



Universidad Católica de Valparaíso
Facultad de Agronomía



Fundación para la Innovación Agraria
Ministerio de Agricultura

PERSPECTIVAS DEL CULTIVO DE AZAFRÁN (*Crocus sativus*)



Quillota, 3 de agosto del 2.000

INTRODUCCIÓN

*El azafrán (*Crocus sativus* L) pertenece a la familia de las liliáceas, correspondiendo a una planta bulbosa, cuyo órgano subterráneo es un cormo. De los estigmas de la flor se obtiene el azafrán, que es utilizado como condimento y con fines medicinales.*

En la actualidad, es un cultivo que se produce de manera artesanal, principalmente en España, país en donde la producción ha disminuido en los últimos años y cuyo rubro se observa bastante deprimido.

Dentro de su fisiología corresponde a una planta de día corto y de floración otoñal, por lo que la internación de material desde el hemisferio norte sufre una serie de problemas dado el cambio de hemisferio.

*La propagación vegetativa presenta las limitantes de que anualmente la producción de nuevos cormos es baja (3 a 4) y que éstos son altamente susceptibles a podredumbres. Por lo anteriormente expuesto, la propagación *in vitro* parecería una alternativa interesante como sistema de multiplicación de esta especie.*

*A partir de octubre de 1998, la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso está realizando un proyecto de investigación denominado "Propagación de Azafrán (*Crocus sativus* L)", financiado por la Fundación para la Innovación Agraria del Ministerio de Agricultura y esta Universidad. El presente escrito recopila la información entregada en un seminario realizado por esta Casa de Estudios el 3 de agosto del 2.000.*



EL CULTIVO DEL AZAFRÁN EN ESPAÑA Y SU INDUSTRIALIZACIÓN

Dr. Gonzalo L. Alonso Díaz-Marta
Cátedra de Química Agrícola, ETSIA. Universidad Castilla-La Mancha
E-02071 Albacete, ESPAÑA

El *Crocus sativus* L. es una planta bulbosa que se cultiva con el fin de extraer los estigmas de sus flores que desecados constituyen lo que se conoce como la especie azafrán.

Se tiene constancia que la especie se conoce en España desde la época del Imperio Romano, pues ya en el siglo I de nuestra era, Julio Moderato Columela escritor y tratadista de agricultura nacido en Cádiz, lo cita en su obra titulada "De Re Rustica". También durante esta época el azafrán era muy usado tanto por su color como por su aroma. Por estos motivos pensamos que debieron ser los romanos los que introdujeron el cultivo del azafrán en España, aunque otros autores lo atribuyan a los árabes. En lo que si estamos de acuerdo es en que fueron estos los que contribuyeron a su difusión, pues lo usaban en medicina, como colorante, en esencias y como especie culinaria. En la España musulmana se cultivaba azafrán en todo el Al-Andalus, produciéndose entonces un gran impulso del mismo. En esta época fue cuando se empieza a exportar el azafrán español al resto de Europa. En primer lugar fueron los comerciantes valencianos y posteriormente fueron los comerciantes genoveses quienes controlaron el comercio de este producto. Durante el reinado de los Austrias fueron los comerciantes catalanes los que tomaron la hegemonía de las exportaciones de azafrán español.

La producción de azafrán en España a lo largo de este siglo se ha caracterizado por una trayectoria regresiva. Como puede apreciarse en la Tabla 1 la producción de azafrán alcanzó su zenit en 1928, año en el que la superficie dedicada al cultivo fue de 13.220 ha que proporcionaron una producción de 123.300 kg, con un rendimiento medio de 9,32 kg/ha. Entre los años 1945-1955 el azafrán sufrió un considerable descenso de producción, así en 1950 se produjeron 2.511 kg. En los años sucesivos la producción volvió a crecer hasta el año 1971 con un total de 60.700 kg. Desde este año hasta la actualidad

la producción de la especia ha ido disminuyendo. En la Tabla 2 quedan expuestos los datos, algunos provisionales, de la última década para la Región de Castilla-La Mancha y del total de España.

El descenso del cultivo del azafrán en España ha hecho que en la actualidad en muchas zonas quede de forma testimonial para el consumo familiar, como ocurre en algunos pueblos de Zaragoza, Soria, Granada, Almería y Murcia, mientras que en otros se ha perdido en su totalidad. Son solamente dos regiones las que actualmente cultivan azafrán con el fin de comercializarlo: Castilla-La Mancha (con más del 90 % de la producción) y Teruel en Aragón. En Teruel se cultiva a ambas orillas del río Jiloca y en la Sierra de Muniesa. En Castilla-La Mancha se cultiva en las provincias de Albacete, Ciudad Real, Cuenca y Toledo. En Ciudad Real se cultiva en las zonas de La Solana y Alcázar de San Juan, en Toledo se concentra en las zonas de Consuegra, Camuñas y Turleque, en Cuenca en las zonas de La Mancha, Turleque y alrededores de la ciudad de Cuenca y en Albacete es donde más se mantiene su producción que se extiende por las zonas de La Mancha, Centro, La Manchuela, Campos de Hellín y Sierra de Alcaraz.

Tabla 1.- Cultivo del azafrán en España. Serie histórica de la superficie, rendimiento, producción, valor y comercio exterior (Anuario de Estadística Agraria del M.A.P.A. de España).

AÑO	Superficie ha	Rendimiento Kg/ha	Producción Kg	Precio medio a los agricultores Ptas./kg	Valor Millones ptas.	Importación toneladas	Exportación toneladas
1928	13.220	9,32	123.300				
1930	11.282	7,27	81.964	168	14		58
1935	9.854	8,40	79.705	140	11		
1940	6.881	5,91	40.699	340	14		
1945	3.662	5,05	18.484	498	9		
1950	2.511	6,37	15.990	1.058	17		
1955	2.954	6,67	19.710	1.927	38		
1960	4.875	9,09	44.327	2.163	96		
1965	3.871	6,62	25.622	13.691	351		17
1970	5.219	7,51	39.201	10.155	398		28
1975	4.313	7,55	32.580	25.000	815		31
1980	4.361	6,52	28.443	83.260	2.365		17
1981	3.987	6,29	25.029	83.013	2.080	1	47
1982	4.032	7,89	31.813	70.188	2.233		17
1983	3.788	6,65	25.173	69.333	1.745		23
1984	4.081	8,17	33.358	72.002	2.402	1	30
1985	4.233	6,18	26.145	69.356	1.834		34
1986	4.067	8,74	35.537	70.187	2.507		34
1987	4.209	8,21	34.556	88.444	3.025	1	
1988	4.229	4,82	20.374	110.149	2.244	2	
1989	4.193	6,12	25.671	116.672	2.995	9	44
1990	3.696	5,89	21.789	101.955	2.221	7	31
1991	3.298	7,17	23.654	88.243	2.087	11	35
1992	2.582	5,23	13.500	81.957	1.106	12	207
1993	1.878	7,80	14.642	77.461	1.134	26	212
1994	1.406	6,61	9.431	81.618	770	23	64
1995	1.163	5,47	6.365	93.705	596	28	46
1996	1.020	5,43	5.541	100.598	557	33	33
1997 (p)	841	8,28	6.961	100.436	699		

