

## Azafrán I (*Crocus sativus* L.)

Gema Martín Martín

Tutora

Elena Pérez-Urria Carril

Máster en Biología vegetal aplicada por la Universidad Complutense de Madrid  
Departamento Biología Vegetal I (Fisiología Vegetal) Facultad de Biología, Universidad Complutense.  
c/ José Antonio Nováis 12. 28040 Madrid.  
[elenapuc@bio.ucm.es](mailto:elenapuc@bio.ucm.es)

**Resumen:** El presente trabajo muestra una recopilación sobre las características de *Crocus sativus* L., el azafrán, una especie, muy apreciada desde la antigüedad. Se consideran aspectos básicos botánicos y bioquímicos así como datos sobre el cultivo, y su comercialización.

**Palabras clave:** *Crocus sativus* L.. Crocina. Picrocrocina. Safranal origen. Cultivo.

### LA ESPECIE: ASPECTOS BOTÁNICOS (TAXONOMÍA)

*Crocus sativus* L. pertenece a la división de las Magnoliophytas; clase: Liliopsida; orden:Asparagales; Familia: Iridaceae y género: Crocus. Especie: *Crocus sativus* L.

El género presenta cerca de 80 especies distribuidas por el centro y sur de Europa, Norte de África y oeste de Asia. Se caracteriza por ser hierbas perennes, bulbosas, con estructuras aéreas caducas. El bulbo es sólido, en general subsférico, ovoide, simétrico, ocasionalmente estolonífero, es decir, que produce estolones o brotes laterales que pueden enraizar y dar lugar a otro individuo independiente (CASTROVIEJO, 1993).

Las hojas son todas basales, bifaciales, a veces ausentes o encerradas en las vainas en la antesis, lineares, con dos surcos en el envés y planas en el haz. Rodeadas en la base por una vaina tubulosa, formada por varios catafilos membranosos (hojas modificadas y reducidas características de órganos subterráneos como bulbos y rizomas que protegen a las yemas de las plantas) (CASTROVIEJO, 1993).

Tallo ausente. Inflorescencia con una o varias flores independientes. Flores hermafroditas, actinomorfas, erectas, cada una sobre un corto pedicelo hipogeo, a veces protegido por un profilo membranaceo. Perianto campanulado, regular, con las piezas connatas en la base formando un tubo largo y estrecho, glabro o con un anillo de pelos en la garganta, junto al área de inserción de los filamentos; tépalos de

ordinario mucho más cortos que el tubo, de oblanceolados a obovados, en general subiguales.

Las flores están provistas de un estilo filiforme que se ramifica en 3 largos estigmas enteros y dentados, de intenso color rojizo. Estambres equilaterales y libres, soldados a la boca del tubo periantico; anteras lineares, usualmente extrorsas, basifijas. Ovario tricarpelar y trilocular, subterráneo. El fruto en capsula, cilíndrica o elipsoidal, que madura a ras del suelo o sobre él. Las semillas numerosas, globosas, elipsoidales o piriformes, en general pardas o rojizas (Castroviejo, 1993).

### **LA ESPECIE: PARTES ÚTILES EN EL MERCADO**

Los estigmas desecados es el producto que se obtiene del cultivo de esta planta. Se define el azafrán como: “el producto constituido por los estigmas desecados del *Crocus sativus* L.” (DÍAZ-MARTA, 1988).

Los estigmas del azafrán es la parte verdaderamente valorada, es muy utilizado como colorante en la industria alimenticia y farmacéutica, se usa en medicina, en la industria de la perfumería y en actividades culinarias, sobre todo en los países árabes, que son los mayores receptores de las exportaciones del azafrán español (DÍAZ-MARTA, 1988).

#### **Sector alimenticio**

La utilidad que ofrece el azafrán en éste sector, va a ser para su aplicación en condimentación, como especia. Caracterizado por su sabor amargo proporcionado por compuestos como la picrocrocina, aroma y fundamentalmente por su acción colorante debida a la crocina. Esta acción colorante es la que fundamentalmente produce su demanda, debido al color con el que dota a los alimentos además de por sus propiedades como especia (HERRERO SÁNCHEZ, 2002).

