

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITECNICA
INDUSTRIAL – AGRÍCOLA – INFORMÁTICA – ARQUITECTURA
(Adscrita a la Universidad de Zaragoza)

LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (Zaragoza)

PROYECTO:

**“ESTUDIO SOBRE EL
AZAFRÁN”**

Nº DE PROYECTO:A.202.57

REALIZADO POR:

HERRERO SÁNCHEZ, GLORIA
ENERO, 2002

1.INTRODUCCIÓN

La importancia que hace ya algunos años tuvo el cultivo del azafrán en la tierra donde yo nací, unido a la dispersa y a veces anticuada información existente sobre el tema, despertó en mí el afán por recopilar y actualizar datos de una planta cuyo cultivo e influencia en la vida de la comarca, conocí directamente.

Todo esto unido a la complicada situación que atraviesa en la actualidad me impulsó a plasmar en un estudio lo más científico posible, dicha situación, de forma que pueda servir como base para futuros trabajos que impulsen de nuevo el cultivo de una planta que tanto significado tuvo en épocas pasadas.

Con este estudio deseo plasmar la situación de un producto, muy apreciado desde la antigüedad. Sus características intrínsecas, tanto botánicas como químicas, su obtención de cultivo, el tradicional y otras posibles vías, y su comercialización tanto a nivel nacional como internacional. Estos aspectos a su vez están marcados por puntos de interés como:

Su propagación por vía vegetativa y su contenido de pigmentos carotenoides, que le confieren grandes características botánicas y químicas.

El cultivo tradicional, se realiza igual que hace años, sin ninguna mejora tecnológica, de ahí la investigación en nuevas maneras de obtención y mejora del producto.

El intento de aclarar su proceso comercial que es de gran complejidad, caracterizado hoy en día por la exportación del azafrán.

2. ORÍGENES

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 mediterránea. Sus virtudes y prestaciones han quedado recogidas desde el origen de las civilizaciones, en gran parte, en libros (desde el Antiguo Testamento hasta las más modestas anotaciones) o bien transmitidas oralmente de generación en generación a través de la cultura popular.

Esta planta tan antigua, 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 de la Mitología de la antigüedad clásica.

El azafrán procede de las mesetas de Anatolia, y desde aquella península asiática se extendió su cultivo en todas direcciones, propiciado en gran parte a los árabes, quienes aprovecharon la mítica “Ruta de la Seda”, en sus transacciones comerciales con Oriente (la India, China, Tailandia), y el “Mare Nostrum” de los romanos, para trasladar a Occidente el misterio de esta especia, llegando a la península Ibérica en los siglos VIII y IX, durante el Califato de Córdoba, desde donde se extendió su cultivo a la mayor parte de los territorios de al-Andalus. Aunque para algunos autores el origen del azafrán en nuestra península no está claro, con los datos previos se da referencia de que fueron los árabes quienes lo introdujeron en la península Ibérica con el nombre de “*az-za faran*”, que significa color amarillo.

Antiguo Egipto

Los egipcios conocían a la perfección las técnicas de extracción y destilación de aceites esenciales, utilizados en medicina y en los embalsamamientos, habiéndose admitido que la farmacopea egipcia manejaba y hacía uso de unos 400 productos constituidos por sustancias procedentes del reino vegetal, extraídos de plantas, entre los que se encontraba el azafrán.

En la civilización egipcia, la influencia de la creencia en los dioses se transmitía a sus actividades utilizándose el azafrán como un componente ritual, así, por ejemplo, en sus banquetes acostumbraban a rodear el borde de sus vasos de vino con guirnaldas de flores de azafrán y en sus procesiones religiosas, acostumbraban a esparcir pétalos de azafrán junto con otras plantas aromáticas. Además de utilizar el azafrán para embalsamar a sus faraones, sabían valorar el azafrán por su aroma y agradable sabor, además de proporcionar un excelente tinte, así como infinidad de usos técnicos de la vida doméstica.

La certeza de esta existencia es posible visualizarla en diversos grabados de tumbas y templos del Alto Nilo, donde aparece plasmada la flor del azafrán a la vez que se pueden observar gráficos de los métodos de su cultivo.

Antiguo Testamento

En un poema del libro “El Cantar de los Cantares” de Salomón se destaca ya, las excelencias del azafrán..

El próximo Oriente

“Safra”, el nombre de azafrán en persa, tiene su origen en la península de Anatolia. Se ha apuntado la hipótesis de que fueran los persas los iniciadores del consumo de azafrán en su condición de condimento. Tampoco se descarta la idea de que fueran los persas los exportadores de la especia a Egipto, debido a los amplios conocimientos que éste pueblo atesoraba sobre las técnicas de cultivo.

El monte Imolu, en la antigua Frigia (sector occidental de la península de Anatolia), era célebre por el excelente azafrán que allí se cultivaba. El filósofo griego Teofrasto (372 – 288 a.C.), dedicado al estudio de las ciencias naturales, llegó a decir que el azafrán de Cirene (región de Anatolia, romanizada en el año 155^a.C) era muy superior al de Grecia.

Durante los siglos IX – X el cultivo de azafrán conoció su mayor apogeo en Persia; las especulaciones alcanzaron cotas exorbitantes, siendo los traficantes árabes y musulmanes los más directos beneficiarios de este comercio.

China y la India.

El antecedente histórico más antiguo del que se posee noticia acerca de la existencia del azafrán en China, es aquél recogido en un papiro egipcio, difundido por algunos egiptólogos, en el que nos dice que la especia era ya conocida en éste país oriental unos 4.000 a.C., citándose asimismo, junto al azafrán, la menta, el anís, la mostaza, el comino y la canela.

Lo único que nos resulta permisible, como evidencia tangible de que la especia jugó en China un papel equiparable, en cierto modo, a aquél que había desempeñado en las antiguas civilizaciones mesopotámicas, es reseñar la evocación de dos costumbres tradicionales chinas, practicadas con carácter simbólico desde tiempos ancestrales, consistentes, la primera de ellas, en espolvorear con azafrán molido las vestiduras de los visitantes como prueba de hospitalidad; la segunda, en el intercambio entre familias, como testimonio de afecto y amistad, de un plato de arroz con azafrán al que los chinos han venido denominando “arroz dorado”. Ambas acciones ponen de manifiesto las connotaciones de la especia con prácticas asociadas a rituales clásicos

presentes en otras culturas, así como la prueba evidente de que en China ya era de uso común la utilización del azafrán como condimento desde muy antiguo.

Cabe destacar el protagonismo desempeñado por el color amarillo como símbolo en la vida y las costumbres del pueblo chino. Las tejas eran amarillas, como amarillos eran los ladrillos con los cuáles se hallaban pavimentados los patios de numerosos palacios; amarillas eran las libreas que lucía el emperador, adornadas con dragones de oro y las que vestían los integrantes de la guardia imperial, así como banderas, quitasoles, túnicas, y otros artículos y objetos de uso común por parte del pueblo chino. El azafrán constituyó, de hecho, uno de los productos más utilizados por la industria para teñir gran número de artículos y elementos de ese simbolismo.

Sobre la India, una civilización que cuenta con 5.000 años de historia conocida, parecen con algún lujo de detalle, aspectos relacionados con el azafrán y su entorno. En el papiro egipcio, mencionado anteriormente al aludir a china, se deja constancia que por la misma época, es decir, 4000 años a.C. ya era utilizada en la India la cúrcuma, una especie de azafrán – Kurkuma en sánscrito es igual a azafrán – para dar color y sabor al arroz milenario, junto a la pimienta y al cardamomo.

Según breves apuntes contemplados en documentos, se revela que en el año 2000 a.C. el azafrán ya era utilizado en este misterioso país como planta tintórea, revelación que merece plena credibilidad si tenemos presente el simbolismo de la planta y el color de la especia en las costumbres del pueblo hindú. Las vinculaciones del azafrán con el comportamiento social de los hindúes, cuya exaltación se halla, sin duda, en la adopción del color de la especia como signo distintivo para sus hábitos religiosos por parte del budismo. En el Tíbet, los lamas fueron y continúan siendo denominados por los acólitos con el nombre de “Túnica azafrán” por ser éste el color de las mismas.

Fuego y azafrán se hallaron presentes en cultos litúrgicos oficiados en los templos, formando parte del incienso que en estos recintos se expandía como práctica ritual de las ceremonias religiosas.

Grecia

Por su situación geográfica, la flora predominante de Grecia es aquella de carácter mediterráneo y por consiguiente extraordinariamente rica en plantas medicinales y especias como el azafrán. Se viene atribuyendo frecuentemente el origen del azafrán a la palabra griega Krokos, latinizada en Crocus, etimología que dio lugar a numerosas leyendas mitológicas.

La legendaria Hélade, cuna de la mitología griega, también dio protagonismo al azafrán, elevando a esta especia a la máxima dignidad del Olimpo, como se consta a continuación. Según la mitología griega, el azafrán recibió su nombre de un joven llamado “Croco”, transformado

posteriormente en esa planta por los dioses. Otra leyenda griega atribuye el origen de esta planta al dios Hermes (divinidad del fuego) que habiendo herido de muerte, por descuido, a su amigo Croscos, hizo transformar la sangre que manaba de su cabeza en unas florecillas de vistosos estilos de color rojo. Hipócrates, el padre de la Medicina, no dudó en incluir al azafrán en sus fórmulas, y Homero se refiere a esa especia con el nombre de “Krokos” (filamento), además de destacar en su memorable *Iliada* que los héroes y las ninfas iban vestidos con túnicas ceñidas con azafrán. En la *Odisea* aparece la expresión: “La mañana tiene color de azafrán”.

Ya en la vida cotidiana, se sabe que los antiguos griegos acostumbraban a esparcir azafrán en sus salas y teatros para perfumarlos; el color azafrán era el de la realeza, puesto que estaba estrechamente relacionado con el color dorado. También los antiguos griegos gustaban de salpicar los bancos de sus teatros con agua perfumada con azafrán, además de esparcir pétalos de esta planta en los suelos de sus comedores de gala, recostándose seguidamente sobre almohadones rellenos de aquellos. Durante los banquetes, los antiguos griegos solían ceñirse coronas de azafrán, por la creencia de que esta especia, además, prevenía la embriaguez. Las mujeres griegas hacían uso del azafrán para teñir vestidos.

Roma

El Imperio Romano, la mayor potencia de la antigüedad del área mediterránea, tampoco olvida su admiración por el azafrán, recogido en parte de la cultura Helena, cimentando sobre la misma la creación de un poderoso imperio. Si el helenismo había desarrollado toda una ciencia en el arte de curar las enfermedades valiéndose para ello de métodos inspirados en el conocimiento de la medicina natural, en cuya disciplina el azafrán fue una de las plantas protagonistas, los romanos llegaron a la exaltación máxima de las excelencias de la especia en ámbitos de aplicación similares a aquellos en que había venido siendo utilizada en Grecia, pese a que, a raíz de las disensiones surgidas entre la clase médica al decantarse una de las ramas de esta disciplina por la mal llamada por algunos escuela empírica de Hipócrates y la medicina científica de Galeno, el empleo del azafrán como fármaco o medicamento experimentó en Roma una notable regresión.

A la especia le eran atribuidas cualidades afrodisíacas y virtudes dietéticas que coadyuvaban a evitar la obesidad. Entre los habitantes de Roma gozaba de un bien ganado prestigio el azafrán de Sicilia, preferido a aquél procedente de Sicilia.

Mercancías como las especias dieron lugar a un auge económico realmente extraordinario en los estados italianos, contribuyendo en buena medida a la prosperidad de algunos de ellos como Venecia y Génova. Estos dos últimos mantuvieron una rivalidad muy dura por la hegemonía de este comercio hasta 1330, en que Génova monopolizó casi en su totalidad las transacciones comerciales de especias, obteniendo grandes beneficios con las exportaciones de azafrán a La India y especialmente China. Esta confrontación de Génova por el férreo control de este comercio tuvo continuidad con Nápoles, al convertirse este último estado italiano en uno de los enclaves neurálgicos en la comercialización del azafrán. Las importaciones de la especia procedentes de España, por conducto de exportadores catalanes preferentemente, fueron

adquiriendo día a día proporciones más y más especulativas ante la gran demanda de azafrán existente en el resto de Italia. Según confirman los documentos del Registro Aduanero del “Llibre del pret” de Barcelona, en los territorios de la corona catalana – aragonesa, el azafrán se convirtió en uno de los artículos más importantes ya que su cultivo se desarrollaba por extensas áreas del interior de Cataluña y por supuesto de Aragónés. Éstos alcanzaron su punto culminante al ser controladas las importaciones por el toscano Francesco Marco Datini.

Resulta curioso y significativo que Roma no ejerciera nunca su influencia en un comercio tan manifiestamente lucrativo como fue el de las especias, y en especial, por su elevado precio, el del azafrán.

Ya en la vida cotidiana, los antiguos romanos usaban azafrán en sus baños y, al igual que los griegos, gustaban de recostarse en suntuosos almohadones rellenos de azafrán, en la creencia de evitar la resaca, además de considerarla como un poderoso y demostrado afrodisíaco.

Durante éste imperio, se esparció azafrán en las calles de Roma cuando Nerón hizo su entrada triunfal en la capital del Imperio, como era tradicional hacerlo al paso de los emperadores y reyes, siguiendo la creencia ancestral de la alfombra roja como símbolo de la máxima dignidad.

España

Las referencias hacen pensar que fueron los musulmanes durante los siglos VIII y IX, durante el Califato de Córdoba, quiénes introdujeron el azafrán en nuestra península, cuyo cultivo no tardó en extenderse por la mayor parte de los territorios de al-Andalus.

Se desconoce a ciencia cierta el lugar geográfico en que se inició el cultivo de la planta, así como de qué modo se llevó a cabo la difusión de la misma en nuestro país. Sea como fuere el azafrán ya era suficientemente conocido y utilizado en España muchos siglos antes de que la especia hiciera acto de presencia como planta cultivada en nuestras regiones.

El declive del interés experimentado en Grecia por las plantas medicinales dio opción a que los árabes recogieran el testigo, ocupando el vacío dejado por el país heleno en el ámbito de la medicina natural. Médicos y farmacéuticos, que habían venido desempeñando su actividad en esa disciplina conjuntamente durante siglos, fijaron unos límites precisos para el ejercicio de sus funciones, delimitando las competencias a asumir por cada uno de ambos colectivos. En lo sucesivo, los médicos, de rango superior, asumirían la responsabilidad de diagnosticar las enfermedades y prescribir los medicamentos aconsejables en cada caso, en tanto la función de los farmacéuticos quedaba relegada a preparar mezclas y pócimas de las recetas médicas. De lo que se sabe, el azafrán se halló siempre entre los productos que entraban a formar parte de medicamentos administrados para combatir afecciones de la vista, del oído y amenorreas.

En el siglo XI el producto que nos ocupa era una mercancía auténticamente especulativa que concitaba la avidez de mercaderes y comerciantes, en abierta pugna por controlar tan floreciente y suculento mercado. Gradualmente el comercio del azafrán fue siendo acaparado por un círculo cada vez más reducido de gentes, dando lugar a rivalidades enconadas entre grupos monopolistas de diferentes comarcas y países la emancipación de la región levantina española. El intento por imponer su hegemonía para negociar directamente la producción de azafrán, daría origen a uno de los enfrentamientos más implacables entre comerciantes venecianos y genoveses, enzarzados en dura competencia por controlar las transacciones del país valenciano, enfrentamiento que finalizaría decantándose del lado de los últimos. Esta situación de monopolio ejercida por parte de los traficantes de Génova se mantendría, con algunas variantes, hasta comienzos del siglo XIII, en que los mercaderes catalanes, con su proverbial habilidad para los negocios, consiguieron arrebatar a los genoveses su hegemonía, pasando a dominar las exportaciones de azafrán levantino, aunque no por mucho tiempo, ya que la competencia suscitada entre catalanes y genoveses alcanzaría su punto álgido tras la conquista de Sevilla en 1248 por la España cristiana. Fue a raíz de éste hecho histórico cuando finalmente los comerciantes genoveses ganaron la batalla y se adueñaron de los mercados del azafrán mediterráneo, cuyo control absoluto no solamente conservaron, sino que ampliaron de tal forma que en el siglo XV monopolizaban igualmente la producción de la especia en Andalucía, cuya exportación llevaban a cabo vía Málaga. Posteriormente los centros de comercialización del azafrán se trasladaron a Alicante y Valencia, donde hubo una Lonja, aprovechando el desarrollo del azafrán de La Mancha, ocupando el primer lugar en cuanto a la demanda por su comercio, que se mantiene hasta la actualidad.

El desmedido fervor de las mujeres musulmanas por los perfumes para su embellecimiento personal como para ambientar sus hogares encontró en el azafrán uno de sus productos preferidos en la industria cosmética que se añadió al ya conocido uso en la gastronomía.

La demanda de plantas tintóreas como el azafrán alcanzó cotas realmente impensables, para la industria textil, en especial las sedas. Se alcanzó un gran desarrollo en Al-Andalus, donde se hallaban grandes industrias séricas, suplantado en la actualidad éste empleo por los tintes sintéticos.

En la actualidad el azafrán forma parte de la cultura culinaria de distintas regiones del mundo:

- En Arabia Saudita, un auténtico café Árabe debe tener cárdamos y azafrán.
- En la India el azafrán es ingrediente imprescindible en numerosas recetas de arroces, dulces y helados. Se utiliza en la medicina Ayurvédica para numerosas recetas y también en cultos religiosos.
- En el norte de Italia y Sur de Suiza, el azafrán es imprescindible en la preparación del famoso Rissotto.
- En Suecia, es tradición elaborar un pan con azafrán el día de Santa Lucía.

- En España, como ya sabemos el azafrán es ingrediente imprescindible en platos tan famosos como la Paella

3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS.

3.1. Clasificación botánica del *Crocus sativus* Linnaeus.

- división.....	<i>Espermafitas</i>
- subdivisión.....	<i>Angiospermas</i>
- clase.....	<i>Monocotiledóneas</i>
- subclase.....	<i>Corolíferas</i>
- orden.....	<i>Liliales</i>
- familia.....	<i>Iridáceas</i>
- tribu.....	<i>Croceas</i>
- subtribu.....	<i>Crocinas</i>
- género.....	<i>Crocus</i>
- especie.....	<i>Sativa</i>
- variedad.....	<i>Auctumnalis</i>

Según el profesor Tschirch, el *Crocus Sativus* es el azafrán obtenido por el cruzamiento de cinco variedades silvestres, las cuales son: la Orsini, la Cartwrightianus, la Hausnecgtii, la Elwesii y la Pallasi, de las cuales la Elwessi parece ser la que proporcionaba el azafrán del monte Tmolus, muy apreciado en la antigüedad.

El cultivo de la variedad C. Cartwrightianus se hallaba en Esmirna y Creta, la variedad C. Pallasi era frecuente en Crimea y por último el C. Oliviero, azafrán amarillo, en Grecia y Asia Menor hasta el Kurdestán.

El *Crocus Sativus* Linnaeus, variedad *Auctumnalis*, es el azafrán que se cultiva en la actualidad en el sur de Europa, especialmente en España.

Según se cita en la farmacopea española, el azafrán se describe como: “*Crocus Sativus* L. Iridácea herbácea vivaz, con bulbo radical y espata uniflora; hojas lineares, encorvadas, coetáneas con la flor; perigonio violado de tubo exerto, y lacinas anchas – lanceadas, estilo con tres estigmas más largas que los estambres en forma de bocina, denticulados en el borde y de color anaranjado “.

3.2. Diversas especies de *Crocus*

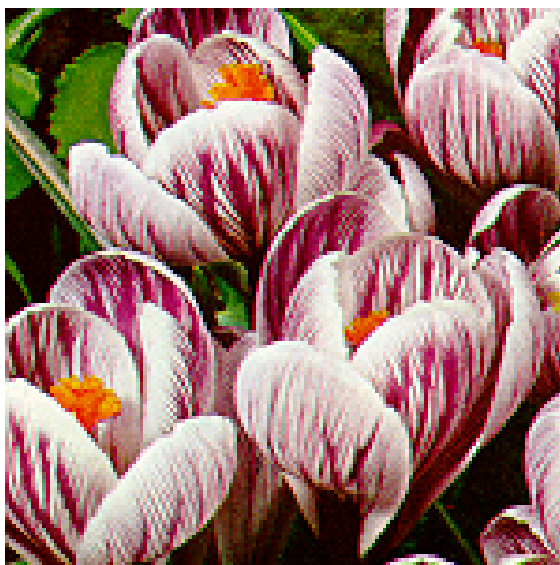
Existen diversas especies de *Crocus*, aunque cabe destacar que éstas especies de azafrán son plantas silvestres, utilizadas de manera ornamental, o para su uso en las adulteraciones.

Crocus Vernus: es conocido como azafrán silvestre. Posee de 1 a 2 flores color lila, púrpura u orladas de blanco o violeta. De 2 a 4 hojas cuyo ápice se aprecia en la floración. Tres estigmas cortos, amarillos o anaranjados. Florece de marzo a junio. Se trata posiblemente del *Crocus* más conocido y común de Europa. Existen varias subespecies: *C. Albiflorus*, idéntico al *C. Venus* pero con los estilos más cortos que los estambres y las flores frecuentemente blancas. Nace espontáneamente en los Pirineos y zonas muy altas, y es excelente para naturalizar y obtener diferentes variedades o híbridos de jardín.

Crocus Carpitanus: azafrán de primavera. Su floración es primaveral, y aparece espontáneo en la cordillera Carpetana. Sus estigmas son de color violeta pálido con estrías azules.

Crocus Versicolor: azafrán albertino. Florece en Alberta (Canadá) en primavera, donde nace espontáneamente en profusión. En Europa florece de enero a Marzo y se cultiva para ornamentación y jardinería. Al contrario que el *crocus sativus*, la envoltura perigonal externa es de mayor dimensión que la interna.

Crocus nudiflorus: flores solitarias, grandes, de color púrpura. De 3 a 5 hojas que aparecen con bastante posterioridad a la floración. Estigmas con varias ramas anaranjadas. Florece de septiembre a octubre. Muy cultivado en jardín. Se le conoce como “azafrán bravo” y es cultivado en Gran Bretaña. Es de gran belleza. Se multiplica por estolones y vegeta profusamente en España.



Crocus serotinus: 1 a 2 flores de color lila, frecuentemente con venas más oscuras. De 4 a 7 hojas que aparecen antes o después de la floración. El bulbo posee una túnica de fibras toscamente reticulada. Posee tres o más estigmas anaranjados. Florece de septiembre a Diciembre. Muy común en España. La subespecie *Salzmaii*, con la túnica del bulbo de fibras paralelas y reticuladas solamente en parte, florece de Septiembre a Diciembre.

Crocus minimus: flores solitarias de color violeta con 3 venas oscuras en la parte exterior. De 3 a 5 hojas que aparecen con anterioridad o al tiempo que las flores. Tres estigmas amarillos, anaranjados o rojos. Florece en Abril. Cultivado en jardín.

Crocus longiflorus: 1 a 2 flores cuyo color va de lila a púrpura, con venas más oscuras en su parte externa. De 1 a 3 hojas presentes ya en la floración. Tres estigmas rojo anaranjados. Florece de Octubre a Noviembre. Cultivado en jardín.

3.3 Descripción de la planta

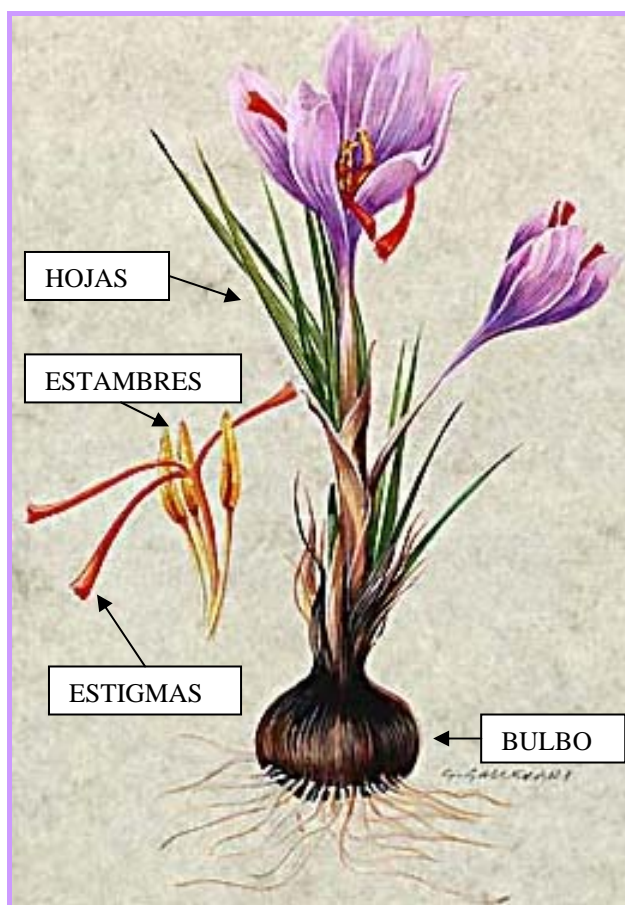


GRAFICO 1. “*Crocus sativus* Linnaeus”. Planta de azafrán

Esta planta perteneciente a la familia de las Iridáceas, se trata de una planta herbácea, uniflora, cuyos tallos nacen de un tubérculo bulbiforme de los llamados sólidos o macizos, es decir, aquéllos en que el tallo, muy corto, sufre un espesamiento en los entrenudos de la base por almacenarse en ellos la sustancia de reserva. Este tallo hinchado tiene las hojas reducidas a túnicas delgadas apergaminadas y el conjunto se conoce con el nombre de cormo.

El bulbo, que por definición es la base engrosada de un eje caulinar compacto con nudos y entrenudos diferenciados, que posee una yema terminal o apical y frecuentemente otra lateral que da origen a las hojas.

Tiene forma achatada de 2,5-3 cm. de diámetro, blanquecino y carnoso interiormente y revestido por una túnica reticulada de ásperas fibras de color terroso o marrón claro que recibe el nombre de perifolla, camisa o farfolla, formando una especie de protección contra la deshidratación y daños mecánicos. Al cormo se le conoce vulgarmente por el nombre de “cebolla”.

Destaca la característica reproducción del bulbo, que se produce de manera significativa cuando un bulbo nace un año y muere al siguiente, después de haber dado flores en otoño y producido nuevos bulbos en primavera. Así sucesivamente, de forma que el suelo permanece poblado de bulbos que no cesan de superponerse, pues las nuevas brotan encima mismo de las del año anterior.

Todos los años, de cada bulbo plantado se forman dos o tres nuevos. Cada uno de ellos tiene a su vez hasta cuatro yemas florales dependiendo del tamaño. Esas yemas se convierten en cormos nuevos, nutriéndose del que proceden, que se va agotando hasta morir, quedando reducido a una capa negruzca adherida a la base de las nuevas cebollas.

Las hojas de la planta parecen nacer del bulbo envueltas en su base por unas vainas; son lineares, casi cilíndricas, erectas, de color verde oscuro y marcadas longitudinalmente con una banda blanca en su cara interna y una nervadura en su parte externa.

El número de hojas, agrupadas en manojo oscila entre 6 y 10, su anchura suele ser de unos 2 mm. y su altura sobrepasa la de las flores, pudiendo alcanzar y superar los 30 cm. según sea la calidad de la planta. Esta altura puede crear un obstáculo en las labores de recolección de la flor. Avanzada la primavera éstas se secan, siendo utilizadas como subproducto, en su mayoría para alimento de los rumiantes, a los que aumenta la calidad y cantidad de sus secreciones lácticas. Vulgarmente son conocidas como “cerdas”, “espartín” o “espartillo”.

La flor denominada “Rosa del Azafrán”, es solitaria y terminal, de color azul-violáceo. Surgen del bulbo, al principio en forma de tubo para ensancharse después de forma acampanada, constituida por seis pétalos, tres interiores y tres exteriores. Suelen ser de 1 a 3 por tallo de la planta, que a su vez ésta puede constar de 2 ó 3 tallos.

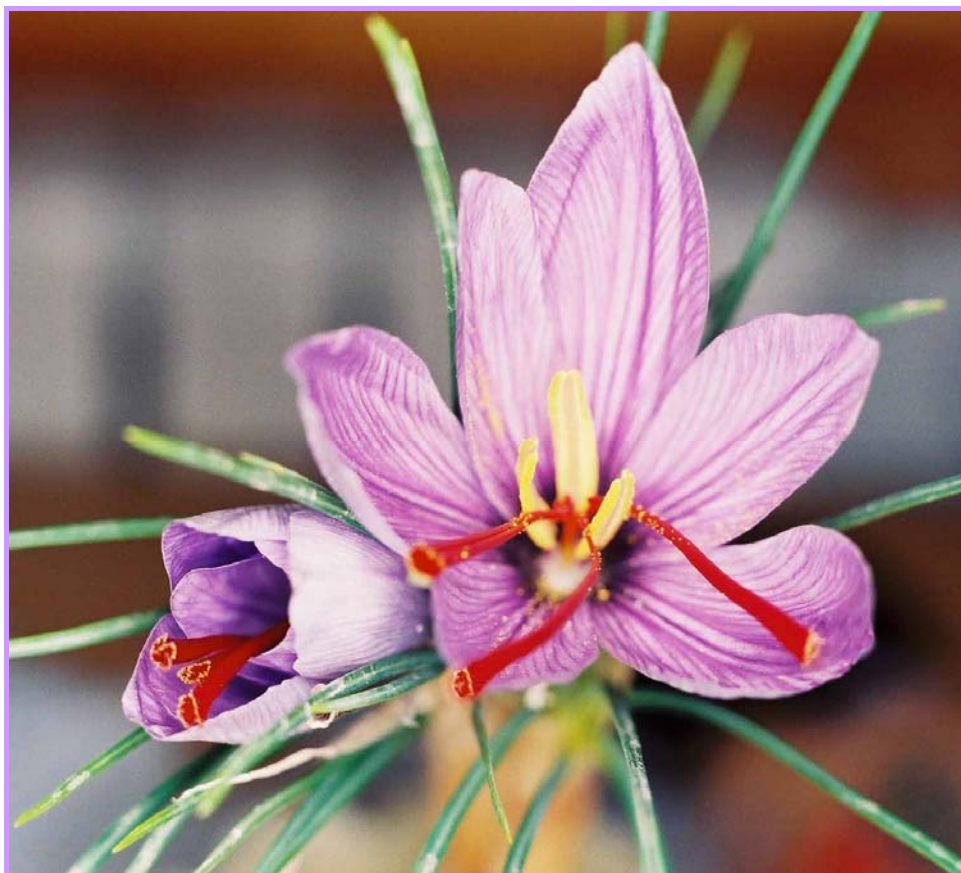


GRAFICO 2. Detalle “Rosa de azafrán”

Sobre cada una de las divisiones del verticilo se inserta un estambre libre pero soldado al tubo del periantio de anteras amarillas, extrorsas de cuatro sacos polínicos y con dehiscencia longitudinal. Son de color amarillo vivo, aterciopeladas y pegajosas.