Tabla 2.- Cultivo del azafrán en Castilla-La Mancha y comparación con España en la última década, superficie y producción

AREA		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Albacete	Sup ha	1.820	1750	1.419	1.100	1.000	916	808	570	526	356
	Pro Kg	8.645	12.640	6.257	9.600	6.850	5.313	4.184	5.240	4.562	3.107
Ciudad Real	Sup ha	294	250	145	132	36	19	23	17	15	13
	Pro Kg	2.794	2.070	1.140	912	250	100	167	84	111	65
Cuenca	Sup ha	259	246	231	124	129	68	67	62	51	61
	Pro Kg	1.349	1.278	980	644	1.173	286	343	382	316	368
Toledo	Sup ha	454	309	254	218	100	61	46	54	121	141
	Pro Kg	3.358	2.600	1.937	1.608	350	246	445	691	1719	2.052
C. La Mancha	Sup ha	2.827	2.555	2.049	1.574	1.265	1.064	944	703	713	571
	Pro Kg	16.146	18.588	10.314	12.764	8.623	4.816	5.139	6.397	6.708	5.605
España	Sup ha	3.696	3.298	2.582	1.878	1.406	1.163	1.020	841		
	Pro Kg	21.789	23.654	13.500	14.642	9.431	9.431	5.541	6.961		
% CLM/Esp	Sup ha	76,49	77,47	79,36	83,81	89,97	91,49	92,55	83,59		
	Pro Kg	74,10	78,58	76,40	87,17	91,43	75,66	92,74	91,90		

En la Tabla 1 se puede ver la evolución del precio que se ha pagado al agricultor por kg de azafrán tostado de la cosecha en curso a lo largo del siglo. Se puede observar que el aumento de precio ha sido progresivo hasta 1989 donde se alcanzó el máximo valor, en los años siguientes se produjo un ligero descenso, para a partir de 1993 volverse a producir un aumento. En los últimos tres años, cuyos datos todavía no se han publicado en el Anuario de Estadística Agraria del Ministerio Español de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA), ha subido bastante el azafrán, probablemente debido a la escasa oferta y gran demanda de azafrán español. La última cotización que aparece en el boletín de julio de 2000 de la Lonja de Albacete es de 178.000 ptas./kg (aproximadamente 1.000 \$ U.S.A./kg). Si embargo, el precio al que compran el azafrán los consumidores de Castilla-La Mancha en el comercio está alrededor de 500 ptas/gramo. En comercios

fuera de las zonas de producción el precio de azafrán español se sitúa por encima de la 1.000 ptas/gramo.

De los azafranes españoles el de más calidad reconocido por todo el mundo es el azafrán Mancha. Desde hace años ha aparecido en el mercado azafrán con el nombre de Mancha sin ser necesariamente de origen manchego, debido a esto algunos productores manchegos y comercializadores han solicitado la creación oficial de la Denominación de Origen "Azafrán Mancha", la cual ha nacido con grandes dificultades debido al periodo de crisis que está atravesando el cultivo del azafrán en España.

De los datos expuesto en las Tablas 1 y 2 se deduce que el cultivo del azafrán en España está atravesando la crisis más grave de su historia. La causa fundamental es la falta de mano de obra agrícola, pues cuando llega el periodo de cosecha del producto no se encuentra personal que desee realizar estas tareas.

Para poder entender el problema hay que saber que el cultivo del azafrán en España se sigue realizando de forma artesanal y que la mecanización agrícola no ha llegado aún a este cultivo. Describiremos brevemente los pasos por los que atraviesa el cultivo del azafrán en España hasta obtener el producto final, la especie:

- Requerimientos edafo-climáticos: la planta de azafrán no es exigente con los suelos, tiene resistencia a la salinidad y presenta cierta tolerancia a la acidez. Con respecto al clima sus exigencias son muy elementales, se adapta a zonas situadas a nivel del mar y a otras que se encuentran a 2.000 m de altura.. La planta soporta temperaturas de 35 ó 40°C en verano y de -15 ó -20°C en invierno. Las precipitaciones son necesarias en los periodos de diferenciación y antes de la floración. Si hay lluvias, o riego, durante el desarrollo de los cormos, la producción es mayor. No son muy recomendables suelos en pendientes pronunciadas o que tengan la posibilidad de formar costras en su superficie, tampoco son recomendables suelos que tengan mucha humedad pues favorece el desarrollo de plagas.
- Plantación: antes de la plantación se acostumbra a labrar el terreno a finales de otoño con una pasada superficial (10-2 cm de profundidad), al finalizar el invierno se vuelve a dar otra labor de las mismas características. Inmediatamente antes de la plantación, a principios del verano, se realiza una labor profunda (35-40 cm)

- generalmente con vertedera. Posteriormente se dan ligeras cavas superficiales para eliminar hierbas y romper la posible costra que se pueda formar.
- Abonado: el azafranal se suele estercolar antes de su plantación, aprovechando la labor de finales de invierno para enterrar el estiércol aplicado. Inmediatamente antes o después de la floración se realiza un abonado aportando elementos macronutrientes.
 - Riego: El azafrán es un cultivo que no requiere grandes cantidades de agua por este motivo los riegos se dan cuando las lluvias son escasas. El aporte de agua se hace a finales del verano o principios del otoño, durante este y a finales del invierno.
 - Enfermedades y malas hierbas: normalmente las malas hierbas se eliminan mediante labores manuales. Las plagas y enfermedades más comunes son los topos y las causadas por hongos (*Rhizoctonia crocorum* y *Sclerotinia cormorum*). Los primeros se combaten con cepos y humo y los segundos con "benlate" (fungicida derivado del benzimidazol).
 - Cosecha: La recolección del azafrán se realiza manualmente cogiendo la flor con los dedos y quebrando el tallo al empujar ésta hacia abajo (hacia la tierra). La hora de recogida es cuando empiezan a aparecer las primeras luces del amanecer, antes de que la flor se abra. Las flores se ponen en cestos de tal forma que estas no se aplasten, posteriormente se trasladan a un almacén echándolas sobre una mesa donde se realiza el desbrizado o "monda".
 - Desbrizado o monda: esta operación consiste en separar el estigma del resto de la flor cortándolo con la uña por su intersección con el estilo, de esta forma se obtiene lo que se conoce como azafrán verde. El estigma está formado por tres filamentos y se distingue del estilo por su distinto color. El estigma es rojo y el estilo es blanco amarillento. La monda se debe realizar en el mismo día en que la flor se coge, sólo en los días en que hay mucha flor en la plantación (día del manto) esto no es posible hacerlo y se deja parte de la tarea para el día siguiente.
 - Deshidratación o tueste: Este proceso consiste en eliminar el agua contenida por los estigma y dejarla reducida al 8-10 % de la masa total de los estigmas. Para realizarlo el azafrán verde se coloca en capas de 2 cm aproximadamente sobre un cedazo

harinero de 10 a 12 cm de altura, el cual se coloca sobre fuego generado por leña que no levante llama ni desprenda humo. Cuando se han secado los estigmas de la parte baja se dan la vuelta poniéndolos sobre otro cedazo. Últimamente se están utilizando otras fuentes de calor como son gas butano o resistencia eléctrica sobre las que se pone una plancha metálica. La temperatura que alcanza la masa de estigma es de aproximadamente 35 °C. Para obtener 1kg de especia hay que coger cerca de 300.000 flores, de las cuales se obtienen 5kg de azafrán verde.