#### **Sector medicinal**

El azafrán desde la antigüedad es conocido por sus singulares características y composición química, y ha sido considerado como fuente de salud debido a sus cualidades infinitas y demostradas. En la actualidad, se tiene mejor conocimiento de sus acciones y aplicaciones. Eficacia de la acción del azafrán contra enfermedades oncológicas pone de manifiesto el interés del *Crocus sativus* como potencial productora de compuesto de importancia farmacológica o industrial, de alto valor añadido (HERRERO SÁNCHEZ, 2002).

#### **Sector ornamental**

Otro sector aplicable del *Crocus sativus* es la decoración de jardines y espacios

públicos y jardinería particular, aportando una belleza incomparable y que permite realizar combinaciones mediante sus vivos colores y de aromas por su intenso olor. Esto abre una nueva vía de futuro para ésta planta, en vías de desaparición, la cual goza de fantásticas propiedades (HERRERO SÁNCHEZ, 2002).

En la producción del azafrán se utiliza únicamente el estigma de sus flores. Las demás partes florales como los tépalos, estambres y estilos no se aprovechan y constituyen un bio-residuo agrícola que supone un 90 % en masa de las flores. Existen algunos trabajos que han intentado valorizar estos bio-residuos estudiando su composición en nutrientes, la actividad antioxidante y el alto contenido fenólico obteniendo resultados atractivos con aplicaciones alimentarias (SERRANO DÍAZ, 2013).

### **COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y COMPUESTOS CARACTERÍSTICOS**

Las flores del *Crocus sativus* contienen estigmas que una vez secos se conocen como azafrán. El azafrán se utiliza como condimento para colorear, dar sabor y aromas a los alimentos (GONZÁLEZ CASTAÑÓN, 2011).

#### **Composición nutricional del azafrán**

Los valores nutricionales y los pesos que se expresan en la Tabla 1 se refieren a la parte comestible.

A dosis muy altas el azafrán se considera dotado de propiedades abortivas. Un exceso puede causar locura y dolores terribles de cabeza, sin embargo un poco es estimulante (dosis diaria máxima 1,5 g). Una dosis de 20 gramos ya puede producir intoxicación (Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida “Azafrán de la Mancha”, 2013).

En los años 70, algunos investigadores sugirieron que los cambios en la dieta habían coincidido con un aumento del número de niños que sufrían problemas de comportamiento. La idea de que los aditivos alimentarios, y los colorantes en particular, pudieran tener alguna relación con la hiperactividad generó gran interés y bastante controversia. Los estudios científicos no han demostrado que haya relación alguna entre los aditivos alimentarios, incluidos los colorantes, y los problemas de comportamiento o la hiperactividad. Y actualmente, no existen pruebas en el material científico publicado que apoyen que el uso de dietas de eliminación pueda ser la terapia principal para tratar problemas de comportamiento (EUFIC, 2013).

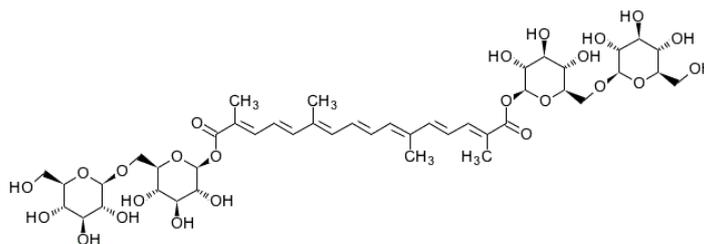
#### **Compuestos característicos del azafrán**

Uno de los constituyentes más característicos en el azafrán es la crocina. (Fig. 1) Se trata de un carotenoide es el principal responsable del color anaranjado del azafrán. Es exclusivo del azafrán se forma a partir de otro flavonoide (caroteno) llamado

crocetina. Además de presentar propiedades coleréticas, estimula la fabricación de bilis en el hígado con el fin de mejorar la digestión (GONZÁLEZ CASTAÑÓN, 2011).