El ovario se prolonga en un estilo blanco–amarillento, filiforme, terminado en tres estigmas, de color amarillo rojizo o anaranjado, de 3 a 4 cm de longitud. Se presentan finísimos en su base, devienen progresivamente más gruesos hasta alcanzar en su extremidad unos 2 mm. en forma de trompa presentando un margen finamente dentado. Estos estigmas florales desecados del *Crocus sativus* L según la norma (UNE 34013 hl), es el producto que constituye lo que conocemos como Azafrán.

3.3.1. Ciclo vegetativo

3.3.1.1 Período vegetativo

El azafrán tiene su origen a nivel orgánico en un bulbo que inicia su ciclo de desarrollo a partir de su condición como meristemo encontrándose en estado de reposo, durante el cual no tienen lugar ni la división ni la diferenciación celulares.

Según N. Azizbekova y colaboradores, el desarrollo del meristemo de los nuevos bulbos del *Crocus sativus* comienza inmediatamente después de la floración, en noviembre.

En la base del bulbo materno a través de múltiples mitosis, las células meristemáticas, dan lugar a la formación de tejidos embrionales, de los que se obtiene la constitución de los bulbos hijos.

Estos tejidos embrionales, que poseen capacidad permanente de división celular, inician el desarrollo de su actividad de forma muy lenta, denominada fase de latencia.

La multiplicación de las células iniciales tiene como resultado la constitución de los meristemos apicales o primarios, de gran importancia para el crecimiento. A través de múltiples diferenciaciones posteriores los tejidos meristemáticos crean el resto de los tejidos del vegetal.

Ya en la primera composición rudimentaria comienzan a proyectarse los órganos vegetativos, que éstos con el tiempo se transformarán en una planta. También el caulículo, porción caulinar del embrión, proyecta lo que posteriormente se transformará en el tallo; y los primordios foliares, minúsculas yemas embrionales, muestran el proyecto de lo que meses más tarde se habrá convertido en hojas.

De diciembre a febrero se produce el evento principal que es la iniciación y desarrollo de hojas y raíces debido al desarrollo, a ritmo lento, del vástago apical.

La actividad mitótica de los meristemos apicales experimenta en estos meses una pauta extremadamente atenuada, es esta actividad en conjunto la que determina la pauta de crecimiento no solamente mediante la formación de órganos y tejidos de hojas y raíces, sino asimismo propiciando una importante acumulación de reservas en el bulbo, que serán, en definitiva, las que determinen su tamaño, calidad de la flor y número de flores. En este hecho se establece la importancia que supone para el bulbo la adopción de todas las medidas posibles para proporcionar a la planta todos cuidados y requerimientos de que tenga necesidad en esta etapa.

3.3.1.2 Período reproductivo.

En el transcurso del mes de marzo el *Crocus Sativus L* sufre la transición del período vegetativo al reproductivo, considerando a éste estado como uno de los períodos críticos.

Este cambio comienza caracterizándose por una febril actividad mitótica de las células, con una gran profusión de divisiones y diferenciaciones que dan lugar a profundas transformaciones celulares, denominando a ésta fase como “fase de aceleración”.

El bulbo ofrece la impresión de hallarse en estado de reposo, pero realmente en su interior se está desarrollando un proceso de vital importancia para la planta, con transformaciones decisivas debido a los impulsos de la activación de unos mecanismos cuya línea de actuación está fijada genéticamente y cuyo colofón va a suponer la modelación biológica de la planta así como la conformación morfológica de la misma.

Durante el transcurso de la fase de crecimiento vegetativo al reproductivo tiene lugar el cambio más significativo en la diferenciación del ápice. Los meristemos vegetativos, emplazados en el centro y ápice del bulbo, efectúan su transformación convirtiéndose en brote floral y brotes de raíces.

Se puede destacar el aumento de consumo de energía que sufre la planta a todos los niveles, en el transcurso de un período a otro. La formación de tejidos jóvenes incrementa notablemente el ritmo respiratorio con el consiguiente aumento de transpiración, lo que conlleva a unas exigencias superiores de agua por parte del vegetal y aunque la flor del azafrán posee unas exigencias de agua escasa, si las precipitaciones de marzo no se producen o son escasas se debe realizar un riego para satisfacer estas necesidades en esta etapa.

3.3.1.3 Letargo.

De abril a junio, según N. Azizbekova y otros, la actividad mitótica del azafrán decrece durante el período de formación de los órganos generativos que, no obstante, continúan diferenciándose hasta el mes de agosto.

Al llegar abril los nuevos bulbos están completamente formados, no experimentando ya ningún aumento, ni en peso ni en grosor y las hojas finalizan por secarse.

En el transcurso de estos meses el bulbo permanece en “estado latente”. Con la llegada de las altas temperaturas se produce la entrada del vegetal en una fase de ralentización. Su actividad se reduce progresivamente hasta cesar casi por completo. Se caracteriza por la ausencia total de crecimiento y actividad, posiblemente como resultado de la gran concentración de energía empleada en la tarea de formación de nuevos órganos. El azafrán entra en la fase que se conoce como de “reposo, dormición o letargo”.

3.3.1.4 Floración.

La planta despierta de su letargo a finales del mes de agosto donde reanuda sus actividades metabólicas con normalidad, identificándose de nuevo con su medio e integrándose en ese engranaje que forman, su estrecha relación, suelo, planta y clima.

Del bulbo surgen nuevos tallos, con las hojas envolviendo a los mismos y las yemas embrionales se transforman en verdaderos órganos florales. Con ésta transformación se produce el inicio de la floración, cuya culminación es la presencia exterior de la flor, etapa que se inició con el paso del período vegetativo al período reproductivo, programado genéticamente al igual que los anteriores, y condicionado por factores tanto endógenos como exógenos. En el primer caso con las hormonas de crecimiento vegetal como protagonistas y en el segundo caso, por la luz, temperaturas y humedad preferentemente.

Teniendo en cuenta las características inherentes al azafrán, latitudes en que se hallan situados sus cultivos, fechas en que florece, capacidad de absorción de luz por parte de sus órganos y su condición de planta de día corto, puede situarse su período crítico de floración en unas doce horas y media de oscuridad mínima, o lo que es lo mismo, con unas exigencias máximas de luz cifradas en unas once horas y media, sobrepasadas las cuales la planta permanecerá en estado vegetativo y una temperatura óptima para la floración del azafrán puede que puede situarse en valores que oscilan entre 10 °C y 15 °C..

4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AZAFRÁN

4.1 Composición química del azafrán

En la planta del *Crocus sativus L.* existen compuestos en sus estigmas tales como los carotenoides crocina y crocetina, los aldehídos monoterpénicos picrocrocina y safranal, así como proteínas activadoras / inhibidoras de la agregación plaquetaria, lectinas que unen manosa y un proteoglicano citotóxico.

Un total de once componentes conforman el ser químico del azafrán y cuyo orden de importancia es el siguiente:

-Azúcares	13/14 %
-Proteínas	10/14 %
-Gomas y dextrinas	9/10 %
-Humedad y volátiles (a 105°C)	8/10 %
-Crocina	8/11 %
-Almidón	.6/7 %
-Pentosas	6/7 %
-Cenizas	.5/8 %
-Fibra cruda	.4/5 %
-Picrocrocina	. 2/5 %
-Total de solubles en agua	55/65 %

La fórmula molecular del azafrán es : $C_{44} H_{64} O_{24}$

Los principios activos más importantes que posee el azafrán son de tipo colorante, saborizante y olorosos debidos respectivamente a la crocina, picrocrocina y safranal, estudiados a continuación:

Crocina

El principio activo colorante esencial se trata de la crocetina ($C_{20}H_{24}O_4$), un carotenoide caracterizado por dos grupos carboxilo y de crocina ($C_{44} H_{64} O_{24}$), un éster compuesto de dos moléculas precedente de ácido (un disacárido). También están presentes moléculas análogas esterificadas solo parcialmente, entre las que se encuentra el azúcar glucosa.

La crocina, principal responsable del poder colorante del azafrán, cuyo coeficiente de absorción molar es de 133750 L/ mol cm, es soluble en agua, por lo tanto su asimilización, así como su acción antioxidante se deben a los radicales libres. Es soluble también en alcohol y no cristaliza.

En agua la crocina tiende a hidrolizarse espontáneamente formando la crocetina, casi insoluble, y de color más rojizo. Éste es uno de los motivos por el que el polvo de azafrán reaviva su color si está húmedo.

Durante la conservación la humedad contenida en el producto porta una progresiva disminución del color y por lo tanto a una exposición del color hacia un amarillo siempre menos intenso.

Picrocrocina

Este aldehído monoterpénico es el responsable del característico sabor amargante del azafrán. La molécula de picrocrocina se hidroliza espontáneamente en solución acuosa y también durante la conservación de los filamentos y del polvo aunque la humedad sea demasiado alta.

Safranal

El característico aroma que posee el azafrán se debe al safranal y a otros compuestos volátiles que se forman con el tiempo y que están en menor cantidad, representando el safranal un 70 % de los volátiles totales. La composición cualitativa y cuantitativa varía dependiendo del terreno de cultivo, además del tiempo.

En una serie de recientes análisis en 1997 realizados por Cadwallader y col., confirmaron que estudios realizados sobre el análisis de la dilución del aroma de los volátiles del azafrán se encontró un componente de menor importancia que el safranal pero componente del aroma de azafrán. El compuesto encontrado es el: 2-Hydroxy-4,4,6-trimethyl-2,5-cyclohexadiene-1-one.

El azafrán, además de carotenoides y aldehídos monoterpénicos contiene otros elementos útiles para el organismo como son la vitamina B₁ y B₂.

Vitáminas

Bhatt y Broker descubrieron en cuatro muestras de azafrán un contenido de Riboflavina (Vit B₂) de 138, 93.3, 78.7 y 56.4 gramos, al igual que de tiamina (Vit B₁) con valores correspondientes a 4, 3.8, 0.72, y 0.88 gramos.

Otro investigador, Rajagopalan, informó que en ratones albinos, una cantidad tan insignificante de azafrán como 150 grs otorgaban el mismo tipo de beneficios que 40 mg de pura riboflavina sintética.

Los carotenoides, vitaminas y sustancias aromáticas que posee el azafrán tienen los siguientes efectos:

Los carotenoides:

- Protección de las células contra la oxidación.
- Incremento de la resistencia inmunitaria
- Acción precursora de la Vitamina A
- Antitumoral

La vitamina B₁:

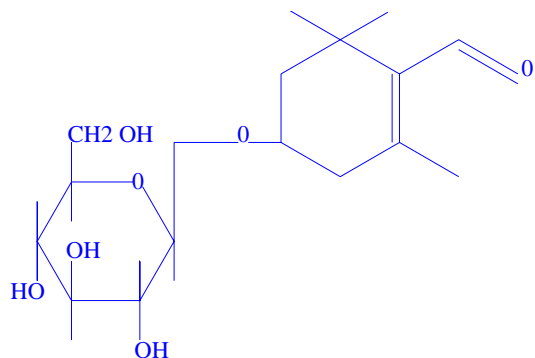
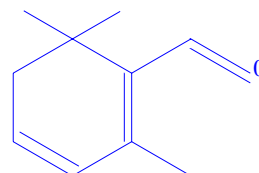
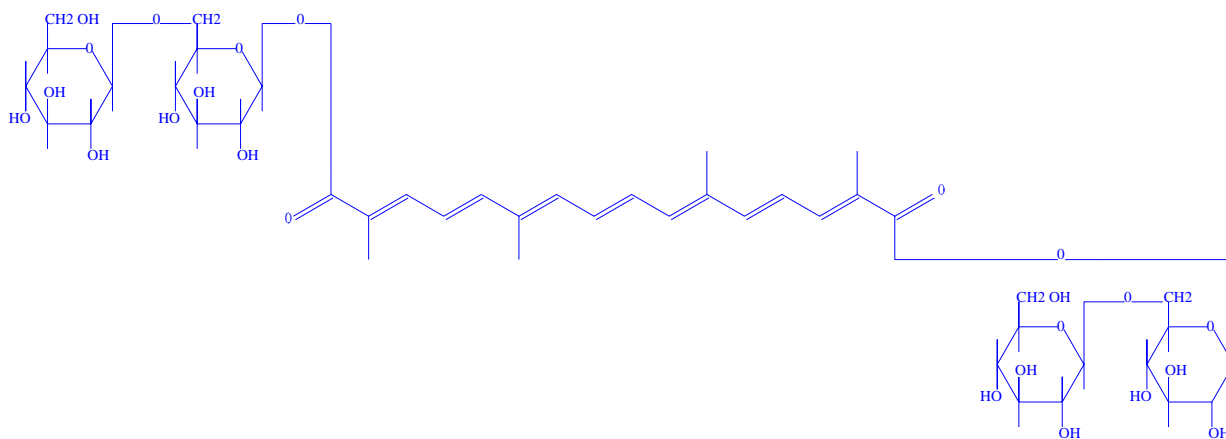
- Antioxidante
- Coadyuvante en el crecimiento

La vitamina B₂:

- Favorece el intercambio de oxígeno celular
- Necesaria para el metabolismo

Sustancias aromáticas:

- Activación del metabolismo
- Contribución al mejoramiento de la digestión.

Estructura de picrocrocinaEstructura de safranalEstructura de la α -crocina

4.2 Estructura anatómica del azafrán.

4.2.1 Azafrán en hebra



GRAFICO 3. Azafrán en hebras

La sección transversal de un estigma presenta las partes siguientes:

- Un parénquima formado de células poligonales o redondeadas sobre los ángulos con paredes de poco espesor y haces vasculares de sección redonda.
- Una epidermis, compuesta de una fila de células tubulares ligeramente alargadas perpendicularmente a la superficie del estigma y recubierto de una cutícula poco gruesa. Ciertas células epidérmicas están provistas sobre el centro de su pared exterior de una pequeña papila.

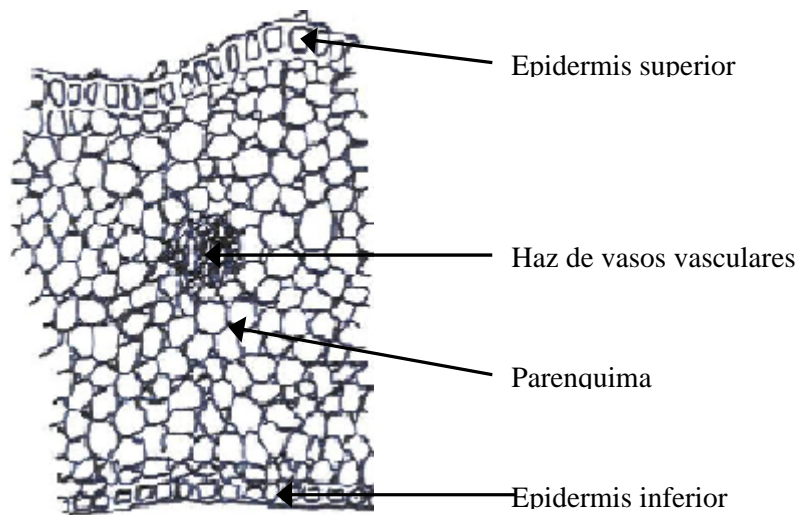


GRAFICO 4.- Sección transversal de estigma de azafrán

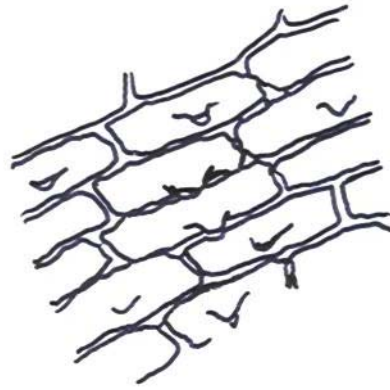


GRAFICO 5.- Epidermis superior de estigma de azafrán

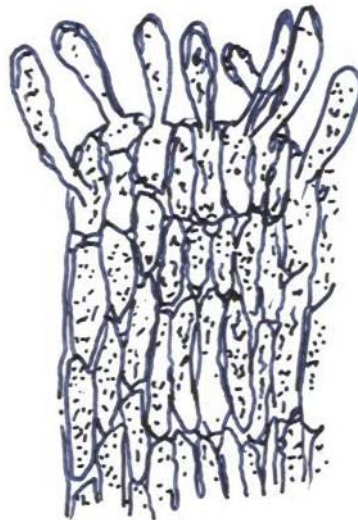


GRAFICO 6.- Extremo superior de estigmas de azafrán

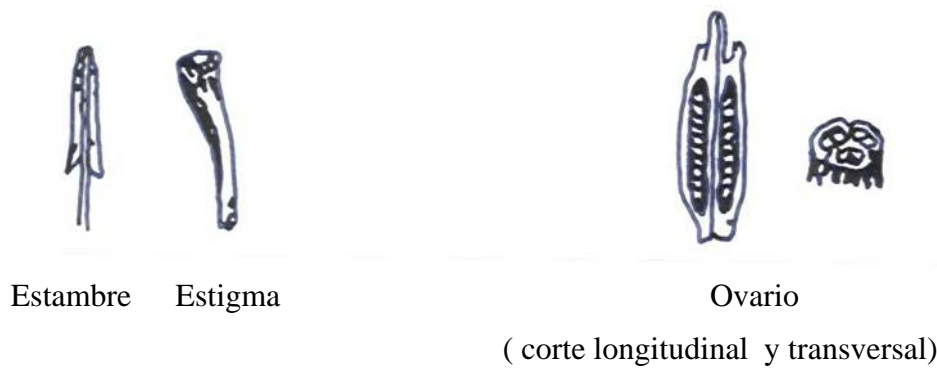


GRAFICO 7.- Partes de la flor del azafrán

4.2.2. Azafrán en polvo

Las características microscópicas del polvo de azafrán son las siguientes.

- Fragmentos de la extremidad superior del estigma provistos de gruesas pupilas alargadas en forma de vello que alcanza 150mm de largo.
- Trozos de epidermis del estigma provistos de pequeñas papilas redondas
- Granos de polen redondeados de grueso diámetro de 185 mm a 100µm con una membrana gruesa y lisa y con una exina finamente dentada.

Se puede observar además:

- Algunos trozos paremquimatosos, trozos de epidermis del estilo que está constituido por largas células y pared estrecha y ligeramente sinuosa.
- Algunos trozos haces vasculares delgados.

El polvo de azafrán no presenta ni células endurecidas, ni fibras ni pelo ni granos de almidón. El contenido de células se disuelve en agua en la coloración volviendo un color amarillo anaranjado.

En la interpretación de las observaciones si después de la observación de diferentes láminas se observa la presencia de elementos extraños al azafrán, se debe realizar una comparación con una preparación tipo con fines de identificación.

4.3 Métodos de ensayo para la identificación de azafrán.

A continuación se explican los métodos apropiados para el análisis de azafrán obtenido a partir de flores de “*Crocus sativus L*”. Según la norma ISO 3632-2:1993, la previa preparación de la muestra para el ensayo requiere una masa mínima de ésta de 10 gramos, (5 grs. x 2) a fin de realizar el conjunto de análisis en doble. En razón del precio elevado del azafrán las muestras de ensayo se realizan con la menor cantidad de muestra. Un primer ensayo de identificación puede evitar realizar los análisis químicos siguientes si parece que no se trata de azafrán puro.

4.3.1. Ensayo de identificación

Para azafrán en hebras se realiza un examen visual con lupa binocular. Esta lupa debe poseer aproximadamente 10 aumentos. La interpretación de los resultados consiste en que todos

los filamentos deben pertenecer al *Crocus sativus L.*, rechazando la muestra si hay otra materia vegetal que no pertenece al *Crocus sativus L.*

Para azafrán en polvo el principio es la utilización de una reacción colorimetría.

Los reactivos que se utilizan para esta reacción son únicamente aquellos de calidad analítica reconocida y agua destilada y desmineralizada o de pureza equivalente, además de:

- Ácido sulfúrico de densidad 1.19 g /l
- Difenilamina. No produciendo ninguna reacción coloreada con el ácido sulfúrico.
- Solución de di fenilamina, cuya preparación es mezclar 0.1 gramos de di fenilamina, 20 ml de ácido sulfúrico y 4 ml de agua
-

El aparato a utilizar es una cápsula de porcelana con fondo llano.

El método operatorio es tomar 1 muestra de 0.5 grs. De azafrán y colocar esta muestra en la cápsula de porcelana que contiene la solución de di fenilamina.

La interpretación de los resultados es la siguiente: si el azafrán es puro produce inmediatamente un color azul que torna rápidamente a un rojo pardo. El color azul permanece en presencia de nitratos.

Para el azafrán en hebra se muele la muestra por medio del molinillo de tal manera que el 95% del producto pase a través del tamiz y para el azafrán en polvo se tamiza la muestra para verificar si el polvo pasa en un 95 % a través de éste tamiz. Sino fuese el caso se debe moler de nuevo el polvo en el moledor para obtener esa granulometría.

Los aparatos necesarios para realizar esto son:

- Moledor respondiendo a las siguientes condiciones:
 - Fácil de desmontar, de limpiar y presentando una pérdida mínima de la muestra.
 - Permita una trituración rápida y uniforme, sin provocar calentamiento ni pérdida de humedad.
 - Evitar al máximo el contacto con el aire exterior
- Permitir una recuperación total de todos los fragmentos de la muestra y no introducir en la muestra ninguna sustancia extraña.
- Tamiz, de 500µm de diámetro de malla

4.3.2. Determinación de restos florales del azafrán en hebras

El principio es la separación física y pesado de los restos florales presentes en una toma de ensayo.

Los aparatos a utilizar son un cristal de reloj, pequeña pinza de laboratorio, y balanza analítica precisa para un error de 0.01 gr de precisión.

El modo operativo, es pesar alrededor de 3 gramos de muestra por ensayo extendiendo el azafrán sobre una hoja de papel gris neutro. Por medio de la pinza de laboratorio separamos todos los filamentos amarillos unidos o libres y otros restos florales que puedan encontrarse. Pesar sobre la balanza analítica con el cristal de reloj previamente secado. Se trasladan los restos florales separados sobre el cristal de reloj pesado y seco y después se pesa el conjunto admitiendo como máximo un error de 0,01gramos.

La expresión de los resultados es la cantidad de restos florales de la muestra expresada en porcentaje en masa.

$$(m_2 - m_1) \times 100/m_0$$

m_0 = La masa en gramos de la muestra.

m_1 = La masa en gramos del cristal de reloj.

m_2 = la masa en gramos del cristal de reloj con los restos florales.

4.3.3 Determinación de materias extrañas en el azafrán en hebra.

El principio es la separación física y pesado de las materias extrañas presentes en la muestra de ensayo.

Los aparatos a utilizar son un cristal de reloj, una pequeña pinza de laboratorio y una balanza analítica para un peso de 0.01 gr. El modo operativo es reconstruir la muestra para ensayo (alrededor de 3 gramos) y reincorporar las materias extrañas separadas y determinadas anteriormente. Homogeneizar bien y pesar la muestra. Después se extiende el azafrán sobre una hoja de papel gris neutra y con la ayuda de la pequeña pinza o de cualquier otro medio apropiado se separan las materias extrañas de la toma de ensayo. Después, en la balanza analítica con precisión de 0.01, sobre la balanza analítica, el cristal de reloj previamente secado se transfieren las materias extrañas separadas sobre el cristal de reloj y se pesa el conjunto.

La interpretación de los resultados es la cantidad de materias extrañas de la muestra expresada en porcentaje en masa.

$$(m_3 - m_1) \times 100/ m_0$$

m_0 = La masa en gramos de la muestra.

m_1 = La masa en gramos del cristal de reloj.

m_3 = la masa en gramos del cristal de reloj con las materias extrañas.

4.3.4 Observación al microscopio de azafrán en polvo.

Este método es aplicable al examen de azafrán en polvo a fin de determinar si el polvo está constituido exclusivamente de elementos vegetales pertenecientes al *Crocus sativus Linnaeus*.

El principio es la verificación de la identidad y de la pureza del polvo del azafrán y búsqueda de algunos elementos anatómicos característicos para observación al microscopio. Según estas conclusiones, el examen de la muestra se realiza en agua destilada, en una solución de hidróxido de sodio o de potasio y en una solución acuosa de yodo –yodurado.

Los reactivos a utilizar serán los de calidad analítica reconocida y de agua destilada ó desmineralizada o agua de pureza equivalente además de:

- Solución de yodo yodurado: solución acuosa de yodo, yoduro de potasio. La preparación es en un matraz aforado graduado se enrasa hasta un trazo de 100 ml, provisto de un tapon de cristal e introducir 2 gramos de yodo, 4 gramos de yoduro de potasio y aproximadamente 10 ml de agua. Dejar que la disolución se lleve a cabo y enrasar hasta 100 ml con agua. Cerrar el frasco.
- Hidróxido de sodio o hidróxido de potasio, solución acuosa a 5%

El material a utilizar es el habitual utilizado en un laboratorio, tal que agujas enmangadas, escalpelo, portaobjetos y cubreobjetos, además de un microscopio que permita la observación sobre un aumento de 100 x 400.

El modo operativo es tomar una muestra de ensayo del orden de 0.001 gramos a 0.002 aunque la cantidad puede variar en función de la muestra a analizar. Si los elementos característicos son escasos, es recomendable preparar varios portaobjetos.

4.3.4.1 Preparación para la observación en agua

La observación en agua permite ver todos los elementos del polvo de azafrán Se deposita sobre el portaobjetos una gota de agua hasta que el polvo este bien empapado. Recubrir con el cubre objetos apoyándolo ligeramente. Se debe tener cuidado ya que la cantidad de agua debe permitir empapar todo el polvo, pero no debe exceder y sobresalir de la lámina.

4.3.4.2. Preparación para la observación en una solución acuosa de hidróxido de sodio y de hidróxido de potasio.

Esta observación permite aclarar la preparación destruyendo totalmente o parcialmente la mayor parte del contenido celular y de almidón. Los elementos celulares son así más puros o limpios y más fáciles de observar sobretodo los elementos de cera, los vasos, las fibras y las epidermis.

Los elementos minerales no están alterados. Sobre una lamina portaobjetos se deposita una gota de hidróxido de sodio o potasio a 5 % . Con la punta de un escalpelo o de una aguja manguada, tomar la muestra y la diluimos. Esperar unos minutos para alcanzar el medio.

4.3.4.3.. Preparación para la observación en una solución acuosa yodo – yodurada.

Esta observación permite que los granos de almidón se colorean de azul-negro o violeta-negro. Sobre un portaobjetos se deposita una gota de solución acuosa yodo- yodurada. Con la punta de un escalpelo o de una aguja manguada, tomar la muestra y la diluimos y bajo el microscopio, pudiendo ir de un aumento de 100 x 400, se procede a la observación de la estructura anatómica del azafrán, donde ya se distinguen las distintas partes.

4.3.5. Determinación de materias volátiles

4.3.5.1 Determinación de los componentes volátiles del azafrán por micro extracción en fase sólida (SPME)

Este método de micro extracción facilitado y realizado en un laboratorio SOIVRE, consistente en que los componentes volátiles del azafrán se extraen del espacio en cabeza mediante la introducción de una fibra de sílice fundida recubierta con una fase 100 pm de polidimetilsiloxano.

Los analitos son desorbidos mediante la inserción de la fibra en el inyector del cromatógrafo de gases.

Los materiales empleados son:

- Cromatógrafo de gases, detector FID.
- Balanza analítica
- Fibra SPME de 100pm polimetisiloxano.
- Viales 6-CV Chromacol con septum teflon/Neopreno. Bloque calefactor

El procedimiento utilizado para la extracción es pesar en el vial 0,1 g de azafrán molido con una granulometría $\leq 0,5$ mm, con una precisión de 0,1 mg. y calentar durante 15 mín. a 70 ± 2 °C Sacar el vial e inmediatamente introducir la fibra en la posición 1 del aplicador. Dejar la

fibra durante 10 min. dentro del vial a temperatura ambiente. Introducir la fibra en el inyector del cromatógrafo de gases.

Las condiciones cromatográficas son:

- Tiempo de desorción en el inyector: 10 min.
- T^a de inyección: 225 °C
- T^a detector: 250°C
- T^a inicial: 50°C.
- Tiempo inicial: 4 mín.
- Rampa: 10°C/mín.
- T^a final: 200°C
- Flujo: 1Kg/cm² de presión, 1,4 ml/min.
- Split: 10 ml/min.
- Columna: SPB-5, 30 m. 0,25 mm **ID**, 0,25µm film. Gas portador: N₂

El método de integración es un área normalizada sin factores de respuesta

4.3.5.2. *Determinación del contenido en agua y materias volátiles.*

Continuando con los métodos de ensayo determinados por la norma ISO 3632-2, este método se aplica a la determinación del contenido en agua y materias volátiles del azafrán en hebras o en polvo.

El principio es el secado en la estufa a 103 °C ±2°C hasta una masa constante.

Los aparatos a utilizar además del material corriente de laboratorio son:

- Vaso para pesar o cápsula de evaporación, provisto de una tapa de cristal de reloj.
- Estufa regulable 103°C ± 2°C.
- Desecador; provisto de un agente deshidratante eficaz.
- Balanza analítica, con precisión de 0.001 gramos.

El modo operativo tanto como para azafrán en hebras como para azafrán en polvo, se realiza a partir de la muestra una vez reconstituida después de la determinación y la reincorporación de restos florales y de materias extrañas. Se deposita en la cápsula de evaporación previamente secada y tarada con una precisión aproximada de 0.001 gramos y tomar 2.5 gramos de la muestra.

La determinación se realiza colocando la cápsula de evaporación conteniendo la muestra de ensayo en la estufa (destapada) regulada a 103°C y en ella mantenerla durante 16 horas. Cubrirla con la tapa o vidrio de reloj y dejarla enfriar en el desecador. Una vez fría pesarla con la balanza de precisión. Conservar el producto seco en vista de la determinación posterior de las cenizas totales y de las cenizas insolubles en el ácido. Efectuar dos determinaciones sobre la misma muestra por cada ensayo..

La expresión de los resultados del contenido en agua y materias volátiles, expresado en porcentaje en masa de la muestra inicial es igual a :

$$(m_0 - m_1) \times 100 / m_0$$

m_0 = es la masa, en gramos, de la muestra

m_1 = es la masa, en gramos, de residuo seco.

Tomar como resultado la media aritmética de las dos determinaciones, si las condiciones de repetición son cumplidas.

4.3.6. Determinación de los principios característicos (crocina , picrococina, safranal). Métodos espectrométricos.

El presente método permite determinar los principios característicos del azafrán, ligados al contenido en crocinas, picrocrocinas y safranal. Este se aplica directamente sobre el azafrán en polvo a condición que el polvo responda a las exigencias de tamizado y molienda, al igual que al azafrán en hebras.

El principio es el registro de la variación de la densidad óptica entre 220 nm y 480 nm de un extracto acuoso de azafrán realizado a temperatura ambiente.