- Almacenamiento: Una vez obtenido el producto, éste se debe almacenar en recipientes cerrados en ausencia de luz y humedad. La temperatura de almacenamiento debe ser también baja.

Después de conocer todos estos procesos, se puede decir que el cultivo no ha evolucionado desde la antigüedad hasta nuestros días, o sea es un cultivo artesanal. Este motivo es el que obliga a que sea un cultivo familiar. A su vez, no hay en España agricultores que sólo vivan del cultivo del azafrán, más bien lo consideran como un complemento a otros ingresos más importantes.

• **Comercialización del azafrán**

El agricultor suele vender su producto a granel a las empresas comercializadores, las cuales lo distribuyen en España y gran parte del mismo lo dedican a la exportación.

Las empresas intermediarias limpian el azafrán mediante un proceso de criba eliminando el polvo, restos florales y otras materias extrañas que acompañan a los estigmas, determinan su calidad y lo almacenan hasta su posterior venta. El azafrán se comercializa en forma de estigmas enteros o molido. Cada casa comercial ofrece sus productos con unas determinadas calidades que dependen fundamentalmente del poder colorante que tenga. En el comercio internacional las calidades vienen especificadas según la norma ISO 3632 (1993). Esta norma consta de dos partes: en la primera parte se define lo que es el azafrán en filamentos, azafrán en filamentos cortados, restos florales, materia extraña y azafrán en polvo. Además también establece una clasificación

del azafrán en hebras fijando una serie de parámetros y características para realizar dicha clasificación (Tablas 3 y 4).

En la segunda parte se describen los procedimientos a seguir para determinar los distintos parámetros que nos van a permitir clasificar el azafrán tanto en hebra como en polvo. En ella no se establecen las condiciones de almacenamiento y conservación para el azafrán y éste es un aspecto que debería mejorarse puesto que en la mayoría de los comercios lo tienen expuesto a la luz, lo que acelera la degradación de su poder colorante.

La especie se comercializa por su poder colorante, su sabor y su aroma. Las sustancias responsables de estas características son crocina, picrocrocina y safranal respectivamente. La crocina es una mezcla de derivados glucosilados del carotenoide dicarboxílico crocetina, la picrocrocina es un derivado glucosilado y metilado de un ciclohexeno carboxialdehído y el safranal se produce por hidrólisis de la picrocrocina y posterior deshidratación.

Para la determinación de las principales características del azafrán relacionadas con la picrocrocina, safranal y el contenido en crocina se utiliza un método espectrofotométrico. La ISO 3632-2 (1993) propone la determinación de los mismos en un extracto acuoso de azafrán a temperatura ambiente, obteniendo la variación de la densidad óptica entre 220 y 480 nm. Los resultados se obtienen leyendo la absorbancia a las tres longitudes de onda, correspondiéndole a la picrocrocina 257 nm, al safranal 330 nm y a la crocina 440 nm. Este método no es muy adecuado para la determinación del safranal porque este no es muy soluble en agua y porque a 330 nm absorben también los isómeros *cis* de los derivados de la crocetina. El mejor método para determinarlo es la cromatografía de gases. Tampoco es muy adecuado el método para la determinación de la picrocrocina, puesto que no es la única sustancia que absorbe a 257 nm.

Tabla 3.- Categorías del azafrán en hebra establecidas en la norma ISO 3632 (1993) en función del contenido en restos florales y materia extraña.

CARACTERÍSTICAS	CATEGORÍAS			
	EXTRA I	II	III	IV
Restos florales, % (m/m), máx.	0,5	4	7	10
Materia extraña, % (m/m), máx.	0,1	0,5	1,0	1,0

Tabla 4.- Requerimientos químicos para el azafrán en hebra y molido según la norma ISO 3632 (1993).

CARACTERÍSTICAS	REQUERIMIENTOS	
	AZAFRÁN EN HEBRAS	AZAFRÁN MOLIDO
Humedad y materia volátil, % (m/m), máximo.	12	10
Cenizas totales, % (m/m), sobre materia seca, máximo.	8	8
Cenizas insolubles en ácido, % (m/m), sobre materia seca, máx.		
Categorías I y II	1,0	1,0
Categorías III y IV	1,5	1,5
Solubilidad en agua fría, % (m/m), sobre materia seca, máximo.	65	65
Poder amargo, expresado como lectura directa de la absorbancia o picrocrocina a 257 nm, sobre materia seca, mínimo.		
Categoría I	70	70
Categoría II	55	55
Categoría III	40	40
Categoría IV	30	30
Safranal, expresado como lectura directa de la absorbancia a 330 nm, sobre materia seca, mínimo.		
Todas las categorías	20	20
Mínimo	50	50
Máximo		
Poder colorante, expresado como lectura directa de la absorbancia de crocina a 440 nm, sobre materia seca, mín.		
Categoría I	190	190
Categoría II	150	150
Categoría III	110	110
Categoría IV	80	80
Nitrógeno total, % (m/m), sobre materia seca, máximo (1).	3,0	3,0
Fibra cruda, % (m/m), sobre materia seca, máximo (1).	6	6

(1) Determinaciones adicionales que podrían realizarse si fuera necesario, si hubiese suficiente muestra.

- **Adulteraciones**

Debido a su elevado precio en el mercado suele ser objeto de múltiples adulteraciones, siendo las siguientes los más frecuentes:

- A. Sin adición de sustancias extrañas: mezcla con azafrán extractado o viejo.
- B. Adición de otras partes de la planta de azafrán: con los estambres o con el perigonio cortado a tiras y teñido.
- C. Adición de sustancias que aumentan el peso:
 - incremento de la humedad.
 - Impregnación con jarabes, miel, glicerina o aceites.
 - Adición a los jarabes anteriores de sulfato de bario, carbonato de calcio, yeso, hidróxido de potasio, salitre, sal de Glanber, sal de Seignette, borax, lactosa, almidón y glucosa.
- D. Adición de partes de otras plantas:
 - flores del *Carthamus tinctorius*.
 - Flores de *Caléndula Officinalis*.
 - Estigmas de otras especies de crocus generalmente más cortas y sin propiedades tintóreas (*Crocus vernus*, *Crocus speciosus*, etc...)
 - Flores cortadas en tiras de *Papaver rhoeas* L., *Punica granatiun*, *Arnica montana* y *Scolimus hispanicus*.
 - Estambres de algunas especies de clavel.
 - Pimiento rojo molido.
 - Plantas herbáceas cortadas en trozos y coloreadas con un colorante azóico de la cocina.
 - Raicillas de *Allium porrum*.
 - Polvo de leño de sándalo y de palo de campeche.
 - Cúrcuma.
- E. Adición de sustancias animales: fibras de carne salada y desecada.
- F. Adición de productos artificiales: hilos de gelatina coloreados.

