33% (Stomp LE)		5,0	l	12	60
Riego	febrero-abril				
Agua		1500	m ³	0	81
Escarada	junio				
Distribución de fitosanitarios		1	aplicación	7	7
Pendimetalina 33% (Stomp LE)		5,0	l	12	60
Recolección dei Cormos	octubre				
Arado profundo		8	ora	27	216
Operador		24	ora	11	260
Total operaciones de cultivo					760
Rentas					
Disposición de cormos (ninguna selección)		10.000	kg	1	12.020
Ingresos totales					12.020
Resumen					
Costes					760
Ingresos					12.020
Margen bruto					11.260

Tabla 20 Costes de producción, ingresos y margen bruto en el año 5 de cultivo en España.

Operaciones de cultivo					
	Fecha	Cantidad	Unidad	Valor	Total (€)
Preparación del terreno					
	julio				
Discos para roturación		1	pase	35	35
Cultivador		2	pase	22	45
Abonado cobertera					
	julio				
Estiércol		20	t	15	299
Gradeo		1	arado	27	27
Plantación					
	septiembre				
Ruelo		1	pase	6	6
Máquina para la plantación de cormos		1	pase	125	125
Cedazo Girfil 120-96-R4-2128		12500	m	0,025	313
Cormos		5.500	kg	1,7	9.383
Recolección					
	octubre				
Recolección de flores		1,0	kg	325	325
Monda		1,0	kg	260	260
Secado		1,0	kg	10	10
Total operaciones de cultivo					10.827
Rentas					
Azafrán (10% de humedad)		1,0	kg	665	665
Ingresos totales					665
Resumen					
Costes					10.827
Ingresos					665
Margen bruto					- 10.162

Tabla21.Costesdeproducción,ingresosymargenbrutoenelaño0decultivo en Grecia

Operaciones de cultivo					
	Fecha	Cantidad	Unidad	Valor	Total (€)
Rastrillado	septiembre				
Gradeo		1	pase	9	9
Abonado de cobertera	diciembre				
Suspensión 4-16-10		0,4	t	174	70
Escarda	diciembre				
Distribución de fitosanitarios		1	aplicación	7	7
Pendimetalina 33% (Stomp LE)		5,0	l	12	60
Riego	febrero-abril				
Agua		1500	m ³	0	81
Escarda	junio				
Distribución de fitosanitarios		1	aplicación	7	7
Pendimetalina 33% (Stomp LE)		5,0	l	12	60
Recolección	octubre				
Recolección de flores		9,0	kg	325	2.925
Monda		9,0	kg	260	2.340
Secado		9,0	kg	10	90
Total operaciones de cultivo					5.648
Rentas					
Azafrán (10% de humedad)		9,0	kg	665	5.985
Ingresos totales					5.985
Resumen					
Costes					5.648
Ingresos					5.985
Margen bruto					337

Tabla 22. Costes de producción, ingresos y margen bruto en los años 1 y 2 de cultivo en Grecia

Operaciones de cultivo					
	Fecha	Cantidad	Unidad	Valor	Total (€)
Rastrillado	septiembre				
Gradeo		1	pase	9	9
Abonado de cobertera	diciembre				
Suspensión 4-16-10		0,4	t	174	70
Escarda	diciembre				
Distribución de fitosanitarios		1	aplicación	7	7
Pendimetalina 33% (Stomp LE)		5,0	l	12	60
Riego	febrero-abril				
Agua		1500	m ³	0	81
Escarda	junio				
Distribución de fitosanitarios		1	aplicación	7	7
Pendimetalina 33% (Stomp LE)		5,0	l	12	60
Recolección	octubre				
Recolección de flores		11,0	kg	325	3.575
Monda		11,0	kg	260	2.860
Secado		11,0	kg	10	110
Total operaciones de cultivo					6.838
Rentas					
Azafrán (10% de humedad)		11,0	kg	665	7.315
Ingresos totales					7.315
Resumen					
Costes					6.838
Ingresos					7.315
Margen bruto					477

Tabla 23. Costes de producción, ingresos y margen bruto en el año 3 de cultivo en Grecia

Operaciones de cultivo					
	Fecha	Cantidad	Unidad	Valor	Total (€)
Rastrillado	septiembre				
Gradeo		1	pase	9	9
Abonado cobertera	diciembre				
Suspensión 4-16-10		0,4	t	174	70
Escarda	diciembre				
Distribución de fitosanitarios		1	aplicación	7	7
Pendimetalina 33% (Stomp LE)		5,0	l	12	60
Riego	febrero-abril				
Agua		1500	m ³	0	81
Escarda	junio				
Distribución de fitosanitarios		1	aplicación	7	7
Pendimetalina 33% (Stomp LE)		5,0	l	12	60
Recolección	octubre				
Recolección de flores		5,0	kg	325	1.625
Monda		5,0	kg	260	1.300
Secado		5,0	kg	10	50
Total operaciones de cultivo					3.268
Rentas					
Azafrán (10% de humedad)		5,0	kg	665	3.325
Ingresos totales					3.325
Resumen					
Costes					3.268
Ingresos					3.325
Margen bruto					57

Tabla24. Costes de producción, ingresos y margen bruto en el año 4 de cultivo en Grecia

Operaciones de cultivo					
	Fecha	Cantidad	Unidad	Valor	Total (€)
Distribución de fitosanitarios		1	aplicación	7	7
Pendimetalina 33% (Stomp LE)		5,0	l	12	60
Riego	febrero-abril				
Agua		1500	m ³	0	81
Escarda	junio				
Distribución de fitosanitarios		1	aplicación	7	7
Pendimetalina 33% (Stomp LE)		5,0	l	12	60
Recolección dei Cormos	octubre				
Arado profundo		8	ora	27	216
Operador		24	ora	11	260
Total operaciones de cultivo					760
Ingresos					
Disposición de cormos (ninguna selección)		10.000	kg	1	12.020
Ingresos totales					12.020
Resumen					
Costes					760
Ingresos					12.020
Margen bruto					11.260

Tabla 25. Costes de producción, ingresos y margen bruto en el año 5 de cultivo en Grecia

Operaciones de cultivo					
	Fecha	Cantidad	Unidad	Valor	Total (€)
Preparación del terreno	primavera/ verano				
Dosis de abonado	octubre	3	pase	10	30
Dosis de abonado	octubre	2	t	150	300
Arado	agosto/ septiembre	2,5	pase	10	25
Fresado	agosto/ septiembre	1	pase	10	10
Trazado de surcos	agosto/ septiembre	2,4	pase	10	24
Plantación	agosto/ septiembre				
Cormos		600	kg	10	6.000
Plantación manual		30	pase	10	300
Recolección	noviembre				
Recolección de flores		30	trabajo manual	10	300
Monda y secado		105	trabajo manual	10	1.050
Total operaciones de cultivo					8.039
Rentas					
Azafrán (10% de humedad)		0,5	kg	4.000	2.000
Ingresos totales					2.000
Resumen					
Costes					8.039
Rentas					2.000
Margen bruto					- 6.039

Tabla 26. Costes de producción, ingresos y margen bruto en el año 1 de cultivo en Cerdeña (por 1000 m² 50-55 cormos/m²)

Operaciones de cultivo					
	Fecha	Cantidad	Unidad	Valor	Total (€)
Escarda	octubre noviembre marzo				
Escarda y fresado		27	pase	10	270
Recolección	noviembre				
Recolección de flores		75	trabajo manual	10	750
Monda y fresado		200	trabajo manual	10	2.000
Total operaciones de cultivo					3.020
Rentas					
Azafrán (10% de humedad)		1	kg	4.000	4.000
Ingresos totales					4.000
Resumen					
Costes					3.020
Ingresos					4.000
Margen bruto					980