Los aparatos necesarios además del material corriente de laboratorio, son los siguientes:

- Espectrómetro : debe ser apropiado pudiendo registrar la densidad óptica en la banda Y.V. comprendida entre 220 nm y 480 nm.
- Cubeta de sílice con recorrido óptico de 1 cm.
- Matraz aforado, en vidrio antiactínico de capacidad 200 ml y 1000 ml.
- Pipeta de capacidad 20 ml.
- Membrana de filtración : en acetato de celulosa de 50 mm de diámetro y de 0.45 μ m de porosidad.

El modo operatorio es pesar, con 0.001 gramos de error, exactamente 500 mg de la muestra en un cristal de reloj de manera que la extracción será realizada sobre la muestra no habiendo sufrido ningún tratamiento precedente.

La determinación es trasladar cuantitativamente la muestra en un matraz aforado de 1000 ml. Añadir alrededor de 900 ml de agua destilada de gran calidad para el análisis. Agitar con un imán (1000 tr / min) durante una hora, sin presencia de luz. Retirar el imán. Enrasar hasta 1 litro con agua destilada, tapar con una tapa de cristal y homogeneizar.

Tomar una muestra con la pipeta de 20 ml y transferirla a un matraz aforado de 200 ml y enrasar con agua destilada hasta los 200 ml. Tapar con 1 tapa de cristal y homogeneizar.

Filtrar rápidamente la solución y en ausencia de luz sobre la membrana de filtración para obtener una solución nítida.

Regular el espectrómetro y registrar la absorbancia de la solución filtrada entre 200 nm y 480 nm utilizando agua destilada como testigo.

La expresión de los resultados obtenidos se realiza por lectura directa de la absorbancia en tres longitudes de onda correspondiendo a la máxima absorción de la picrocrocina, del safranal y de la crocina, como sigue:

Picrocrocina: absorbancia $E_{1\text{ cm}}$ alrededor 257.

Safranal: $E_{1\text{ cm}}$ 330

Crocina: $E_{1\text{ cm}}$ 440

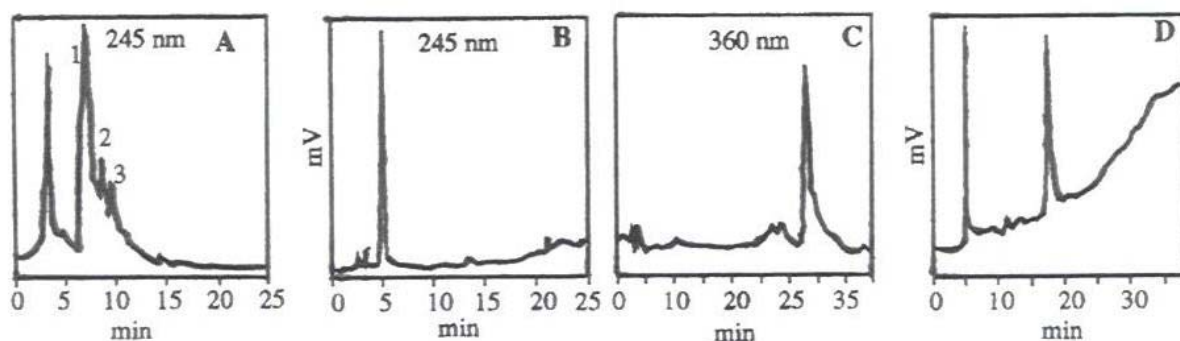


GRAFICO 8. Análisis cromatográfico de crocina, crocetina, picrocrocina y safranal aislados de estigmas de azafrán realizado según J Antonio Fernández Pérez, Julio Escribano Martínez y otros. Para los resultados la crocina, picrocrocina y crocetina fueron analizadas usando HPLC en fase invertida. La crocina (A) y la crocetina (B) se eluyeron usando un gradiente lineal de acetonitrilo desde 15 a 90% en 25 minutos. Para el análisis de la crocetina, la columna de HPLC se equilibró y eluyó con etanol (C). La fracción volátil que contiene safranal se analizó por cromatografía de gases (D).

4.3.6.1. Identificación de los pigmentos de azafrán

La identificación de resultados de este método que se aplica directamente al azafrán en polvo a condición que éste responda a las exigencias y el azafrán en hebras después de la

molienda y el tamizado. Este método permite diferenciar los pigmentos existentes en el azafrán. Estos constituyentes específicos sirven para autentificar el producto.

El principio es la maceración del azafrán en el metanol y cromatografía de reparto sobre capa fina de la solución metanólica. Y posterior examen de la placa después del desarrollo y puesta en evidencia de los pigmentos propios o no del azafrán.

Los reactivos que se utilizan salvo indicación contraria, se utilizan únicamente reactivos de calidad analítica reconocida y de agua destilada o con pureza equivalente:

- Metanol, de punto de ebullición 64 – 65 °C a una presión de 103, Kpa (760 mmHg), densidad . 0.791 a 0.793
- Etanol al 99,5 % mínimo.
- Cloroformo, de punto de ebullición 60 °C alrededor de 103,3 Kpa y densidad 1,475 a 1,081. Esta cualidad de cloroformo no debe contener más del 2 % de etanol.
- Acido sulfúrico, concentrado a 95,5% mínimo y 97% máximo.
- Metoxi – 4 benzaldehído
- Amarillo de naphthol, sal monosódica de 2,4 – dinitronaphthol.
- Rojo Soudan G. (2 – hidroxil [(1 – (2 – metoxy) fenilazo] naphthalone.
- Solución testigo, preparada disolviendo 5 mg de amarillo de naphthol en 5 ml de metanol y añadiendo 1 solución de 5 mg de rojo Soudan G en 5 ml de Cloroformo.
- Disolvente constituido por la fase orgánica de una mezcla conteniendo:
Acetato de etilo (65 volúmenes) de punto de ebullición (76°C – 78°C) a una presión de 10303 Kpa
Propanol (25 volúmenes)
Agua (10 volúmenes)
- Disolvente regulador preparado mezclado en el orden siguiente:
10 ml de methoxy – 4 benzaldehído
90 ml de etanol
10 ml de ácido sulfúrico.

Los aparatos a utilizar además del material empleado normalmente son:

- Tubo de ensayo de dimensiones 60 mm x 7mm
- Microjeringa o micropipeta, permitiendo tomar los volúmenes de 5 µl y 10 µl
- Cubeta para cromatografía
- Placa recubierta de gel de sílice, con indicador de fluorescencia GF 254.
- Papel de filtro

El modo de operación es pesar alrededor de 0.05 gramos de la muestra con 0.001 gramos de precisión

La preparación de la solución es introducir la muestra en el pequeño tubo de ensayo y humedecer con una gota de agua. Esperar de 2 a 3 minutos, después añadir 1 ml de metanol. Dejar reposar la solución durante 29 minutos, en ausencia de luz. Filtrar sobre la solución.

La técnica operatoria se realiza con la ayuda de la microjeringa o de la micropipeta, depositar separando en bandas de 2 cm a 4 cm de longitud, sobre 1 placa de gel de sílice 5 μ l de la solución para examinar y 5 μ l de la solución testigo preparada. Añadir en la cubeta con el disolvente hasta que el frente del disolvente haya recorrido 10 cm. Dejar evaporarse al disolvente. Examinar el cromatograma en luz ultravioleta a 254 nm, y después poner a la luz del día. Pulverizar seguidamente sobre la placa alrededor de 10 ml, de solución revelador preparada. Calcular de 5 a 10 minutos a una temperatura de 105 °C a 11°C observando el cromatograma.

4.3.6.2. Interpretación de los resultados

4.3.3.2.1. Observación a la luz natural

El cromatograma presenta en su tercio inferior 3 manchas amarillas, la mancha de la banda inferior es de color más intenso, y corresponde en color y tamaño a la mancha de amarillo de naphтол, que caracteriza a la crocina.

4.3.3.2.2. Observación en luz UV

La crocina observada en luz UV en una longitud de onda de 254 nm muestra 4 manchas principales fluorescentes, 3 correspondientes a las manchas observadas a la luz del día y la cuarta en disposición frontal más elevada situada a disposición 0.55 aproximadamente, que caracteriza la picrocrocina.

Uno puede igualmente observar 1 ó 2 manchas de fluorescencia bastante débiles visibles al nivel del rojo Soudan G, caracterizando el β - hidroxiciclocital y el safranal.

Después la revelación con el disolvente revelador presenta:

- la crocina está coloreada en verde .- grisáceo
- la picrocrocina está coloreada en violáceo.

El cromatograma no debe presentar otras manchas coloreadas (en particular manchas amarillas- anaranjadas o rojizas). Antes de la pulverización especificación en el punto de partida. Estas manchas corresponderían a una determinación de la crocina y la presencia de materias colorantes extrañas o contaminantes.

5. OBTENCIÓN DEL CULTIVO

5.1 Cultivo tradicional

5.1.1.Exigencias de cultivo

5.1.1.1 Exigencias climáticas

El azafrán es poco exigente en clima, soportando las bajas temperaturas invernales, aunque le perjudican los inviernos muy rigurosos, pues aunque le protege el “espartillo”, que está tendido en el suelo formando una especie de manto protector durante el invierno, las temperaturas de 15 – 20 °C bajo cero pueden ocasionar serias alteraciones en el bulbo y repercutir en el rendimiento. Perjudiciales son, sin duda, las escarchas y heladas otoñales, producidas cuando el azafrán está en plena floración y las flores se marchitan con facilidad.

Su inactividad vegetativa durante el verano le permite resistir los calores excesivos, y las labores que durante el invierno mantienen una capa de tierra bien mullida y pulverizada contribuye a la resistencia de la planta a bajas temperaturas. A su vez, la mejor calidad en las cosechas de azafrán se obtiene en los climas de veranos cálidos y secos, los cuales originan estilo – estigma de color rojizo más vivo y de aroma más intenso.

En cuanto a la humedad, el azafrán no es exigente en agua, de ahí que la mayoría de superficie cultivada, sea secano. Sus necesidades hídricas no son muy altas, aunque si es imprescindible que el azafrán tenga aseguradas dos precipitaciones copiosas al año, durante los meses de (Febrero – Marzo) para favorecer el desarrollo vegetativo de la planta, con la formación de los tallos dentro de los bulbos y durante Septiembre – Octubre para favorecer la floración, que la flor brote con facilidad y en perfectas condiciones y así ésta sea más abundante.

Indudablemente, la producción de azafrán resulta muy superior con valores pluviométricos mayores, como es el caso del regadío, lo cual no contradice la rusticidad del azafrán.

Las condiciones óptimas para el cultivo de azafrán a nivel climatológico serían:

<i>Precipitaciones (milímetros)</i>	<i>Radiación solar (horas)</i>
Anuales: 450	Anuales: 2.340
En marzo: 31	Mediodía: 6,41
En Agosto: 60	P. Vegetativo: 520 / 744
P. vegetativo: 126	P. Floración: 350 / 420
P. floración :153	Mediodía(P. Vegetativo): 4,96
Días al año: 95	Mediodía(P. Floración): 7

5.1.1.2 Exigencias edafológicas.

Es un cultivo que acepta la diversidad edáfica y poco exigente en la calidad del suelo, vegetando con normalidad en diferentes terrenos, aunque ofrece diferentes producciones, a igualdad del resto de factores en función de la naturaleza y propiedades que caracterizan al suelo, es decir, en función de la estructura, textura, profundidad, permeabilidad, relieve, orientación, emplazamiento, e.t.c.

Debe ser profundo para evitar la compactación y con el objeto de permitir el almacenamiento de agua, esto resulta fundamental, pues los climas de las regiones donde se cultiva tienen bajos índices pluviométricos. Así pues, cuanto mayor sea la pluviometría de la zona, al azafrán le convienen terrenos más ligeros con subsuelo permeable, mientras que si las lluvias escasean demasiado, son más indicados para su cultivo los terrenos arcillosos y con mayor poder de retención de agua, sin que sean húmedos.

No requiere mucha profundidad el suelo, si hablamos del desarrollo radicular, ya que éste no es muy grande, pero sí para retener humedad y mejorar el aprovechamiento del agua.

En general el suelo más adecuado es aquel que tiene una consistencia media más o menos sueltos en los que el agua percola con facilidad a capas inferiores, para evitar posibles encharcamientos durante horas o días, que perjudicaría seriamente al bulbo. Si es muy elevada la humedad puede llegar a pudrirse e impedir su multiplicación.

También conviene advertir que, en los suelos muy fértiles, la vegetación del azafrán prospera demasiado en detrimento del producto cosechado, que resulta de calidad inferior.

El suelo que con arreglo a la evidencia mejor ha respondido a las exigencias de la planta ha sido, preferentemente, aquel caracterizado por su textura calizo – arcillosa, con un contenido en caliza en torno al 40 – 50 %. Los suelos calizos, debido principalmente a las tonalidades claras que presentan generalmente, absorben la radiación en menor proporción, una parte importante de la cual reflejan, que los terrenos oscuros. Presenta una gran resistencia a la salinidad. Estos suelos presentan una capacidad de retención de agua de 2 a 3 mm / cm de

profundidad y una permeabilidad. A éste respecto, serán las texturas francas las más apropiadas para el desarrollo del azafrán.

También deberá ser un suelo equilibrado en materia orgánica, con el fin de reducir los riesgos de erosión a que se hayan expuestos. Con un contenido del 1,5 al 2 % de materia orgánica pueden obtenerse buenos resultados.

El drenaje y la aireación deben estar asegurados. Esto o se consigue con una plantación en suave ladera con escasa pendiente (una pendiente elevada puede generar rodales). El terreno debe ser mayormente llano, si fuese levemente inclinado debe ser uniforme y orientado en un solo sentido (sur o este), o por el contrario lo faciliten la estructura y textura del suelo. Esta orientación es aconsejable para que se halle resguardado del viento, porque además de erosionar, provoca un aumento de la ETP en proporción directa a la intensidad y velocidad. Esto conlleva una pérdida de agua, que no interesa dada su escasez.

En cuanto al pH, el dominio general de los suelos básicos, o en todo caso neutros, facilita el desarrollo del cultivo. Tan solo sobre tierras pardas meridionales sobre rocas metamórficas, o bien sobre suelos rojo mediterráneos sobre materiales silicios, en los que el pH puede ser ligeramente ácido, puede deducirse una cierta repulsa por parte del azafrán, dado que la cantidad de carbonatos suele ser muy baja, así como la capacidad de cambio de nutrientes.

5.1.1.3 Exigencias lumínicas

El azafrán es una planta de día corto. La reducida capacidad fotosintética de sus hojas, unida a la riqueza de reservas de que se halla dotado el bulbo, reducen sus necesidades de luz, por lo tanto sus exigencias lumínicas son bajas.

5.1.1.4 Exigencias de riego

El azafrán es una planta de clima seco con bajas exigencias de agua, debido a su gran concentración de sustancias de reserva que está compuesto el cormo, aunque habrá que destacar dos momentos a lo largo del ciclo, donde es imprescindible realizar un riego, si las precipitaciones caídas no son suficientes.

Es en los periodos de vegetación y floración, correspondientes a primavera y otoño, cuando las necesidades hídricas son mayores, y debemos realizar el riego evitando en lo posible el encharcamiento cuando se lleve a cabo el riego.

En éste gráfico se recogen los rendimientos de estigmas tostados, expresados en Kg/Ha correspondientes a un primer año de cultivo. Se puede observar un incremento de rendimiento

importante conforme aumenta la densidad de cormos plantados en el año 0, considerado como el año de plantación, advirtiéndose, lo ya mencionado, sobre los problemas que causan las altas densidades en la propagación de enfermedades.

Podemos observar también un incremento del rendimiento de estigmas tostados cuando se riega moderadamente en primavera.

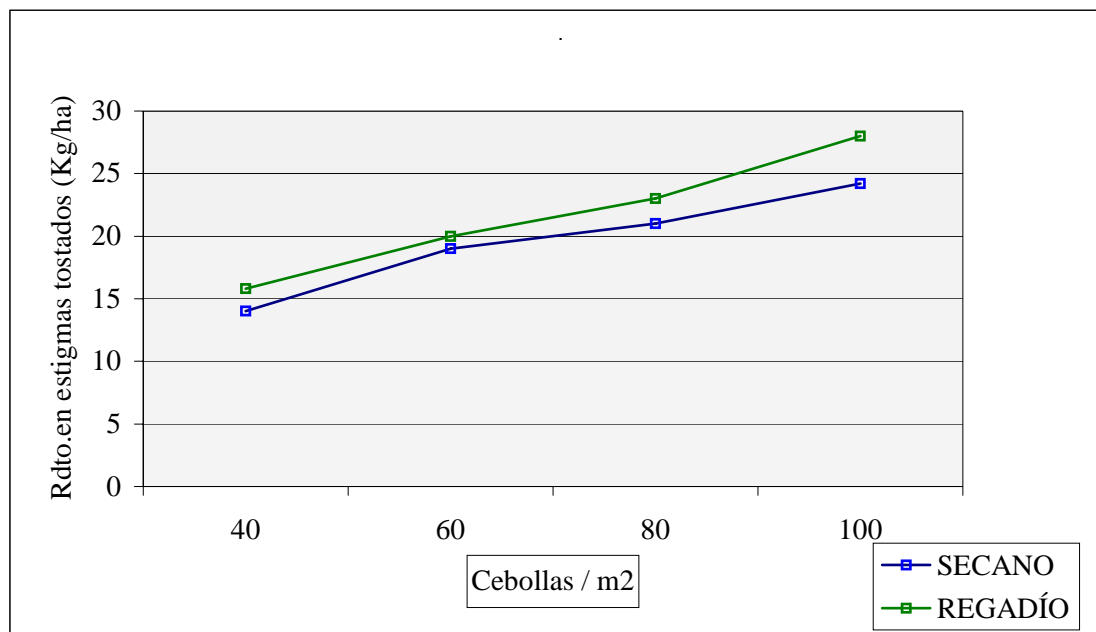


GRAFICO 9. Influencia el riego en el rendimiento

5.1.2 Labores preparatorias

La finalidad de éstas labores tienen como finalidad la mejora de las condiciones físicas del suelo y su objetivo fundamental es el de facilitar a la planta el ambiente óptimo para mejorar su desarrollo

Normalmente un azafranal debe ocupar el terreno de 3 a 5 años, siendo corriente levantar la plantación una vez recogida la cuarta cosecha. Por este motivo es necesario que las labores sean llevadas a cabo de forma correcta, ya que si se realizan en condiciones deficientes puede suponer una disminución en los rendimientos de la cosecha de azafrán que se estiman en un 10%.

Cuando se trata de terrenos de barbecho se efectúa una cava superficial de 10-12 cm. de profundidad con vertedera entre Diciembre y Febrero, para recoger las precipitaciones caídas en esas fechas, y así preparar convenientemente el suelo e incorporar el material vegetal que sirve de cobertura a los mismos, troceando ese material para incorporarlo posteriormente al suelo como materia orgánica.

Después será necesario hacer un despredegado, si el terreno lo requiere, para quede una capa de unos 20 –25 cm de suelo sin piedras.

Posteriormente a ésta operación de limpieza es preciso incorporar al suelo el material vegetal acumulado a la vez que se aporta el estiércol, (aportando cantidades de 12.000 – 30.000 Kg./ha) a una profundidad no mayor a 12 cm mediante una labor de bina que a su vez ayuda a eliminar las malas hierbas que tenga el azafranal.

El estiércol que va ser empleado debe estar muy hecho, evitando en lo posible la presencia de semillas adventicias que todo estiércol fresco lleva consigo.

Una vez preparado el terreno se realiza la labor principal, que consiste en una aradura o cava profunda entre 35 – 40 cm, siempre en función de las propiedades de que se halle dotado el suelo para la retención de agua, pero con esta cava se consigue mullir la tierra favoreciendo la infiltración del agua y mantenimiento del aireado del suelo.

5.1.2.1 Abonado

La aportación de abonado mineral es reducida, fundamentalmente por el hecho de que el bulbo tiene una gran concentración de sustancias activas y se halla muy bien dotado de elementos de reserva de gran calidad, además de la herencia aportada por el cultivo precedente si la implantación del azafranal se lleva a cabo en un terreno anteriormente cultivado. Todo esto expresado como riqueza de nutrientes, resultado de las dosis previas de abonado que ha recibido el terreno.

Las cantidades a aportar siempre dependiendo del tipo de terreno van a ser:

Nitrógeno: 40 – 50 uf / ha (190 – 240 Kg / ha de sulfato amónico 21%)

Fósforo: 80 – 100 uf / ha (220 – 280 Kg / ha de superfosfato de cal 36%)

Potasio: 100 – 120 uf / ha (200 – 240 Kg / ha de sulfato de potasa 50%)

Durante el segundo año de cultivo y nos 20 días antes de la brotación del mismo para aprovechar la difusión de los abonos en el suelo con las primeras lluvias otoñales, se puede aplicar la siguiente mezcla:

100 – 150 Kg / ha de sulfato amónico

150 – 200 Kg / ha de superfosfato de cal 18%

80 – 100 Kg / ha de sulfato de potasa

Este abonado de mantenimiento se podrá suprimir en el tercer año de cultivo.

Las cantidades en kilos por hectárea de un fertilizante concreto, durante el primer año, pueden ser las siguientes:

Superfosfato de cal: 300 – 500 Kg / ha

Cloruro sulfato de potasa: 150 – 200 Kg / ha

Sulfato amónico: 100 – 150 Kg / ha

Este abonado químico debe realizarse con una antelación de 20 a 30 días a la plantación, al objeto que, al nacer las plantas, se encuentre ya asimilado en parte y sea más vigorosa su vegetación.

Este abonado de mantenimiento se podrá suprimir en el tercer año de cultivo, siempre que se observe un excesivo vigor de las plantas.

5.1.2.2 *Plantación*

La época de plantación corresponde a la segunda quincena de Junio o bien en Septiembre, aunque en lo referente a esto último se asegura que los rendimientos son menores al acortar el ciclo de la planta. Aunque la fecha puede variar, ésta se elige condicionada por las condiciones en las que se encuentra el terreno. Siendo favorable cuando éste se encuentra en tempero, es decir con unas condiciones óptimas de clima y suelo, para esta plantación. Las temperaturas idóneas son del orden de 17 – 18 °C, recogidas con anterioridad dependiendo de la zona donde se recojan, con lo que ayudan a determinar la fecha de tempero.

En la operación, o bien se realizan surcos mediante motocultores no muy pesados y se coloca el bulbo a mano (tradicionalmente), o bien se planta con el motocultor ayudado de una plantadora de bulbos a pinza.

La plantación se realiza en línea recta, enterrando los bulbos, que habrán sido previamente seleccionados (ver obtención de nuevos bulbos), en los surcos con una profundidad de 15 – 20 cm , y una separación entre bulbos de aproximadamente 10 cm.

La plantación permanece durante cuatro años en cada parcela e incluso puede mantenerse más tiempo, sin embargo existen razones agronómicas que desaconsejan esa posibilidad. En primer lugar porque los bulbos tienden a extenuar en nutrientes esenciales la zona de absorción próxima a las raíces. En segundo, hay autores que plantean que el bulbo exuda unas toxinas que destruyen el equilibrio microbiológico y nutricional en su entorno, por lo tanto pasados estos años disminuyen las capacidades de crecimiento y reproducción de los bulbos y con ello los rendimientos productivos.

Los cormos utilizados son generalmente de calibre medio, influyendo esto en la densidad de plantación. Por lo general la densidad para regadío oscilan entre 60 – 80 cebollas / m², lo que para el caso de secano están en 40 – 60 cebollas / m². Puede parecer escasa ésta densidad, pero se debe considerar que con su continuado proceso de reproducción durante los tres años posteriores, se pasa a contabilizar 160 – 200 cebollas / m². Se debe considerar que la media anual de la relación flores / cormo, disminuye en todos los casos, cuanto mayor es la densidad de cormos dentro de cada línea, ya que se produce una competencia entre los cormos

Los marcos de plantación varían bastante según zonas. En la antigüedad el marco de plantación que era utilizado era de 25 x 8 o 25 x 10; es decir con una separación de 25 cm entre líneas y 8 o 10 cm entre cormos, dentro de la misma línea. En estos momentos y debido a la mecanización para realizar los surcos, se realizan de 35 – 50 cm entre surcos para facilitar las labores. En cada surco abierto se suelen plantar dos hileras de cormos paralelas o bien plantadas a “tresbolillo”, que consiste en dos filas paralelas pero no plantadas a la par, sino de forma alternativa. Esta mayor separación entre líneas, permite una mayor longevidad de la plantación y la disminución en los rendimientos no se hace tan notable como en los marcos usados antiguamente. Se culmina la plantación, cuando inmediatamente después de ésta se allana el terreno.

5.1.3. Labores post-plantación

Tras la plantación, es aconsejable mantener el terreno limpio de malas hierbas, que aparecer como resultado de la remoción de la tierra al ejecutar la plantación. Se tendrá cuidado de no dañar los bulbos, y se realizará una cava de escasa profundidad para su eliminación.

Las malas hierbas no solamente reducen el rendimiento del cultivo, al cual sustraen radiación solar, humedad y nutrientes; reducen asimismo la calidad del producto y se constituyen al propio tiempo en huéspedes de enfermedades de la planta al poseer algunas de estas hierbas adventicias, tubérculos y rizomas en cierto modo afines al bulbo del azafrán.

También se puede realizar control químico de malas hierbas con herbicidas de contacto de tipo:

a) Para tratamientos en pre – emergencia

- Simazina (1 Kg. de materia activa por hectárea)
- Prometrina (1Kg de materia activa por hectárea)
- Clorprofamo (2 Kg de materia activa por hectárea)

Su aplicación se realiza 1 ó 2 días después de plantar, para favorecer la acción del producto.

b) Para tratamientos en post – emergencia

- Dicuat. Herbicida de contacto que se ha manifestado muy efectivo en el control de malas hierbas de hoja estrecha. Es inactivado por el suelo. Se recomienda una dosis de 2 – 4 litros / ha de producto comercial, según densidad y desarrollo de la vegetación.

- Paracuat. Herbicida de contacto caracterizado por su efecto de choque, cuya única precaución consiste en no rociar la vegetación adventicia cuando ésta se halle mojada por efecto del agua o de rocío. Su aplicación es de 2 – 4 litros / ha de producto comercial. Al igual que el dicuat, es de nula persistencia en el suelo.

Su aplicación se realiza en las fechas de Junio a Agosto, cuando el azafrán se encuentra en período de reposo vegetativo, procurando no llevar a cabo la operación en días excesivamente calurosos.

Si a causa de las lluvias de Octubre y la acción solar se produce costra en la tierra, se realiza un desencostrado con pase de rodillo de pinchos o rastrillo, antes de que tenga lugar la floración, para favorecer ésta.

5.1.3.1 Obtención de nuevos bulbos

El bulbo del azafrán es una planta herbácea de ciclo plurianual. La plantación permanece habitualmente durante cuatro años en cada parcela, y aunque puede hacerlo más tiempo, a partir del cuarto año la disminución experimentada por los rendimientos productivos aconseja reiniciar el ciclo.

La obtención de nuevos bulbos, como ya se ha mencionado es por vía vegetativa. Todos los años, de cada bulbo plantado se forman tres o cuatro bulbos nuevos. Estos nuevos bulbos se nutren del que proceden, que se va agotando hasta morir, quedándose reducido a una capa negruzca adherida a la base de los nuevos bulbos.

Se toman del cultivo preexistente que haya llegado al final del ciclo, en la fase de mengua vegetativa, desde julio hasta mediados de septiembre. Se hace una selección y se escogerán aquellos bulbos de mayor calidad para su conservación y posterior plantación, que son los de diámetro de 2.5 – 3.5 cm, de color blanco, sin presentar manchas violáceas, motas, picaduras o golpes.

Para ello al bulbo se limpia retirándole la tierra y otros restos vegetales que lleven adheridos a la vez de sus 2 ó 3 capas superficiales. Se quita al cormo, las raíces y túnicas apergaminadas de color leonado que la recubren, dejando la primera capa consistente de ellas (queda brillante la interna). Esta operación se realiza con objeto de favorecer la nascencia, porque las capas externas son muy duras, y se denomina “desfarfollar” .

Luego se efectúa la plantación pero, si por causas adversas no se realiza de inmediato, se pueden conservar fácilmente los bulbos en locales limpios, ventilados y secos, extendiéndolos en capas de hasta 15 cm de espesor, pero nunca amontonados.

5.1.4. Plagas y enfermedades

5.1.4.1 Rhizoctonia violácea Tul. “Mal vinoso”. “Cáncer del azafrán”.

Características

Es la más común de las enfermedades del azafrán, provocada por un hongo de suelo conocido como *Rhizoctonia violácea Tul.*

Conocida como la más nociva, éste polífago se incrusta en los bulbos, de las sustancias de las cuales se nutre, llegando a pudrirlos por completo.

El proceso de la enfermedad halla su origen en las células, que unidas unas a otras dan lugar a la formación de hifas, elementos filamentosos de pared violácea, que paulatinamente van entretejiéndose en torno al bulbo atacado formando una especie de malla que constituye el micelio, es decir, el órgano vegetativo del hongo.

Las hifas, entremezcladas, dan lugar a la formación de gránulos, cuerpos duros, violáceos o negruzcos, que en ocasiones llegan a adquirir aspecto de verdaderas costras: son los denominados esclerocios, generalmente diminutos. Son los órganos de reproducción del hongo, ricos en materia de reserva y pueden mantener su capacidad de reproducción durante 20 años en estado de reposo; de ahí el hecho de que pueda manifestarse la enfermedad una vez almacenado los bulbos, si entre los mismos, en el momento de la recolección, se halla presente el parásito.

Rhizoctonia violácea ataca preferentemente al bulbo de azafrán provocando una sucesión de manchas purpúreas, violáceas o negruzcas que llegan a pudrir el órgano. En el interior de éste se originan masa escleróticas blanquecinas en principio, salpicadas en un amasijo de puntos violáceos y rojizos, el bulbo va progresivamente ablandándose hasta descomponerse por completo.

El hongo se propaga en el suelo a través de los rizomorfos del micelio, dotados de crecimiento, afectando por este motivo a las plantas contiguas, dando origen a la formación de rodales de diversas proporciones, que sino se interceptan a tiempo finalizan por contaminar a la totalidad del cultivo.

Síntomas

En el bulbo mediante la presencia la presencia exterior de una malla de filamentos violáceos, de color semejante al vino “Mal vinoso”. La malla filamentosa va deteriorando gradualmente las túnicas del órgano, pudriendo totalmente el mismo. Una vez atacada, la planta vive pocos días.

Exteriormente la infección se detecta rápidamente, al evidenciarse la presencia de manchas amarillentas en los folíolos y un estado de secado que produce un debilitamiento progresivo de la vegetación, que se vuelve a su vez escasa. Al final se las hojas quedan puntiagudas y amarillas. Prueba de ello es el arranque de una planta enferma para comprobar la facilidad con que se desprende del bulbo carcomido en la corona o cilindro central. Si se descubre el tallo y el bulbo, se encuentran estos descompuestos con una especie de fieltro de color violáceo a su alrededor. Es característico, una vez arrancada la planta, su penetrante olor a moho.