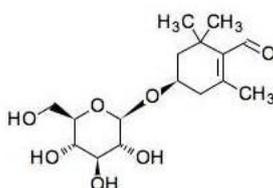
<b>Nutrientes</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor por 100 g</b>	<b>Cucharada 0,7g Azafrán</b>	<b>Cucharada 2,1g Azafrán</b>
Agua	g	11,90	0,08	0,25
Energía	Kcal	310	2	7
Proteínas	g	11,43	0,08	0,24
Lípidos totales	g	5,85	0,04	0,12
Carbohidratos	g	65,37	0,46	1,37
Fibra dietética total	g	3,9	0,0	0,1
<b>Minerales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor por 100 g</b>	<b>Cucharada 0,7g Azafrán</b>	<b>Cucharada 2,1g Azafrán</b>
Calcio	mg	111	1	2
Hierro	mg	11,10	0,08	0,23
Magnesio	mg	264	2	6
Fosforo	mg	252	2	5
Potasio	mg	1724	12	36
Sodio	mg	148	1	3
Zinc	mg	1,09	0,01	0,02
<b>Lípidos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor por 100 g</b>	<b>Cucharada 0,7g Azafrán</b>	<b>Cucharada 2,1g Azafrán</b>
Ác. Grasos saturados totales	g	1,586	0,011	0,033
Ác. Grasos monoinsaturados totales	g	0,429	0,003	0,009
Ác. Grasos polinsaturados totales	mg	2,067	0,014	0,043
Colesterol	mg	-	-	-
<b>Vitaminas</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor por 100 g</b>	<b>Cucharada 0,7g Azafrán</b>	<b>Cucharada 2,1g Azafrán</b>
Vitamina C, Ác. Ascórbico total	mg	80,8	0,6	1,7
Tiamina	mg	0,115	0,001	0,002
Riboflavina	mg	0,267	0,002	0,006
Niacina	mg	1,460	0,010	0,031
Vitamina B-6	mg	1,010	0,007	0,021
Ác. Fólico	µg	93	1	2
Vitamina B-12	µg	0,00	0,00	0,00
Vitamina A, RAE	µg	27	0	1
Vitamina A, IU	IU	530	4	11
Vitamina D (D2+D3)	µg	-	-	-
Vitamina D	IU	-	-	-

Tabla 1. Compuestos nutricionales del azafrán (Fuente: USDA).



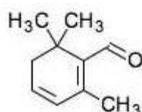
**Figura 1. Estructura química de la crocina.**

Otro componente destacable del azafrán es la picrocrocina (Fig. 2) un aldehído monoterpénico de la crocina, derivado de la zeaxantina. Es la sustancia responsable del sabor amargo del azafrán. Es un componente que favorece las secreciones gástricas (GONZÁLEZ CASTAÑÓN, 2011).



**Figura 2. Estructura química de la picrocrocina.**

El safranal representa el 70% de los componentes volátiles del azafrán. (Fig. 3).



**Figura 3. Estructura química del safranal.**

Otros componentes destacables del azafrán se incluyen en la Tabla 2.

Muchos de los extractos de azafrán han sido estudiados para inhibir el crecimiento celular de células tumorales humanas. El efecto citotóxico de los compuestos característicos de esta especie han sido investigados aislando los compuestos: crocina, picrocrocina y safranal. Dando como resultado en la inducción de la inhibición del crecimiento celular del 50% en células HeLa a unas dosis 3 mM para crocina, 0,8 mM para safranal y 3 mM para picrocrocina (ESCRIBANO, 1996).

Las células tratadas con crocina exhibieron amplias zonas citoplasmáticas-vacuolas, reducida citoplasma, la contracción de células y núcleos picnóticos, sugiriendo la inducción de apoptosis. Teniendo en cuenta su solubilidad en agua y alto efecto inhibitor del crecimiento, crocina es el compuesto más prometedor de azafrán a ensayar como un agente terapéutico del cáncer (Escribano, 1996).