G. Adición de colorantes orgánicos, como amarillo de Martins, tropeolina, fucsina, ácido piérico, materias colorantes del alquitrán, tartracina, eritrosina, escarlata o ponceau 4R, azorrubino, amarillo anaranjado, etc.

Para reprimir todos los medios fraudulentos puestos en práctica desde muy antiguo, los gobernantes a lo largo de la historia han intentado combatir fraudes y suplantaciones promulgando leyes que protegieran la pureza del azafrán, aplicando en ocasiones severísimos castigos que en nuestros días sorprenderían por su dureza. Un ejemplo sería el de un ciudadano de Nuremberg que fue quemado vivo por vender azafrán adulterado. A pesar de que en países tales como Inglaterra y Francia desde antaño se pusieron medidas para evitar las adulteraciones del azafrán, en España no se ha localizado nada respecto a este tema hasta 1941, en que se promulgó la ley del 10 de marzo de 1941 como complemento o en sustitución de la ya existente del 26 de mayo de 1933, por medio de la cual se ampliaban las atribuciones del servicio de represión de fraudes.

En la actualidad el grupo de trabajo sobre calidad del azafrán de AENOR (Asociación Española de Normalización) está trabajando para poder aportar una metodología en la detección de la adición de colorantes extraños al azafrán.

- **Futuro del azafrán en España**

En otros países, como Italia y Francia, el cultivo del azafrán ha desaparecido prácticamente debido a que en estos, hace unos años, con el desarrollo de la actividad industrial las zonas rurales quedaron despobladas y no había suficiente mano de obra para realizar las tareas de recolección y desbrizado. Esto es lo que está ocurriendo en España desde hace unos años hasta ahora.

Para que el cultivo en España no se pierda definitivamente y perdamos la hegemonía mundial en la comercialización es necesario que podamos recuperar la producción. Esto puede ocurrir si la gran inmigración de personal agrícola que estamos registrando en los últimos meses sirve para la realización de las tareas agrícolas comentadas. Aunque nosotros nos inclinamos a que para poder recuperar la producción de azafrán español es

preferible modernizar y mecanizar al máximo las faenas ya mencionadas o provocar una revolución en la producción de esta especie intentando industrializar la misma.

La revolución de la que hablamos es el poder producir flor en invernadero desde septiembre hasta enero, automatizar su recogida y monda a la vez que el tueste. Esto, que parece una utopía, es objeto actual de investigación por parte de algunas empresas españolas. El inconveniente que vemos a este sistema de producción es que la especie obtenida sería, en principio, de peor calidad que la que se produce actualmente en La Mancha. Aunque las dos formas de producción podrían tener su mercado, la especie obtenida artesanalmente sería más cara, pues es de más calidad, y se aplicaría como especie culinaria y la obtenida de esta última forma se podría dedicar a un producto de menor calidad o como materia prima en la industria de aditivos alimentarios. Con relación a esto último, nuestro equipo de investigación ha desarrollado una patente sobre la forma de aislar las sustancias características del azafrán, hemos aislado la mezcla de crocinas (color), la picrocrocina (sabor) y el safranal (aroma).

CULTIVO DE AZAFRÁN

Alejandro Federico
Agrónomo General
Olavarría, Buenos Aires, Argentina

El cultivo de azafrán tiene sus orígenes en Egipto, Grecia y el Cercano Oriente. Posteriormente, su área se extendió al sur de Europa.

Este es uno de los cultivos más antiguos, menos difundidos y de mayor interés económico en España, donde se caracteriza por ser un cultivo de minifundos con extensiones muy pequeñas a excepción de unos pocos productores que recientemente han comenzado a tomar gran participación en la producción a nivel nacional.

El azafrán es muy utilizado por sus características de poder colorante, sabor y aroma. Sus principales destinos son aromatizar las comidas, tales como el arroz, fideos, preparación de licores, repostería y, también utilizado en medicina.

Es una especie desconocida en el ámbito de las aromáticas en la República de Argentina, sólo se conoce que en 1938 la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires inicia el cultivo experimental en su predio de La Paternal, lamentablemente, este proyecto fracasó.

Posteriormente en la zona de Cuyo, comienza la multiplicación de los cormos en escala comercial, pero no logró difundirse como se esperaba.

Recientemente, en 1995, se cultiva azafrán en la localidad de Olavarría, centro de la Provincia de Buenos Aires, a unos 163 m sobre el nivel del mar, con precipitaciones anuales de 850 mm.

El azafrán es una planta herbácea perenne, de producción de otoño-invierno, capaz de permanecer en latencia sin sus hojas en forma de cormo subterráneo durante las estaciones de altas temperaturas.

Según el criterio seguido por el tratado de Botánica de Stranburger (1984), la clasificación taxonómica del azafrán es la siguiente:

División: Spermatophyta

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Monocotylidoneae
Subclase: Liliidae
Superorden: Liliadae
Orden: Liliales
Familia: Iridaceae
Género: *Crocus*
Especie: *Crocus sativus* L

- **Descripción de la planta**

Los cormos

Son tallos modificados que concentran sustancias de reserva. Los hay de distintos pesos y tamaños. Exteriormente, se distinguen las yemas apicales y axilares, los entrenudos, nudos, y las túnicas reticuladas insertas sobre estos últimos.

Existen distintas clasificaciones que tienden a diferenciar los cormos que no se encuentran en condiciones de florecer y los que sí lo harán. Los criterios para diferenciar los cormos que florecen son: diámetro superior a los 2.5 cm, circunferencia superior a 7 cm y peso superior a los 8 gr.

Raíces

Posee tres tipos de raíces: fibrosas, que emergen solamente de los cormos madre, se poseionan en el segundo o tercer entrenudo formando una corona alrededor del cormo, son las más abundantes y exploran el suelo en una profundidad de hasta los 40 cm, aproximadamente.

Las raíces contráctiles se desarrollan en los cormos hijos teniendo la función de desplazar el cormo hacia abajo. Es muy común verlas cuando se realiza una plantación a poca profundidad.

Algunas veces se encuentran raíces intermedias tipo fibrosa-contráctil en la base del cormo madre.

Hojas

Con el desarrollo de la planta crecen y mueren distintos tipos de hojas; que se describen a continuación:

Hojas catafilos o túnicas. son las más externas y crecen a partir de los nudos inferiores. La base de éstas se van ensanchando a medida que crece el cormo hasta que mueren, las cuales se convierten en vainas delgadas y secas de protección del cormo. Su cantidad varía de tres a cinco hojas.

Otro tipo de hojas. son las que se encuentran en la periferia del cormo, de color marrón, forma triangular y semejante a las anteriores. Su función es la de proteger a la yema axilar antes y al principio de la brotación.

Las nomófilas o comúnmente llamadas hojas verdes. se ubican en los nudos que están por encima de los catafilos. Su número varía de 5 a 13, son largas y finas, con una línea blanca en su cara interna. Cuando mueren se convierten en túnicas del cormo, a las que se las conoce como "cerdas".