Tabla27.Costesdeproducción,ingresosymargenbrutoenelaño2decultivoenCerdeña
(por 1000 m² 50-55 cormos/m²)

Operaciones de cultivo					
	Fecha	Cantidad	Unidad	Valor	Total (€)
Escarda	octubre noviembre marzo				
Escarda y fresado		27	pase	10	270
Recolección					
Recolección de flores	noviembre	110	trabajo manual	10	1.100
Monda y fresado	noviembre	250	trabajo manual	10	2.500
Total operaciones de cultivo					3.870
Rentas					
Azafrán (10% de humedad)		1,5	kg	4.000	6.000
Ingresos totales					6.000
Resumen					
Costes					3.870
Ingresos					6.000
Margen bruto					2.130

Tabla28.Costesdeproducción,ingresosymargenbrutoenelaño3decultivoenCerdeña
(por 1000 m² 50-55 cormos/m²)

Operaciones de cultivo					
	Fecha	Cantidad	Unidad	Valor	Total (€)
Escarda	octubre noviembre marzo				
Escarda y fresado		27	pase	10	270
Recolección					
Recolección de flores	noviembre	75	trabajo manual	10	750
Monda y secado	noviembre	200	trabajo manual	10	2.000
Arranque de Cormos	mayo - junio	35		10	350
Total operaciones de cultivo					3.370
Rentas					
Cormos		1000		10	10.000
Azafrán (10% de humedad)		1	kg	4.000	4.000
Ingresos totales					14.000
Resumen					
Costes					3.370
Rentas					14.000
Margen bruto					10.630

Tabla 29. Costes de producción, rentas y margen bruto en el año 4 de cultivo en Cerdeña (por 1000 m² 50-55 cormos/m²)

A5.1.1.4 Índices técnico-económicos

A continuación se muestra un análisis de producción en función los tres parámetros más importantes: operaciones de cultivo, materias primas y mano de obra. Se han determinado los tres índices técnico-económicos siguientes:

- gastos/costes globales de producción (%): este índice representa el coste (porcentaje) de los tres parámetros analizados (operaciones de cultivo, materias primas y mano de obra) respecto a los costes globales de producción
- equivalente del producto principal/Kg (%): este índice representa la cantidad (en kg de azafrán) generada por los costes en relación a cada parámetro (operaciones de cultivo, materias primas y mano de obra)
- gastos/ingresos totales (%): este índice representa el coste (porcentaje) de los tres parámetros analizados (operaciones de cultivo, materias primas y mano de obra) respecto a los ingresos totales

	Italia	España	Grecia
Gastos vs. Costes globales de producción (%)	100%	100%	100%
Operaciones de cultivo	11%	1%	2%
Materias primas	13%	31%	34%
Mano de obra	75%	68%	64%
Equivalente del producto principal (kg)	3,5	45,7	49,6
Operaciones de cultivo	0,4	0,6	0,8
Materias primas	0,5	14,1	17,1
Mano de obra	2,6	31,0	31,7
Gastos vs. Ingresos totales (%)	60%	81%	72%
Operaciones de cultivo	7%	1%	1%
Materias primas	8%	25%	25%
Mano de obra	45%	55%	46%

Tabla30. Índices técnico-económicos

A5.1.2 ESTUDIO DE VIABILIDAD

Análisis dinámico de la inversión

Más indicativo que los índices anteriores son los parámetros que a continuación se calculan. Éstos se refieren a los flujos de caja en la empresa agrícola durante su vida útil. Se emplean los siguientes conceptos como métodos dinámicos de selección:

- tasa interna de rentabilidad (TIR)
- valor actual neto (VAN)
- plazo de recuperación
- índice del valor actual o ratio beneficios/inversión

El VAN se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$VAN = VA - A + \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{(1+k)^i}$$

donde:

- VAN es el valor actual neto
- VA es el valor actual de los flujos de caja
- A es el importe de la inversión
- Qi es el flujo de caja del año i
- k es la tasa de actualización

Además, se calcula el valor de k que anula el factor VAN, obteniendo de esta forma la tasa interna de rentabilidad (TIR), y determina el plazo de recuperación (plazo de recuperación en términos actuales de los importes invertidos)

	Italia	España	Grecia
Margen bruto medio (€/ ha por año)	2.009	1.707	82
Valor actual neto (VAN) (€)	8.036	8.534	577
Tasa interna de rentabilidad (TRI) (%)	121%	21%	4%
Plazo de recuperación (años)	4	4	6

Tabla 31. Índices que derivan del análisis dinámico de la inversión

A5.1.3 COSTES DE LA COMERCIALIZACIÓN

A5.1.3.1 *Compra*



Grafico8. Operaciones que forman parte del proceso de comercialización

Generalmente, la persona que comercializa azafrán compra el producto en los pueblos y en las casas de los productores, directamente o a través de corredores, a los que pagan una comisión.

En algunas ocasiones es el agricultor quien se acerca hasta el local del comercializador para vender su producto.

En el caso de los agricultores griegos, la ley establece que entreguen el producto directamente a la cooperativa.

A5.1.3.2 *Clasificación*

Los lotes adquiridos se clasifican previamente en base a la calidad, a la edad, etc.

A5.1.3.3 *Almacenamiento*

Según la tradición, el azafrán se conserva en un lugar seco y oscuro, pero puede conservarse también en cámaras frigoríficas a una temperatura de 4 °C para mantener sus características intactas por más tiempo, aunque esta práctica no es muy común. El almacenamiento no implica ningún coste directo.

A5.1.3.4 *Limpieza*

Se trata de un proceso que consiste en eliminar las materias extrañas del azafrán como restos florales, espantos, estambres, etc.

En el caso de Grecia, el proceso se lleva a cabo antes de la venta, directamente por el agricultor.

Para realizar este proceso es necesario humedecer el producto para que sea menos frágil. Incluso así, se registra un 0,5% de pérdidas por ruptura de los estigmas, pero sólo si se trata de azafrán en hebras.

A5.1.3.5 Envasado

El proceso de envasado comprende el llenado de los recipientes, el pesado, el etiquetado y el envasado en sí.

Por envasado primario se entiende la confección que contiene las hebras de azafrán. Los envases secundarios y terciarios son los que contienen otras confecciones.

Bajo pedido del cliente, es posible el envasado en blíster.

A5.1.3.6 Expedición

Se trata del proceso de expedición de la mercancía.

Además de los costes ya indicados, hay otros adicionales, como por ejemplo:

1) Procesos de análisis

A menudo se realizan algunos análisis que, según el mercado de destino, serán más o menos completos.

a) Análisis microbiológico: para detectar bacterias como la *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, etc.

b) análisis químico: para detectar tanto colorantes artificiales como la presencia de crocina, picocrocina y safranal;

c) análisis de los fitosanitarios empleados: para detectar residuos de pesticidas, insecticidas, fungicidas, etc;

d) radioactividad.

2) Tasas y otros costes

Se trata de los costes relativos a los certificados expedidos por los organismos locales o nacionales, además de la cuota directa que se abona al Consejo Regulador de la Denominación de Origen del Azafrán.

En la tabla siguiente se encuentran resumidos los costes mínimos y máximos asociados a cada una de las etapas del proceso de comercialización en España, Italia y Grecia.