Circunstancias para la aparición y propagación

- a) La presencia de una sustancia, segregada por las raíces de la planta y presente en una masa de hifas, desde la cual el hongo envía sus hifas de penetración hacia la planta
- b) Temperaturas que en el azafrán pueden ser superiores a 35 °C coincidiendo con elevados niveles de humedad en el suelo. Veranos calurosos y húmedos resultan propicios a la manifestación del parásito.
- c) Lesiones o daños producidos en el bulbo en el momento de llevar a cabo su recolección. Si se trata de heridas profundas pueden dar lugar a la formación de puntos necróticos que afectan en alguna medida a la nueva planta. Si bien se considera que esta eventualidad resulta improbable si las condiciones de almacenamiento y conservación de los bulbos se han mantenido dentro de unas normas profilácticas adecuadas, consiguiendo que las heridas cicatricen con anterioridad a la aparición del hongo.

Control

Se trata de medidas preventivas que impidan su presencia y propagación, porque no se ha logrado conseguir un fungicida altamente eficaz. En éstos momentos se estudia la alta efectividad para la desinfección del suelo del Metam – Sodio 50%, aplicando la cantidad de 200 litros / ha, la cual está parcialmente garantizada. Una de las razones por las que no se encuentra, es la profundidad que alcanzan las raíces y las grandes profundidades a que suele sobrevivir el hongo, inaccesibles, frecuentemente, al efecto de los productos fitosanitarios aplicados.

La aplicación de éstos productos para desinfección del suelo es una operación muy delicada y debe seguirse minuciosamente las indicaciones de la casa suministradora, para que su acción sea eficaz. Para ello se requieren grandes volúmenes de agua para su aplicación y posterior sellado del suelo.

Una de las técnicas que pueden ayudar es la disminución de la densidad de plantación, para que las plantas tengan una mayor separación entre ellas y se dificulte su propagación.

Para limitar los riesgos de la presencia de la enfermedad en el cultivo, se han de plantar bulbos sanos en terreno sano, es decir, que no hayan soportado cultivos susceptibles de haber padecido la enfermedad como: alfalfa, zanahoria, remolacha, rábano, apio, espárrago, trébol o plantas afines; se han de establecer cultivos que mejoren en la rotación, como cereales o leguminosas y la desinfección de bulbos y suelo con productos adecuados.

Ante la presencia del hongo la primera medida es combatir con la mayor rapidez los focos de infección. Si se trata de plantas aisladas, arrancar éstas y quemarlas. Si la enfermedad constituye rodales, cavar una zanja de profundidad mayor al plano ocupado por los bulbos en torno al rodal, ampliando el radio en unos 25 ó 30 cm. Una vez cercadas arrancar toda la vegetación enferma sin que queden restos de vegetación en el espacio infectado.

5.1.4.2. *Phoma crocophyla*

Características

El riesgo es mucho más reducido que en el caso del *Rhizoctonia violacea*, aunque se trata igualmente de un hongo patógeno que también pudre el bulbo.

Este parásito, que inverna en los restos de plantas enfermas, permanece por lo general por espacio de tres años sobre el mismo terreno y se caracteriza por la facilidad con que se propaga al ser trasladadas sus esporas a otros cultivos a través del agua de lluvia o de riego, o incluso por la herramienta de las labores propias del cultivo.

Síntomas

La enfermedad aparece sobre los bulbos y se inicia con manchas de tonalidad parda en la superficie de éstos, inmediatamente por debajo del estrato fibrilar de la cubierta y en las proximidades de la raíz. Estas manchas van extendiéndose para hacerse confluentes y constituir una sola mancha negra opaca. Se forma primero una depresión y después una cavidad, que se adelanta en el bulbo por su base hacia al centro, de manera que éste órgano se queda vacío, consumiéndose el bulbo en una especie de polvo negruzco.

Según las observaciones de Priliex, el micelio del hongo mata las células después de haberlas sustraído el almidón, las células muertas se vuelven quebradizas y forman como un polvo, que llena en parte la zona infectada, en la cual suelen alojarse con frecuencia también los

insectos. Por debajo de la parte ennegrecida se forma una capa delgada de peridermo que defiende la parte todavía sana del tubérculo.

Control

No se conoce ningún tratamiento específico para combatir este parásito. Como medida preventiva se aconseja seguir los métodos y aplicar las técnicas empleadas en la lucha contra *Rhizoctonia*.

5.1.4.3 *Anguilulas*

Características

Son gusanos nematodos pertenecientes a los Anguilúidos, que se manifiestan como un enemigo aparentemente desprovisto de importancia para el cultivo, sin embargo, no carecen de trascendencia, cuando invaden en gran número las raíces de la planta.

Estos nematodos, de aproximadamente 1 mm de longitud, abundan en las aguas, tierras y materia orgánica en descomposición.

Síntomas

Habitan normalmente como hectoparásitos en los tallos, hojas y raíces de la planta. Encuentran su alimento en las materias constitutivas de las células, provocando la destrucción de las mismas y ocasionando necrosis en los tejidos vegetales. Estas necrosis se manifiestan mediante la formación de masas grumosas que producen el ennegrecimiento de las raíces afectadas, el entorno más próximo a esas masas, situado en las partes sanas, constituye el hábitat de las anguilulas, cuyo radio de acción van ampliando conforme las necrosis se van extendiendo.

Control

Lo prudente es seguir las normas descritas para combatir *Rhizoctonia* y *Phoma*, ya que por lo general resultan comunes para la prevención y control de las enfermedades y alteraciones que posee el azafrán.

Existe sin embargo, un tratamiento térmico de la tierra que en la actualidad todavía no se saben sus efectos en el azafrán.

El método consiste en regar la tierra invadida por las anguilulas con agua caliente, a temperaturas lo suficientemente elevadas como para eliminar ácaros, pulgones, nematodos y otra serie variada de insectos. El problema reside en el hecho ya apuntado concerniente a las dificultades que entraña el cálculo de la temperatura adecuada del agua, de forma que actúe letalmente sobre el parásito sin perjudicar a la planta.

5.1.4.4 Ratón de campo

Características

El ratón de campo, constituye uno de los peores enemigos de éste vegetal. Es un peligro inminente, causante de verdaderos estragos, donde ataca, devora y destruye los bulbos de ésta planta, a los que tiene gran predilección.

Control

Aplicación de rodenticidas como Flocoumafen 0.005% y cartuchos fumígenos

Colocación de cepos a la entrada de las galerías, que éstos crean, aunque son fácilmente detectables si el terreno está libre de malezas.

Los agricultores, lo denominan “dar humo al ratón”. Consiste en tapar las bocas de las galerías, dejando una de ellas libre, en la que se coloca algún material que haga humo, normalmente paja húmeda. De ésta manera se consigue que el espeso humo se expanda por las galerías excavadas por los ratones. La finalidad es que al estar las demás bocas de las galerías cerradas, los ratones se mueran por asfixia.

Como mantener un buen estado sanitario del cultivo.

1. Efectuar la plantación en suelos sanos, que no hayan estado ocupados por cultivos con enfermedades afines al azafrán
2. Mantener desinfectadas las herramientas y utensilios empleados en otros cultivos diferentes al azafrán.
3. Poner en práctica la rotación de cultivos. Aprovechar las ventajas del barbecho
4. mullir bien la tierra y aplicar dosis equilibradas de abonado.
5. Incorporar el estiércol con varios meses de antelación a la plantación, procurando evitar el estiércol fresco.
6. mantener sanos los bulbos durante el almacenamiento, empleando los productos adecuados.

5.1.5 Recolección

La recolección del azafrán, que se sucede a lo largo del día, se basa en la recogida de la flor, parte recolectable de la planta, por tener albergados en ella los estigmas, que una vez separados y debidamente tostados se denomina azafrán.

Las primeras flores aparecen en el mes de Octubre, abarcando un periodo de 15 a 29 días. En los 7 u 8 días centrales a la recolección se produce la concentración máxima de flores, siendo sensiblemente menor en el resto de días del periodo.

Esta labor es obligada efectuarla manualmente, por cuyo motivo precisa unas exigencias de mano de obra muy elevada, a lo que se añaden varios motivos más. Es indispensable realizarla todos los días. Esta se inicia apenas la flor asciende el bulbo a través del tallo, emergiendo a la superficie con las primeras horas del alba. Aparece cerrada, en forma de capullo, de modo que va creciendo y abriéndose conforme a la inducción de los rayos solares, por eso es recomendable recoger la flor diariamente y a primera hora de la mañana, para evitar que se abra y marchite. Esta práctica varía según la zona, ya que en Castilla La Mancha se tiene por costumbre recolectar la flor una vez se ha abierto, sin embargo en la provincia de Teruel, se recoge cuando está cerrada.

La flor alcanza una altura sobre el suelo de unos 10 – 12 cm, obligando al recolector a flexionar el cuerpo a la altura de la cintura, para así, estirando el brazo, recoger la flor, a lo que se le añaden un par de dificultades más, como son:

- * el corte realizado a la flor, debe ser tal que se impida que los estigmas se separen o desprendan. Se realiza un corte por debajo del punto de unión de los elementos florales.

- * la presencia de las hojas con forma puntiaguda, que aparecen alrededor de la flor nos dificulta el buen corte de la flor.

Las flores cortadas se depositan en cestas de esparto o de mimbre, evitando el aplastamiento de las flores. Posteriormente el transporte, en grandes cestas, al lugar donde se va a realizar el desbrizado, debe garantizar que no se produzca un aplastamiento ni calentamiento de las flores, intentando no amontonarlas. Una vez en el sitio de desbrizado, las flores se extienden en capas finas sobre sacos, lonas o suelo firme para su oreo.



GRAFICO 10. Recolección de la flor del azafrán

5.1.6 Desbrizado

El desbrizado es la operación en la cual se separan los estigmas de la flor y del estilo que les sirve de soporte.

La operación de desbrizado se lleva a cabo depositando un montón de masa floral sobre una mesa alrededor de la cual se sientan las personas que van a realizar ésta operación. El desbrizado se realiza cogiendo la flor con la mano izquierda (siempre apoyada en la mesa), con los dedos índice y pulgar y con la uña del dedo pulgar se corta por los estigmas por debajo de la inserción de éstos, e introduciendo los dedos pulgar e índice de la mano derecha entre los elementos florales, se separan los estigmas, que salen enteros y unidos por el corte estilar que se les ha hecho, depositándolos a la derecha en un montón.

Se cortarán de manera, que una vez separados los tres, queden unidos y no tengan unidos a ellos parte del estilo, (donde éste empieza a blanquear) porque disminuye su calidad. Se evitará el arrancarlos, pues arrastramos también estilo, por lo que hay que cortarlos.

Debe realizarse en el mismo día que se ha recolectado la flor, ya que sino se marchita y pierde propiedades, por lo que requiere mayor mano de obra que la anterior. Esta operación también se conoce bajo el nombre de “esbrine”, “esbrinado”, “desguinde” o “monda”, dependiendo de la zona donde se realiza.

Destacar de éstas dos últimas operaciones, que se realizan igual que en los inicios de su cultivo, sin apreciar ningún cambio o avance tecnológico

5.1.7 Tostado

Tras la operación de desbrizne, una vez han sido obtenidos los estigmas, se somete a éstos a la operación de tostado o tueste, obteniendo el azafrán, producto ya disponible para su comercialización.

El azafrán tal como queda tras el proceso de desbrizado se conoce como azafrán en verde. Este azafrán contiene un 90 % de agua, y por lo tanto este exceso de agua se debe de quedar en un 10%, grado de humectación necesario para su conservación, manipulación y comercio. El punto óptimo del tostado es aquel en el que los estigmas, sin quemarse, hayan perdido un 85 – 95 % de humedad.

Los estigmas desbrizados se colocan en capas de espesor máximo de 1.5 cm, en cedazos harineros de tela metálica fina (grafico 11) o de tela de seda del tamaño adecuado a la fuente de calor empleada. El azafrán así dispuesto, se tuesta con el calor producido por brasas de fuego, estufa o de cualquier otra fuente de calor adecuada. Esta fuente de calor utilizada deberá proporcionar calor de una manera suave, constante, uniforme e indirecta con el fin de no comunicar sabores u olores extraños al azafrán. El tiempo total de secado está comprendido entre 20 – 45 minutos.

Para obtener 1 Kg. de azafrán tostado, ya producto comercial, se necesitan aproximadamente 5 kg. de azafrán en verde (estigmas frescos) que se quedan reducidos tras esta operación a 1 Kg de estigmas tostados..

Los signos exteriores más significativos se evidencian en el tamaño de los estigmas, que una vez tostados quedan reducidos a unos 2 cm de longitud. Ofreciendo un color rojo oscuro y opaco, sin restos de color amarillo de los estambres ni violáceos de los pétalos, con un aroma muy característico.

También existe la posibilidad de realizar el secado mediante estufas eléctricas a una temperatura de 35 ° C, durante 6 horas aproximadamente.



GRAFICO 11.Preparación para el tostado de azafrán

5.1.8. Conservación del azafrán

La conservación queda asegurada durante 7 – 8 años, propiedad que se verifica de manera natural, sin ningún coste adyacente de energía o trabajo.

El azafrán una vez tostado se guarda en envases de calidad alimentaria que aíslen el contenido de la humedad, luz y aire. Es conveniente preservarlo de la humedad porque ésta le haría perder sus características naturales de tersura y color. De la luz porque afecta gravemente sobre el color, cambiándolo paulatinamente a más claro. Estas dos cualidades resulta imprescindible conservarlas no solo con vistas a su consumo, sino en orden a alcanzar la calidad requerida de acuerdo a unas normas legales vigentes, en función de las cuales se establece la categoría y precio del producto.

A su vez éstos envases alimentarios donde se deposita el azafrán se almacenarán en lugares limpios, frescos, secos, ventilados y protegidos de la humedad y luz hasta su venta.

5.2. Cultivo forzado del azafrán para su uso como hebras

La técnica de forzado como es la de, cultivo sin tierra y en bandejas, cultivo hidropónico, se busca para prescindir de hasta ahora sólo cultivo de azafrán en campo, permitiendo así la obtención de azafrán durante todo el año.

La producción continuada del azafrán, podría hacer competencia a su cultivo tradicional, mejorando muchos aspectos, desde su mecanización o apoyo al cultivo, hasta su visión como industria y no como apoyo económico, sometiendo al material a una serie de tratamientos térmicos, que reproduzcan artificialmente las condiciones del medio natural, durante el ciclo de desarrollo de la planta. Según los ensayos llevados a cabo por Jarne Nivela, Jose Miguel y López Buisan, M^a Teresa, los aspectos a tener en cuenta son :

5.2.1 Condiciones para la producción continuada de azafrán

La producción continuada de flores de azafrán obliga al mantenimiento de un stock o almacenamiento de bulbos, en cámaras de almacenamiento. Periódicamente se apartan lotes de cormos, los cuales se someten a dos tratamientos térmicos con el objeto de romperles el letargo, induciendo la emisión de los tallos y la floración.

El almacenaje de los bulbos se realiza en una cámara “ caliente” a una temperatura de 23 °C, pero no superior a 25 °C y una humedad relativa de unos 45 – 50 %. De esta cámara se trasladan por lotes a una cámara “fría” o de enraizamiento a una temperatura de 9 °C y una humedad relativa del 90%. Aquí entran los cormos plantados en bandejas, donde se estima permanezcan unos 10 días aproximadamente.

La cámara de cultivo se presenta sin actividad lumínica, al estar a oscuras. En ésta cámara, se disponen las bandejas en hileras y éstas colocadas en columnas. Por estas bandejas circula la solución nutritiva, que se aporta en la más alta y por medio de unos sobraderos, en cada bandeja, va descendiendo de bandeja en bandeja hasta el suelo, donde se recoge en un canalón y se recicla para ser impulsada nuevamente hasta el primer “piso” y continuar el proceso.

Una vez enraizados los cormos, las bandejas se pasan a la cámara de cultivo, en ausencia de luz, a una temperatura de 13 – 15 °C comenzando la floración a los 2 – 4 días.

5.2.2 Descripción del proceso productivo

La obtención de los cormos se realiza en campo, debido a su característica reproducción por vía vegetativa. Cuando se obtienen los cormos del campo, se sigue el mismo proceso que en el cultivo tradicional. Se pasa a la limpieza de éstos, para eliminar la tierra o restos florales que lleven adheridos, además de realizar una selección, donde sólo se conservan los de mayor calibre, dando uso a los de peor calidad como alimento para el ganado. Tras ser tratados adecuadamente, comienza el forzado de éstos. Se depositan en una cámara caliente de almacenamiento, donde se han de eliminar los posibles cormos que presenten síntomas de enfermedades o anomalías fisiológicas.

Diariamente se sacan los cormos y plantan en bandejas aplicándoles algún tratamiento fitosanitario para posteriormente pasar a la cámara de cultivo.

En la cámara de cultivo, permanecerían aproximadamente 23 días, a una temperatura entorno a los 13 – 15 °C. Pasados éstos días y en éstas condiciones las bandejas presentan un aspecto floreado, con los cormos floreados, pasando a realizar las operaciones descritas en el cultivo tradicional como son, recolección, desbrizne y finalmente tostado.

Llevado a cabo el cultivo forzado de azafrán, se estudia la posibilidad que las mismas instalaciones se podrían aprovechar para la producción de bulbos para su venta como uso ornamental. El proceso sería el siguiente:

La plantación de bulbos se efectuaría en cajoneras de manutención que puedan ser apiladas fácilmente. Esta operación se puede iniciar a partir de mediados de Septiembre, donde se disponen los bulbos unos junto a otro y superficialmente sobre un sustrato drenante generalmente no fertilizado, recubriéndose 1 cm. Estos recipientes se colocan en la cámara fría a 9°C, donde se consigue el enraizamiento del bulbo. Su entrada en el invernadero se realizará cuando los brotes tengan de 5 a 6 cm, por lo general dos meses después. Una vez en el invernadero permanecen durante 10 días en ausencia de luz, donde los recipientes están cubiertos con polietileno negro. A una temperatura de 18 °C y humedad controlada, ésta puesta en la oscuridad favorece el alargamiento de las hojas y pedúnculos florales. Después el forzado se sigue a plena luz.

5.3 Micropropagación y mejora genética en el azafrán

La técnica de la micropropagación ofrece una alternativa realista y competitiva para el azafrán, que permitiría:

- la producción de cormos en ciclos más rápidos, de 3 – 4 meses.
- producción de cormos de material seleccionado, clónico y saneado desde el punto de vista fitosanitario, mejorando los aspectos productivos y de calidad.
- reducción importante en los costes de producción
- reducido espacio de cultivo
- fácil automatización, por medio de cultivo a gran escala en biorreactores.

La micropropagación es una técnica tremendamente útil para garantizar la producción de cormos selectos de forma estable, rápida y con las cantidades exactas para las plantaciones, así como la demanda futura.

Dentro del campo de la micropropagación, existe un consenso generalizado sobre las ventajas que supone la aplicación de métodos de multiplicación a gran escala que puedan evitar la manipulación excesiva de los cultivos, reduciendo los costes y minimizando los riesgos de contaminación. Estas consideraciones metodológicas y económicas han llevado a que, en la actualidad, una parte considerable de las plantas que se micropropagan se realice en biorreactores a gran escala. El desarrollo de esta tecnología ha permitido incrementar considerablemente la producción de plantas al mismo tiempo que facilita la mecanización de gran parte del proceso de micropropagación.

El cormo de azafrán en su condición de geófito tiene un crecimiento lento y una propagación en campo exclusivamente de forma vegetativa, mediante cultivo trienales formando 3 ó 4 cormos jóvenes en cada estación. Este hecho, junto a la presencia de infecciones endógenas en muchos cormos utilizados para siembra, son un factor limitante para el rendimiento y para la aplicación de nuevas técnicas a este cultivo. Por esas causas, los métodos de cultivo de tejidos ofrecen un gran potencial para la propagación a gran escala y la mejora genética del azafrán.

Numerosas especies de plantas formadoras de bulbos o cormos como el azafrán, se multiplican en la actualidad en biorreactores con medios de cultivo líquidos, mediante la proliferación de propágulos meristemáticos parcialmente indiferenciados capaces de regenerar directamente bulbos o microcormos de forma controlada y asegurando la máxima estabilidad genética y uniformidad clonal del material vegetal producido.

5.3.1.El cultivo de tejidos de cormo

La técnica de cultivo de tejidos para la producción de cormos de azafrán por medio de la inducción de callos cormogénicos, aplicada a ésta producción de azafrán podría emplearse para:

- El incremento de la producción de esta especia mediante la propagación a gran escala de ecotipos seleccionados y libres de patógenos.
- La selección de nuevos genotipos por variación somaclonal o mutagénesis *in vitro*.
- Aplicación de la ingeniería genética a este cultivo

Para la realización de éstos dos primeros objetivos se debe, controlar el primero por los procesos de morfogénesis en cultivos cormogénicos de azafrán para permitir su manipulación y regulación según a las necesidades de producción y para el segundo objetivo la amplificación posterior del proceso a gran escala para su realización en biorreactores.

El propósito de ésta aplicación llevada a cabo por José Antonio Fernández Pérez y Julio Escribano Martínez, en su laboratorio de investigación es desarrollar y escalar un protocolo de micropropagación de genotipos selectos de azafrán, que se ajustará en sus diferentes fases, técnicas empleadas, diseño experimental a la metodología empleada. El material vegetal empleado se compone de cormos de azafrán manchego seleccionados sobre la base de su peso y resistencia al ataque de los hongos *Rhizoctonia* y *Phoma*. Los cormos sanos son utilizados como fuente de tejidos para iniciar el cultivo en dos etapas distintas de su desarrollo vegetativo, en su etapa de reposo vegetativo previa a la brotación y también durante su fase de crecimiento vegetativo con objeto de evaluar el impacto que tiene el estado fisiológico de los cormos sobre su respuesta morfogénica *in vitro*.

La selección del tipo de explante, su tamaño y la posición que ocupa en el cormo pueden influenciar su posterior respuesta morfogénica. Inicialmente se han extraído explantes de la columna meristemática central de cada cormo., diseccionando verticalmente cubos de 1 cm de lado, que constituye el tejido en el que tiene lugar la multiplicación y formación de los cormos hijos *in vitro*.

También se cultivan los meristemos secundarios localizados en la superficie del cormo y dispuestos periféricamente al eje meristemático principal.

Previamente al inicio de los cultivos, los cormos se han de ser esterilizados antes de proceder a la disección de los explantes. A continuación los tejidos se inoculan en un medio de cultivo de composición definida que satisfaga los requisitos nutricionales de los tejidos y permita su crecimiento. El medio de cultivo empleado es el que ofrecen Murashige y Skoog solidificado con agar y usando sacarosa como fuente de carbono, la fórmula más empleada para la micropropagación de plantas, suplementado con ácido 2,4 – diclorofenoxiacético y bencilaminopurina.

Una vez garantizada la viabilidad de los tejidos y su esterilidad, se debe modificar la composición del medio para que pueda inducir la formación de nuevos cormos y nódulos cormogénicos, que permitan la reproducción cíclica vegetativa del material vegetal y la producción controlada de cormos.

Las condiciones óptimas de esta etapa de multiplicación se definen estableciendo previamente la combinación de reguladores del crecimiento (auxinas y citoquininas) y sus concentraciones que al ser incorporadas al medio base permitan obtener la máxima multiplicación de los tejidos. Las citoquininas inducen la formación de brotes o nódulos meristemáticos que pueden ser multiplicados evitando la formación de raíces o la formación de callos.

Para establecer unas condiciones de morfogénesis equilibradas en un cultivo de tejidos durante la fase de multiplicación, también se requiere la incorporación de auxinas al medio de cultivo. Estos reguladores limitan la formación excesiva de brotes, aumentando la calidad y la supervivencia posterior de los cormos que se originan en los nódulos meristemáticos. Para completar la etapa de multiplicación se ha de estudiar el efecto de diferentes combinaciones de los reguladores anteriormente mencionados. Durante esta etapa se realiza la evaluación cuantitativa y cualitativa del efecto morfogénico así como de la evolución con el tiempo de los diferentes tratamientos sobre los tejidos. Después de un primer subcultivo, los callos nodulares cormogénicos se separan de los explantes iniciales y se subcultivan en intervalos de cinco semanas en el mismo medio.

5.3.2.Tratamientos aplicados a los callos nodulares cormogénicos

El fin del estudio de José Antonio Fernández Pérez y Julio Escribano Martínez de los callos nodulares cormogénicos expuestos a diferentes tratamientos es estudiar su influencia en el crecimiento y en la regulación de la morfogénesis en los cultivos. Se probaron bastantes concentraciones de sales y sacarosa (3 – 7 %) tanto en cultivo sólido como en líquido, así como sulfato de adenina, L- glutamina , hidrolizado de caseína y dihidrofosfato sódico. Para estudiar el efecto sobre la inducción de tallos y el desarrollo de cormos se añadieron varios reguladores del crecimiento: 6 – bencilaminopurine, Kinetina, 2 – isopenteniladenina, 2,4 – dichlorophenoxy – acetic acid, paclobuzatrol e imazalil. La respuesta morfogénica se registra a las seis semanas en cultivo.

Antes de su inoculación en el medio de cultivo, el tejido meristemático apical fue completamente eliminado por microcirugía en la mitad de los cormos usados para comenzar los cultivos. En estos casos los explantes mostraron una respuesta morfogénica significativamente mayor (75%) comparada con los controles (15%). Este efecto positivo de eliminación del meristemo apical de los cormos antes de la iniciación de los cultivos, crea un incremento en la producción de etileno después de efectuada la herida, ya que la aplicación directa de este regulador del crecimiento induce el desarrollo de yemas axilares y adventicias.

⇒ La inducción de pequeños tallos en los callos cormogénicos usando el nivel inicial de reguladores fue mayor en un medio con la mitad de masa espectrométrica que el medio completo (GRAFICA 12). Por su parte, en el cultivo líquido no se produjo la regeneración de brotes adventicios. En cuanto a la proliferación, ésta mejora sensiblemente en los cultivos líquidos más de dos veces con relación a los sólidos. Así, se observó un importante incremento en el peso fresco en los cultivos iniciados en medio líquido.

GRÁFICA 12. Influencia del medio líquido / sólido y la concentración de MS en la proliferación e inducción de brotes adventicios en callos cormogénicos nodulares de azafrán.

Tipo de cultivo	Concentración de MS	% de explantes morfogénicos	Factor de proliferación	de Peso fresco
Sólido	½ MS	25,0	1,6	0,161 ± 0,011
	1 x MS	16,7	3,0	0,297 ± 0,060
Líquido	½ MS	20,.	5,3	7,953 ± 0,722
	1 xMS	18,0	7,7	11,546 ± 0,748

* Inóculo inicial de 100 mg en peso fresco de callo/tubo.

⇒ De entre las diferentes citoquininas utilizadas ((BA) 6-bencilaminopurine, Kinetica y (2ip) 2 isopenteniladenina), la primera de ellas, la BA, fue la más efectiva para la inducción y diferenciación de brotes en el callo nodular, con la mayor tasa de inducción de respuesta (GRÁFICA 13). Se ha considerado que una alta relación citoquinina / auxina es necesaria para la inducción de brotes y el desarrollo de cultivos de tejidos vegetales, tal como se ha comprobado en el sistema de nódulos cormogénicos de *Crocus*.

Por otra parte, es crítico usar la menor concentración posible de 2,4- D para minimizar la generación de variación somaclonal en los cultivos destinados a la multiplicación, ya que se ha descrito que el 2,4, - D puede inducir mutaciones en cultivos de tejidos vegetales. Esta circunstancia,

que compromete la estabilidad genética de los cultivos, puede ser de interés en la mejora del azafrán como fuente de variabilidad genética.

GRÁFICA 13. Efecto de diferentes citoquininas en la morfogénesis y el crecimiento de callos cormogénicos nodulares de *Crocus sativus*.

	Tratamiento(mg/l)	%de callos con brotes	Peso fresco (mg/callos)
Control		12,5	162,7 ± 28,3
6- bencilaminopurina	0	12,5	
	0,5	25,0	588,3 ± 135,7
	1,0	29,2	633,4 ± 84,4
	2,0	45,8	649,3 ± 85,9
	5,0	50,0	661,7 ± 85,9
Kinetina	0	12,5	
	0,5	4,2	163,7 ± 10,3
	1,0	8,3	171,3 ± 29,4
	2,0	10,5	316,3 ± 19,2
	5,0	20,8	383,7 ± 105,3
2- isopenteniladenina	0	12,5	
	0,5	16,7	288,7 ± 44,1
	1,0	18,2	310,3 ± 26,2
	2,0	25,0	504,0 ± 88,2
	5,0	16,7	589,3 ± 54,9

*Inóculo inicial de 100 mg en peso fresco de callo/tubo

⇒ La concentración de sacarosa ejerció influencia en la inducción de brotes adventicios y la tasa de proliferación de callos nodulares (GRÁFICA 14). Ambos parámetros experimentaron un decrecimiento progresivo y los callos nodulares se hacen más pequeños y duros al incrementarse los niveles de sacarosa en el medio. En medio líquido los cultivos mostraron un incremento significativo en peso fresco (10 veces), comparado con los de medio sólido (3 veces) para una concentración de sacarosa del 3 %.

GRÁFICA 14. Influencia del tipo de cultivo (líquido/sólido) y el porcentaje de sacarosa en el crecimiento y la respuesta morfogénica de callos nodulares en *Crocus sativus*.

Tipo de cultivo	Sacarosa (%)	% de callos con brotes	Factor proliferación	de Peso fresco/ callo fresco
Sólido	3	12,5	3,0	0,302 ± 0,075
	5	9,2	2,3	0,232 ± 0,041
	7	6,3	1,6	0,156 ± 0,019
Líquido	3	6,1	7,2	11,546 ± 1,748
	5	4,6	5,4	8,070 ± 0,119
	7	3,4	3,7	5,585 ± 0,409

*Medio de cultivo suplementado con BA(2,0 mg/l) y 2,4 – D (0,1 mg/l)

*Inóculo inicial de 100 mg en peso fresco de callo/tubo

⇒ La adición de $\text{NaH}_2\text{PO}_4\text{H}_2\text{O}$ claramente promueve el crecimiento y estimula el desarrollo de brotes en callos cormogénicos, comparado con el medio control sin este compuesto (GRAFICA 15). El impacto positivo del suplemento de este compuesto se puede explicar por el agotamiento de fósforo, efecto que se produce en el medio de cultivo cuando a las 2 ó 3 semanas aparecen deficiencias en los minerales. El P es el primer elemento que se agota en los cultivos en suspensión. En este caso la adición de $\text{NaH}_2\text{PO}_4\text{H}_2\text{O}$ podría compensar una deficiencia de PO_4 en el medio original, capaz de limitar el crecimiento del callo cormogénico.

GRÁFICO 15. Efecto del NaH_2PO_4 en la respuesta morfogénica y el crecimiento de callos cormogénicos.