Elas están envueltas por las túnicas formando los llamados tallos.

Flores

Se pueden presentar de una a tres flores por tallo de planta.

La flor está formada por seis pétalos de color violáceo que conforman el llamado perigonio. Estos pétalos están soldados formando un tubo que posee en su parte superior seis lóbulos libres de color violeta oscuro, donde su base es blanquecina.

Los tres estambres constituyen el androceo, con anteras de color amarillo vivo.

El gineceo está compuesto por un ovario, y por encima de este se encuentra el estilo filiforme, cuyo largo varía entre los seis y siete cm. Este se bifurca en tres estigmas de color rojo intenso. Los estigmas se caracterizan, además de su color, por ser muy finos en su base y luego, más gruesos, acanalados con forma de trompa en su extremidad.

Debido a su peso y longitud, hasta 4 cm, cuelgan hacia fuera de la flor o se apoyan sobre los pétalos.

El estigma seco posee una fragancia intensa y constituye lo que se denomina azafrán.

Fuera de lo común podemos encontrar flores de cuatro estigmas, cuatro estambres y ocho pétalos.

El tamaño del cormo no sólo determina el número de flores que dará una planta, sino también el tamaño y peso de cada flor.

- **Propagación**

Los cormos son el medio de propagación del azafrán. Se reproducen anualmente, quedando los cormos hijos por encima del cormo madre agotado que les dio origen, de esta manera, cada año, los cormos hijos reemplazan a los cormos madre. En la base del cormo madre, junto y por debajo de cada brote de la yema, se inicia el crecimiento del cormo hijo.

La cantidad de tallos en una planta es equivalente a la cantidad de cormos hijos que se están formando bajo tierra.

- **Elección del terreno**

Es difícil definir un solo tipo de suelo ideal para el cultivo del azafrán.

La combinación de suelo, tecnología disponible y clima, serán los factores que determinen la aptitud de un sistema para la producción satisfactoria del cultivo.

En Argentina, se cultiva azafrán con rendimientos similares a España, pero con características de suelo muy contrastantes a las de este país (suelos de escasa a media profundidad, drenajes aceptables a deficientes, muy pobres en materia orgánica, con valores que no superan el 1%).

Los suelos son Argiudoles típicos, profundos, de textura franco arcillosa, con buena permeabilidad, materia orgánica cercana al 6% y con precipitaciones anuales en el orden de los 850 mm.

De esta manera, cabe destacar la capacidad de adaptación del cultivo a distintas zonas de producción.

La elección del terreno es de fundamental importancia para la subsistencia del cultivo, algunos aspectos a tener en cuenta son: presencia cercana de pozos de agua, suelos profundos, bien drenados, sin posibilidad de inundarse por más de 48 horas.

- **Preparación de suelos**

En la medida que se pueda, las labores previas a la plantación deben tratar de buscar optimizar el suelo en profundidad, ya que los cormos se alojan entre los 10-15 cm de

profundidad. Existe una variada cantidad de maquinarias y técnicas para realizar una buena cama de plantación.

La plantación puede realizarse desde enero hasta los primeros días de febrero, es decir, el período entre plantación y floración no debe ser inferior a 8 semanas.

No se han observado diferencias en la fecha de emergencia del cultivo respecto a las distintas fechas de plantación.

Si se demora la plantación, los cormos comienzan a desarrollar las raíces, siendo esto indeseable, ya que el manipuleo de los cormos produce la ruptura de las raíces y, como consecuencia, se producen vías de entradas de enfermedades.

Los surcos para la plantación son abiertos con un aporcador. La distancia entre surcos utilizada en Argentina es de 70 cm, pues se utiliza las maquinarias de los cultivos de escarda. La plantación se realiza al voleo sobre surcos de 20 cm de ancho que, son tapados con el mismo escardillo que les dio origen a los mismos.

- **Densidad**

Los tamaños de los cormos son muy variados, pudiendo oscilar entre 1 y 35 gr. Ante esta heterogeneidad, lo primero que debemos realizar es una calibración u homogenización en sus tamaños. Otra consideración previa a la determinación de la densidad correcta será saber ¿Cuántos años permanecerá el cultivo sin ser extraído del suelo?. Si el cultivo se realiza anual, se optará por altas densidades. Si el cultivo está más de un año, se irá disminuyendo la densidad a medida que se extienda los años de cultivo.

- **Floración**

Dura aproximadamente unos 20 días, desde mediados de abril hasta mayo.

Las flores están a unos pocos centímetros del suelo y entre las hojas de la planta.

La recolección se realiza diariamente, desde las primeras horas de la mañana, en forma manual lo cual significa una de las tareas más arduas en este cultivo.

Es importante no dejar flores de un día para otro, ya que debido al marchitamiento de éstas, la monda resulta trabajosa. La recolección debe realizarse con cuidado y sin

cortar las hojas del cormo, pues, de ser sí, significaría un gasto de energía extra por sustituir por parte de la planta, la porción cortada de hoja.

Dentro del período de floración existe un día muy importante llamado el **día del manto** en el cual el nacimiento de las flores se incrementa dándole al campo un aspecto de manto violáceo.

- **Período vegetativo y reproductivo**

El período vegetativo y reproductivo comprende desde la emergencia de las hojas verdes hasta la senescencia de las mismas. Inicialmente, las hojas crecen hasta lograr su máxima longitud en un tiempo de 3 meses aproximadamente. Simultáneamente, en la base del cormo madre, comienzan a formarse los cormos hijos, los cuales crecen a ritmo muy acelerado luego de que las hojas hayan alcanzado su máxima longitud. En esta etapa, que comprende desde junio hasta fines de octubre, el cormo madre sufre un deterioramiento muy importante llegando a consumir todas sus reservas, para transformarse en tan sólo un tejido laminar, de aspecto corchozo. Se ha observado que con primaveras tempranas el cultivo acorta su período reproductivo.

- **Emergencia de hojas**

Los primeros días de abril comienzan a ser visibles en la superficie los brotes provenientes desde el cormo que han atravesado unos 12 cm de tierra. Los brotes están envueltos y protegidos por túnicas de color blanco y con forma de clavo. Las túnicas, una vez que llegan a la superficie, dan paso al conjunto de hojas verdes que llevan en su interior y constituirán al denominado tallo.

La emergencia de los brotes responde a un orden según el tamaño del cormo. Aquellos de mayor tamaño emergen primero respecto de los más pequeños. En una planta los brotes no emergen simultáneamente sino que, primero lo hacen los provenientes de las yemas apicales y luego, los provenientes de las yemas axilares.

- **Recolección de cormos**

Se realiza durante los meses de noviembre, diciembre y enero. Las razones de la extracción llevan consigo múltiples propósitos, pudiendo ser necesario para controles sanitarios, como la desinfección de cormos. Otro fundamento es utilizar estrategias de rotación de lotes para no realizar monocultivos. La calibración de los cormos es una razón, que brinda la posibilidad de obtener parcelas homogéneas y distintas entre sí facilitando la toma de decisiones y manejo de cultivo.