	España		ITALIA		GRECIA	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Compra	0,00	13,22	-	-	-	-
Clasificación	3,01	3,01	0,00	0,00	2,50	2,50
Limpieza	9,02	18,03	0,00	0,00	7,50	15,00
Envasado primario	84,14	300,51	140,00	140,00	54,88	219,52
Envasado secundario	25,04	25,04	400,00	600,00	20,75	20,75
Envasado terciario	0,83	1,60	50,00	50,00	0,68	1,33
Expedición	18,03	18,03	110,00	140,00	18,03	18,03
Proceso analítico	6,41	8,01	65,00	65,00	5,30	6,65
Tasas y certificados	1,20	1,80	80,00	80,00	1,20	1,80
Contribución DO	0,00	60,10	0,00	0,00	0,00	50,00
Total	147,68	449,36	845,00	1.075,00	110,84	335,58

Tabla32. Costes del proceso de comercialización en España, Italia y Grecia (€/kg).

A.5.2 COMERCIALIZACIÓN Y CONSUMO

En Grecia, las ventas de azafrán en el mercado nacional representan alrededor del 13,2% de la producción total y las ventas en los mercados exteriores representan el 86,8% de la producción total.

En Cerdeña, los mercados de referencia son principalmente locales y regionales (80%). Sólo una mínima parte (20%) está destinada al mercado nacional e internacional. El azafrán sardo se vende sobre todo en lugares especializados en productos típicos y no se encuentra en las grandes cadenas de distribución.

5.2.1 MODOS DE CONSUMO

El azafrán comercializado en España se encuentra en tres formatos diferentes: en hebra, en polvo y como condimento para arroz, pasta, etc.. En el análisis del consumo (en base a los datos del IRI), se tuvieron en cuenta sólo los dos primeros tipos de comercialización, es decir, el azafrán en hebra y el molido.

En el gráfico que se encuentra a continuación se evidencia cómo en España el consumidor prefiere el azafrán en hebra respecto al molido, porque, debido al elevado precio de la especia, prefiere comprobar la calidad del azafrán mediante los filamentos. Hay también otros factores que inducen a preferir el azafrán en hebra. Por ejemplo, las amas de casa poseen conocimientos específicos sobre los modos de empleo del azafrán para aprovechar al máximo sus características organolépticas. La tabla que sigue destaca claramente la preferencia del azafrán en hebra respecto al azafrán molido.

La tabla 33 ilustra el volumen total y parcial del azafrán consumido en España (en hebra/molido).

Año	2003	2004	2005
Total	4.351	4.433	3.338
Hebras	3.051	3.086	2.383
Polvo	1.300	1.347	955

Tabla 33. Volumen total y parcial del azafrán en España (kg)

En Cerdeña, se utiliza sobre todo azafrán en polvo. Sin embargo, en estos último años, los restauradores han comenzado a introducir gradualmente el uso de azafrán en hebra en la preparación de sus platos.

A5.2.2 CONSUMO POR REGIÓN

Se han analizado los datos relativos a la cantidad de azafrán consumido en las diferentes regiones españolas. Las regiones estudiadas son las siguientes:

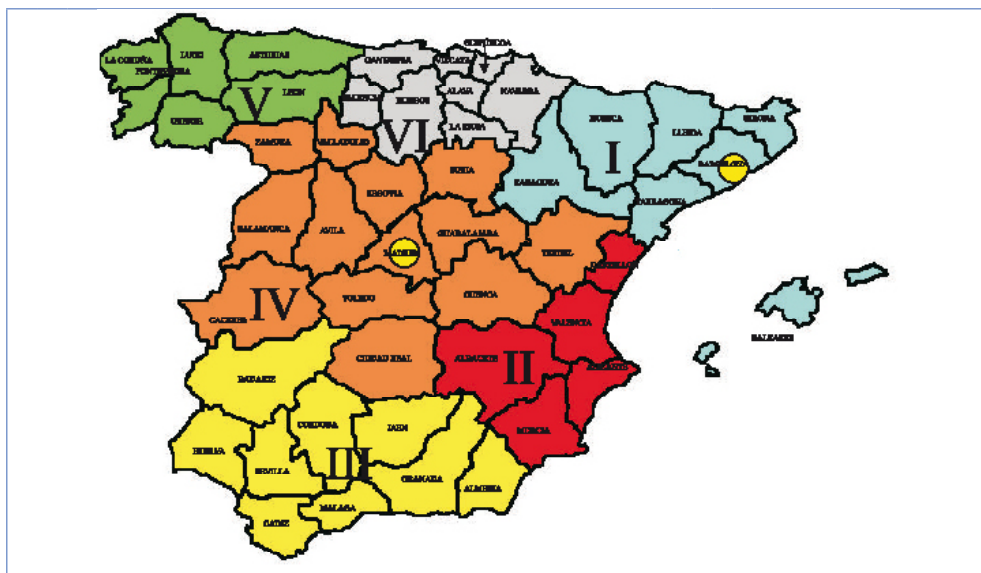


Grafico 9. Ubicación de las zonas

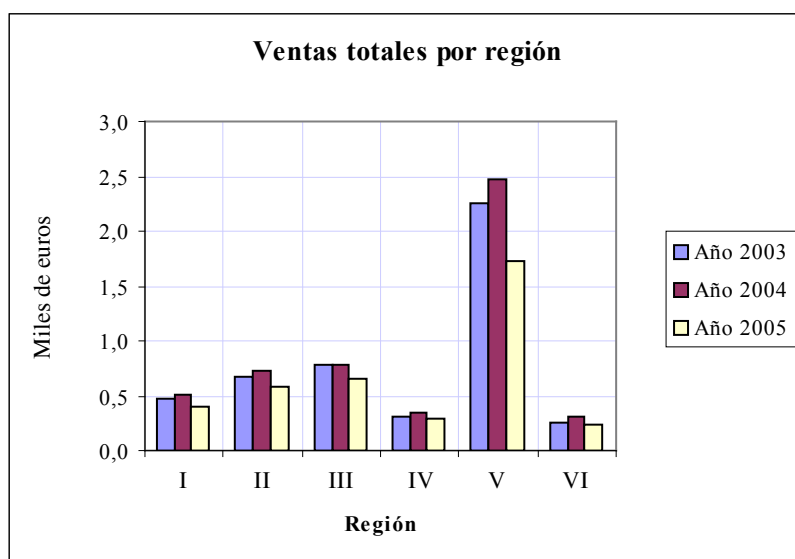


Grafico 10. Ventas totales de azafrán por región de 2003 a 2005

Como evidencia el último gráfico, el consumo mayor de azafrán en los dos formatos se registra en la zona noroeste de España: Galicia, Asturias y León. Este dato resulta extraño, ya que el empleo de azafrán se asocia normalmente a los platos típicamente mediterráneos como la paella, que es un plato típico del Levante español, y, por otro lado, indica que el azafrán no se emplea únicamente para el arroz o la pasta.

Los porcentajes individuales y medios de los tres años son siempre superiores al 70% en todas las zonas, con excepción de la zona V, donde las dos modalidades se consumen en igual medida. Esto podría deberse a la falta de oferta de azafrán en esta zona, que no refleja la demanda existente. Este hecho llevaría a los consumidores a no hacer ninguna distinción entre las diferentes modalidades de comercialización del azafrán. Además, esto indicaría que la calidad de las dos tipologías satisface de todas maneras a los consumidores de esta región.

Por lo que se refiere al análisis del consumo de azafrán en Italia, la zona más consumidora es la Zona 1 (Lombardía, Liguria, Piamonte y Valle de Aosta) que presenta el crecimiento más importante y absorbe alrededor del 50% de las ventas del mercado. El nivel de presencia del producto en los puntos de venta es estable, con excepción del sur de Italia, donde se observa una reducción anual de los puntos de venta del producto: de hecho, dado que dicha reducción se calcula en porcentaje, deriva del número de nuevos puntos de venta en el sur de Italia, mayor respecto al resto de Italia.