NaH_2PO_4 (mg / l)	% de callos con brotes	Peso fresco/callos
0	12,5	225,0 ± 37,1
50	16,7	285,8 ± 35,0
100	12,5	366,3 ± 55,9
150	25,1	371,6 ± 42,4

*Medio de cultivo suplementado con BA(2,0 mg/l) y 2,4 – D (0,1 mg/l)

*Inóculo inicial de 100 mg en peso fresco de callo/tubo

⇒ También se ha ensayado con varios compuestos orgánicos (sulfato de adenina, L-glutamina y caseína hidrolizada) con el fin de estudiar su efecto sobre la proliferación y respuesta morfológica de los callos nodulares (GRAFICO 16). La L-glutamina incrementó la tasa de inducción de brotes adventicios y la proliferación de callos nodulares comparado con el control. La adición de hidrolizado de caseína tuvo un efecto positivo en la inducción de brotes así como en la proliferación de tejidos.

GRÁFICO 16. Efecto del sulfato de adenina, L-glutamina y la caseína hidrolizada en la respuesta morfológica y el crecimiento de callos cormogénicos nodulares en *C. Sativus*.

	Tratamiento (mg /l)	% de callos con brotes	Peso fresco / callo
Sulfato de adenina	de 0	8,3	289,2 ± 37,7
	40	8,3	299,3 ± 46,5
	80	12,5	222,8 ± 18,9
	120	8,2	238,8 ± 40,5
L-glutamina	0	16,7	281,2 ± 33,2
	40	12,5	280,5 ± 42,4
	80	8,3	297,8 ± 54,1
	120	25,0	357,6 ± 65,3
Caseína hidrolizada	0	8,3	222,6 ± 31,2
	40	16,7	391,9 ± 58,7
	80	16,3	330,0 ± 41,8
	120	25,0	444,5 ± 57,2

*Medio de cultivo suplementado con BA(2,0 mg/l) y 2,4 – D (0,1 mg/l)

*Inóculo inicial de 100 mg en peso fresco de callo/tubo

⇒ Una concentración de 0,1 mg/l de PAC(paclobutrazol) aumentó la inducción de brotes adventicios más del doble con relación al control, pero concentraciones mayores tienen un efecto negativo en el crecimiento. Por su parte 0,1 y 1 mg/l de IMA(imazil) provocan los niveles máximos de proliferación celular y de brotación (GRÁFICA 17).

GRAFICA 17. Efecto del PAC y el IMA en la respuesta morfogénica y el crecimiento de callos cormogénicos nodulares en *Crocus sativus*

	Tratamiento (mg/l)	% de callos con brotes	Peso fresco (mg)/ callos
PAC	0,0	16,7	261,7 ± 46,6
	0,1	33,3	276,1 ± 30,3
	0,5	14,3	242,8 ± 41,9
	1,0	15,6	213,4 ± 34,6
	2,0	16,1	219,7 ± 37,4
IMA	0,0	12,5	281,7 ± 49,8
	0,1	20,8	408,6 ± 61,1
	0,5	33,3	361,4 ± 58,2
	1,0	41,7	323,3 ± 53,0
	2,0	34,1	343,6 ± 56,9

*Medio de cultivo suplementado con BA(2,0 mg/l) y 2,4 – D (0,1 mg/l)

*Inóculo inicial de 100 mg en peso fresco de callo/tubo

⇒ Los retardadores del crecimiento también inhiben la síntesis de etileno y estimulan la translocación de sustancias en las semillas en crecimiento. Algunos de estos efectos descritos parecen estar mediados por una elevada concentración de citoquininas, como en el medio de cultivo *Crocus*. Se considera que el incremento en citoquinina y la reducción de etileno son factores que están implicados en la amplificación del desarrollo de yemas mediado por el PAC en *C. Sativus*.

El IMA es un fungicida imidazólico aunque no es un retardador del crecimiento. Comparte las características estructurales comunes a esa familia de compuestos y su diana son las enzimas monooxigenasas por lo que puede afectar a muchas rutas bioquímicas. El modo de acción del IMA no está claro, ya que sólo induce brotes en presencia de citoquininas exógenas como BA. Este hecho apunta a alguna alteración causada por el IMA en el metabolismo de la BA. El IMA podría influir en la concentración de metabolitos activos de la BA, y también podría tener un efecto inhibitorio en sus enzimas catabólicas. Por otra parte, es posible el efecto del IMA en el metabolismo del ácido giberélico, debido al paralelismo en estructura entre el IMA y los retardadores del crecimiento.

GRÁFICO 18. Efecto del IMA en la regeneración de brotes adventicios y el crecimiento de callos cormogénicos nodulares en *Crocus sativus*.

Tratamiento(mg/l)	Nº total de brotes/callos	Brotes mayores de 0,5mm	Peso fresco(mg)/callo
0,0	3,17 ± 0,51	2,08 ± 0,48	351,8 ± 39,1
0,1	3,82 ± 0,75	2,45 ± 0,61	365,4 ± 54,0
0,5	6,17 ± 0,96	4,67 ± 0,77	472,3 ± 71,2
1,0	6,09 ± 0,64	4,36 ± 0,62	480,6 ± 53,6
2,0	4,70 ± 0,67	3,30 ± 0,65	422,2 ± 45,5

*Medio de cultivo suplementado con BA(2,0 mg/l) y 2,4 – D (0,1 mg/l)

*Inóculo inicial de 100 mg en peso fresco de callos/tubo

Para la regeneración de la planta se transfieren nódulos con brotes adventicios a un medio MS sólido sin reguladores de crecimiento. En dos meses los nódulos forman hojas normales, raíces y cormillos basales. En el tercer mes los nódulos experimentan un declive progresivo de raíces y hojas, teniendo lugar la regeneración de microcormos durmientes.

A partir de los callos nodulares cormogénicos mantenidos en el cultivo sin pérdida de su potencial cormogénico, durante el tiempo, se ha podido purificar el proteoglicano de corno de azafrán con mayor eficacia que empleando cormos maduros. La técnica ha producido plántulas y microcormos y está siendo aplicada a la puesta a punto de un método de transformación genética en *C. Sativus*, que permita la obtención de plantas transgénicas. También puede usarse para la mejora del azafrán, generando variabilidad genética a través de la variación somaclonal y mutagénesis in vitro.

Una vez establecidas las condiciones y el medio de cultivo para la multiplicación en medio sólido se procede a inocular los nódulos cormogénicos obtenidos en la etapa anterior en medio de cultivo líquido. Usando un biorreactor se evaluarán diferentes condiciones nutricionales y ambientales (temperatura, pH, CO₂, etileno, O₂, agitación, luz, potencial redox) y el efecto de reguladores del crecimiento específicos para cultivos de tejidos en medio líquido que inhiben la hiperhidratación de los propágulos y afectan negativamente a su supervivencia en condiciones ex vitro. Completado este estadio se dispondrá de un método eficiente y controlado para la regeneración de cormos a media escala en agitación con medio líquido en biorreactor de 5 a 10 litros.

Con el fin de optimizar la técnica, la masa de microcormos formada sobre el nódulo cormogénico procedente de los sistemas de cultivo en medio sólido o líquido, se divide en cormos individuales y las plántulas de azafrán son elongadas y enraizadas. Frecuentemente el proceso de engrosamiento de los microcormos se consigue eliminando las citoquininas del medio o incorporando auxinas que favorezcan el enraizamiento en el caso de las plántulas. También puede ser necesario reducir la concentración de sales o aumentar la de carbohidratos en el medio de cultivo. Del mismo modo puede hacerse necesario variar las condiciones medioambientales *in vitro* a fin de normalizar la fisiología de las plántulas. Al terminar esa etapa se puede disponer de un medio de cultivo adecuado para la producción de cormos viables maduros o de plántulas de azafrán listos para su adaptación a condiciones *ex vitro*.

Este periodo es crucial para garantizar el éxito de un protocolo de micropropagación, ya que debe garantizar la supervivencia del máximo número de plántulas o cormos producidos en las etapas anteriores. El proceso de aclimatación se debe iniciar fuera de la cámara de cultivo exponiendo los cormos y las plántulas a intensidades luminosas superiores a las de las condiciones de cultivo y a unos niveles de humedad relativa progresivamente decrecientes en propagadores cubiertos empleando como sustrato una mezcla de turba y perlita esterilizadas. Las plántulas y los cormos se mantienen en estas condiciones hasta que su desarrollo y morfología confirmen que son capaces de mantenerse en condiciones ambientales *ex vitro*.

Durante todos los estadios del proceso de micropropagación se deben realizar controles de calidad sobre el material micropropagado para comprobar su estabilidad genética y la uniformidad clonal de las plántulas y los cormos regenerados, para esta forma detectar la aparición de variación somaclonal en plantas micropropagadas.

5.3.3 Manipulación genética *in vitro* del azafrán

La reproducción vegetativa del corno conserva indefinidamente el genotipo. La vía de selección clonal está prácticamente agotada, al haber desaparecido el cultivo en muchas zonas y no existir clones genéticamente diversos en los que buscar genotipos óptimos. Tampoco existen colecciones o bancos de germoplasma de azafrán, y además, no resulta fácil el intercambio de material de elite. El material de partida para esta mejora ha de provenir de las mejores zonas productoras. Los nuevos genotipos en 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 reproducción vegetativa. Se incluyen en este grupo los métodos parasexuales que permiten la transformación genética, la obtención de mutantes por selección en cultivos de tejidos (genética de las células somáticas), la producción de variantes nuevas en cultivos de tejidos (variación somaclonal) y la transferencia de genes mediante vectores. Además las técnicas de

cultivo de tejidos permiten la obtención de embriones somáticos de gran utilidad en plantas con reproducción asexual.

Con el fin de obtener hibridación somática se puede inducir la fusión de protoplastos por varios métodos: el uso de fusógenos químicos, como el polietilenglicol (PEG) en presencia de altas concentraciones de calcio y a pH alto, y la despolarización eléctrica (electrofusión), mediante pulsos cortos de corriente que alteran las cargas de superficie de la membrana plasmática de los protoplastos, con efectos pequeños sobre la viabilidad del protoplasto y con alto grado de eficiencia. Tras la fusión de los protoplastos y constitución del heterocarión se produce la coalescencia de los citoplasmas. La secuencia de sucesos que ocurren durante el desarrollo y la posterior hibridación pueden variar con relación a los tipos de protoplastos y a la aplicación de tratamientos previos a la fusión de los núcleos, como es la irradiación.

El potencial de la hibridación somática se hace evidente en la producción de líneas heterocigóticas en especies de propagación vegetativa como el azafrán y en la transferencia de partes limitadas del genoma de una especie a otra, aprovechando la separación unidireccional de elementos citoplasmáticos que ocurre en los heterocariones. Esto permite la obtención de híbridos con un componente nuclear mixto contra un fondo citoplasmático único (sincariones). Recíprocamente, la irradiación de uno de los “parentales” permite la pérdida selectiva de un genoma nuclear y la combinación del genoma nuclear restante contra un fondo citoplásmico segregante, como es el caso de la formación de cíbridos.

El equipo de investigadores del Instituto de la QP Corporación de Tokio han obtenido protoplastos a partir de tejidos de corno de *Crocus sativus* tratados con pectoliasa, celulasa, driselasa y manitol. Estos protoplastos podrían tener interés de cara a la realización de hibridación somática entre el azafrán y otros *Crocus* que presenten caracteres agronómicos deseables, por ejemplo resistencia a hongos, periodos de floración más larga, mayor contenido en carotenoides en los estigmas, etc.

Los protoplastos y células de muchas especies vegetales pueden cultivarse como si se tratara de microorganismos. Por ello es posible mutageneizar grupos de protoplastos o células aisladas dispersadas en el medio semi-sólido apropiado y posteriormente recuperar líneas celulares y regenerar plantas que expresen fenotipos mutantes particulares. El cultivo de células y protoplastos es útil en mutagénesis ya que la presencia de células individualizadas evita el desarrollo del gran número de mezclas quiméricas de células que tan a menudo aparecen tras la mutagenización de tejidos y órganos. El uso de cultivos celulares permite la exposición uniforme de bastantes miles de células a una determinada presión de selección, bien incorporada en el medio o impuesta externamente, así como la rápida y eficiente recuperación de los posibles mutantes. Previamente debe asegurarse que la morfogénesis puede ser inducida, fase en la que nos encontramos en el caso del azafrán.

El término variación somaclonal incluye todos los tipos de variación que aparecen en plantas regeneradas a partir de cultivos de células o tejidos. Muchos mecanismos pueden ser responsables de la inducción de la variación somaclonal, tales como los cambios cariotípicos groseros que acompañan a la formación de callos en los cultivos *in vitro*, reordenaciones cromosómicas crípticas, sobrecrecimiento somático con intercambio entre cromátidas hermanas, elementos transponibles, disminución y amplificación génica, o quizás la combinación de varios de estos procesos. La aplicación de determinados reguladores de crecimiento al cultivo de tejidos favorece la aparición de variación somaclonal, por lo que pueden ser utilizados con este fin.

A partir de un tejido de callo o de una suspensión celular o de protoplastos, obtenidos por cultivo *in vitro*, se pueden obtener embriones somáticos capaces de regenerar la planta adulta.

Existen otras alternativas, tal como la tecnología del ADN recombinante, que permite la manipulación directa y altamente específica del material genético. Las situaciones en las que las técnicas del ADN recombinante pueden resultar más valiosas son aquellas que implican la transferencia de genes únicos o de pequeños grupos de genes de un organismo a otro, cuando tal transferencia no sea posible por medios tradicionales, cual es el caso del azafrán. También se pueden manipular *in vitro* los genes propios de un especie para, por ejemplo, alterar su nivel de expresión, el momento de activación, o modificar la especificidad tisular de sus productos con un fin determinado.

Además las plantas transgénicas constituyen un buen banco de pruebas para determinar el valor de cualquier cambio cuantitativo, cualitativo, o de especificidad tisular en la transcripción y/o traducción de un gen. En estas plantas se pueden analizar las secuencias promotoras y las regiones codificantes mutadas, y observar su expresión transitoria en protoplastos de tejidos donde estos genes se expresan normalmente.

Las técnicas más comunes son la transformación de protoplastos, fusión de liposomas con tejidos y protoplastos, microinyección y el bombardeo de partículas o biolística. La aceleración de partículas pesadas recubiertas de ADN puede usarse para transportar genes dentro de células y tejidos vegetales. Las ventajas de este método le dan un potencial de aplicabilidad general:

- Técnicamente es fácil de manejar
- Un disparo puede producir múltiples integraciones.
- Las células pueden sobrevivir a la introducción de una o incluso de varias partículas.
- Los genes que recubren la partícula recuperan su actividad biológica.
- Las células diana pueden ser de diversos tipos, tales como polen, cultivos celulares, órganos y meristemas.

- Las partículas también alcanzan capas celulares más profundas.

De este modo, el método proporciona un sistema de descarga de ADN independiente de vectores en una gran variedad de tipos celulares. La técnica, sin embargo, presenta algunos problemas, ya que los eventos de expresión transitoria de genes introducidos por ésta técnica se producen con una frecuencia de 10^{-4} , y la integración efectiva de estos genes en el genoma de la planta lo hace con una frecuencia de 10^{-8} , se requieren grandes números para alcanzar con éxito una célula vegetal competente. Ello hace necesario un esfuerzo en la optimización de los parámetros de la técnica para mejorar la situación. Además las partículas tienen que alcanzar células competentes, generalmente escasas salvo en cultivos celulares embriogénicos.

La transformación transitoria permite sentar las bases para la construcción futura de azafranes transgénicos, una vez se haya logrado la transformación íntegra estable y la regeneración de planta adulta, y a corto plazo constituye una herramienta muy útil para estudios de expresión génica. Los azafranes transgénicos pueden usarse como modelo para el estudio del cormo, floración, resistencia a patógenos y a estrés ambiental, control del desarrollo, papel biológico de los proteoglicanos vegetales, control genético de las lectinas, etc., además de su posible uso como material de mejora.

6.COMERCIALIZACIÓN

6.1.Aspectos de la comercialización

6.1.1Destino de la producción

- Sector medicinal
- Sector alimenticio
- Sector Ornamental

6.1.1.1El 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.

Debido a recientes estudios en los laboratorios de S.C Nair del Centro de Investigación del c.ancer de Amala en la india y de Fibkrat I. Abdullaev junto a Gerald D. Frenkel en el departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad Rutgers en los EE.UU , en la actualidad, la aplicación del azafrán (planta medicinal) en este sector está percibiendo un gran auge, ya que se demuestra en estos laboratorios la actividad antitumoral y anticarcinogénica, además de mostrar efectos citóxicos y antimutagénicos. Los ensayos de toxicidad celular *in vitro* demostraron que los extractos de estigmas de azafrán inhibían el crecimiento y la síntesis de ácidos nucleicos en células tumorales, mientras que las células normales eran menos sensibles o incluso totalmente insensibles.

Por otra parte, entre 1985 y 1990 María Liakopoulou Kyriakides y Angelos I. Stubas del departamento de Ingeniería química de la Universidad de Tesalónica (Grecia), encontraron componentes proteicos de alto peso molecular en el corno de azafrán, que actuaban como activadores o inhibidores de la agregación de plaquetas humanas.

Estos estudios de actualidad y la 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, que ha llevado a su estudio por parte de biólogos y médicos para prevención y búsqueda de nuevos tratamientos contra el cáncer, siendo éste la segunda causa de mortalidad en el mundo ,y no existiendo fármacos eficaces contra él, hace que éstos descubrimientos para dar con una molécula con actividad antitumoral sean una esperanza para el futuro.

Además de éstos son muchos los campos de aplicación que se le atribuyen al azafrán en éste sector, tales como:

Se le atribuyen, desde propiedades terapéuticas sumamente variadas, hasta sus excelentes resultados en el tratamiento relacionado con el órgano femenino. Enfermedades de órganos genitales, la regulación y el alivio de las menstruaciones, son algunas de las aplicaciones del azafrán. Se ha demostrado que el efecto terapéutico es achacado a una acción congestiva que se manifiesta a nivel del útero medida por el flujo sanguíneo. Relacionada a esto último, se conoce su acción abortiva y también su poder anticonceptivo.

Los análisis químicos de los extractos del azafrán especia, revelan que sus componentes característicos son los carotenoides crocina(principio colorante) y crocetina, y los aldehidos monoterpénicos picrocrocina y safranal. De entre ellos, se han demostrado los efectos quimiopreventivos de las crocinas contra agentes hepatocarcinogénicos y la inhibición de la síntesis de ácidos nucleicos por la crocetina (derivado de desglicosilado).

Se ha descrito que el azafrán favorece la asimilación de lípidos. La crocetina, componente carotenoide del azafrán, incrementa la difusión de oxígeno en el plasma sanguíneo, por lo que se ha mostrado su efecto contra la arteriosclerosis y como reductor de los niveles de colesterol en sangre. Demostrado está que el azafrán tiene un efecto beneficioso contra las enfermedades cardiovasculares.

Utilizado también en la actualidad por su efecto sedante y espasmódico, que en dosis limitadas, calma los dolores de estómago y los cólicos y presente en las farmacias en forma de tintura alcohólica, donde el opio y el azafrán son los ingredientes de base del Láudano.

La tintura se utiliza externamente en forma de colutorio para friccionar las encías, como analgésico durante el nacimiento de los dientes en los niños y para uso interno en casos de astenia, dispepsias, meteorismo, amenorrea, gingivitis, hiperlipidemias.

Sus virtudes curativas eran aplicables a casos de anemia, cefalea e insomnio y al campo de aplicación del azafrán en el tratamiento de las afecciones oculares y cutáneas, en forma de cataplasma.

En sobredosis el azafrán tiene un efecto embriagador y hasta alucinógeno pudiendo traer la muerte por hemorragia interna. A razón de 10 a 12 gramos el azafrán es mortal para el ser humano. En un primer estado aparece un acceso hilarante, y en un segundo estado del envenamamiento se

observa una aceleración del ritmo cardíaco, vértigos, alucinaciones y, progresivamente, una parálisis el sistema nervioso central, lo que entraña la muerte.

6.1.1.2 *El sector ornamental*

Otro sector aplicable del *Crocus sativus* es la decoración de jardines públicos y glorietas y jardinería particular, aportando una belleza incomparable y que permite realizar combinaciones mediante sus vivos colores y de aromas por su intenso olor.

El azafrán, perteneciente al género *Crocus*, es una planta que goza de una majestuosa belleza, debido a sus pétalos de color violáceo intenso en forma acampanada que se manifiestan en la flor. Esta flor aparece durante unos 20 a 25 días. Al amanecer la flor aparece cerrada a medida que se abre con la radiación de los rayos solares, amaneciendo con ellos dos tonalidades, el rojo intenso de los estigmas combinado con el amarillo de los estilos para dar paso a una perfecta combinación de colores muy intensos que puede ser aplicados al diseño de la jardinería ornamental. Durante el periodo en el que la planta está floreciendo goza también de un color verde, producido por sus hojas.

Podemos aplicar este sector, para jardinería particular, mediante maceteros y jardineras para obtener dos objetivos, por una parte decorar el jardín, y por otra la utilidad mediante una recolección de la flor y la extracción de los estigmas, de la obtención de la especia del azafrán como tal.

Es característica para su aplicación en jardines mediterráneos, pero aplicable en cualquier punto geográfico Español, por su enorme capacidad de adaptación y los pocos cuidados que necesita durante su plantación. Por su cualidad de planta aromática y medicinal, su característico aroma proporciona una alternativa de éstos jardines, siendo idónea para personas invidentes.

Esto explica el atractivo para la jardinería de hoy en día, abriendo así una nueva vía de futuro para ésta planta, en vías de desaparición, la cual goza de fantásticas propiedades.

6.1.1.3 *El sector alimenticio.*

El azafrán según el Código Alimentario Español: “Producto constituido por los estigmas florales desecados de la planta “*Crocus Sativus L*” con tolerancias máximas de estilos y restos florales que se especifican para las diversas calidades en la reglamentación.”.

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 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.

La palabra especia va ser utilizada en muchos casos como un sinónimo de condimentación. El código Alimentario Español define como condimento aromático o especia a: ” las plantas o partes de la misma, frescas o desecadas, enteras, troceadas o molidas, que por su olor, aroma o sabor característicos, se destinan a la condimentación a la preparación de alimentos y bebidas, con el fin de incorporarles estas características”.

Esta definición hace referencia a las características organolépticas de éstas plantas: olor, sabor, color que al aportarlo a los alimentos, hace que éstos sean más apetitosos, gratos y sabrosos al olfato, vista y paladar.

Pero ésta característica sazonzadora, sólo es una acción parcial de las especias. Los propios componentes las dotan de altas propiedades que actúan en la conservación de los alimentos, estimulan y facilitan la digestión y la complementan con su valor nutritivo y mineralizante.

Propiedades y usos de los condimentos.

- Los condimentos en la ingestión y la digestión:

Como colorantes, aromatizantes y saborizantes, las especias activan las glándulas salivares, que regulan el equilibrio entre las sensaciones de hambre y saciedad, preciso para mantener el peso adecuado. Igualmente, estimulan las demás glándulas digestivas, gástricas, hepáticas, endocrinas, etc., que facilitan la digestión. Los principios activos responsables de ésta acción son los alcaloides, pero es requerido tomar en pequeñas cantidades, ya que en cantidades mayores pueden ser perjudiciales.

- Condimentos para la cocina.

Las cualidades gastronómicas del azafrán resultan interminables. El arte culinario o la buena gastronomía comienzan por condimentar un plato. El azafrán posee un aroma fuerte y exótico, así como un sabor ligeramente amargo. Se convierte en un magnífico saborizante capaz de transmitir aromas profundos, pero al mismo tiempo suaves, tiernos, redondos..., siendo una especia insustituible en numerosas de las recetas Españolas, de las gastronomías tradicionales de: Andalucía, Aragón, Castilla –La Mancha, Cataluña, Murcia, País Valenciano.

Pese a todos los avatares, la cocina selecta (sobre todo la mediterránea), continúa utilizando el azafrán en una variadísima gama de platos de cocina, a base de arroz, estofados, guisados, caldos y asados de carnes, pescados, etc. Se confeccionan de forma muy variada, según las regiones. Especia que además, en repostería y panadería confiere un agradable color dorado a pasteles y panes.

En España, un plato tan emblemático como es la paella, cuenta como especia indisolublemente asociada, el azafrán.

La manera de utilizarlo – dosis óptima estimada entre las 6 y 10 hebras – es al final de las comidas, y siempre que sean cocinadas, diluidas en agua, o bien en caldo del guiso, entre 10 y 15 minutos antes de acabar la cocción; así coinciden en recomendarlo los mejores gastrónomos.

6.1.2 Procesos de comercialización

6.1.2.1 Agentes de comercialización.

Los agentes básicos de la comercialización del azafrán siguen los procesos comerciales de la alimentación no perecedera a la que pertenece, y que son:

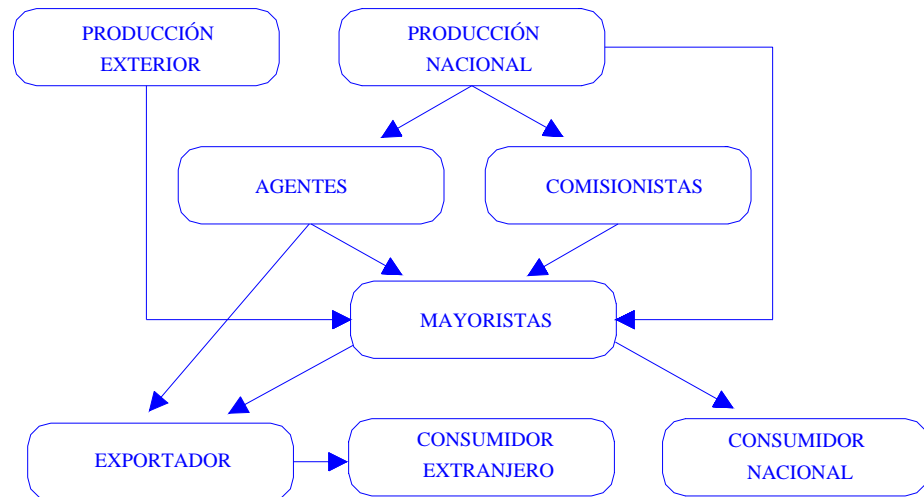
* La industria Alimentaria que actúa como oferente del azafrán, por lo general no acomete la distribución del mismo a los establecimientos minoristas, si bien las de mayor escala disponen de una red de delegaciones y ventas aunque dirigida a los almacenes mayoristas.

* El azafrán ha sido comercializado tradicionalmente en su conjunto por los mayoristas polivalentes que trabajan con una amplia gama de productos, en éste caso el de las especias. Estos mayoristas se han dedicado fuertemente a la distribución de productos semiperecederos y perecederos, lo que ha producido un fuerte proceso de integración comercial, dando lugar a la aparición de las cadenas, cuya función primordial estriba en la negociación de condiciones globales para sus asociados desde una posición de mayor fuerza generada por la mayor escala que la integración comercial provoca.

Los mayoristas polivalentes utilizan diversos sistemas de venta a los detallistas, dándose redes de venta con visita al detallista y elaboración de pedido posteriormente servido al establecimiento minorista.

- Establecimientos especializados en la venta de algún producto pueden vender azafrán al igual que cualquier tipo de producto de alimentación no perecedera.
- El azafrán tiene una rotación baja, reducida fijación del cliente y margen comercial muy pequeño debido a la fuerte competencia de las grandes superficies, por lo que el detallista ha introducido en su establecimiento productos más interesantes económicamente.

GRAFICO 19. Canales de comercialización



Un canal comercial puede definirse como “el cauce por el que discurre un determinado producto desde el punto de producción hasta su destino final para el consumo”.

La comercialización del azafrán comienza una vez sus estigmas han sido desecados, con el posterior almacenamiento por parte del propio productor y adquisición por parte de los intermediarios antes de llegar al consumidor.

El productor, normalmente individual, almacena las cosechas de azafrán de diversos años, para ofertarlas en el momento que la demanda sea incitante. Al contrario que los productos perecederos y semiperecederos que precisan de una comercialización más o menos rápida tras su recolección o producción, el azafrán puede ser almacenado durante un largo tiempo de hasta siete u ocho años sin ningún coste por aporte de energía, para que de esta forma no pierda sus

características de tersura, color y aroma. Esta propiedad de conservación que posee el azafrán da lugar a un proceso de gran elasticidad en la oferta por parte del productor, frente a una demanda más o menos rígida por parte del comprador que debe satisfacer sus compromisos comerciales. La elasticidad de la demanda es mucho mayor de lo que parece, ya que el comprador también puede almacenar cierto stock de producto para cubrir los momentos de déficit en la oferta de los productores.

El proceso de comercialización pasa de este productor a dos compradores de base, como son los comisionistas y los agentes.:

- El comisionista es la persona que interviene en las operaciones de venta del productor facilitando los contactos con el comprador. Sus funciones entre otras van a ser la fijación del precio, vigilar el peso y pagar al agricultor. A cambio de sus servicios perciben una comisión que, normalmente, está estipulada de antemano bajo la fórmula de Pts / Kg.

- Los agentes, a diferencia de los corredores, llegan a ser propietarios de la mercancía, desempeñando una forma de compra o venta y pudiendo además desempeñar otros servicios de comercialización como es la exportación.

El siguiente escalón del organigrama de comercialización lo constituyen los mayoristas, que reciben el azafrán bruto y a partir de una elaboración obtienen las distintas clases comerciales. Este escalón es el último que tiene contacto con el productor, inclusive un canal de venta directa entre el productor y el mayorista. Una vez el producto ha sido clasificado, es enviado al mercado interior e exterior, a este último a través del exportador. La misión de éstos es envasar el producto según las normas de Comercio Exterior y expedirlo a los diversos mercados internacionales de consumo, satisfaciendo de este modo las necesidades de una serie de clientes con los que previamente se ha contactado. Este eslabón de la cadena es el más importante en referencia al aspecto comercial, puesto que el número de los que existen es escaso y hacen que su actuación suponga en la práctica un verdadero monopolio comercial, siendo que en la actualidad, el 90% del azafrán comercializado sigue la vía de exportación y el 10% restante queda para consumo interior, con carácter alimenticio en su mayoría y destinado a la industria farmacéutica.

En ocasiones las figuras del exportador y del mayorista coinciden en la misma persona, con lo que se constituyen verdaderas instituciones financieras que manejan un importante volumen de capital, del cual una buena parte es la constituida por un inmovilizado invertido en la compra de un producto estigmático pagado al contado, para tenerlo posteriormente almacenado más o menos tiempo según la elaboración y la demanda exterior.

De todo ello resulta una gran complejidad en el proceso de comercialización debida a la existencia de un profuso grupo de intermediarios de distinta función entre el productor y el consumidor, ya sea nacional o extranjero. Esta complejidad determina también una escasa conexión entre el productor y consumidor, con la consiguiente pérdida para el primero del lógico valor

añadido que progresivamente va alcanzando conforme va pasando por los distintos escalones que componen el organigrama.

La conexión entre el productor y el consumidor se hace difícil debido a:

- La excesiva destrucción de la oferta por parte de los productores que determina la imposibilidad de cualquier tipo de comercialización individual por parte de éstos.
- El dominio existente en el mercado por los mayoristas o comerciantes determina el desconocimiento de éste por parte de los productores. Una conexión que implicara la comercialización directamente realizada por el productor precisaría de unos canales previos algo costosos y que requeriría largo tiempo.