Componente	Función biológica	Biosíntesis:
<b>Campesterol</b>	Esteroides; Lípidos (Esteroles); Lípidos (Terpenoides)	Esteroides; bresinoesteroides; metabolitos 2º; terpenoides y esteroides; hormonas vegetales
<b>Estigmasterol</b>	Esteroides; Lípidos (Esteroles); Lípidos (Terpenoides)	Esteroides; metabolitos 2º; terpenoides y esteroides
<b>Ácido ursólico</b>	Lípido (Isoprenoides; Terpenoide- triterpenoide)	-
<b>Ácido oleanólico</b>	Lípido (Isoprenoides; Terpenoide- triterpenoide)	-
<b>Ácido palmítico</b>	Lípido (ácidos grasos saturados)	La biosíntesis y degradación de ácidos grasos Biosíntesis de ácidos grasos insaturados y metabolitos 2º de las plantas
<b>Ácido palmitoleico</b>	Lípido (Ácidos grasos y conjugados) Ácidos grasos insaturados Ácidos grasos monoinsaturados	Ácidos grasos
<b>Ácido oleico</b>	Lípidos (Ácidos grasos insaturados) Los Ácidos grasos monoinsaturados	Biosíntesis de ácidos grasos insaturados y metabolitos 2º de las plantas
<b>Ácido linoleico</b>	Lípidos (Ácidos grasos insaturados)	Metabolismo del ácido linoleico. Ácidos grasos insaturados. Metabolitos 2º de las plantas
<b>Ácido linolénico</b>	Lípidos (Ácidos grasos insaturados)	Metabolismo de ácido $\alpha$ -linolénico Biosíntesis de ácidos grasos insaturados La biosíntesis de metabolitos 2º de las plantas La biosíntesis de hormonas vegetales
<b>Trans-Crocetin(<math>\beta</math>-D- glucosil) (<math>\beta</math>-D- gentibiosyl) éster</b>	éster	-
<b><math>\alpha</math>-caroteno</b>	Lípido (Isoprenoides)	Biosíntesis de carotenoides; metabolitos 2º de las plantas La biosíntesis de terpenoides y esteroides
<b><math>\beta</math>-caroteno</b>	Lípido (Isoprenoides)	metabolismo Retinol; biosíntesis de carotenoides; biosíntesis de metabolitos 2º de las plantas; biosíntesis de terpenoides y esteroides; biosíntesis de hormonas vegetales
<b><math>\gamma</math>-caroteno</b>	Lípido (Isoprenoides)	Biosíntesis de carotenoides; metabolitos 2º de las plantas

Tabla 2. Compuestos característicos del azafrán (Fuente: KEGG).

## ORIGEN DE LA ESPECIE, DATOS CULTURALES E HISTÓRICOS, FORMAS DE CONSUMO

El azafrán es la especia más antigua conocida y utilizada por el hombre desde los albores de la humanidad estando el cultivo de esta planta estrechamente relacionado con las civilizaciones más cultas del mundo Oriental, y su descubrimiento en Occidente está marcado por los progresivos desplazamientos de los pueblos que, de Este a Oeste, conformaron la secuencia de las culturas de toda la cuenca mediterráneo (HERRERO SÁNCHEZ, 2002). De origen desconocido, aunque introducida en Europa y la cuenca mediterránea desde Asia Menor y cultivada desde muy antiguo. El azafrán fue introducido por los árabes en la Península Ibérica, donde se cultiva desde el siglo X. Los árabes extendieron su cultivo en todas direcciones, aprovecharon la mítica “Ruta de la Seda”, en sus transacciones comerciales con Oriente (la India, China, Tailandia) (CASTROVIEJO, 1993).

Hay que destacar que esta planta tan antigua, que tradicionalmente se han utilizado sus estigmas secos (briznas o clavos de azafrán) con distintos fines, por sus propiedades medicinales, aromáticas y tintóreas ha sido vinculada a la historia y a los valores socio-culturales de la humanidad, desde la Edad del Bronce, también ha sido objeto de interés divino, elevándola a la categoría sagrada del Olimpo, formando parte ya de la Mitología de la Antigüedad Clásica (HERRERO SÁNCHEZ, 2002).

Actualmente su uso como especia es el más extendido y tiene un destacado valor comercial en nuestro país, donde se cultiva tradicionalmente en Castilla-La Mancha, Cataluña y Comunidad Valenciana, además de en otros territorios (MAGRAMA, 2013).

## VARIEDADES DE LA ESPECIE

*Crocus sativus* L. azafrán obtenido por el cruzamiento de cinco variedades antiguas silvestres, las cuales son las variedades: Orsini, Cartwrightianus, Hausnecgtii, Elwesii y Pallasii (HERRERO SÁNCHEZ, 2002).