En Grecia, como se puede constatar en la siguiente tabla, la región más consumidora de azafrán, por lo que se refiere al mercado interior, es la ciudad de Atenas donde el porcentaje de ventas fue del 59% en el año 2005.

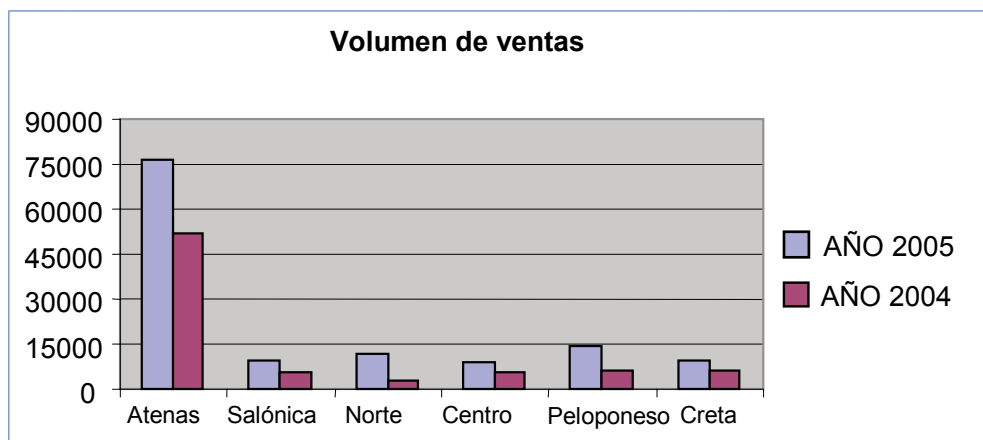


Grafico 11: Volumen total de ventas por región en Grecia

A5.2.3 CONSUMO EN BASE A LA SUPERFICIE DE VENTA

En España, se han recopilado los datos sobre las ventas de azafrán en hipermercados y supermercados, clasificados en base a la superficie comercial: de 1001 a 2500 m² grandes; de 401 a 1000 m² medianos y de 100 a 400 m² pequeños.

El gráfico que se encuentra a continuación ilustra las ventas totales y parciales distinguiendo entre hipermercados y supermercados.

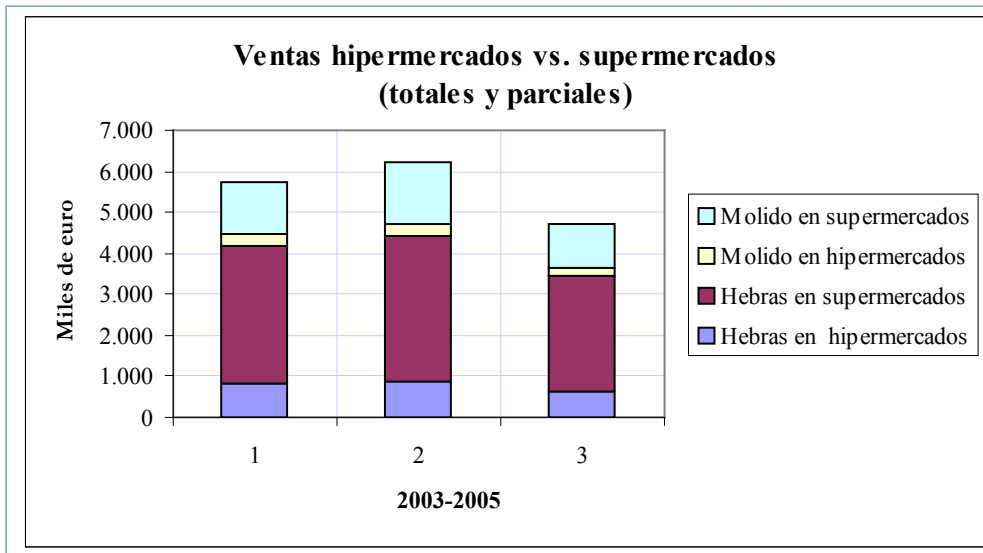


Grafico12.Ventastotales/parcialesenhipermercadosysupermercados

Como se puede apreciar en el gráfico precedente, en general, las ventas son similares en los tres años. Se constata que el consumidor que prefiere el azafrán en hebra tiende a comprarlo en un supermercado. Esta tendencia se mantiene en los tres años considerados. En concreto, los datos disponibles demuestran que los consumidores prefieren comprar la especia en pequeños supermercados. Esto hace pensar que los consumidores prefieren los hipermercados para efectuar compras más importantes y van al supermercado para las pequeñas compras, incluyendo las relativas a las especias. Otra explicación podría ser que, dado que el azafrán no es una especia de amplio consumo, representa una necesidad imprevista y, por lo tanto, se compra en el lugar más cercano, o sea, el supermercado del barrio.

En Grecia, por lo que se refiere al volumen total de las ventas de azafrán en los supermercados, se ha producido un aumento del 68% respecto al 2004. De la misma manera, el valor total de las ventas ha experimentado un aumento del 79% en el año 2005 respecto al año anterior.

En Italia, el mercado total, considerando hipermercados, supermercados y libre servicio, corresponde a 18,8 millones de euros y 12,8 millones de confecciones. El mercado registró un considerable crecimiento en el último año, más por lo que se refiere al volumen (5,1%) que por el valor (4,4%). Esta tendencia es sin duda positiva, si se compara con la más general del sector alimenticio en Italia (+1,2%) y con la del sector de referencia de las especias/hierbas/aromas (+2,1%). El crecimiento se refiere especialmente a las grandes superficies, donde el canal principal es el de los supermercados.

A5.2.4 PRECIO DEL AZAFRÁN EN FUNCIÓN DE LA REGIÓN Y A LA SUPERFICIE DE VENTA

Por lo que se refiere al precio del azafrán en España, la tabla 34 ilustra los diferentes precios del azafrán en hebra y molido en las zonas geográficas estudiadas. Como se puede observar, los dos extremos, mínimo y máximo, se encuentran en el norte de España. El precio menor se paga en la zona noreste y el mayor en la zona V Norte.

El estudio revela que el precio del azafrán en Madrid es 0,35 euros más caro que en Barcelona: el azafrán en hebra es más caro en Madrid que en Barcelona. Sin embargo, el precio del azafrán molido es idéntico en las dos ciudades. La tabla siguiente indica los valores de las ventas totales de azafrán en las dos formas comercializadas, en los hipermercados y supermercados. La información ha sido elaborada y reproducida gráficamente.

En Italia, el mercado propone un precio medio "no promo" por confección bastante estable (1,50 euros). A nivel de zona, se destaca la Zona 1 que presenta un precio medio mayor (+15%) respecto a la media del mercado y se observa un aumento del precio del 10% en la zona 2c. Respecto a las zonas 1 y 2 (Veneto y Emilia Romagna), el centro y el sur de Italia presentan un precio inferior del 25%.

Zona I- Nord-Este			
Año	2003	2004	2005
Total	1,41	1,46	1,50
Azafrán en hebra	1,42	1,48	1,52
Azafrán molido	1,36	1,41	1,41
Zona II- Levante-Este			
Año	2003	2004	2005
Total	1,38	1,38	1,29
Azafrán en hebra	1,43	1,40	1,27
Azafrán molido	1,24	1,33	1,34
Zona III- Sur			
Año	2003	2004	2005
Total	1,37	1,48	1,49
Azafrán en hebra	1,38	1,49	1,52
Azafrán molido	1,32	1,41	1,40
Zona IV-Centro			
Año	2003	2004	2005
Total	1,40	1,44	1,52
Azafrán en hebra	1,42	1,45	1,55
Azafrán molido	1,30	1,42	1,43
Zona V-Nord-Este			
Año	2003	2004	2005
Total	1,18	1,29	1,30
Azafrán en hebra	1,20	1,29	1,30
Azafrán molido	1,16	1,29	1,33
Zona VI-Norte			
Año	2003	2004	2005
Total	1,72	1,80	1,80
Azafrán en hebra	1,73	1,80	1,81
	1,65	1,81	1,81

Tabla 34. Precio del azafrán en hebra/molido por zona geográfica

A5.2.5 VENTA DE AZAFRÁN POR MARCA COMERCIAL O POR EMPRESA

Por lo que se refiere a las marcas de azafrán comercializadas en España, en la tabla siguiente está ilustrado el volumen de ventas en kg y en %.