- **Monda**

Es la tarea en la cual se debe separar los estigmas del resto de la flor, se realiza en forma inmediata a la recolección de las mismas.

Para extraer los estigmas se toma la flor con una mano y se corta presionando los dedos pulgar e índice, a un centímetro aproximadamente por debajo de la fusión de los pétalos, con la mano opuesta se sostienen los estigmas, que esta manera quedan separados y en una de las manos.

PROPAGACIÓN DE AZAFRÁN (*Crocus sativus*)

Mónica Castro V
Ingeniero Agrónomo M.Sc.
Docente Facultad de Agronomía
Universidad Católica de Valparaíso

La propagación de azafrán puede ser llevada a cabo por métodos sexuales o asexuales.

- **Propagación sexual**

Existe controversia respecto a este tipo de propagación en *Crocus sativus*. Según BESOAIN (1917), el azafrán es susceptible de reproducirse por vía natural, o sea, por semillas engendradas por la fecundación de los órganos sexuales; sin embargo señala que este tipo de propagación degenera la especie notablemente al tipo primitivo, deduciendo de este hecho, que la semilla asegura la especie, pero no la variedad.

HOLTON (1979), citado por BASKER (1993) señala que la obtención de semillas es viable siempre y cuando las flores se polinicen a mano.

Por otro lado, SAMPATHU, SHIVASHANKAR y LEWIS (1984), mencionan que el azafrán es completamente estéril, porque no se permite a los estigmas cumplir su función orgánica. Se ha demostrado que es un triploide, con una meiosis muy irregular, que también es responsable de la esterilidad.

CHICHIRICCO (1989), menciona que la germinación defectuosa y el crecimiento del tubo polínico están relacionados con la ocurrencia de anormalidades citológicas del polen del azafrán. Así también, el tejido transmisor ovárico parece evitar la penetración de los óvulos.

GHAFFARI (1986); DHAR, SAPRU y REKHA (1988) concluyen que el azafrán, al igual que otras plantas triploides, es estéril debido a una formación defectuosa de gametos y que fenómenos como la meiosis irregular y la no disyunción cromósica complementan esta esterilidad.

- **Propagación Vegetativa**

La multiplicación asexual es realizada mediante cormos (MUÑOZ: 1987), seleccionados de cultivos anteriores, escogiendo los de tamaño medio, sanos, bombeados en su parte superior y algo planos en la parte inferior.

La extracción de los nuevos cormos, en el hemisferio sur, debe ser realizada durante los meses de diciembre y enero (LOPEZ: 1988), conservándolos en un lugar fresco, seco, ventilado, hasta unas horas antes de la plantación.

En relación a la formación de nuevos cormos, ésta comenzaría después de la floración (julio) hasta octubre. Posteriormente, comienza el letargo de los cormos, que coincide con el secado del follaje en la parte aérea de la planta, el que dura hasta diciembre (PÉREZ, 1989).

La propagación vegetativa se basa en el reemplazo anual del cormo madre por un nuevo cormo que se forma en el ápice del cormo plantado. Además, se pueden formar cormos a partir de yemas axilares. El tamaño de los cormos levantados depende del número de yemas desarrolladas en el cormo madre. La yema principal incrementa mayormente su tamaño en desmedro de las secundarias (DE HERTOIGH y LE NARD, 1993).

La planta de azafrán produce 3 a 4 nuevos cormos por cada estación de crecimiento, los que son altamente susceptibles a enfermedades propias del cormo, lo que deja a la propagación *in vitro* como una alternativa interesante de utilizar como sistema de propagación de esta especie.

La selección de los cormos para la plantación es muy importante, debiendo desechar aquellos que se encuentran deteriorados o defectuosos (muy pequeños o achatados), los primeros, porque sus heridas son puerta de entrada para enfermedades y los segundos, por ser poco productivos. Además, DE HERTOIGH y LE NARD (1993) destacan que los bulbos deben poseer un tamaño mínimo para florecer y haber superado su etapa de juvenilidad, que en el caso de los *crocus* sería de 4 cm de circunferencia y de 3 años, respectivamente.

Por otro lado, el tamaño del cormo a la hora de la selección afecta en gran medida la producción de flores por planta (DE MAESTRO y RUTA, 1993), debido a un número mayor de brotes que se forman en bulbos más grandes. Con bulbos cuyo peso oscila entre

40 y 50 gr se logra un número máximo de flores por planta de 10 a 12; con un peso de 20 a 30 gr, el número de flores por planta se reduce de seis a ocho. En consecuencia, bulbos con un tamaño superior a 2.5 cm de diámetro muestran una mayor producción de flores. Los estigmas mostrarían el mismo comportamiento, o sea, se observan estigmas más grandes, debido al mayor tamaño de los bulbos usados.

- **Propagación *in vitro***

El azafrán es una planta triploide, con formación defectuosa de gametos lo que provoca su esterilidad, por lo que su mejoramiento por semilla no ha sido posible, ya que el polen que se forma no es viable. Debido a esto, y las limitaciones de la propagación vegetativa, la multiplicación por medio de cultivo de tejidos ofrecería teóricamente un gran potencial para el mejoramiento genético, como un método de propagación masiva y de saneamiento de la especie (GEORGE *et al.*, 1992).

Frente a lo anteriormente señalado, cabe destacar que la aplicación de las técnicas de cultivo de tejido en la propagación comercial de plantas es de un desarrollo relativamente reciente y se ha convertido en una alternativa importante, ya que permite tasas potencialmente altas de multiplicación que pueden lograrse en un período comparativamente corto, además permite una propagación continua durante todo el año, más programada y lo que es muy importante libre de microorganismos patógenos (HARTMANN y KESTER, 1995).

A continuación se enumeran una serie de factores que son importantes de considerar al momento de realizar la propagación *in vitro* de esta especie.

1. Tipo de explantes

Existen diversos reportes acerca de la propagación *in vitro* de esta especie, donde se utilizan diferentes tejidos como fuentes de explantes, tales como, fragmentos de cormos (HOMES, LEGROS y JAZIRI, 1987), secciones con ápice vegetativo, callos formados a partir de cormos (ISA y OGASAWARA, 1988 e ILAHI, JABEEN y FIRDOUS, 1987), yemas meristemáticas (PLESSNER, ZIV y NEGBI, 1990 y PIQUERAS *et al.*, 1995) y secciones de ovarios (HIMENO y SANO, 1987).

Cabe señalar que de las alternativas anteriormente indicadas, las que se adaptan mejor a la producción de microcormillos son aquellas que utilizan fragmentos de cormos y yemas meristemáticas. La utilización de órganos florales es restringida a la época de floración y el trabajo con callos produce variabilidad genética de la especie, respuesta que no es deseada.

Basados en estos antecedentes la investigación realizada a partir de octubre de 1998, se inició con los dos tipos de explantes mencionados (fragmentos de cormos y yemas meristemáticas).