Un intento para unir esta conexión entre productor y consumidor pasaría por la creación de asociaciones o cooperativas que posibilitarían:

- Mejores condiciones de compra
- Mejores condiciones de venta
- Reducción de costes y por tanto mayor competitividad
- Capacidad para dotarse de equipos de dirección, gestión y comercialización, lo que implica mayor adaptación al mercado.
- Oferta mayor y más diversificada, lo que permite operar también en mercados como la exportación.

Las ventajas del asociacionismo entre productores para posteriormente comercializar conjuntamente son claras y evidentes, como se ha comprobado en la aplicación de otros productos agrícolas, obteniendo mayor valor añadido para los productores y eliminando así diversos escalones de los canales de comercialización. Sin embargo, estas ventajas, no se manifiestan en la práctica debido a diversas causas:

El primer obstáculo con que se tropieza es el hecho de que no todos los productores comercializan sus existencias a la vez debido a la posibilidad de almacenaje. Se presenta un gran problema ante la comercialización de azafrán de distintas cosechas, que ante el precio, propiedades y posterior clasificación de salida al mercado son diferentes.

Destacada es la dificultad intrínseca de declarar las existencias que posee cada productor de manera individual. El azafrán ha sido siempre considerado como “oro rojo”, y de forma tradicional sus cosechas se guardaban durante años, siendo un tema tabú revelar cuánto se poseía, dificultad que ahora se debe superar ante la creación del asociacionismo.

La última de ellas es la fuerte red comercial creada sólo por contados individuos que hasta ahora formaban un monopolio comercial, donde sus movimientos no eran claros y desconocidos por los productores. Hoy en día ya existen más individuos dedicados a la comercialización del azafrán, pero de manera individual. La posibilidad de agrupación daría más ventajas a estos pequeños empresarios frente a los más fuertes.

Otro aspecto contra el que habría que luchar sería el de las falsificaciones o adulteraciones, ya que son muchas las que se cometen con el azafrán para aumentar el lucro de los negociantes desaprensivos.

6.1.2.2. Adulteraciones de azafrán en el mercado

El azafrán ha sido objeto de dichas falsificaciones desde tiempos remotos. Existen manuscritos de la Edad Media en los que se describen métodos para las adulteraciones del azafrán, así como órdenes dictadas en las que se condenan dichas adulteraciones. De todo esto se deduce que de antaño se conoce el valor de este producto, así como la forma de adulterarlo.

Aunque la mayor parte de las adulteraciones tienen un reconocimiento sencillo, en otras se hace necesario el análisis químico para su descubrimiento.

La vigente legislación española exige que el producto conocido con el nombre de azafrán, debe estar constituido exclusivamente por los estigmas desecados del *Crocus Sativus L.*, se tolera la presencia de estilos, sin que exceda de un 10 % del total que la componen. Superada esta cantidad se presenta como falsificación.

Los principales defectos actualmente observados son:

- Mezclas de azafrán puro y cargado.
- Mezclas de azafrán de distintos tipos.
- Mezclas de azafrán de distintas cosechas.
- Deficiencias en el contenido neto de envases pequeños.
- Utilización indebida de marcas comerciales.
- Disminución de la calidad en azafranes molidos por incorporación de partes florales distintas a los estigmas.

Son tan numerosas y variadas las falsificaciones o adulteraciones que pueden distribuirse, debido a la creciente competencia que existe en los mercados nacional e internacional de azafrán, especialmente en el molido, de la que sobresalen las siguientes:

A. Sin adición o sustitución de sustancias extrañas.

Se extrae del azafrán su materia colorante, para teñir luego sus estigmas con otra sustancia. Con este objeto se ha empleado el campeche y colorantes artificiales sintéticos. De este modo se obtiene un azafrán de color claro, frágil y con poco o ningún poder colorante.

B. Falsificación con partes de la misma planta.

B.1. Muy común es que el azafrán esté mezclado con los pistilos (de la misma planta), que se distingue enseguida por su color blanquecino o amarillento. Estos pistilos y los de *Crocus Vernus*, teñidos artificialmente, se venden en el comercio con el nombre de “Feminela”. La práctica más corriente es añadir estigmas no secados que con el tiempo llegan a no diferenciarse, lo que conduce a estropear el azafrán si añadimos una cantidad excesiva.

El perigonio cortado a tiras, arroyado y teñido, así como también los estambres, se reconocen al ablandarlos en agua porque los primeros presentan estomas y los últimos poseen numerosos granos de polen.

C. Falsificación con sustancias que aumentan el peso.

C.1. A veces se aumenta el peso del azafrán con carbonato de plomo, sulfato de barita, yeso y esmeril. Estas sustancias se hacen adherir al azafrán mediante aceite, glicerina, miel, jarabe o cola. Poniendo el azafrán así falsificado en agua caliente las materias insolubles irán al fondo. Según la naturaleza de la materia adherida usada será mejor emplear, en vez de agua, alcohol, éter, amoníaco o cloroformo.

C.2. Otra forma de falsificación usual consiste en empapar el azafrán con soluciones salinas y secarlo luego en corrientes de agua caliente o en estufas especiales. Las sales empleadas son normalmente el nitrato potásico, sulfato magnésico, borato sódico y el tartrato de sodio y de potasio. Se ha llegado a tal perfección que aparentemente no queda en nada modificado el azafrán, conserva su color, flexibilidad, olor, etc., no obstante, llama enseguida la atención su peso excesivamente grande en relación al de azafrán puro. Algunas veces puede descubrirse esta falsificación quemando unos cuantos estigmas, si contiene nitrato potásico deflagran, y si es borato sódico se forma una pequeña bolita de borato fundido; no obstante, lo mejor es someterlo a análisis químico.

C.3. Almacenar el azafrán durante algún tiempo en un sótano húmedo para que absorba agua. Esto es reconocible en cuanto a la consistencia del azafrán, que al tacto denota una humedad extraordinaria y por la determinación del agua en cámaras de desecación.

D. Falsificaciones con partes de otras plantas.

D.1. El azafrán no pulverizado puede estar mezclado con parte de otras partes que ordinariamente se reconocen con facilidad por su forma, cuando se ablanda el azafrán con agua y luego se le añade amoníaco. Así se pueden distinguir fácilmente del azafrán:

- Las flores de “*Carthamus tinctorius L*”, al tratarse de una hierba anual, de la cual se recolectan las flores de color anaranjado, que secada a la sombra o mediante estufas quedan a disposición de ser mezcladas al azafrán. Estas flores contienen una materia colorante conocida bajo el nombre de “rojo alazor o ácido cartámico”.
- “*Caléndula officinalis*”. Las cabezuelas de esta hierba anual se hayan provistas de una especie de pestañas de color amarillo – anaranjado, que por analogía con aquél de los estigmas de azafrán constituyen una buena mezcla.
- Otras especies de crocus, generalmente el “*Crocus Vernus*” y el “*Crocus Speciosus*”, flores cortadas en trozos de “*Papayer Rhoëas L*”, las corolas de “*Púnica Granatum L*”, flores de “*Árnica montana L*” y “*Scolymud hispanus L*”.

D.2. Cáscaras del corno y plantas herbáceas cortadas en trozos y coloreadas.

D.3. Con las plántulas de una leguminosa coloreada con un colorante azoico de la eosina.

D.4. Raicillas del *Allium Porrum*.

D.5. Polvo de leño de sándalo y de palo de campeche.

D.6. Curcuma. El extracto etéreo deja, por evaporación, una mancha amarilla que con borax y ácido clorhídrico se vuelve parda.

E. Falsificación con compuestos químicos.

E.1. Dinidrocresolato potásico o amoníaco (azafrán químico), amarillo de Martius Tropeolina (Azafrán Argeri), y Fuesina.

E.2. Achote, sustancia con la que se suele mezclar la mayor parte de los azafranes importados para darle color.

F. Sucedáneos.

En el comercio circulan productos que bajo el nombre de azafrán en polvo están constituidos por mezclas de productos vegetales, entre los que figuran el azafrán y el pimentón, a los que se les añade el colorante adecuado.

G. Mezcla de diferentes clases comerciales.

Ésta es muy utilizada por los comerciantes de este producto. Se produce al mezclar diferentes tipos comerciales con diferencia en precio y calidad. La adulteración consiste en un simple problema de mezclas, según el cual, multiplicando la cantidad de producto de cada calidad mezclada, por su respectivo precio y sumando posteriormente todos los productos, obtenemos la calidad resultante de la mezcla y su precio medio. La nomenclatura aceptada para cada calidad de azafrán, no permite éste tipo de falsificaciones.

Se puede indicar que las adulteraciones más empleadas para falsificar el azafrán son la realización de mezclas de azafranes de diferentes calidades y la adición de productos con un peso mayor al de los estigmas, utilizando normalmente en este tipo de adulteración glucosa, celulosa y ácido bórico.

Métodos para la determinación de estas falsificaciones:

A. Sin adición o sustitución de sustancias extrañas.

Preparar soluciones acuosas de azafrán a través de soluciones sucesivas a partir de una solución madre. Observar los colores que se producen que, en este caso no colorearán hasta el 1 por 10.00 y tendrán tonos claros.

B. Con partes de la misma flor.

Se realiza una observación macroscópica del dimorfismo entre estigma y estilo. La presencia del perigonio o estambres se reconoce al ablandarlos en agua y observarlos al microscopio, ya que los primeros presentan estomas y los segundos numerosos granos de polen

C. Con sustancias que aumentan el peso.

La humedad se determina por desecación a 100 °C hasta peso constante. La adición de miel, jarabes o aceites se demuestra fácilmente porque al comprimir entre papeles produce mancha. También se descubre tocando el azafrán que se presenta flexible careciendo del crujido característico del azafrán bien secado. Como prueba de mayor sensibilidad, se agitan 2 grs. de azafrán con 20 cc. de bencina – petróleo. Tomamos 10 cc. del líquido que filtramos y evaporamos. El residuo se deja desecar en estufa a 100 °C, y no debe dejar más de 0,05 grs. de residuo.

D. La adición de partes de otras plantas.

Se distinguen visualmente según:

Las flores de “*Carthamus tinctorius L*” presentan un color rojo más intenso que el azafrán, tienen el limbo dividido en cinco lóbulos iguales y presentan numerosos canales secretores.

El azafrán “*Crocus vernus L*” tiene estigmas amarillos y es finamente dentado en la parte superior.

Las flores de “*Caléndula officinalis L*” poseen granos de polen espinosos o verrugosos.

Los estigmas de “*Crocus speciosus L*” son hendidos y bifurcados.

E. Adición de compuestos químicos.

F. Si son de tipo inorgánico queda determinada en las cenizas. Se pesa una cantidad aproximada de 0,5 grs. de azafrán y se le añade 2 grs. de arena, que previamente se ha calentado al rojo sombra y dejado enfriar en el desecador. Se humedece con alcohol y se prende. Obtenido el carbón se incinera en horno eléctrico. La adición de sales al azafrán hace que se queme con facilidad

Es frecuente la adición de sales amoniacaes para aumentar el peso. Su presencia se investiga calentando 2 – 3 grs. de azafrán con 2 –3 grs de sosa, a fin de observar si hay desprendimiento de amoníaco con el papel tornasol o el CIH.

G. Adición de colorantes extraños.

Como prueba previa conviene tratar una pequeña cantidad de azafrán con bencina. No debe ceder color alguno. En caso de hacerlo puede sospecharse la presencia de ácido pícrico o derivados del alquitrán. Para detectar esta circunstancia hay que tratar el azafrán con agua, y esto, a su vez, con ácido clorhídrico diluido. Al tratarlo con potasa tomará el color amarillo dorado. Si por el clorhídrico hubiese decoloración y regeneración por el tratamiento de potasa puede existir dinitrocresolato potásico.

Si al tratar con clorhídrico diluido aparece una coloración violeta, indica la presencia de sal sódica del ácido azofenilaminosulfanílico.

La formación de un precipitado rojo pardo denota la presencia de azo-B-naftoxolidinsulfonato sódico, que se confirma al tratar con ácido sulfúrico ya que forma una coloración rojo cereza.

Si al líquido acuoso azafranado se añade cinc y ácido clorhídrico o bien sulfuroso, si se trata de azafrán puro hay decoloración y regenera el color al contacto con el aire o adición de un aldehído.

Tratando el líquido con peróxido de bario y clorhídrico, si es azafrán, hay decoloración. Si no la hay, se pone de manifiesto la presencia de colorantes azoicos cuyos ácidos sulfúricos no se decoloran.

Al hervir una pequeña cantidad de azafrán con cianuro potásico y potasa, la aparición de color rojo púrpura revela la presencia del ácido pícrico.

Si se trata de azafrán en polvo, se toma una pequeña muestra y se lava repetidamente en agua hasta que no dé color. Se observa en el microscopio y si aparecen partes teñidas indica la presencia de sándalo. En éstos casos, hay que tener en cuenta que la pérdida de peso del azafrán desecado a 100°C oscila generalmente entre el 9 – 17%

6.1.3 Clasificación comercial

El azafrán, como todo cultivo que tiene su fin primordial en la comercialización, ha tenido desde antaño necesidad de establecer la normalización y tipificación del género para clasificar los productos, y así facilitar las operaciones de compra – venta, contribuyendo asimismo a una mayor transparencia del mercado.

Los dos términos, normalización y tipificación, se utilizan indistintamente para indicar el mismo significado, pero puntualizando, se puede considerar como tipificación un servicio de la comercialización realizando la clasificación de los productos, mientras que la normalización es un aspecto de la ordenación de ésta comercialización, indicando la definición de los distintos tipos, categorías, clases, etc.

La normalización de la calidad del azafrán frente al estancamiento en las labores de producción y comercialización ha avanzado en la cuantificación de determinados parámetros por métodos espectrofotométricos e incluso cromatográficos. La valoración instrumental de la calidad de azafrán ha avanzado en los últimos años intentando evitar la evaluación subjetiva de las

características organolépticas que permitía tradicionalmente diferenciar los azafranes no sólo por su país de origen, sino incluso por la localidad geográfica en que había sido cosechado. Según esto, dos son actualmente las formas establecidas para clasificar el azafrán.

La primera clasificación que se realizó para la comercialización del azafrán se basaba en sus características en cuanto al aroma, color y tamaño tenían sus estigmas, y una segunda clasificación recogida en la orden de 28 de Julio de 1999, sobre Normas de Calidad del Comercio Exterior del Azafrán, ésta última mucho más rigurosa que la primera evitando la valoración subjetiva y derivada de la necesidad del establecimiento de unas rígidas normas para dar mayor fluidez al comercio exterior del producto.

Respecto a la primera clasificación, más tradicional y reemplazada en la práctica por la utilización mayoritaria de la segunda, tiene el origen de su denominación según la zona azafranera, por ejemplo, manchego, aragonés, catalán, etc. ,si hace referencia a la intensidad del brillo y firmeza del color del azafrán, lo clasifica en selecto, de estado, bueno y corriente y según el aroma se denominan puros, aromáticos, excelentes, olorosos, buenos y ordinarios, por último, según el tamaño y resistencia de los estigmas lo clasifica en: muy selecto, selecto, superior, medio, corriente y flojo.

Según estas cualidades, procedencia, color, aroma, longitud y tenacidad, el azafrán se divide en las siguientes clases comerciales:

CLASE	CARATERÍSTICAS
MUY SELECTO	23 – 24 mm. de estilo y más de 30 mm. los estigmas ⁽¹⁾ . Fuerte, de Color vivo y muy penetrante.
SELECTO	53 mm. de estilo y estigma. Color rojo oscuro brillante y de buen aroma.
SUPERIOR	28 mm. de estigma y 22 mm. de estilo. Hebra resistente, entera y de color rojo oscuro.
MEDIO	21 mm. de estilo y 28 mm. de estigma de buen color, aroma y aspecto.
CORRIENTE	De 20 a 24 mm. de estilo y estigma. Hebra de buen color y olor agradable.
FLOJO	Menos de 20 mm. de estigma. Este grupo incluye además a todos aquellos azafranes que aún teniendo hebras más largas no tengan propiedades adecuadas de color, aroma, aspecto y resistencia.

(1) Contando desde el punto en que el estilo se divide en 3 hebras dando un total las hebras de 53 mm. entre el estilo y cualquiera de sus estigmas.

Como se puede apreciar, esta clasificación se basa en apreciaciones muy subjetivas, exceptuando lógicamente las de longitud de estigmas y estilo. Por lo tanto es susceptible de introducir una cierta perturbación comercial en cuanto a que, según la clase a que pertenezca el azafrán, dependerá el precio que el comprador pague al productor. Se crea una actuación comercial en desventaja para el vendedor, ya que éste se encuentra a expensas de la categorización que realice el comprador, siendo ésta muy subjetiva.

En la segunda clasificación y al igual que en la primera, se basa también en las características de color, aroma y tamaño de los estigmas, aún cuando se introduce como novedad un aspecto referente a los residuos tolerados en el producto que provienen de las impurezas de los restos florales de las mismas plantas.

CLASE	CARACTERÍSTICAS	RESIDUOS TOLERADOS
SELECTO O SUPERIOR	Poca longitud de estilo en relación con el de los estigmas, presentando el conjunto un color rojo intenso y aroma penetrante.	4% de clases inferiores y restos florales de la misma planta.
RIO	Estilos y estigmas de similar longitud presentando el conjunto color rojo vivo, algo más claro que la clase anterior.	10% de clases inferiores y restos florales.
SIERRA	Estigmas más cortos que los estilos, presentando el conjunto un color rojizo claro, con gran proporción de estilos.	
“ COUPÉ ” O CORTADO	Estigmas desprovistos de estilos, presentando el conjunto un color rojo muy oscuro	5% de restos florales de la misma planta.
COMÚN O ESTÁNDAR	Compuesto por mezcla de los tipos anteriores.	7% de restos de la misma planta.
MOLIDO	Producto con base en el azafrán de cualquiera de las clases anteriores, al que se le adicionan estilos y estambres, todo ello formando un conjunto molido en fino polvo.	

GRAFICO 20. Diferencias entre las diferentes clases comerciales

GRÁFICO 21. Análisis comparativo de las distintas normas

	Norma de Calidad de Comercio Exterior	ISO 3632
TIPOS COMERCIALES:		
	Selecto o superior Río Sierra Común o estándar Coupé Molido	Categoría I Categoría II Categoría III Categoría IV
CARACTERÍSTICAS ANALÍTICAS:		
Humedad y materias volátiles	Máximo 15%	Hebra :12% Polvo: 10%
Cenizas totales % sobre materia seca	5-8 %	8%
Cenizas insolubles en ácido % sobre materia seca	Máximo 2%	Categoría I y II.....1 % Categorías III y IV....1,5%
Extracto etéreo % sobre materia seca	3,5 – 14,5 %	-----
Extracto soluble en agua fría % sobre materia seca	-----	< 65%
Poder colorante (1)	Selecto o superior: 180 Río: 150 Sierra: 110 Estándar: 130 Coupé: 190	Categoría I: 190 Categoría II: 150 Categoría III: 110 Categoría IV: 80
Poder amargo (2)	-----	Categoría I: 70 Categoría II: 55 Categoría III: 40 Categoría IV: 30
Poder aromático (3)	-----	20 – 50

(1) expresado como medida directa de la absorbancia a 440 nm. sobre peso seco

- (2) expresado como medida directa de la absorbancia a 257 nm. sobre peso seco
- (3) expresado como medida directa de la absorbancia a 330 nm. sobre peso seco

De las seis clases que conforman esta nueva clasificación, las tres primeras tienen su origen en la zona de procedencia del azafrán y en la tradición del manejo cultural de su recolección.

La clase “mancha” está basada en el azafrán que se obtiene en Toledo, Cuenca, Ciudad Real y Albacete, donde tienen por costumbre realizar la recolección y el desbrizne de la rosa del azafrán “ a flor abierta”, con lo que se obtiene un azafrán de las mencionadas características.

Las clases “río” y “sierra” tienen su origen en el azafrán obtenido en la región aragonesa, el primero en el área del Jiloca–Gallocanta–Campo de Visiedo, y el segundo en la sierra de Muniesa y parte de la provincia de Zaragoza en contacto con esta serranía turolense. En éstos, la recolección se realiza a “ flor cerrada”, lo que origina una excesiva longitud del trozo de estilo que queda prendido a los estigmas.

De las tres clases la que mayor cotización alcanza en el mercado es la clase “ mancha ”, en función de su menor contenido de restos florales no aprovechables.

6.1.3.1 Envasado

La finalidad del envasado del azafrán hay que fundamentarla en tres objetivos concretos:

- Conseguir que el producto llegue al consumidor sin haber perdido ninguna de sus cualidades intrínsecas dietéticas, saborizantes y aromatizantes.
- Proteger al producto de posibles alteraciones o deterioros por la acción de agentes químicos o biológicos.
- Preservar al producto, en la medida de lo posible, de una reinfección bacteriológica que contrarrestaría la inhibición biológica lograda a través de la esterilización.

La esterilización es el proceso por el que se destruyen en los alimentos todas las formas de vida de microorganismos patógenos o no patógenos a temperaturas adecuadas, aplicadas de una sola vez o por tindalización. En el ámbito industrial alimentario, se considera también como esterilización el proceso por el que se destruyen o inactivan, por un periodo determinado de tiempo, todas as formas de vida de los microorganismos capaces de producir alteraciones en los alimentos en condiciones normales de almacenamiento.

El proceso de esterilización para el azafrán puede llevarse a cabo empleando procedimientos físicos: calor húmedo o seco, irradiación proporcionada por diversas clases de rayo: ultravioleta, gamma, infrarrojos, etc, o bien mediante un procedimiento químico como la gasificación mediante óxido de etileno, reactivo obtenido por oxidación catalítica del etileno.

El tratamiento a base de irradiación con rayos ultravioleta no se ha mostrado todo lo efectivo que cabía esperar al no penetrar más que muy superficialmente en la especia.

Mejores resultados han sido logrados con irradiación con rayos gamma a condición de que el período de conservación del producto no sea excesivamente prolongado, pues en caso contrario la especia pierde una parte de su aroma y sabor.

El procedimiento químico resulta ser el más ventajoso para la esterilización con ciertas ventajas frente a los anteriores, ya que la aplicación de métodos de esterilización por calor conduce a una degradación más o menos acentuada del producto con posible pérdida de sustancias activas.

La gasificación de la especia, a la vista de los resultados obtenidos, no degrada en absoluto las características cualitativas de la misma. Es preciso aclarar que este procedimiento, aplicado a temperaturas de 25 – 30°C por espacio de 6 a 8 horas no ha conducido a la total eliminación de las bacterias por gramo a 10.000 bacterias por gramo después de la gasificación, cifra considerada, por otra parte perfectamente adecuada para una buena conservación.

Este proceso químico consiste en someter la especia, en el interior de una cámara especial con temperatura de 25 – 30°C, a la acción de gases emitidos por óxido de etileno en presencia de agua; óxido obtenido mediante la introducción en la cámara de unos 600 ml de etileno por m³ de espacio, manteniendo la especia en el interior de la cámara durante un mínimo de 6 horas. Transcurrido este tiempo se extra se abre la cámara y se recoge la especia. Frecuentemente, para que la esterilización resulte óptima se hace preciso repetir el tratamiento.

Para conseguir los objetivos el envasado de azafrán deben observarse las siguientes normas.

- que el material de fabricación de los envases resulte compatible, químicamente con el azafrán.
- Que el envase sea impermeable tanto a la evaporación de sus componentes aromáticos como al vapor de agua, así como a la penetración de olores extraños procedentes de otros productos que pudieran almacenarse junto a la especia.
- Que el tapón o junta del envase garantice el cierre hermético del mismo.

El azafrán en la actualidad se envasa de tres maneras diferentes:

- Cajas de latón forradas interiormente de papel o de plástico flexible, si se trata de volúmenes de azafrán apreciables como $\frac{1}{4}$ de Kg, $\frac{1}{2}$ Kg, $\frac{1}{4}$ de libra, $\frac{1}{2}$ libra, 1 libra.
- Frascos de vidrio transparente, si se trata de cantidades de cuantía mínima, expresada en gramos o fracciones de gramos (0,3 g).
- Envases de plástico rígido transparente cuando el contenido es de mg (150 mg).
- Envase de papel, cuando se trata de una “pizca” (aproximadamente 3 estigmas), cantidad destinada a un solo uso.

La mayoría de estos envases presentes en el mercado ofrecen una gran vistosidad, con etiquetas en colores atractivos, en las que consta nombre de producto, indicación de la marca, número de registro, código de barras, fecha límite aconsejable de consumo y en numerosas ocasiones aquellos platos en que está indicado su uso.

Al tratarse de una especia tan cara como el azafrán, el peso se realiza en balanza de precisión y el llenado, salvo en algunas empresas que comercializan al propio tiempo muchos otros productos, se efectúa manualmente.

6.2.Comercio interior

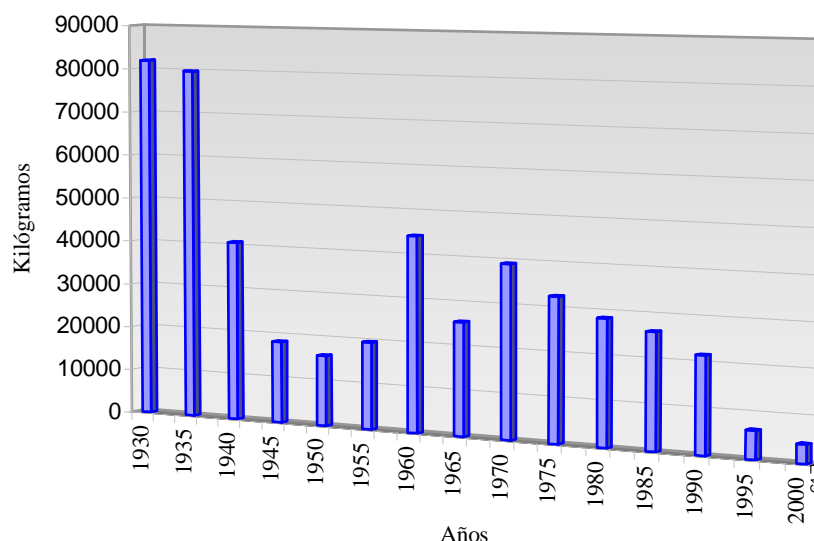
6.2.1. La producción Española

El elemento de producción que se obtiene del cultivo de azafrán son principalmente los estigmas y en un segundo lugar el cormo o bulbo. Esta producción va a depender del año en que se estime la plantación. Sabemos que la planta de azafrán permanece durante cuatro años consecutivos en la tierra y en cada uno de ellos se obtendrá una producción diferente cada año. Siguiendo los datos obtenidos por Pascual Terrado se sabe que en el segundo año (considerando el año de plantación como año 0), es cuando la plantación es más productiva, debido a su mayor vigor vegetativo en comparación con los demás años, lo que unido al incremento de bulbos que registra la planta respecto a los plantados en un principio le hace más productiva, todo esto condicionado por la climatología registrada en los respectivos años.

La producción de estigmas comparada con la producción de otros cultivos es escasa, aunque se debe considerar, que es solo una pequeña parte del peso floral lo que se recoge. En líneas generales se considera que se necesitan 100.000 – 150.000 flores, alrededor de 80 Kg) para obtener 5 Kg de estigmas frescos, que quedan reducidos a 1 Kg después del proceso de secado.

El segundo lugar de la producción está ocupado por la producción de bulbos, muy por debajo del objetivo primordial de la producción que son los estigmas, es objeto de atención debido a su proceso de reproducción, que supone una alternativa para obtener la propia simiente, ya que de los bulbos obtenidos se realiza la creación de una nueva plantación. El problema existente en éste aspecto es la cantidad de bulbos que no son aprovechables debido a la presencia de enfermedades, roturas o pequeño calibre. Por otro lado la producción de bulbos por unidad de superficie excede en cantidad de lo necesitado para una nueva plantación de iguales dimensiones, por lo que se puede crear un tipo de comercio para su uso ornamental, hasta ahora muy poco estudiado.

Tanto la producción como la superficie de azafrán en España han registrado una continua disminución en éstas últimas décadas hasta su casi completa desaparición en la década de los 90. Los datos registrados en el espacio de tiempo comprendido entre 1930 y 1997, la producción de azafrán ha descendido de 81.964 kilos a 6.961 kilos en el año 1997 (último dato oficial), a los aproximadamente 4.000 Kilos (estimación) recogidos durante el año 2000.

GRAFICO 22. EVOLUCIÓN PRODUCCIÓN DE AZAFRÁN EN ESPAÑA.

El estudio de la evolución seguida por la producción, se considera la del azafrán como estigmas tostados, ya que de los demás elementos productivos como el bulbo, no se tienen datos para su análisis, porque el agricultor nunca los ha utilizado como fuente de producción. Es ahora en la actualidad cuando se plantea su uso productivo a nivel comercial.

El azafrán, en aquellos años en que su producción es escasa, para abastecer las necesidades de exportación y de consumo interno, se observa una mayor demanda de éste, que provoca un aumento en la venta de azafrán conservado de otros años, que no posee las mismas características. Debido a ésta búsqueda el precio de azafrán se incrementa, y los productores realizan la operación de venta, con un aspecto negativo que es la venta de azafrán de varios años anteriores, con la debida pérdida de valor comercial y complicación de mercado que conlleva, guardando el del año actual, para su venta en años posteriores.

En éste sentido, aparecen entidades como el “Consejo Regulador de la Denominación de Origen Azafrán de La Mancha”, una entidad independiente cuyos fines de constitución son la protección y promoción del Azafrán de La Mancha garantizando la verdadera procedencia del azafrán y la acreditación de venta de azafrán de la última cosecha.

Cabe destacar que las cifras por las que se rige la evolución del azafrán, en este caso suministradas por el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, debido al peculiar modo de comercialización del azafrán y en el que cada año no sale al mercado la producción obtenida sino

que se conserva durante algún año, se presume que las cifras obtenidas a lo largo de los años se pueden haber transferido a consecuencia de esto.

El azafrán, hoy por hoy, todavía sufre la crisis de la agricultura tradicional, lo que nos lleva a su introducción en el ámbito de la industrialización y comercialización del producto, dejando atrás la agricultura tradicional y dando paso a un sistema de relaciones económicas.

La producción agraria de azafrán está condicionada por diversos factores a los que se puede responder aumentando la productividad, con la mejora del nivel tecnológico de formación y de producción. Con la mejora tecnológica no solo se produce un incremento en la producción, sino que se orienta más al mercado y a la industria transformadora.

La integración es una de las fórmulas que se ofrece para el pequeño y mediano empresario agrario para mejorar su escala en los diversos aspectos productivos y económicos, entre los que se encuentra en un lugar destacado la comercialización del azafrán, producto que se ha obtenido de la propia explotación.