Volumen (kg)	2003	2004	2005
Carmencita	976	1.147	960
Ducros	240	226	184
Pote Seco	1.686	1.662	1.092
Granja San Francisco	106	42	15
Dani	137	105	87
Marcas Privadas	200	213	141
Otras marcas	1.006	1.038	860
Volumen (%)			
Carmencita	22,4	25,9	28,8
Ducros	5,5	5,1	5,5
Pote Seco	38,7	37,5	32,7
Granja San Francisco	2,4	0,9	0,5
Dani	3,2	2,4	2,6
Marcas Privadas	4,6	4,8	4,2
Otras marcas	23,1	23,4	25,7

Tabla 35. Volúmenes (en kg) y porcentajes de ventas por marca en España

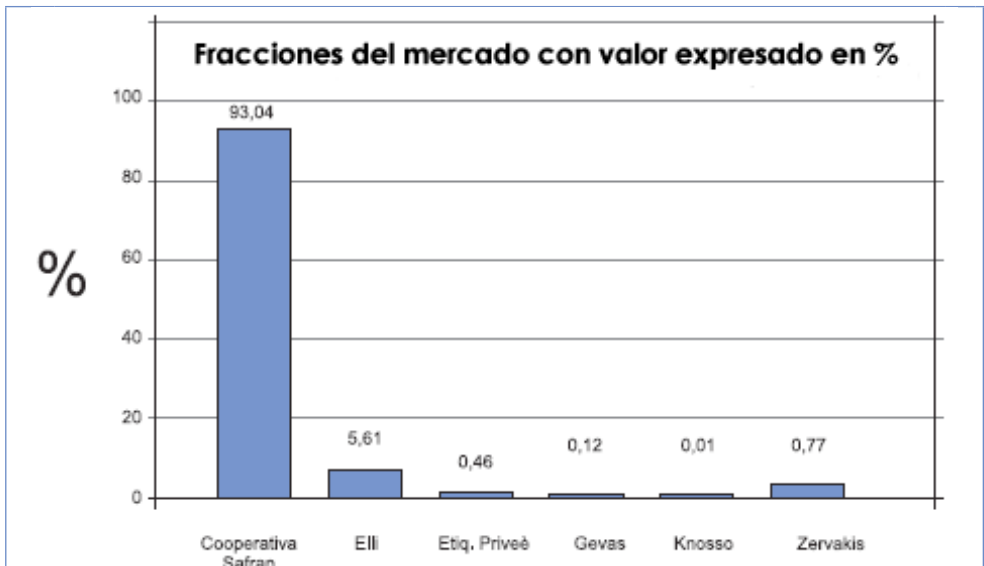


Grafico13:FraccionesdelmercadodelasempresasproductorasoiimportadorasdeazafránenGrecia

En Grecia, el volumen total de las ventas de azafrán a los supermercados griegos en los años 2004 - 2005 fue respectivamente de 77.505kg y 130.320kg. En base al volumen de negocios de la cooperativa, las ventas en el mercado griego

en el bienio 2004-2005 fueron de 262.860kg y 315.196kg respectivamente. Por lo tanto, el volumen de ventas de la cooperativa aumentó de cerca del 19,90% y, en valor, es igual al 26,40% para el 2005 respecto al 2004. La diferencia observada entre la distribución de azafrán en el mercado griego por parte de la cooperativa y las ventas de los supermercados (constatada por el IRI) se justifica porque la cooperativa abastece también otros puntos de venta de azafrán, como las farmacias, etc.. De todas formas, en los últimos años el mercado griego del azafrán está viviendo un aumento de las ventas, con una significativa participación (más del 90%) de la Cooperativa del Azafrán de Kozani a través de la venta directa al por menor.

En Italia, el mercado está caracterizado por una gran concentración: el líder del mercado es la empresa "Bonetti" con más del 50% del volumen de negocios.

Siguen las demás marcas del sector: "Aromatica", "Cameo" y "Monreale" que garantizan una concentración de más del 80% de las ventas por volumen de negocios. Las marcas "Aromatica" y "Cameo" tienen una red de distribución menos importante respecto a la "Bonetti" y proponen precios más bajos.

A nivel geográfico, hay también marcas locales, como "Zaffermec" en la zona 2; "Monreale" en la zona 3 y, en la zona 4, "Cannamela" y "Drog&Alim". Se destaca la presencia de "Marcas Privadas" en todas las zonas, con excepción de la zona 1 donde el fenómeno es menos intenso, que controla un nicho de mercado con un volumen de más del 10%.

La pérdida de cuota de la "Bonetti" en los últimos tres años ha sido a beneficio de las marcas "Monreale" y "Aromatica" que, teniendo precios más bajos, han registrado un aumento medio de las ventas.

A5.2.6 COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS PREPARADOS A PARTIR DE LA ESPECIA

Además de las formas comunes de comercialización del azafrán, en hebra y molido, difundidas en toda Europa, existen otras formas:

En España, se preparan té, dulces y chocolates al azafrán. El azafrán se emplea también como tintura. En Cerdeña, los productos preparados utilizando el azafrán son sobre todo pasta fresca, dulces y un tipo de licor. Para preparar estos productos típicos no siempre se emplea azafrán de producción local. El azafrán se emplea también como tintura para pintar la banda de seda del traje típico de Orgosolo (pueblo del centro de Cerdeña). Usar el azafrán para pintar vestidos de alta costura puede representar una forma de empleo alternativa muy rentable.

En Grecia, el azafrán se usa como ingrediente de preparados en polvo (la especia se muele con un molino especial y el polvo se envasa en bolsitas que luego se distribuyen en el mercado). El condimento con los estigmas o el polvo de azafrán se emplea para mejorar y revalorizar la calidad de algunos extractos o destilados alcohólicos locales.

A5.2.7 POSIBLES VÍAS INNOVADORAS PARA LA COMERCIALIZACIÓN DEL AZAFRÁN

Las tres regiones proponen algunos potenciales métodos innovadores para comercializar el azafrán en los diferentes mercados:

A) Creación de nuevos productos o derivados:

- sustancias colorantes (mediante la maceración de la flor, después de haber secado y liofilizado los pétalos)
- aceite esencial (perfume)
- creación de productos farmacéuticos y cosméticos (con extractos de azafrán)
- bebidas refrescantes, parecidas a la horchata de chufa, obtenidas macerando el azafrán en agua y añadiendo azúcar.
- Introducción del azafrán en la preparación de los quesos típicos
- alimentos elaborados a partir de las hojas, las flores y los cormos de la planta
- bebidas no alcohólicas y alcohólicas aromatizadas con azafrán

B) Nuevas vías de distribución en el mercado:

- crecimiento de las redes de venta al por menor con confecciones más seguras y atractivas
- desarrollo del comercio electrónico
- empleo de la planta en parques y jardines temáticos
- empleo en las florerías en los meses de octubre, noviembre y diciembre
- facilidades para el reconocimiento del producto en el mercado
- desarrollo de métodos para cubrir mejor el mercado y la distribución en almacenes situados en centros comerciales, pero también en almacenes especializados, como las farmacias.

BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA

- Abdullaev, F.I., Frenkel, G.D. (1999). Saffron in biological and medical research. In: Negbi, M. (Ed.), *Saffron: Crocus sativus L.* Harwood Academic Publishers, Australia, pp. 103–114.
- Alarcón, J. (1986). *El azafrán*. Servicio de Extensión Agraria del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España
- Alarcón, J. y Sánchez, A. (1968). *El azafrán*. Hoja Divulgatoria 13, Ministerio de Agricultura, Madrid, España.
- Alonso, G. L.; Salinas, M. R.; Varón, R. y Navarro, F. (1992). Composición mineral del azafrán (*Crocus sativus L.*). *Revista de la Escuela Universitaria de Formación del Profesorado de Albacete*. Ensayos 7, 227-231.
- Assimiadis, M.K.; Tarantilis, P.A. and Polissiou, M.G. (1998) UV-Vis, FT-Raman and ¹H NMR Spectroscopies of Cis-Trans carotenoids from Saffron (*Crocus sativus L.*). *Applied Spectroscopy*, 52, pp. 519-522.
- Azizbekova, N. SH.; Milyaeva, E. L.; Lobova, N. y Chailakhyan, N. K H. (1978). Effects of giberellin and kinetin on formation of flower organs in saffron crocus. *Sov. Plant Physiol.* 25, 471-476.
- Azizbekova, N.S.H., Milyaeva, E.L., 1999. Saffron cultivation in Azerbaijan. In: Negbi, M. (Ed.), *Saffron: Crocus sativus L.* Harwood Academic Publishers, Australia, pp. 63–71.
- Behzad, S.; Razavi, M. y Mahajeri, M. (1992). The effect of various amount of ammonium phosphate and urea on saffron production. *Acta Hort.* 306, 337-339.
- Benschop, M. (1993). *Crocus*. In: A.de Hertogh y M. Le Nard (ed.), *The Physiology of Flower Bulbs*, 257-272. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Bergman, B.B.M. (1978). *Ziekten en adwijkingen bij bolgewasse*. Deel II. Amaryllidaceae, Araceae, Begoniaceae, Compositae, Iridaceae, Oxalidaceae, Ranunculaceae. *Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, Lisse, The Netherlands*.
- Bianchi, A. y Zanzucchi, C. A. (1987). *Lo zafferano (Crocus sativus L.)*: Técnicas culturali. *Atti Soc. Nat. di Módena* 118, 31-49.
- Bonnemaison, L. (1976). *Enemigos animales de las plantas cultivadas y forestales*. Oikos, Barcelona, España.
- Botella, O.; De Juan, J.A.; Pérez, A.; Muñoz, R.y López, H. (1999). Análisis biométrico de material vegetal de azafrán. VIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, Murcia, España.

- Botella, O., de Juan, A., Muñoz, M.R., Moya, A., López, H., 2002. Descripción morfológica y ciclo anual del azafrán (*Crocus sativus* L.). Cuadernos de Fitopatología 71, 18–28.
- Buonauro R., Della Torre G., Cappelli C., Morini G., 1990. Infezioni di *Penicillium corimbiferum* sulla coltura dello zafferano in Abruzzo. *Informatore Agrario*, 46(41), 68-70.
- Cappelli C., 1994. Occurrence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* on saffron in Italy. *Phitopath. Medit.*, 33, 93-94.
- Cappelli C., Buonauro R., Polverari A., 1991. Occurrence of *Penicillium corymbiferum* on saffron in Italy. *Plant Pathology*, 40, 148-149.
- Carta C., Fiori M., Franceschini A., 1982. Il "marciume carbonioso" dei bulbi dello zafferano (*Crocus sativus* L.). Studi-Sassaresi, Sez. III. *Annali della Facoltà di Agraria dell'Università di Sassari*, XXIX, 193-197.
- Cepeda, M. (1996). *Nematología agrícola*. Trillas, Barcelona, España.
- Charalabos D. Kanakis, Dimitra J. Daferera, Tarantilis, Petros A. Moschos, G. Polissiou (2004), Qualitative determination of volatile compounds and quantitative evaluation of safranal and 4-hydroxy-2,6,6-trimethyl-1-cyclohexene-1-carboxaldehyde (HTCC) in Greek saffron. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 52, 4515-4521.
- Chen JiShuang, 2000. Occurrence and control of mosaic disease [turnip mosaic virus] in saffron (*Crocus sativus*). *Zhejiang Nongye Kexue*. 2000, 3, 132-135.
- Christie, J.R. (1982). *Nematodos de los vegetales. Su ecología y control*. Limuse, México D.F., México.
- Chrungoo, N. K. y Farooq, S. (1985). Correlative changes in carbohydrate content and starch hydrolysing enzymes in corms of saffron crocus (*Crocus sativus* L.) during dormancy and sprouting. *Biochem. Physiol. Pflanzen* 180, 55-61.
- Chrungoo, N. K.; Koul, K. K. y Farooq, S. (1983). Carbohydrate changes in corms of saffron crocus (*Crocus sativus* L.) during dormancy and sprouting. *Trop. Plant Sci. Res.* 1 (4), 295-298.
- Corradi C. y Micheli G. (1979). Caratteristiche generali dello zafferano: *Boll. Chim. Farm.* 118, 537-52.
- Currò P.; Lanuzza F. y Micali G. (1986) Valutazione della frazione volatile dello zafferano mediante gascromatografia dello spazio di testa. *Rassegna Chim.* 6, 331-34
- De Juan Valero, J.A. y Lozano Denia, M.D. (1991). Situación fitotécnica de la superficie dedicada al cultivo en secano en la zona del canal de Albacete. Tomo I. Departamento de Producción Vegetal y Tecnología Agraria. UCLM.
- De Juan, J.A.; Botella, O.; Moya, A. y Muzoz, R. (2006). Revisión bibliográfica acerca del cultivo del azafrán. En preparación.
- De Mastro, G. y Ruta, C. (1993). Relation between corm size and saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. *Acta Hort.* 344, 512-517.
- DOCM (1999). Especificaciones para los azafranes protegidos por esta Denominación de Origen, que comprende aquellos azafranes producidos en una zona geográfica delimitada de la Comunidad Autónoma de Castilla – La Mancha. 19 de Febrero de 1999. Orden de 11-02-99. Núm 10, Pág 1098-1112.
- European Pharmacopoeia (2002). 4th Ed., 2381-2382.