2. Desinfección

Uno de los puntos más importantes en el establecimiento y éxito de un cultivo *in vitro* es contar con un material libre de microorganismos, tanto hongos como bacterias (HARTMANN, KESTER y DAVIES, 1990), por lo que es necesario retirar cualquier porción de suelo, restos vegetales muertos, que aún pudieran quedar en las plantas o porciones de plantas con los que se trabaje.

Para la desinfección de los explantes se cuenta con varias alternativas, habiéndose evaluado las siguientes:

Hipoclorito de sodio

Lavado en agua caliente

Uso de antibióticos y fungicidas

3. Medios para formación de microestructuras

HOMES, LEGROS y JAZIRI (1987), realizaron multiplicación *in vitro* de azafrán utilizando fragmentos de cormo (1/8 de cormo), al término del período de vegetación de éstos. Fueron cultivados en forma aséptica en medios diferentes, sin embargo, el único medio en donde se observa respuesta es aquel en que la parte orgánica y mineral se origina de los medios de MURASHIGE y SKOOG (1962) (MS) o GAMBORG, MILLER y OJIMA (1968) (B5), suplementado con 2 mg/l de 2,4 D, 2% de sucrosa y 0,7 % agar mantenido en oscuridad a 30°C. El resultado fue el desarrollo de microcormillos.

4. Medios de engorde de microestructuras

Una vez que se obtienen los microcormillos de aproximadamente 25 mm de perímetro, éstos deben ser sometidos a un tratamiento de engorde para aumentar su diámetro y de

este modo hacer más fácil su manipulación en condiciones *in vivo*. Para lograr este engorde del material, los microcormillos se subcultivan a un medio compuesto por las sales y vitaminas del medio MS, adicionado de ANA, BAP, Sucrosa (90g/l), Benlate (50mg/l) y agar (7,3g/l).

5. Latencia de cormos

Otro factor importante de considerar al momento de cultivar *in vitro* esta especie es la latencia de los cormillos y de sus fragmentos. Así, se ha determinado que dentro de los factores factibles de manejar y que influyen en esta latencia están: la concentración de auxinas en el medio de cultivo y la temperatura de la cámara de crecimiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos hasta la fecha se piensa que es posible implementar la técnica de cultivo de tejidos para la propagación de *Crocus sativus* L.

Literatura citada

- BASKER, D. 1993. Saffron, the costliest spice: drying and quality, supply and price. *Acta Horti*. 344: 36-97.
- BESOAIN, C. 1917. El azafrán. Tesis Ing Agr. Santiago, Universidad de Chile. 39 p.
- CHICHIRICCO, G. 1989. Embryology of *Crocus* (Iridaceae). *Plant Syst. Evol* 168 (1/2): 39-47.
- DE HERTOOGH, A. and LE NARD, M. 1993. The physiology of flower bulbs. Amsterdam, Elsevier. 811p.
- DE MAESTRO, G. y RUTA, C. 1993. Relation between corm size and saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. *Acta Horti*. 344:512-517.
- DHAR, A.; SAPRU, R. and REKHA, K. 1988. Studies on saffron in Kashmir. 1 Variation in natural population and its cytological behavior. *Crop. Improv.* 15(1):48-52.
- GAMBORG, O. ; MILLER, R. and OJIMA, K. 1968. Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. *Experimental Cell Research* 50: 151-158.
- GEORGE, P.; VIVASNATH, S.; RIVASHANKAR, G. and VENKATARAMAN, L. 1992. Tissue culture of saffron (*Crocus sativus* L.): somatic embryogenesis and shoot regeneration. *Food Biotechnol.* 6(3):217-223.
- GHAFFARI, S. 1986. Cytogenetic studies of cultivated *Crocus sativus* (Iridaceae). *Plant Syst. Evol. Wien* 153(3/4):199-204.
- HARTMANN, H. y KESTER, D. 1995. Propagación de plantas. México, Compañía editorial continental. 760p.
- HARTMANN, H.; KESTER, D. and DAVIES, T. 1990. Plant propagation- Principles and practices. 5th ed. Englewood Cliffs, Prentice Hall. 647p.
- HIMENO, H. and SANO, K. 1987. Synthesis of crocin, picrocrocin and safranal by saffron stigma-like structures proliferated *in vitro*. *Agricultural and Biological Chemistry*. 51:2395-2400.
- HOMES, L.; LEGROS, M. and JAZIRI, M. 1987. *In vitro* multiplication of *Crocus sativus* L. *Acta Hort* 212:675-676.
- ILAHY, I.; Jabeen, M. and firdous, N. 1987. Morphogenesis with saffron tissue culture. *J. Plant Physiol.* 128:227-232.

- ISA, T. and OGASAWARA, T. 1988. Efficient regeneration from the callus of saffron. *Japan J. Breed.* 38:371-374.
- LOPEZ, C. 1988. Plantas aromáticas y condimentarias. *El campesino.* 119(10):42-60.
- MUÑOZ, F. 1987. Plantas medicinales y aromáticas; estudio, cultivo y procesado. Madrid, Mundi-prensa. 250p.
- MURASHIGE, T. and SKOOG, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant* 15: 473-497.
- PÉREZ, M. 1989. El azafrán. Madrid, Mundi-prensa. 155p.
- PLESSNER, O.; ZIV, M. and NEGBI, M. 1990. *In vitro* corm production in the saffron crocus (*Crocus sativus* L.). *Plant Cell, tissue and organ culture.* 20:89-94.
- PIQUERAS, A.; GOMEZ, R.; HAN, B.H. and DEBERGH, C. 1995. Micropropagation of saffron (*Crocus sativus* L.) by microcorm regeneration. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent.* 60/4^a: 1675-1678.
- SAMPATHU, S.; SHIVASHANKAR, S. and LEWIS, Y. 1984. Saffron: cultivation processing, chemistry and standardization. *Crop. Improv.* 20(2):123-157.

Potencialidad de Cultivo del azafrán en Chile

Gabriela Verdugo Ramirez
Universidad Católica de Valparaíso
Proyectos Fondec 1028 y FIA

Cultivo del azafrán

Los principios que sustentan esta investigación
eran:

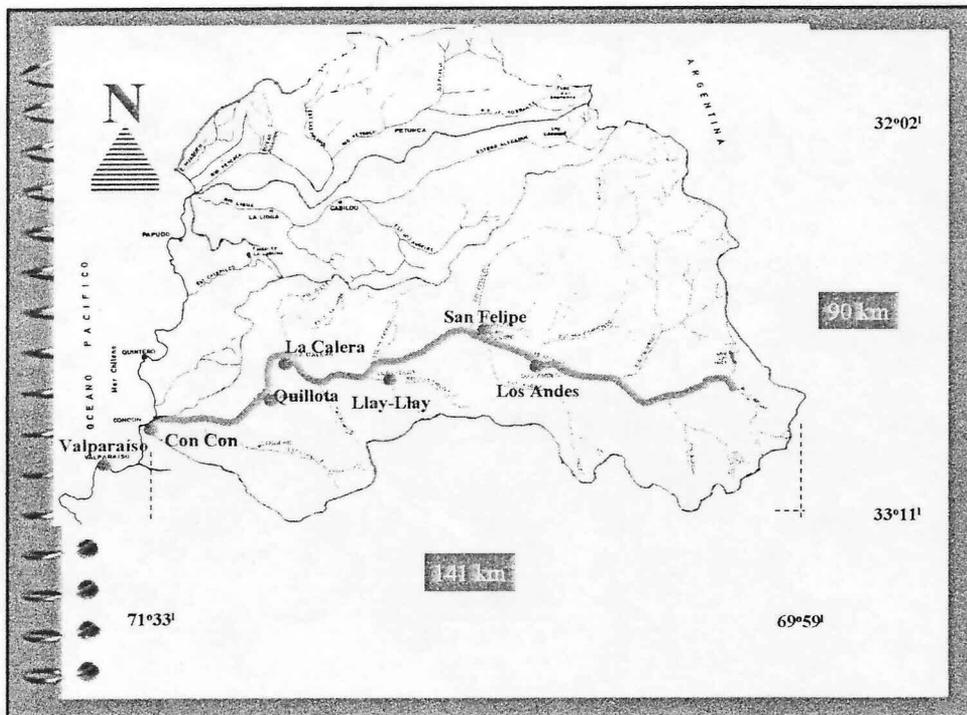
Esta especie presenta requerimientos de suelo
y clima que la hacen propicia para introducirla
entre la cuarta y quinta regiones sectores de
pre cordillera

El precio internacional de esta especie es de
US \$ 1.000 por kilogramo de producto seco

Debería ser una alternativa para agricultores en
zonas de mano de obra disponible, sobre todo en
aquellas áreas en que en otoño hay descenso de la
actividad agrícola.

Pasos seguidos en el proyecto

- Recopilación de antecedentes
- Traída de varias partidas desde España
- Cultivo in vitro
- Cultivo bajo sombreadero y con uso de hormonas que retrasan el receso
- Ensayos de multiplicación vegetativa



Requerimientos de clima y suelo

Temperaturas de la zona Albacete

media anual 13.3 (12 a 18 óptimo)

máxima 24.1 (acepta temperaturas mayores a 35°C)

mínima 4.2 (acepta temperaturas bajo cero)

precipitaciones 453 mm (riego fundamental previo a floración)

Suelo

Se adapta a gran gama de suelos, sin embargo los mejores rendimientos se obtienen en suelos arcillo calcáreos

Buen drenaje

Crocus sativus L



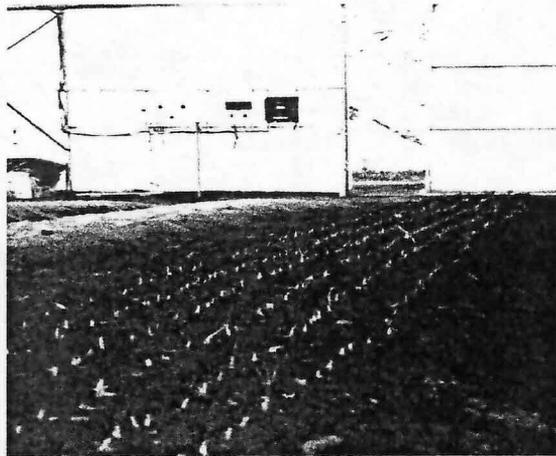
Problemas técnicos de la producción

Esta especie no produce semilla viable

Importación de cormos desde el hemisferio
norte

El cultivo in vitro

Primer año de cultivo

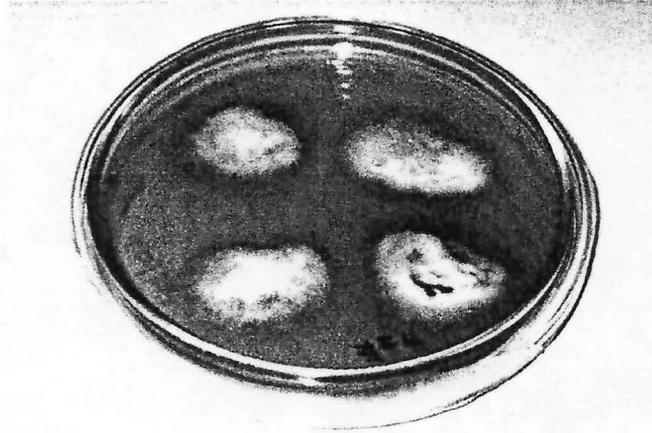


Zonas aptas para el cultivo

- ✓ Valles de Copiapó y Huasco III Región
(clasificadas como zonas termomediterráneas peráridas T°
media 18°C; 19.9°C M; 9.9°C m; 22 mm)
- ✓ Valles Río Elqui, Limarí Guatulame y Choapa IV Región (termomediterráneas peráridas T° media 15.5 °C; 19.7°C
M; 5.8°C m; 157 mm)
- ✓ Valles de San Felipe y Los Andes V Región
(mesomediterránea semi árida T° media 15.2°C; 14,4°C
M; 2,8°C m; 261 mm)

Resultados hasta la fecha

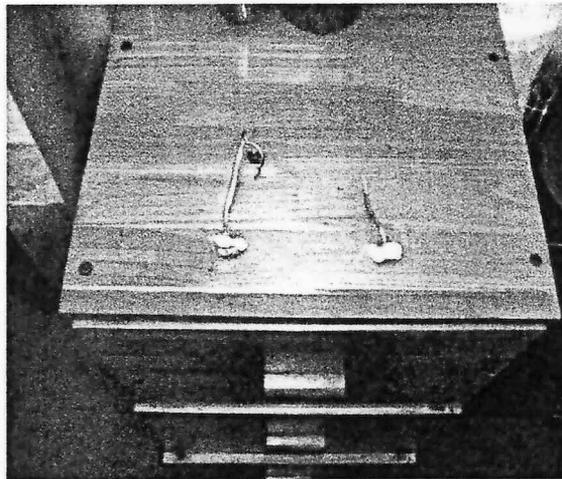
Bacterias endógenas en cultivo in vitro



Cultivo de azafrán (crocus)



Multiplicación vegetativa de azafrán



Antecedentes para análisis económico

Inversiones

300.000 cormos precio 50
C/U

Plantación : mano de obra
y maquinaria 1.200.000

Costos anuales de producción

Mano de obra 950.000

8 JH limpias

80 JH cosecha de flores

20 JH traslados

60 JH desbrizado

20 JH tostado

Fungibles 230.000

Gastos comb. 40.000

Evaluación económica de azafrán Miles de pesos

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8
INGRESOS								
Venta de azafrán	0	4770	5300	4770		4770	5300	4770
venta de cormos	0				15000			10.000
Total ingresos	0	4770	5300	4770	15000	4770	5300	14770
COSTOS								
Mano de obra	1200	950	950	950	950	950	950	950
Insumos y com	270	270	270	270	270	270	270	270
total costos	1430	1220	1220	1220	1220	1220	1220	1220
INVERSIONES								
En moneda naciona	15000	0	0	0	0	0	0	0
BENEFICIOS	-16220	3550	4080	3550	13780	3550	4080	13550
TIR 28 % Van 12 % 10.256								