Entendemos por integración la constitución de una nueva empresa o la realización de una actividad concreta y determinada mediante la coordinación de unidades de producción de menor tamaño, considerando también como integración comercial el hecho de que empresas que operan en los distintos escalones del circuito comercial (producción, transporte, industria, distribución e incluso consumo) se coordinan o crean nuevas empresas con personalidad jurídica propia, para así comercializarlo de forma más adecuada.

La búsqueda del mercado a través del asociacionismo hace que olvidemos la operación de mercado que se llevaba y lleva a cabo en la agricultura tradicional: la producción de azafrán y posterior venta a través de los corredores cuya misión básica de éstos es la de agentes de venta por cuenta de otras figuras compradoras o vendedoras.

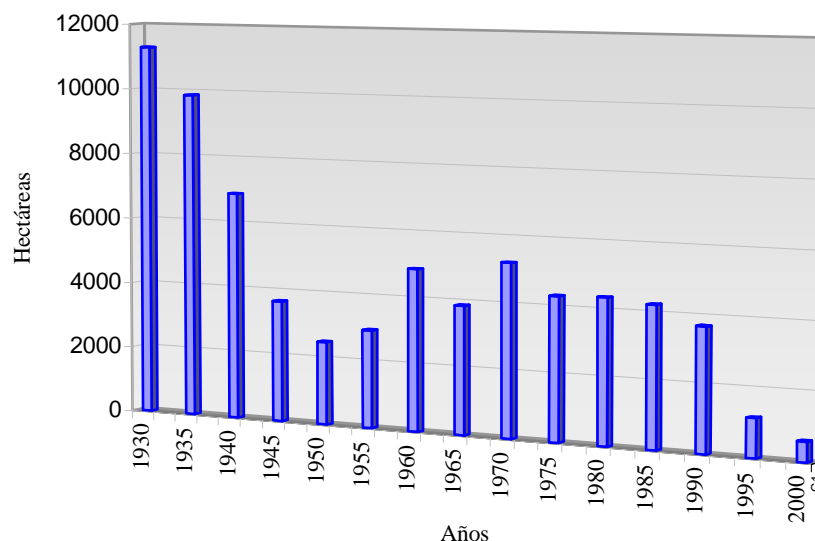
6.2.2 La superficie Española

En el gráfico adjunto se muestra la evolución nacional de la superficie ocupada por el cultivo de azafrán durante el período comprendido entre el año 1930 y 2000 (dato de éste último no oficial). Un análisis pormenorizado del mismo pone en evidencia que el descenso no ha sido de forma gradual, sino que ha sufrido altibajos a lo largo del período. Tras un máximo de 11.282 Ha cultivadas durante 1930, el cultivo sufre un continuo descenso, alcanzando en la década comprendida entre 1945 – 1955, considerada como crítica para el cultivo, un mínimo en 1950 donde se llegó a una superficie de 2.511 Ha. A partir de esta década se notó un notable incremento

alcanzando las 4.730 Ha en el año 1977 en un período sustentable para el cultivo de azafrán durante unos años hasta la llegada de la década de 1990, cuando comenzó el declive del cultivo, pasando de las 4.193 Ha cultivadas en 1989 hasta las 600 Ha ocupadas por este cultivo en el año 2000.

La mayor superficie de cultivo mundial de azafrán ha correspondido a España hasta fechas recientes, siendo Albacete la provincia productora tradicionalmente más importante, seguida en la actualidad de Toledo, Cuenca, Segovia, Teruel, Ciudad Real y Valencia. De forma residual se ha cultivado también en Santa Cruz de Tenerife, Castellón, Burgos, Andalucía y Tarragona. Cabe destacar el caso de Segovia, donde su inicio en el cultivo del azafrán en 1995 con 4 hectáreas cultivadas obtuvieron una producción de 48 Kilos, pasando al año siguiente a una producción de 180 kilos de 15 hectáreas cultivadas.

GRAFICO 23 EVOLUCIÓN SUPERFICIE CULTIVADA DE AZAFRÁN EN ESPAÑA.



La superficie cultivada en 1996 según los datos del Anuario de Estadística Agraria de dicho año fue de 1.020 Ha, de las cuales el 72% corresponde a la superficie de azafrán cultivado en secano y el 28% correspondiente a la de regadío.

El rendimiento en el cultivo de regadío evidentemente es mayor que en el de secano, aunque la superficie de regadío es menor debido a que los agricultores prefieren cultivar en superficie de secano porque da mayor rentabilidad que cualquier otro cultivo sembrado en las mismas condiciones de terreno de secano.

La caída de la producción de azafrán en España se ha debido a diversos factores: el encarecimiento del cultivo debido a la realización de éste de forma artesanal sin aparecer ningún tipo de mejora en la mecanización del mismo. La agricultura española, a mediados de los años cincuenta sufrió un incremento de la mecanización, al que por el contrario el sector azafranero no se acogió (coincide con el momento crítico del cultivo) y dio paso directo a cultivos completamente mecanizados. Si bien se sustituye por cultivos más modernizados, también es sustituido en su mayoría por la industria, a la que la gente del campo emigra para trabajar, abandonando así el medio rural.

La competencia de otros países productores se ha incrementado en los últimos años. La importación de azafrán de estos países es de peor calidad pero de menor precio debido al menor coste de la mano de obra. Otro inconveniente que se presenta a la producción española con respecto al azafrán de estos países es la importación de éste a menor precio y su posterior mezcla con nuestro azafrán autóctono, con salida al mercado de productos como Azafrán Español, reconocido por su gran calidad.

La ausencia de selección genética ha impedido la obtención de bulbos y semillas selectas de azafrán, conduciendo a una progresiva degeneración de los cormos que lo han hecho más sensible a plagas y enfermedades, disminuyendo intensamente los rendimientos de las producciones.

6.2.3.Evolución nacional del mercado

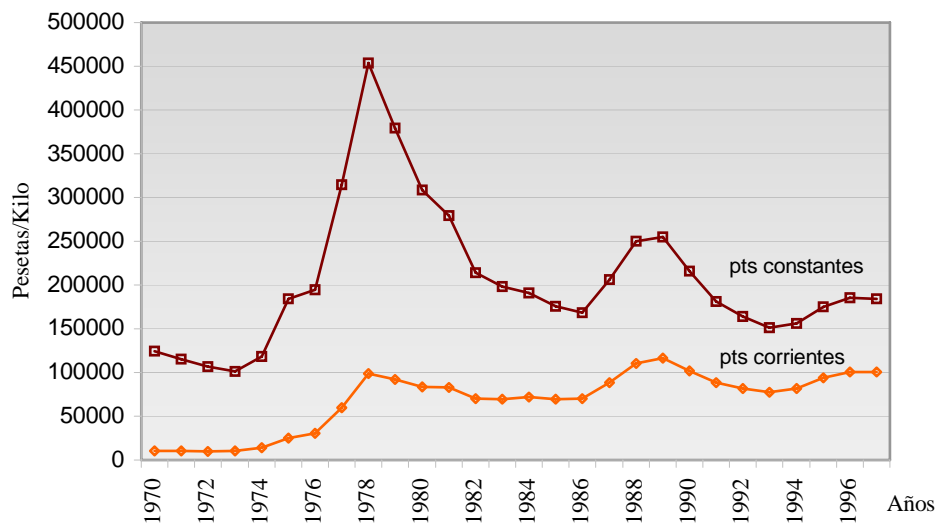
En ocasiones cuando disminuye la superficie ocupada por el cultivo se suele hacer referencia a una influencia del precio, bien sea por la tendencia bajista del producto o por no obtener igual rentabilidad comparada con la proporcionada por otros cultivos. La posición de liderazgo mundial de España como principal país productor y exportador. Posicionamiento alcanzado en base a la calidad del azafrán español.; siendo conocidas sus denominaciones en el mundo entero y constituyendo un patrimonio de indudable valor.

Como es fácil constatar, el azafrán se ha mantenido, a lo largo de medio siglo, en un nivel más bien elevado dentro del contexto de la muestra, pero en tanto los productos contemplados en la misma han ido generando, por lo regular, una renta progresiva, pese a su menor aumento en la escala de precios, merced a la aplicación de las nuevas tecnologías en los procesos de producción, transformación y comercialización de los mismos, el azafrán ha mantenido unas constantes estacionarias en estos procesos, sin beneficiarse en modo alguno de las continuas innovaciones tecnológica, cada día más sofisticadas, puestas en práctica en el campo de la agricultura y de la industria agroalimentaria, por cuyo motivo su rentabilidad se ha resentido respecto a aquella obtenida por el resto de los cultivos.

Posee la mejor calidad conocida y reconocida de azafrán a nivel internacional aunque haya sido desde siempre objeto de mezclas, adulteraciones y falsificaciones, pero su precio es más elevado por el mayor coste de la mano de obra en nuestro país que en los competidores.

Los datos que se recogen en la gráfica siguiente presentan el precio medio percibido por el agricultor, tanto en pesetas corrientes como en pesetas constantes teniendo en cuenta la variación del IPC correspondiente, tomando como base el año 1992.

GRAFICO 24.PRECIO MEDIO PERCIBIDO POR EL AGRICULTOR



AÑOS	PRECIO CORRIENTE	IPC	PRECIO CONSTANTE
1970	10155	8.9	114101
1971	10098	9.6	105188
1972	10054	10.4	96673
1973	10498	11.6	90500
1974	14000	13.4	104478
1975	25000	15.7	159236
1976	30550	18.6	164247
1977	59511	23.3	255412
1978	98700	27.8	355036
1979	92176	32.1	287153
1980	83260	37	225027
1981	83013	42.3	196248
1982	70188	48.7	144123
1983	69333	53.8	128872
1984	72002	60.6	118815
1985	69356	65.4	106049
1986	70187	71.6	98027
1987	88444	75.1	117768
1988	110149	78.6	140139
1989	116672	84.4	138237
1990	101955	89.7	113662
1991	88243	95.1	92790
1992	81957	100	81957
1993	77461	105	73772
1994	81618	110	74198
1995	93705	115.1	81412
1996	100598	118.9	84607
1997	100436	120	83697

GRAFICO 25.Evolución del precio de azafrán a pesetas constantes y corrientes

A pesar de que en pesetas corrientes el precio actual es superior al de la década de los setenta, en pesetas constantes, es decir, teniendo en cuenta la variación del IPC, su precio es muy inferior. Esto justifica la tremenda caída de producción, que veíamos en la gráfico 23.

También podemos apreciar que el precio del azafrán alcanzó su máximo histórico a finales de los setenta con un precio a pesetas constante de 355.036 pts en el año 1978, momento a partir del cuál fue disminuyendo paulatinamente con una constante pérdida de atractivo, dado que los posibles incrementos de precios no compensan el efecto de la inflación interanual, por lo que traducimos a moneda constante que el poder adquisitivo derivado de su comercialización vine menguando progresivamente (a excepción del período entre 1985 y 1989, coincidiendo con el conflicto armado Irán - Irak, que por causas obvias condujo a una disminución de los precios mundiales, del que los productores españoles resultaron favorecidos.

6.2.4. Producción, superficie y rendimientos de las regiones azafraneras más importantes

6.2.4.1. A nivel nacional

En los GRAFICO 26 y GRAFICO 27, podemos ver la participación de cada una de las regiones más azafraneras en el conjunto de la producción y superficie nacionales.

Como podemos observar , tanto por superficie como por producción Castilla la Mancha es la comunidad con mayor peso específico dentro de las regiones productoras, seguido muy de lejos por Aragón y Castilla León. Resulto curioso el caso entre estas dos Comunidades ya que si bien Castilla León es la que posee una mayor producción, es Aragón la que tiene una mayor superficie cultivada, lo cuál nos indica que el rendimiento por Hectárea en Aragón es muy inferior al de Castilla León.

Con porcentajes muy inferiores y casi insignificantes les siguen la comunidad Valenciana y Canarias, tanto en producción como en superficie.

GRAFICO 26. DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS (AÑO 1996)

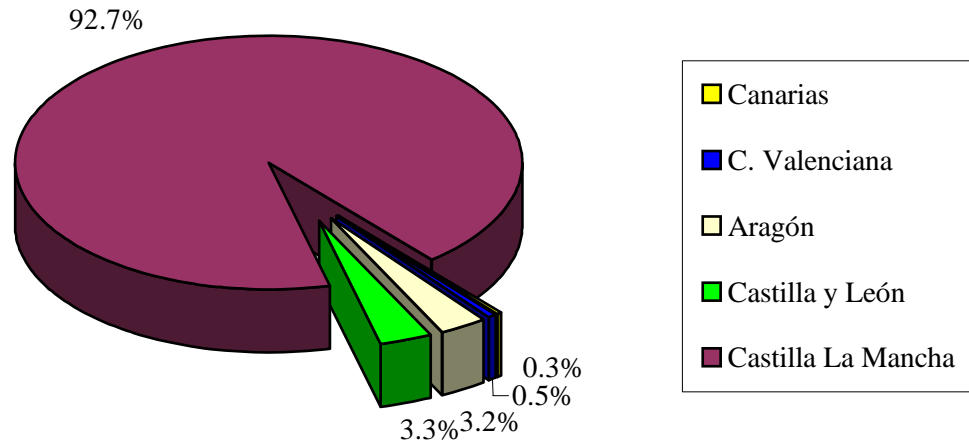
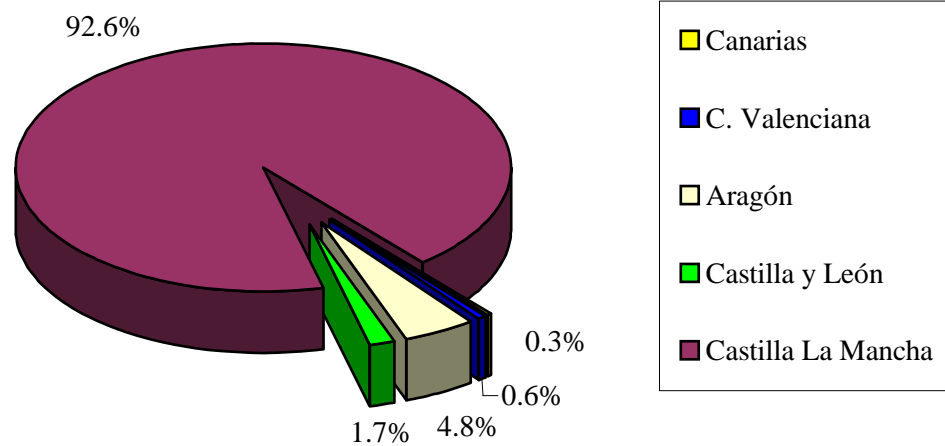


GRAFICO 27. DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE CULTIVADA NACIONAL POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS

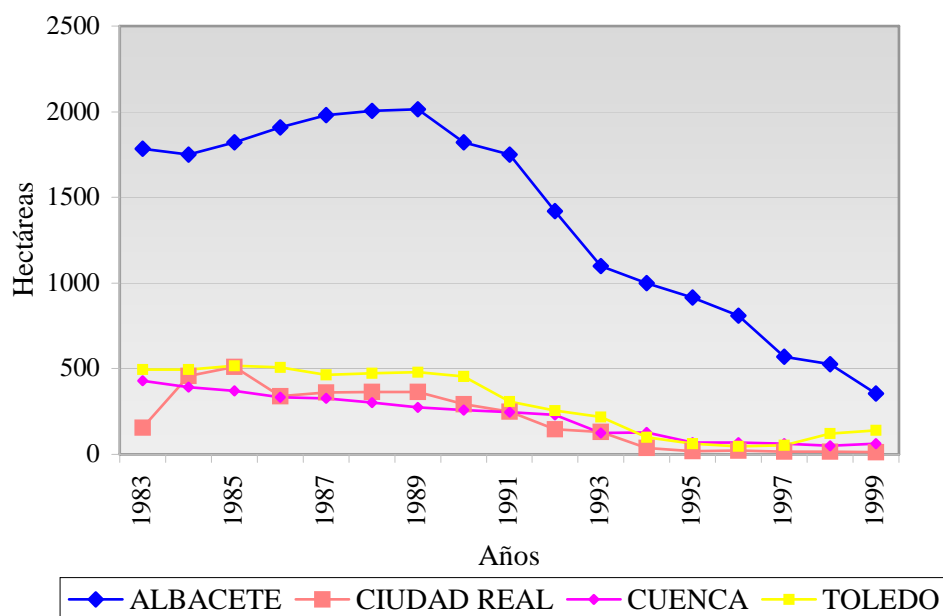


A continuación realizaremos pues el análisis de las comunidades más representativas, es decir Castilla La Mancha y Aragón, dejando a un lado la Comunidad de Castilla León ya que a pesar de su importancia, sólo se dispone de datos significativos en los años 1995 y 1996 referidos a esta comunidad.

6.2.4.2. Castilla la mancha

Las zonas por las que se extiende el cultivo en Castilla-La Mancha abarcan diversas y localizadas comarcas de Albacete, Ciudad Real, Cuenca y Toledo, representando en su conjunto el 83,59% de la superficie nacional y el 91,90% de la producción, según los últimos datos oficiales del Anuario de Estadística Agraria.(MAPA) de 1997. En Albacete, la provincia con mayor extensión de cultivo, tanto de secano como de regadío, se distribuye en una franja que va desde la zona de la capital hasta la Noroeste; en la provincia de Ciudad Real se sitúa alrededor de las localidades de La Solana y Membrilla; en la de Cuenca se reduce a los términos de las localidades de Campillo de Altobuey y Motilla del Palancar, con algunos añadidos en los pueblos de Almodóvar del Pinar e Iniesta, con escasa extensión en ambos; y en Toledo, finalmente, la producción intensiva se concentra entre los términos municipales de Madridejos, Villafranca de los Caballeros y Consuegra.

Esta comunidad protege el cultivo de azafrán, mediante proyectos como la creación “Consejo Regulador de La Mancha”, estudios de investigación a través de la Universidad de Castilla La Mancha y estudios técnicos agrarios por parte de las distintas provincias productoras, donde se ubican la mayoría de empresas dedicadas al cultivo, para intentar frenar la caída que sigue el cultivo del azafrán.

GRAFICO28. EVOLUCIÓN SUPERFICIE AZAFRÁN. CASTILLA LA MANCHA

EL GRÁFICO.28, representa la evolución de la superficie cultivada de azafrán en las distintas provincias de Castilla La Mancha donde se obtiene.

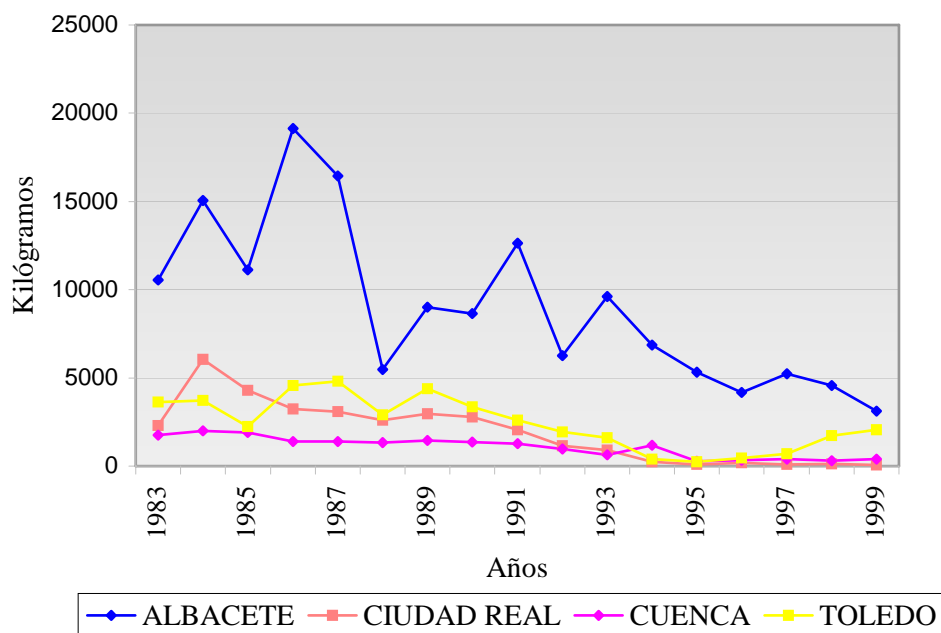
A Albacete siempre le ha correspondido la primera posición en el ranking de las provincias productoras de azafrán a nivel autonómico y nacional, registrando unos valores muy por encima del resto, con un máximo registrado en 1972 donde se cultivaron 2.284 Ha. La evolución bajista que sigue Albacete es paralela a la sufrida por la nacional. A nivel autonómico representa un 63% y un 67% del panorama nacional.

Esta provincia en 1984 cultivó 1.750 Ha de azafrán, a partir del cuál su incremento fue progresivo hasta alcanzar en 1989 un máximo de 2.015 Ha, cifra cercana a su máximo recogido de 2.284 a partir de la cuál, la entrada en la década de los noventa fue crítica para ésta provincia y a su vez para el ámbito nacional. Este descenso paulatino durante esta década ha registrado la desaparición de 1.928 Ha de cultivo, siendo más acusado durante el período comprendido entre 1996 – 1999 registrando una superficie de 356 Ha durante el año 1999 por encima del resto pero más próxima a éstos. Coincidiendo con este período, esa caída se ve contrarrestada con un incremento de la superficie en la provincia de Toledo, única que no presenta carácter bajista en los últimos años.

La superficie cultivada de la provincia de Toledo a nivel autonómico representa un 25%, con una evolución constante en el tiempo de media 485,25 Ha hasta el año 1989, y con la consiguiente disminución en la década de los noventa que sólo experimento durante el período comprendido entre 1990 y 1995 bajando de 454 Ha a las 46 Ha recogidas en 1995, correspondiente al valor más bajo de esta provincia. A partir de 1995 su recuperación ha sido inaudita, con un aumento de 100 Ha de superficie.

Las provincias de Cuenca y Ciudad Real, representan el 10% y 2,3% respectivamente, de la comunidad Manchega. Su evolución al igual que las otras provincias es bajista y su participación en la actualidad es escasa con 61Ha de Cuenca y 13 Ha Ciudad Real.

GRAFICO 29. EVOLUCIÓN PRODUCCIÓN AZAFRÁN. CASTILLA LA MANCHA



El GRÁFICO 29 representa la producción de las distintas provincias manchegas, en el período comprendido entre 1983 y 1999. Sin duda, es Albacete la provincia de mayor producción por ser la primera en superficie de cultivo, aunque si estudiamos su trazo evolutivo presenta varias oscilaciones en éste.

En 1986 alcanza su máximo con una producción de 19.140 Kg, coincidiendo con un año de superficie ascendente y rendimientos elevados del orden de 9 Kg/Ha en secano y 14 Kg/Ha en regadío. Sin embargo en 1988 se produce una fuerte caída en la producción, reduciendo ésta a los 5.480 Kg., año en que su superficie era ascendente, pero su rendimiento era mínimo, pasando de

6Kg/Ha en secano y 16 Kg/Ha en regadío durante 1987 a los 2Kg/Ha y 5 Kg/Ha respectivamente, que conlleva a una pérdida significativa de 13.660 Kg en dos años. Esta caída también puede estar influenciada por coincidencia de plantaciones nuevas donde la producción es inapreciable y el problema ya comentado de la salida al mercado de una parte de la producción.

A partir de ese año, experimenta otra vez carácter alcista, hasta alcanzar en 1991 la cantidad de 12.640 Kg, último valor máximo alcanzado entre 1988 y 1999. A partir de 1993 su descenso paulatino es paralelo al registrado por la superficie, exceptuando el año 1997 que aumenta en pequeña cantidad la producción, coincidiendo con el año de notable bajada.

La provincia de Toledo, al igual que en la superficie, es la única que presenta incremento de la producción en estos últimos años. Tras diversas oscilaciones entre 1983 y 1989 alcanzó en este período un mínimo de 2.242 Kg en 1985 y un máximo de 4.800 Kg en 1987, es a partir de este último año donde aparece su descenso paulatino hasta 1995 con 237 Kg de producción, momento en que éstas experimentan un notable aumento hasta situarse a 1.055 Kg de diferencia con la provincia pionera.

La provincia de Cuenca ha mantenido constante su producción con un valor medio de 1.388 Kg durante 1983 y 1994, a partir del cuál descendió de 1.173 Kg a 286 Kg en 1995, para mantenerse hasta la fecha con una media de 355 Kg.

Distinta ha sido la evolución de Ciudad Real, donde en 1984 con 6.052 Kg alcanzó su máximo, a partir del cual sufrió un descenso paulatino hasta 1994 que registró una producción de 250 Kg, donde empezó su casi observada desaparición con 35 Kg en 1999.

GRAFICO 29. EVOLUCIÓN RENDIMIENTO AZAFRÁN. REGADIO

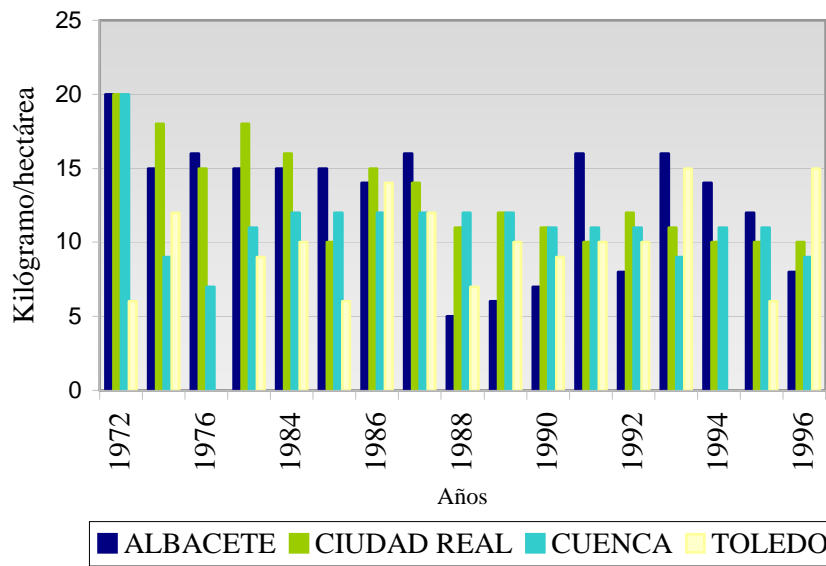
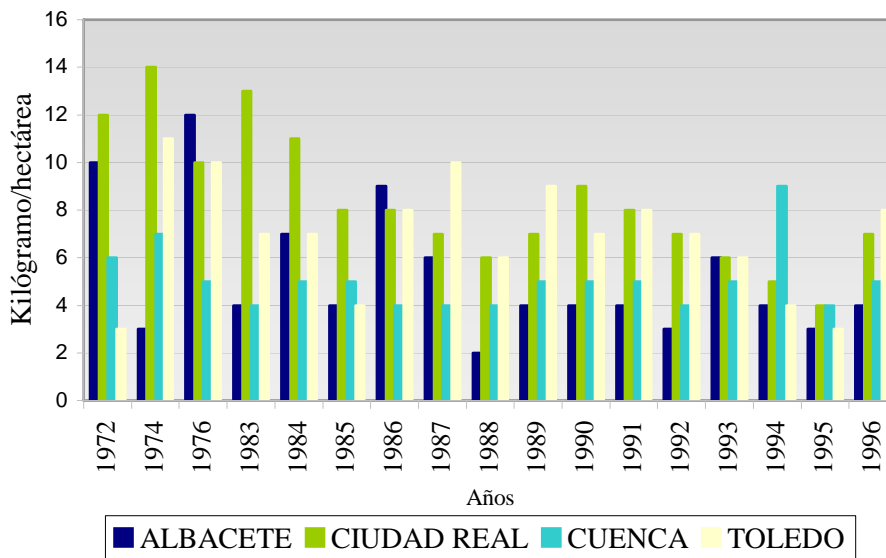
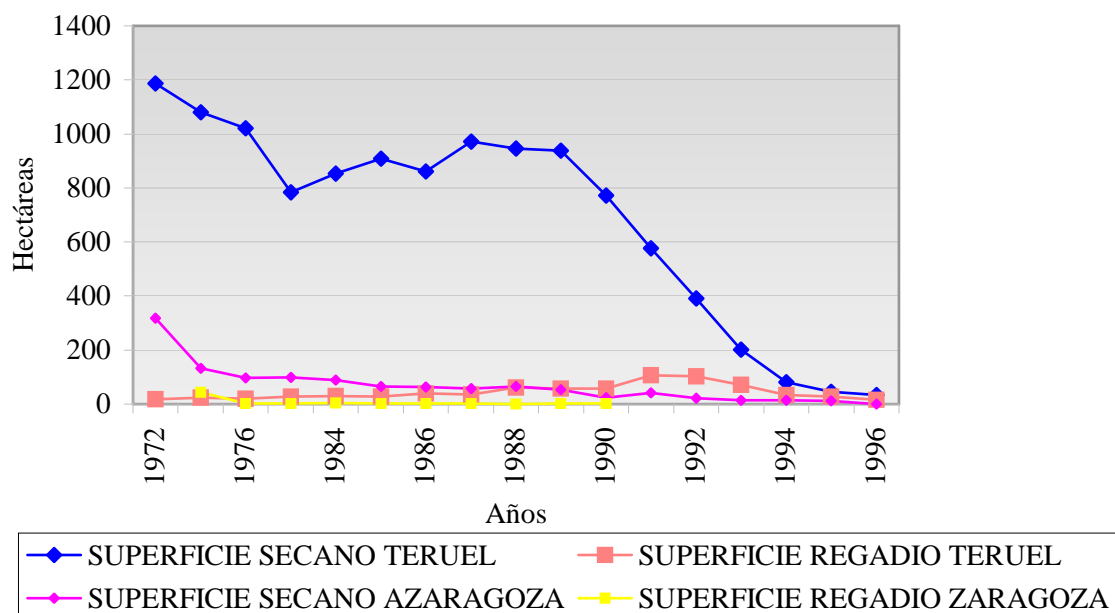


GRAFICO 30. EVOLUCIÓN RENDIMIENTO AZAFRÁN SECAÑO



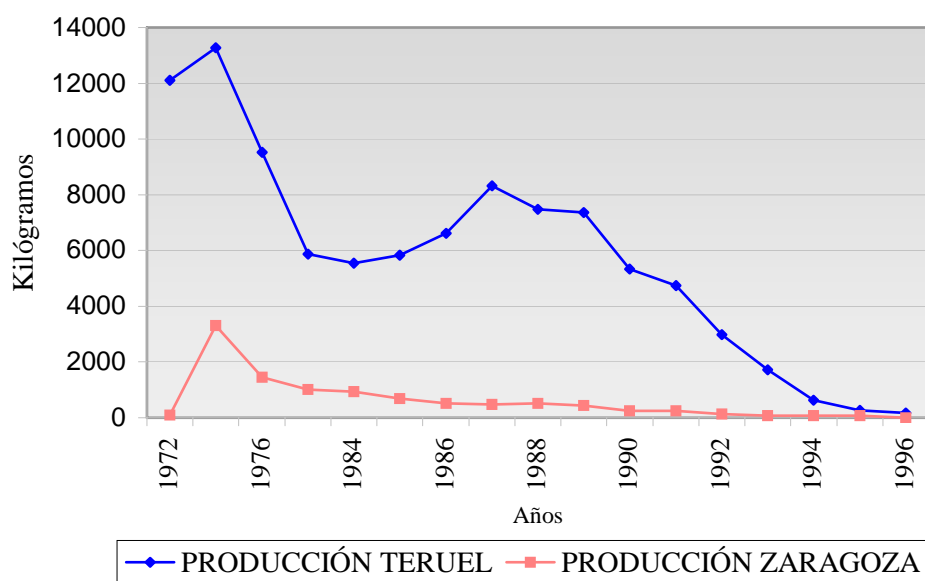
6.2.4.3. Comunidad Autónoma de Aragón

GRAFICO 31. EVOLUCIÓN SUPERFICIE AZAFRÁN. ARAGÓN



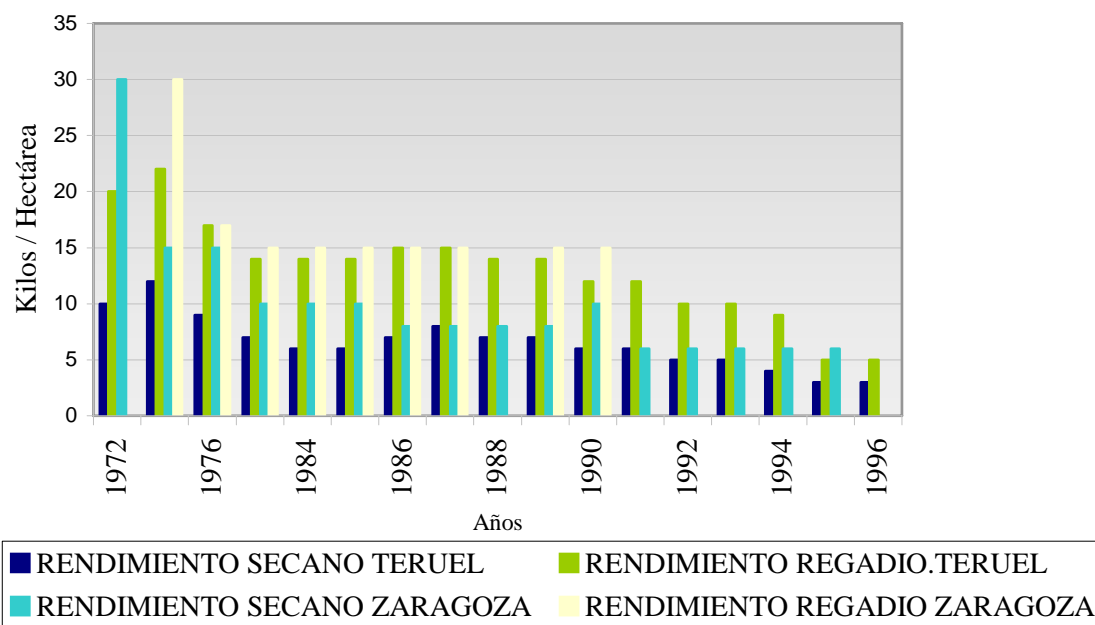
El GRAFICO 31, representa la superficie cultivada en Aragón, tanto de regadío como de secano. Durante muchos años Teruel ha proporcionado a Aragón la segunda posición de regiones azafraneras. La concentración de azafrán se recoge principalmente en los municipios de Monreal el Campo, Torrijo del Campo, Caminreal, y Torremocha del Jiloca, todos pertenecientes a la cuenca del río Jiloca. La provincia de Teruel en 1972 cultivó una superficie de 1.194 Ha. En el período comprendido entre este año y 1983 esta superficie descendió a 841 Ha, 353 Ha de diferencia. A partir de este año notó un incremento notable, alcanzando un máximo de 1.008 Ha en 1987. En los años sucesivos su descenso fue moderado hasta su entrada en la década de los noventa donde el descenso fue estrepitoso llegando en 1996 a un mínimo de 49 Ha.