- Farooq, S. y Koul, K. K. (1983). Changes in gibberellin-like activity in corms of saffron plant (*Crocus sativus* L.) during dormancy and sprouting. *Biochem. Physiol. Pflanzen* 178, 685-689.
- Fernández Pérez, J. A., Escribano Martínez, J., (2000). Biotecnología del azafrán. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, Cuenca.
- Fiori M., Corda P., Carta C., (1983). *Pseudomonas corrugata* Roberts et Scarlett agente della necrosi del midollo del pomodoro (*Lycopersicum aesculentum* mill.). *Rivista di Patologia vegetale*, 19, 21-27.
- Fiori M., (1992). A new bacterial disease of *Chrysanthemum*: a stem rot by *Pseudomonas corrugata* Roberts et Scarlett. *Phitopath. Medit.*, 31, 110-114.
- Fiori M., 2002. Avversità. In: Zafferano. Storia, Cultura, Coltivazione e Impiego a San Gavino Monreale e in Sardegna. 68-73.
- Fiori M. Viridis S., Schiaffino A., (2005). A bacterial disease of saffron caused by *Burkholderia gladioli* and *Pseudomonas* spp. XII Congresso Nazionale S.I.Pa.V.Scilla (RC). In corso di stampa.
- Ferri S.; Franchi G.C.; Mazzei E.; Mirali E. y Corti P. (1997) Picrocrocín and crocetin content in four clones of saffron (*Crocus sativus* L. –Iridaceae) and some other species of Genus *Crocus*. *Acta Phytother.* 3, 34-41.
- Francesconi, A. (1973). The rotting of bulbs of *Crocus sativus* L. by *Penicillium cyclopium* Westing. *Ann. Bot.* 32, 63 – 70.
- Galigani, P.F. y Garbati Pegna, F. (1999). Mechanized saffron cultivation, including harvesting. In Negbi, M. (Ed.) *Saffron. Crocus sativus* L. Ed. Harwood Academic Publishers. Amsterdam. pg115-126.
- García Pozuelo, E. (1960). El azafrán. Cultivo y preparación. Hoja Divulgadora 4, Ministerio de Agricultura, Madrid, España.
- García-Jiménez J., Píera V. J., Alfaro García A., (1985). Los “soldatos”, una nueva enfermedad del azafrán (*Crocus sativus* L.) en España. IV Congreso nacional de Fitopatología. Sociedad española de fitopatología. Pamplona Octubre 1985, 76.
- García-Jiménez J., Alfaro García A., (1987). *Fusarium oxysporum* Schlecht. as casual agent of a seedborne disease of saffron (*Crocus sativus* L.). Proceedings of the 7th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union. September 1987, Granada (Spain), 156.
- Garrido, J. L.; Díez De Bihencourt, C. y Revilla, E. (1985). El azafrán. Agricultura, Madrid, España.
- Giaccio M. (1990). Components and features of saffron. In: Lo zafferano – Tammaro F., Marra L. ed.). pg 135-149.
- Ingram, S. J. (1969). Saffron (*Crocus sativus* L.). *Trop. Sci.* 11, 177-184.
- Ionita A., H. Iliescu, V. Jinga e E. Iordache, (1995). *Macrophomina phaseolina*, parazit periculos al plantelor de cultura posibilitati de combatere. *Probleme de Protectia Plantelor.* 1995, 23: 2, 179-196.
- ISO 3632-1/2 (1993) Normative. *Crocus sativus* L. Saffron. Ed. ISO, Geneva, Switzerland.
- ISO/TS 3632-1/2 (2003) Technical Specification. *Crocus sativus* L. Saffron. Ed. ISO, Geneva, Switzerland.

- ITAP. (1998). Especial azafrán. Boletín del Instituto Técnico Agronómico Provincial de Albacete 34, Albacete, España.
- Jiménez, J.A. (2003). Estudio de la influencia de diferentes variables agronómicas en la producción de cormos y floración anual. Control de malas hierbas mediante tratamientos químicos en el cultivo del azafrán (*Crocus sativus* L.). Trabajo Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete, España.
- Kenneth, B.T.; Thom, C. y Ferrel, D.I. (1968). A Manual of the Penicillia. Hafner Publishing Company, New York, NY, U.S.A.
- Koul, K.K. y Farooq, S. (1984). Growth and differentiation in the shoot apical meristem of the saffron plant (*Crocus sativus* L.). *J. Indian Bot. Soc.* 63: 153-160.
- Krabbendam, O. (1966). Bloembollenteelt. Deel VII. Bijgoed, N. V. Uitgevers – Mij. E.E.J. Tjeenk Willink, Zwolle, The Netherlands.
- Krause, J. (1976). *Narczyzy i Krokusy*. Panstwowe wydawnictwo. Rolnicze i Lesne, Warsaw, Poland.
- Langeslag, J.J.J. (1989) *Teelt en gebruiksmogelijkheden van Bijgoedgewassen*. Tweede Druk. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Consulentenschap Algemene Dienst Bloembollenteelt, Lisse, Netherlands.
- Le Nard, M. y De Hertogh, A. (1993). Bulb growth and development and flowering. In: A, De Hertogh y M. Le Nard (eds.). *The Physiology of Flower Bulbs*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands, pg 29-44.
- López Rodríguez, F.N. (1989). Estudio histológico de *Crocus sativus* L. Tesina de Licenciatura, Universidad Pública de Pamplona, Pamplona, España.
- Madan, C. L.; Kapur, M. B. y Gupta, U. S. (1966). Saffron. *Econ. Bot.* 20, 377-385.
- Massey L.M., (1928). Dry rot of gladiolus corms. *Phytopathology*, 18,519-531.
- Mathew, B. (1982). *The Crocus. A revision of the genus Crocus (Iridaceae)*. Timber Press, Portland, OR, USA.
- Moor, W.C.; Brunt, A.A.; Pricec D.; Rees, A.R. y Dickens, J.S.W. (1989). *Diseases of Bulbs*. 2nd edition. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London, U.K.
- Morales, E. (1922). El azafrán. Cultivo y comercio. Monografía. Catecismo del agricultor y del ganadero, nº 64, Madrid, España.
- Moretti M. D. L.; Gavini E.; Mulè A. y Pirisino G. (1996). Determinazione simultanea dei componenti caratteristici di *Crocus sativus* L. *Boll. Chim. Farm.* 135 (9), 503-506.
- Muñoz, F. (1987). *Plantas medicinales y aromáticas*. Estudio, cultivo y procesado. Mudi Prensa, Madrid, España.
- Mylyaeva, E.L. y Azizbekova, N. Sh. (1978). Cytophysiological changes in the course of the development of the stem apices of saffron crocus. *Soviet Plant. Physiol.* 25, 227-233.
- Nannizzi A.(1941). *I parassiti delle piante officinali*. Istituto poligrafico dello stato, Roma.
- NCCEA (1988) *Normas de Calidad del Comercio Exterior para el Azafrán*. Ministerio de Economía y Hacienda. B.O.E. núm. 160.

- NCCEA (1999). Normas de Calidad del Comercio Exterior para el Azafrán. Ministerio de Economía y Hacienda. Orden del 28 de Julio.
- Negbi, M. (1989). Lo zafferano: Physiological research on the saffron crocus (*Crocus sativus* L.). Proceedings of the International Conference on Saffron, L'Aquila, Italy. pg 183-294.
- Negbi, M. (1990). Physiological research on the saffron crocus (*Crocus sativus* L.). Proceedings of the International Conference on saffron (*Crocus sativus* L.), 183-207.
- Negbi, M.; Dagan, B.; Dror, A. y Basker, D. (1989). Growth, flowering, vegetative reproduction and dormancy in the saffron crocus (*Crocus sativus* L.). Israel J. Bot. 38, 95-113.
- Negbi, M. (1999). Saffron cultivation: past, present and future prospects. In: Negbi, M. (Ed.), Saffron: *Crocus sativus* L.. Harwood Academic Publishers, Australia, pp. 1-18.
- Ohashi, H. y Miyoshi, A. (1965). Physiological and ecological studies on the saffron *Crocus sativus* L.: III. On the effect of soil moisture upon the development and yield. Syoyakugaku Zasshi, 19 (2), 79-84.
- Ohashi, H.; Hayashi, T. y Miyoshi, A. (1964). Physiological and ecological studies on the saffron (*Crocus sativus* L.): I. On the difference between room and garden cultures and the influence of harvest time on yield. Syoyakugaku Zasshi 19, 33-36.
- Oromí, M. J. (1992). Biología de *Crocus sativus* L. y factores agroclimáticos que inciden en el rendimiento y época de floración de su cultivo en La Mancha. Tesis doctoral, Universidad de Navarra, Navarra, España.
- Pandey, D.; Pandey, S. y Srivastava, R. P. (1974). A note on the effect of the size of corms on the sprouting and flowering of saffron. Progr. Hort. 6 (213), 89-92.
- Papadakis, J. (1961). Climates of the World and their Agricultural Potencialities. Buenos Aires, Argentina.
- Pérez Bueno, M. (1989). El azafrán. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Pérez Bueno, M. (1995). El azafrán. 2ª edición. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Picci V., (1986). Sintesi delle esperienze di coltivazione di *Crocus sativus* L. in Italia. Atti Convegno coltivazione piante officinali. (Trento 9-10ottobre 1986): 119-157. Ist. Sper. Assest. Forest. Apicolt., Villazzano (Trento).
- Plessner, O. (1989). Environmental, hormonal and ontogenetic factors effecting corm development processes in *Crocus sativus* L. Ph. D. Thesis, The Hebrew University of Jerusalem, Israel.
- Plessner, O.; Negbi, M.; Ziv, M. y Basker, D. (1989). Effects of temperature on the flowering of the saffron crocus (*Crocus sativus* L.): induction of hysteranthly. Israel J. Bot. 38, 1-7.
- Plessner, O.; Ziv, M. y Negbi, M. (1990). In vitro corm production in the saffron crocus (*Crocus sativus* L.). Plant Cell, Tissue and Org. Cult. 20, 89-94.
- Rees, A.R. (1988). Saffron, an expensive plant product. The Plantsman 9, 210-217.
- Rees, A.R. (1992). Ornamental Bulbs, Corms and Tubers. C.A.B. Internacional, Wallingford, UK.