*Crocus Sativus* L. variedad Auctumnalis, es el azafrán que se cultiva en la actualidad en el sur de Europa, especialmente en España (HERRERO SÁNCHEZ, 2002).

El azafrán italiano actual presenta filamentos de 3-4 cm de largo, estigmas anchos en el extremo, en forma de trompeta, grandes, de color rojo brillante, un poco grasientos. Es muy aromático.

En España el azafrán presenta filamentos más largos y delgados que el anterior, menos grasientos, más secos, fáciles de romper, el color poco brillante y sabor ligeramente amargo.

El azafrán de Francia tiene filamentos largos, elásticos, anchos, de color que varía entre el rojo vivo y el rojo oscuro, sabor ligeramente amargo.

El azafrán de Austria se caracteriza por tener filamentos iguales al italiano, muy aromático, de color rojo pardo y sabor agrio. Sin embargo, el azafrán de Oriente o de Persia tiene filamentos gruesos y poco aromáticos (FAO, 2013).

## EL CULTIVO

*Crocus sativus* significa “Crocus cultivado”, no se ha encontrado en forma silvestre o naturalizado. Los lugares donde se abandona el cultivo, éste degenera y termina desapareciendo (ESCRIBANO, 1996).

La planta del azafrán tiene un crecimiento muy lento y no se reproduce fácilmente. El azafrán es una planta que florece cuando sus hojas ya han brotado desde finales de verano y durante todo el otoño. Se trata de una especie triploide ( $2n = 24$ ) y estéril. Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida “Azafrán de la Mancha”. (2013) Lo que hace dificultosa su forma reproductiva. Además, para reunir tan sólo un gramo de hebras de azafrán hay que cosechar entre 150 y 160 flores, (Fig. 4) por ello es conocido como el oro rojo (FAO, 2013).



Figura 4. Separación del estigma de las flores de azafrán (Fuente: FAO).

El azafrán es una especie adaptada a las condiciones mediterráneas por tanto, se adapta perfectamente a condiciones adversas. No obstante, se recomienda el cultivo en un tipo de suelo ligero, fértil, bien drenado, sin pedregosidad, profundos y con un contenido en materia orgánica elevado. (Fig. 5). Un buen cultivo precedente del suelo puede ser un cereal (MAGRAMA, 2013).

### Postcosecha del Azafrán

La recolección de los estigmas se realiza cogiendo una a una la flor, llamada vulgarmente “rosa”. En la actualidad, existe la labor de recolección mecánica gracias a varios modelos de máquinas adaptadas para la cosecha. Este método presenta la ventaja de incrementar la eficacia en la recogida. Sin embargo, como inconvenientes presenta la obtención de impurezas en la recogida y pérdida de calidad (MAGRAMA 2013). Las flores recogidas se trasladan al almacén donde se realiza la denominada

“monda”, “desbrizne” o “desguince”, y antiguamente “a pellucar la rosa”. Esta tarea consiste en la separación de los estigmas del resto de la flor. Estos trabajos necesitan mucha mano de obra (DÍAZ-MARTA, 1988) La dificultad de la práctica de la postcosecha del azafrán es otra de las razones, por la cual esta especie es tan codiciada.



**Figura 5. Cultivo de Azafrán. Fuente: Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida “Azafran de la Mancha”**

La postcosecha del *Crocus sativa* es algo más que una simple práctica de postcosecha, conlleva todo el peso de una forma de vida y de cultura de cultivo.

La región castellano-manchega, es la región de mayor producción de azafrán de todo el mundo, tiene gran arraigo este cultivo, y así lo demuestran las muchas manifestaciones folclóricas y festivas de algunos de los pueblos. Incluso un castellano-manchego, el maestro Jacinto Guerrero, que nació en Ajofrín (Toledo), dedicó una de sus zarzuelas a *La Rosa del Azafrán* (DÍAZ-MARTA, 1988).

### **Datos de producción**

Los principales países productores de azafrán son España, Irán, Grecia, Marruecos e India. Alrededor del 40-50% del volumen del comercio mundial corresponde a las cantidades exportadas por España. Del total exportado desde España alrededor del 70-75% corresponde a azafrán en hebra siendo el resto azafrán molido (producto obtenido por molturación de los estigmas unidos o no al estilo) (FAO, 2013).