- Rosengarten, F. (1969). *The Book of Spices*. Livingston, Wynnewood, PA, U.S.A.
- RT (2003). Orden de 16 de junio de 2003 del Departamento de Agricultura del Gobierno de Aragón aprueba el Reglamento Técnico para la utilización de la marca "Calidad Alimentaria" para el "Azafrán de Aragón".
- RTS (1984). Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de condimentos y especias. Real Decreto-Ley 2242/1984 del 26 de septiembre.
- Rubio, P. (1980). *Estadística aplicada a la investigación agraria*. Ministerio de Agricultura. Servicio de Publicaciones Agrarias, Madrid, España.
- Rubio, P. (1985). Estudio socio-económico del cultivo del azafrán en el valle medio-alto del Jiloca turolense. Tesina inédita, Universidad de Teruel, Teruel, España.
- Rubio, P. (1997). El azafrán y la comarca del Jiloca. Centro de estudios del Jiloca, Calamocha, Teruel, España.
- Ruiz, P. (1980). *Estadística aplicada a la investigación agraria*. Ministerio de Agricultura. Servicio de Publicaciones Agrarias, Madrid, España.
- Russo, M. y Martelli, G.P. (1979). Bean yellow mosaic virus in saffron. *Phytopath. Medit.* 18, 189-191.
- Rydén, K. (1974). Crocus breaking, a disease caused by an isometric virus. *Phytopath. Z* 80, 361-365.
- Sadeghi, B.; Razavi, M. y Mahajeri, M. (1992). The effect of mineral nutrients (N. P. K.) on saffron production. *Acta Hort.* 306, 168-171.
- Sampathu, S. R.; Shivashan, K. y Lewis, Y.S. (1982). Cultivation, processing, chemistry and standarization. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 20 (2), 123-157.
- Sanna F., 2002. 3. La Tecnica di coltivazione dello zafferano a San Gavino Monreale e in Sardegna. In: *Zafferano. Storia, Cultura, Coltivazione e Impiego a San Gavino Monreale e in Sardegna*. 55-83.
- Schenk, P. K. (1970). Root rot in crocus. *Laboratorium voor Bloembollenonderzoek (Flower bulb research center)*. *Neth. J. Pl. Path.* 76, 159-164.
- Shah A., Srivastava K.K., 1984. *Horticultural Experiments and Training Centre, Chaubattia, Almora, India*. *Progressive Horticulture*. 1984; 16, 141-143.
- Serra, R. (1987). Azafrán: el oro del campo. *Periplo* 73, 52-61.
- Sud A.K., Y.S. Paul e B.R. Thakur, 1999. Corm rot of saffron and its management. *Journal of Mycology and Plant Pathology*, 1999, 29: 3, pp. 380-382.
- Tammaro F., Di Francesco L., 1978. Lo zafferano de L'Aquila. *Ist. Tecn. Propag. Agr.*, Roma, 1-20.
- Tammaro, F. (1990) *Crocus sativus L. cv. Piano di Navelli – L'Aquila (L'Aquila saffron): environment, cultivation, morphometric characteristics, active principles, uses*, Proceedings of the International Conference on Saffron (*Crocus sativus L.*) L'Aquila (Italy) October, 27-29 1989, eds. F. Tammaro and L. Marra, pp. 47-98, Università degli Studi dell'Aquila, Academia Italiana della Cucina, L'Aquila.
- Thakur R.N., Singh C., Kaul B.L., (1992). First report of corm rot in *Crocus sativus*. *Indian - Phytopathology*. 1992, 45, 2, 278.
- Tarantilis, P. Π. Polissiou,; M. and M. Manfait (1994). Separation of picrocrocin, cis/trans -

- crocins and safranal of the saffron, using photo diode array - high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography*, 664, pp.55-61.
- Tarantilis, P. A.; Polissiou; Mentzafos, M. D; Terzis, A. and Manfait, M. (1994) The structure of dimethylcrocin: *Journal of Chemical Crystallography*, 24, pp.739-742.
- Tarantilis, P. A. Morjani, H. Polissiou, M. and Manfait, M. (1994) Inhibition of growth and induction of differentiation of promyelocytic leukemia cells (HL-60) by carotenoids from *Crocus sativus* L. *Anticancer Research*, 14, pp. 1913-1918
- Tarantilis, P. A.; Tsoupras G. and Polissiou. M. (1995) Determination of saffron (*Crocus sativus* L.) components in crude plant extract using high-performance liquid chromatography-UV/Visible photodiode-array detection-mass spectrometry. *Journal of Chromatography*, 699, pp. 107-118.
- Tarantilis, P. and Polissiou, M. (1997) Isolation and Identification of the Aroma Components from Saffron (*Crocus sativus* L). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, pp. 459-462.
- Tarantilis, P. ;Beljebbal, A.; Manfait, M. and Polissiou (1998) M.FT-IR, FT-Raman spectroscopic study of carotenoids from saffron (*Crocus sativus* L.) and some derivatives. *Spectrochimica Acta, Part A*, 54 651-657.
- UNE 34013 h1 y h2. (1965). Una Norma Española. Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo. Madrid.
- Wareing, P.F. y Phillips, I.D.J. (1981). *Growth and Differentiation in Plants*. Pergamon Press, Oxford, UK.
- Winterstein E. y Teletzky I. (1992). *Helv. Chim. Acta*, 56, 1121
- Xu C.X., Ge Q.X., (1990). A preliminary study on corm rot of *Crocus sativus* L. *Acta Agriculturae Universitatis Zhejiangensis.*, 16, Suppl. 2, 241-246.
- Yamamoto W., T. Omatsu, K. Takami, (1954). Studies on the corm rots of *Crocus sativus* L. I. On the saprophytic propagation of *Sclerotinia gladioli* and *Fusarium oxysporum* f. *gladioli* on various plants and soil. *Sci. Rep. Hyogo Univ. Agric. (Agric. Ser.)*, 1, 2, 64-70.
- Zanzucchi C. (1986). La ricerca condotta dal Consorzio Comunalie Parmensi sullo zafferano (*Crocus sativus* L.) In: *Atti del Convegno sulla coltivazione delle piante officinali*, Trento, pg 347-395.

Edizioni
Nuove Grafiche Puddu

Progetto grafico
Elio Gola