La superficie de cultivo del azafrán en España para 2011 era de 150 ha. (MAGRAMA, 2013) El descenso de la superficie en el cultivo de la especie también disminuye la producción de ésta, lo que ha incrementado el valor en el mercado del azafrán (Fig. 6).

Del total de la superficie nacional de cultivo de Azafrán un 97% se encuentra en Castilla- La Mancha:

- Albacete es la provincia con más superficie (82% de la superficie nacional)
- Toledo (8%)
- Cuenca (5%)
- Ciudad Real se siembra sólo un 2% de la superficie nacional.
- No se cultiva en Guadalajara.

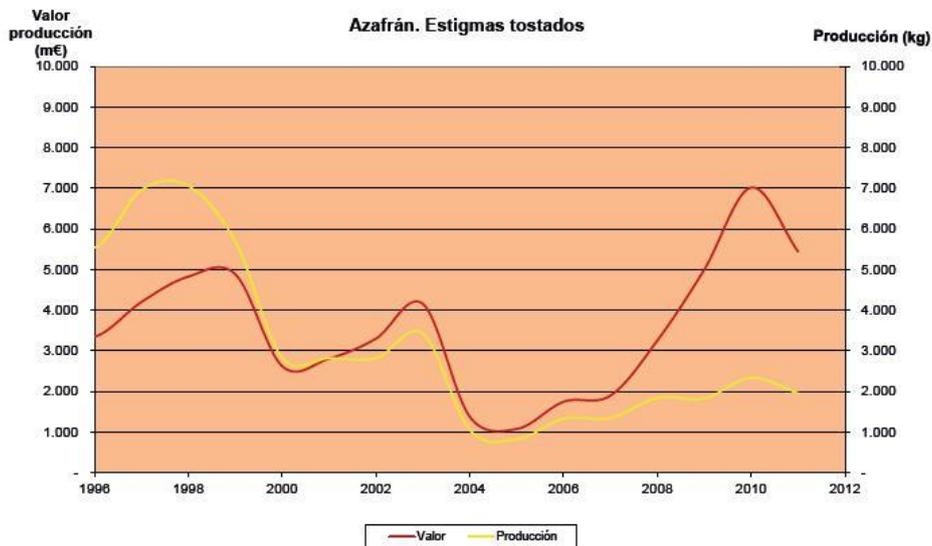


Figura 6. Valor de la producción en miles € y producción en kg de azafrán en España (MAGRAMA, 2013)

### Biotecnología en el cultivo del azafrán

La reproducción vegetativa de cualquier especie conserva indefinidamente el genotipo. En el caso del azafrán la selección clonal está disminuida, al haber desaparecido el cultivo en muchas zonas y no existir clones genéticamente diversos en los que buscar genotipos de interés (González Castañón, 2011). Tampoco existen colecciones o bancos de germoplasma de azafrán, y además, no resulta fácil el intercambio de material de élite (PASCUAL, 2013).

Los nuevos genotipos en el azafrán han de conseguirse necesariamente por técnicas *in vitro*. Las técnicas de cultivo *in vitro* han sido incorporadas con éxito a los programas de mejora en plantas con propagación vegetativa. Es posible que se hayan producidos variaciones en el azafrán pero éstas son difíciles de detectar en un genotipo triploide. Las mutaciones no se distribuyen entre cormos porque no existe multiplicación sexual por semillas. Por lo tanto, los nuevos genotipos y su detección han de conseguirse por técnicas de cultivo *in vitro* en las que se consigan individuos haploides en los que puedan manifestarse los caracteres recesivos de interés.

Algunas de las posibles mejoras que se persiguen en el cultivo del azafrán son:

- Incrementar el número de flores por planta.

- Amplificar la longitud y espesor del estigma.
- Aumento del aroma y colorante.
- Obtención de un proceso eficaz de multiplicación.
- El material obtenido a partir de técnicas de embriogénesis somática sería homogéneo y libre de problemas fitosanitarios.

### Datos de bioseguridad y calidad del Azafrán

La Organización Internacional de Normalización (ISO) define en su norma 3632-2 de 1994 las distintas calidades de azafrán en hebra o molido en base a sus características químicas las cuales se recogen en la Tabla 6 (Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida “Azafran de la Mancha”, 2013).

CARACTERISTICAS	REQUERIMIENTOS		METODO DE TEST
	Azafrán en hebra	Azafrán molido	
Humedad y materia volátil, % (m/m), máx.	12	10	ISO 3632-2 CLAUSULA 9
Cenizas totales, % (m/m) sobre una base seca, máx.	8	8	ISO 928 e ISO 3632-2 CLAUSULA 10
Ceniza insoluble en ácido, % (m/m), sobre una base seca, máx. Categorías I y II Categorías III	1.0 1.5	1.0 1.5	ISO 930 e ISO 3632-2 CLAUSULA 11
Solubilidad en agua fría, %(m/m), sobre base seca, máx.	65	65	ISO 941
Amargor, expresado como una lectura directa de la absorbancia de picrocrocina a unos 257 nm, sobre una base seca, min. Categoría I Categoría II Categoría III	70 55 40		ISO 3632-2 CLAUSULA 13
Safranal, expresado como lectura directa de la absorbancia a uso 330 nm, sobre base seca. Todas las categorías. Mínimo Máximo	20 50		ISO 3632-2 CLAUSULA 13
Poder colorante, expresado como lectura directa de la absorbancia de crocina a unos 440 nm, sobre una base seca, min. Categoría I Categoría II Categoría III	190 150 100	190 150 100	ISO 3632-2 CLAUSULA 13
Total nitrógeno, %(m/m), sobre base seca, máx.	3.0	3.0	ISO 1871
Fibra bruta, %(m/m), sobre base seca, máx.	6	6	ISO 5498

Tabla 6. Calidad de la hebra de Azafrán según la regulación I.S.O.

## BIBLIOGRAFÍA

- Castroviejo, S.; Aedo, C.; Cirujano, S.; Laínz, M.; Montserrat, P.; Morales, R.; Muñoz Garmendia, F.; Navarro, C.; Paiva, J. y Soriano, C. (eds). 1993. *Flora ibérica* 3. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.
- Díaz-Marta, G. L. A.; Castellanos, R. V.; Albaladejo, F. N., y de Guevara, R. G. L. 1988. Algunos detalles históricos sobre el azafrán. *Ensayos: Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, (2), 223-230.
- Escribano, J.; Alonso, G. L.; Coca-Prados, M. y Fernández, J. A. 1996. Crocin, safranal and picrocrocin from saffron *Crocus sativus* L. inhibit the growth of human cancer cells in vitro. *Cancer letters*, 100(1), 23-30.
- González Castañón, M. L. 2011. *La biotecnología en la mejora del azafrán (Crocus sativus L.)*. Unidad de Tecnología en Producción Vegetal. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA).
- Herrero Sánchez, G. 2002. *Estudio sobre el azafrán*. Estudio Escuela Universitaria Politécnica (Zaragoza).
- Pascual, M.; Santanas-Méridas, O.; Rodríguez-Conde, M. F.; Escolano-Tercero, M. A.; Fernández, J.; Medina-Alccázar, J. y Sanchís, E. 2013. *Localización y caracterización del ambiente forestal en el que crecen las diferentes especies españolas del género Crocus*. 6º Congreso forestal. Vitoria-Gasteiz.
- Serrano Díaz, J. 2013. *Valorización de los bio-residuos florales de la producción de azafrán especia para aplicaciones alimentarias*. Tesis Doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha.

## RECURSOS ELECTRÓNICOS.

KEEG, Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes

<http://www.genome.jp/>

USDA, U.S. Department of Agriculture

<http://ndb.nal.usda.gov>

Consejo Regulador de la Denominación de Origen Protegida "Azafrán de la Mancha" (2013)

<http://www.doazafrandelamancha.com/>

FAO, Organización de Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación

<http://www.fao.org/worldfoodsituation/es/>

EUFIIC, Consejo Europeo de Información sobre Alimentación. Aditivos alimentarios (2013)

<http://www.eufic.org/article/es/seguridad-alimentaria-calidad/aditivos-alimenticios/expid/basics-aditivos-alimentarios/>

MAGRAMA, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España. Anuario de Estadística Agraria.

<http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica>

Recibido: 14 de noviembre 2014.

Aceptado: 15 de diciembre 2014