La provincia de Zaragoza ha experimentado una evolución que le ha llevado en la actualidad a la desaparición del cultivo. Es 1995, donde aparecen las últimas cifras de cultivo de la provincia, se registra una superficie de 12 Ha frente a su máximo registrado en 1974 con 317 Ha.

GRAFICO 32. EVOLUCIÓN PRODUCCIÓN AZAFRÁN. ARAGÓN

En la GRAFICA 32 se recogen los datos referentes a la producción de la Comunidad Aragonesa. Esta producción representa en la actualidad un 3,2 % del total de la producción nacional, casi en su totalidad perteneciente a la provincia de Teruel. Debido al pequeño porcentaje que representa la provincia de Zaragoza respecto del total de Aragón, analizaremos solamente los datos referentes a la provincia de Teruel.

Al igual que ocurría con la superficie, la producción disminuyó notablemente en la década de los noventa. El máximo de producción se recogió en 1974 con 13.266 Kg, para descender a los 5.866 Kg en 1983 debido a la caída paralela de la superficie y del rendimiento que pasó de 12 Kg/Ha en secano y 22 Kg/Ha en regadío a 7 Kg/Ha y 14 Kg/Ha respectivamente. En 1987 coincidiendo con el aumento de los valores de superficie se incrementa la producción hasta 8.316 Kg para descender hasta los 177 Kg de 1996, último dato oficial del que se dispone.

GRAFICO 33. EVOLUCIÓN RENDIMIENTO AZAFRÁN. ARAGÓN

6.3 Comercio exterior

6.3.1.Situación mundial del mercado de azafrán.

El estudio del Centro de Comercio Internacional UNCTAD/Gatt señala que en el período de 1976 – 1980 el mercado mundial del azafrán oscilaba entre 30 - 50 Tm por un valor próximo a los 15 millones de dólares.

Durante la década de los 90 los principales países productores de azafrán serían España, Irán, Grecia, Marruecos e India. Ello determina que además de las cantidades exportadas desde España podrían existir en el mercado internacional unas 20 Tm de azafrán que entrarán en competencia directa con el azafrán Español en base sobre a todo a su menor precio. Se podrían estimar que como máximo, aproximadamente un valor de 50 millones de dólares son objeto de comercio internacional. por un valor alrededor de los

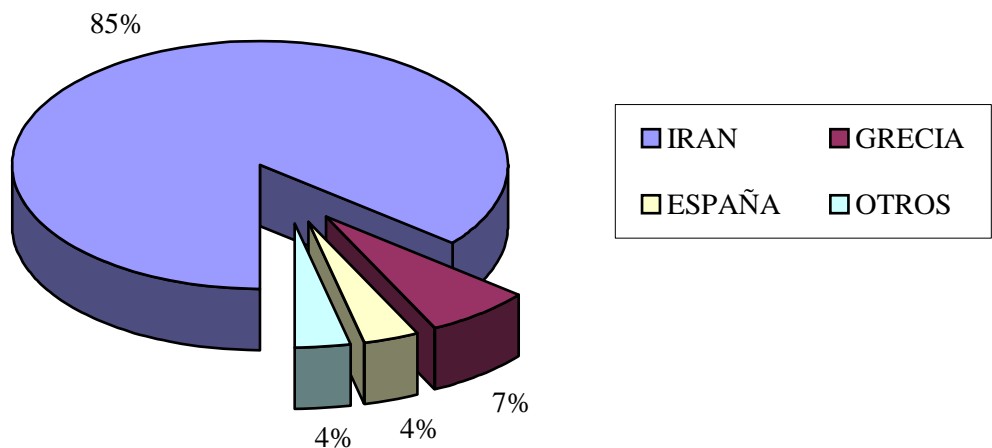


GRAFICO 34. Situación mundial del mercado

Hasta hace unos años, España ocupaba el primer lugar como país de mayor superficie de cultivo de azafrán. Pero tanto la superficie como la producción de azafrán Española han disminuido en las últimas décadas. España en la actualidad pasa a ocupar el tercer puesto de los países productores de azafrán, con aproximadamente un 4 % de la producción mundial que corresponde aproximadamente a unas 5.000 Kilogramos.

La situación mundial está encabezada por Irán siendo éste el mayor país productor del mundo con 120.000 Kilogramos, representando un 85 % del total.

En segundo lugar, se encuentra Grecia con el doble de producción que España, 10.000 Kilogramos, y que representa el 7 % de la producción total. Este país ha experimentado en los últimos años un aumento de su producción.

6.3.2.Exportación

Sin duda, en el comercio de azafrán, la exportación es el capítulo más importante dentro de éste sector mostrando un alto grado de concentración empresarial, pues el 90 % de la producción Española es dedicada a esta operación que cada año sigue aumentando.

En 1971 la exportación de azafrán español (según datos facilitados por el Ministerio de Economía y Hacienda, Dirección General de Comercio Exterior de Productos Agrarios, fue de 33.359 Kg. (30.680 Kg. de los cuales en hebra y 2.678 Kg. molido). En 1996, 25 años después, la exportación total de azafrán fue de 33.191 Kg (24.369 Kg en hebra y 8.822 Kg molido) valores muy próximos a los facilitados por el MAPA Durante este período comprendido entre 1971 y 1996 las exportaciones de azafrán mantuvieron una evolución constante en el tiempo, con una media de 33.000 – 34.000 Kg., llegando a los 39.000 Kg., (dato facilitado por la cámara de Comercio e Industria de la Provincia de Teruel) en el año 2.000. Habrá que exceptuar dos puntos extremos dentro de ésta evolución, uno con carácter bajista que se produjo en los años 1987 y 1988 donde la actividad de exportación fue nula y por el contrario el auge experimentado por el azafrán en la exportación durante 1992 y 1993, con unas cantidades de azafrán exportado de 207.000 Kg y 212.000 Kg respectivamente. Estos datos confirman la asombrosa estabilidad comercial y evolución al alza del azafrán.

Del total de azafrán exportado desde España, alrededor del 70 – 75% corresponde a azafrán en hebra siendo el resto de azafrán molido (producto obtenido por molturación de los estigmas unidos o no al estilo).

La exportación según las distintas clases comerciales de azafrán que conocemos, ha estado encabezada desde un principio por la clase comercial “Selecto o Superior”, correspondiente hasta 1999 a la clase comercial “Mancha”, ya que el día 10 de Agosto de 1999, se publica en el B.O.E, la modificación de la Norma de Comercio Exterior para la Exportación de Azafrán suplantando el nombre de hasta entonces azafrán “Mancha” por azafrán “Selecto o Superior”. En el mercado exterior el consumidor ha buscado durante años la mejor calidad de azafrán perteneciendo a esta clase Mancha al que correspondió durante un tiempo el monopolio del comercio mundial, pero en la actualidad la tendencia de este consumidor es su inclinación por el precio ante la calidad, de ahí el incremento del azafrán Iraní, que aunque de peor calidad es más barato.

En segundo lugar, es el azafrán molido el que ha mostrado un mayor incremento en la exportación vinculado al tema del dinero, ya que ésta clase es de menor calidad y de un precio menor que el Mancha, que depende de los restos florales que la planta contenga. Este incremento está íntimamente ligado a la disminución sufrida por las demás clases sobre todo a la clase “Río” a causa de ser suplantadas por este azafrán Molido.

6.3.2.1 Países de destino

El azafrán Español es exportado a todo el mundo, dirigido a 52 países diferentes distribuidos en los cinco continentes, siendo los más representativos los siguientes: EE.UU, Oriente Medio y Europa.

El mayor país de destino de azafrán Español, corresponde a los EE.UU con un 35% del total. Por lo general este país era abastecido por Italia, aunque muchas veces de azafrán Español, por lo que ha mostrado un gran auge en la exportación de azafrán de nuestro país, con cantidades de 8.000 Kg y 6.000 Kg en los años 1995 y 1996 respectivamente, para alcanzar la cantidad de 13.000 Kg durante el año 2000, con una tasa en peso de crecimiento 35,42 % respecto al año anterior (1999). Otro país norteamericano importador aunque en menor medida es Canadá con un 3%.

Destacada es también la participación de los países de Oriente Medio en las exportaciones españolas, que representan un 13%, correspondiendo a un 10% para Arabia Saudita con un peso de 4.000 Kg y un 3% a Los Emiratos Arabes Unidos con 1.000 Kg de peso. Las exportaciones a estos dos países han sufrido una tasa de crecimiento de 11,87% y 15,19% respectivamente.

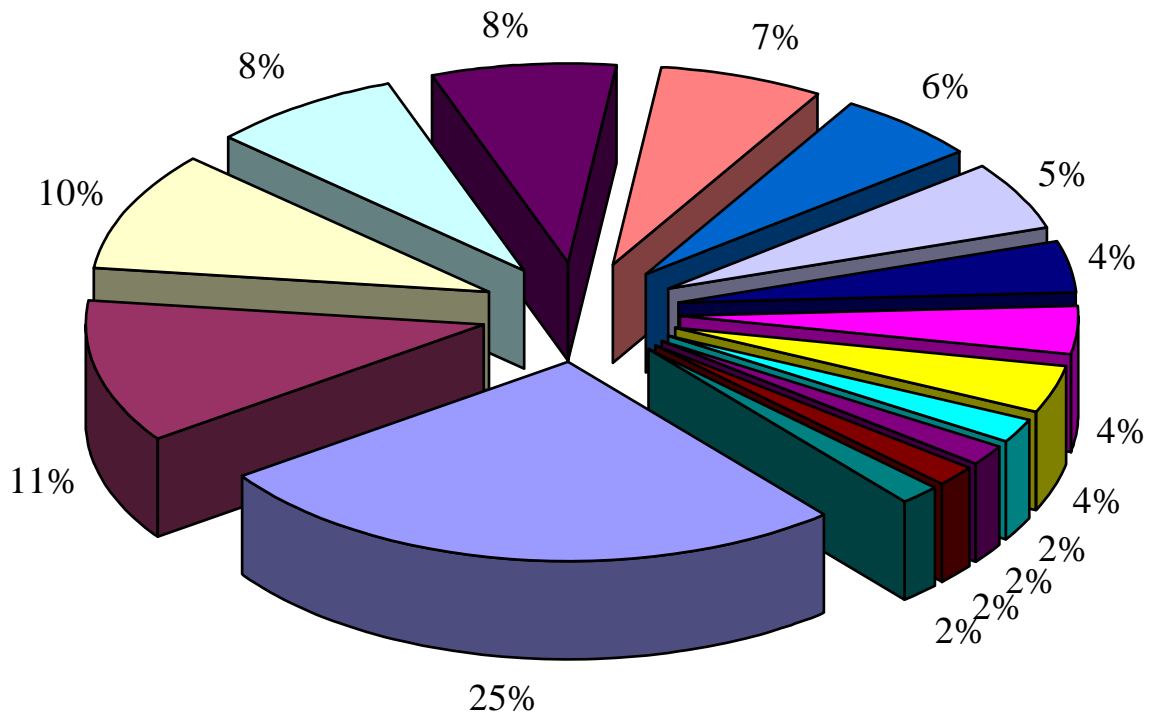
Europa ha ocupado un lugar muy importante en las exportaciones Españolas de azafrán, que se ha visto disminuido en gran medida por la incorporación de Grecia al mercado del azafrán, aunque todavía sigue representando un 30%, entre países como Francia, Bélgica, Alemania, Suecia, Suiza, Italia y Reino Unido. Con una tasa de crecimiento respecto de 1999 de -16,92%; 45,25%; -40,27%; -18,31%; 22,38%; -16,16% y 4,28% respectivamente.

Los países del Extremo Oriente representan un 10% , correspondientes a Japón y Taiwán, con un 3% y 11% respectivamente., con una tasa de crecimiento de -35,42% y 7,16 %.

Sudamérica representa un 3% del total con Argentina que ha obtenido una tasa de crecimiento de 15,39% respecto de 1999. Años atrás países como Brasil, Uruguay, Bolivia, Venezuela representaban cantidades mayores, ahora insignificantes respecto del total.

El resto del mundo se reparte en el restante 6% de manera muy dispersa, por lo que no se puede realizar una distribución detallada.

GRAFICO35. EXPORTACIONES DE AZAFRÁN. PESO (MILES DE KILOS)
AÑO 2000



■ E.E.U.U	■ OTROS
■ ARABIA SAUDITA	■ TAIWAN
■ EMIRATOS ÁRABES UNIDOS	■ SUECIA
■ REINO UNIDO	■ ITALIA
■ SUIZA	■ ARGENTINA
■ JAPÓN	■ FRANCIA
■ ALEMANIA	■ CANADÁ
■ BÉLGICA	

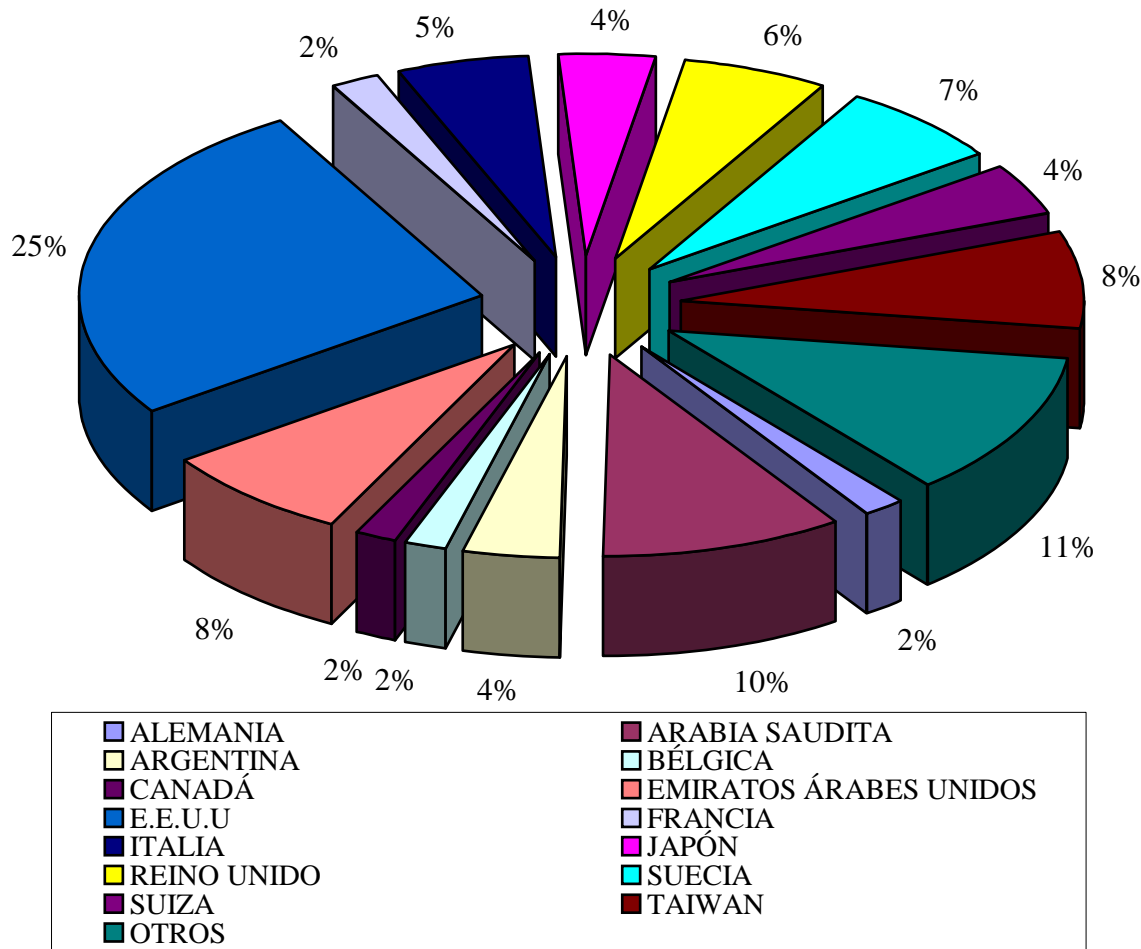
La exportación de azafrán Español, está sufriendo la fuerte competencia que en la actualidad existe en el mercado internacional del azafrán. Esta competencia ha obligado a una uniformidad del precio de azafrán por parte de todos los países productores, consecuencia de la bajada en el precio de azafrán Español.

El precio de azafrán de exportación debe ser superior al percibido por el productor, debido a su valor añadido según los canales de comercialización. Sin embargo el precio medio percibido por los productores en varias ocasiones ha sido superior al obtenido en exportación. El origen de esta irregularidad se encuentra en la salida al mercado de un producto más barato a través de la clase comercial "Molido", que es de peor calidad y su precio de salida es menor, junto con el incremento notable de importaciones de azafranes más baratos, donde después de ser mezclados con azafrán de nuestro país, son reexportados a otros países, disminuyendo la calidad del azafrán Español, pero con el objetivo cumplido: la bajada de precio del azafrán para competir con el del resto de países productores.

Según los datos del MAPA durante el año 1992 el valor de las exportaciones alcanzó los 2.012 millones de pesetas, aumentando hasta los 2.550 millones de pesetas en el año 1996 y llegar a los 3.529 millones de pesetas en el año 2000, según este último dato facilitado por la Cámara de Comercio e Industria. Como se observa en el gráfico 36, los EE.UU es el país donde más valor alcanzan las exportaciones, con un 25% del total que corresponde a 1.012 millones de pesetas debido a que es el país con mayor número de kilos de azafrán exportado. Sin embargo, la cantidad de azafrán exportado a los Emiratos Arabes Unidos representa un 8% del valor total con un valor de 296 millones de tan sólo 1.000 Kilos de peso, frente a los 13.000 de los EE.UU. Se puede decir que comparando el valor de la exportación respecto de la cantidad de la misma, adquiere mayor importancia el valor de Los Emiratos Arabes.

Arabia Saudita es, al igual que en la cantidad, el segundo país representativo del valor de las exportaciones de azafrán, con un 10% del total equivalente a un valor de 368 millones de pesetas. En la gráfica podemos observar que un 11% del total corresponde a otros países, un total de 38 países que debido a su escasa participación no se puede realizar una distribución detallada. De entre estos países se pueden destacar Oman, Hong Kong, Singapur, Kuwait, Países bajos y Mauricio.

GRAFICO 36. EXPORTACIONES DE AZAFRÁN. VALOR (MILLONES DE PESETAS)
AÑO 2000



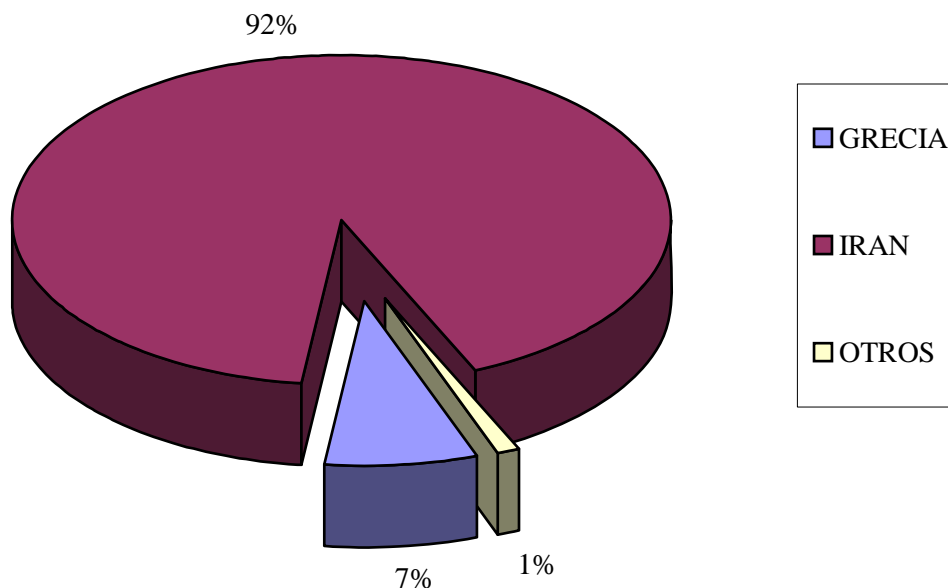
6.3.3 Importación

Las importaciones de azafrán han sido nulas o simbólicas hasta 1988, adquiriendo a partir de 1989 valores cada vez más significativos alcanzando los 607 millones de pesetas en 1992, con su continuado aumento a 1.721 millones de pesetas en 1996 y alcanzar en el año 2000 valores de 2.913 millones de pesetas según datos facilitados por el MAPA. Este crecimiento notable es causado principalmente, por las operaciones ya comentadas sobre la reexportación de azafrán de nuestro país junto con este azafrán importado y al descenso de la producción provocado por la caída de la superficie de cultivo. Estos dos aspectos obligan a esta importación a causa de no poseer en España las cantidades de azafrán necesarias para la demanda comercial, debido a la diferencia de precios existente entre los diferentes países, siendo el precio del azafrán Iraní aproximadamente la mitad que

el del azafrán Español. De esto deriva que la mayoría de empresas exportadoras lo sean también importadoras.

A diferencia de las exportaciones, las importaciones muestran un alto grado de concentración. Los datos facilitados por la Cámara de comercio e Industria durante el año 2000 lo ponen de manifiesto, al estar concentrado el 99 % del total de las importaciones únicamente en dos países como son Grecia e Irán, con el 7% y 92% respectivamente. La cantidad importada durante este año del país griego fue de 3.000 Kg, , del país Iraní 37.000 Kg. y del resto de países en conjunto tales como Alemania, Emiratos Arabes Unidos, Suiza, y alguno más se importó una cantidad de 4.000 Kg de azafrán. Resulta curiosa esta participación de países que no constan como productores y sin embargo manejan una parte muy pequeña de la importación de azafrán a nuestro país. Según Pascual Terrado, su explicación a ésta curiosidad tiene su origen en que son devoluciones de partidas exportadas y no aceptadas, pero estadísticamente contabilizadas como importaciones, además de la participación de éstos como intermediarios de azafrán producido en otros países y reexpedido al nuestro.

GRAFICO 37. IMPORTACIONES DE AZAFRÁN. PESO
(MILES DE KILOS)AÑO 2000



Las importaciones Iraníes entran en nuestro país bajo las denominaciones de las clases comerciales denominadas “coupé” y “río” y en menor medida “sierra”, mientras que el azafrán que proviene de Grecia lo hace bajo la denominación “sierra”. De entre estos la mejor calidad comercial al azafrán Iraní, a pesar de ser el más barato en relación con el griego. Esto se debe a la cantidad de restos florales del *Crocus sativus* para su posterior elaboración de la clase comercial “molido” además del precio coste de la mano de obra.

Se observa una tendencia creciente a que sea el precio percibido por el azafrán Iraní el que marque el precio internacional del azafrán, actuando según sus movimientos. Nuestro azafrán, posee la ventaja de no ser desplazado en su totalidad por ésta estrategia, ya que el azafrán Español, sigue siendo el precio percibido por el productor Español quien determina en un principio el precio de adquisición de éste azafrán importado, debido a que es más exigente por la mayor calidad del azafrán Español y debido también al retraso de tres meses de la cosecha Iraní respecto a la Española facilitando el conocimiento del volumen de azafrán Español que se encuentra disponible y la formación de los precios.

7. CONCLUSIONES

La preocupante situación por la que atraviesa el azafrán, acrecentada en la década de los noventa, (década crítica para el azafrán) tiene su origen en varios aspectos, siendo el más importante el progresivo abandono de tierras destinadas a su cultivo y el consecuente descenso en la producción, próximo al 75% en los últimos 20 años. Todo esto sumado a la dificultad para producir la cantidad necesaria de cormos selectos y a la importación masiva de azafrán procedente de Irán, amenaza seriamente la supervivencia de este sector., aunque por el momento nuestro país sigue siendo el mayor exportador mundial de azafrán.

El azafrán Español, y más concretamente el cultivado en la Mancha es uno de los pocos productos de carácter agroalimentario al cuál se le asocia la máxima calidad mundial. Este prestigio supone un capital de gran importancia que podría perderse. Además, a pesar de su alto precio, el uso del azafrán en alimentación ha continuado creciendo, a causa de los cambios en las preferencias de los consumidores hacia los productos naturales. Su alto precio hace que la planta de azafrán resulte especialmente adecuada para la recuperación o el cultivo alternativo o en tierras abandonadas, que surgen como consecuencia de la política agraria común de la Unión Europea. También puede resultar económicamente rentable la mejora de su mecanización y el uso de invernaderos o cámaras de cultivo

El encarecimiento del cultivo, provocado por la forma de cultivo,(de forma artesanal con muy pocos cambios desde hace milenios), y la competencia con otros países productores en vías de desarrollo, han provocado que la producción del azafrán descienda en picado, incluso con la desaparición en varios países.

Esta falta de mecanización y de selección genética son objeto de estudio .en la actualidad, para dar un giro al cultivo del azafrán. La mecanización en el cultivo de azafrán es nula, si se consiguiera, ésta permitiría abaratar los costes de producción y los que existen algunos avances a nivel de empresa privada. En la actualidad ante la ausencia de una selección genética a través de los años, se desarrolla mediante la técnica de micropropagación la obtención de bulbos seleccionados y semilla selecta de azafrán, con el fin de mejorar el germoplasma tanto en los aspectos productivos como de calidad. El desarrollo de sistemas biotecnológicos de cultivo *in vitro* de cormo de azafrán y su escalado posterior sería posible su salida como cormo selecto y libre de virus obtenidos por micropropagación. Se añade también el estudio y aplicación de tecnologías como el cultivo *in vitro* con el fin de obtener líneas celulares productoras de estigmas para la obtención de azafrán hebra, y de líneas productoras de colorantes que mediante suspensión celular y fermentadores, permitan la obtención de azafrán en polvo.

Junto con éstos avances está la recientemente comprobada acción antitumoral y anticarcinogénica encontrada en el azafrán, además de sus efectos citotóxicos y antimutagénicos

encontrados. El conjunto de éstas pone de manifiesto el interés que presenta el azafrán como potencial productora de compuestos de importancia farmacológica o industrial, que puede suponer una alternativa al uso tradicional del azafrán como condimento, valorizando con carácter económico partes de la planta hasta ahora carentes de valor.

La modernización global de éste sector y una mirada asociativa, es la única opción para garantizar la continuidad del cultivo tradicional, que requiere la adopción de medidas decisivas y urgentes para favorecer el aumento de la extensión de cultivo y el consiguiente incremento de la producción, permitiendo la recuperación del cultivo y manteniendo e incluso mejorando la calidad

8.BIBLIOGRAFÍA

8.1.Fuentes bibliográficas

ÁVILA GRANADOS, JESÚS (1999): *Historia del Azafrán*. Editorial Zendera Zariquiey. Barcelona

RUBIO TERRADO, PASCUAL.(1997): *El azafrán y la comarca del Jiloca*. Centro de estudios del Jiloca

PEREZ BUENO, MANUEL (1995): *El azafrán*. 2ª edición revisada. Agroguías Mundi Prensa. Madrid.

PEREZ BUENO, MANUEL (1995): *El azafrán. Historia, cultivo, comercio, gastronomía*. Ediciones Agrotécnicas. Madrid

JOSSEN,E (1991): *Le safran de Mund*. Monographic. Sierre, Suisse

FERNÁNDEZ PEREZ, JA y ESCRIBANO MARTÍNEZ, J (2000): *Biotecnología del Azafrán*. Ediciones de la Universidad de Castilla La Mancha

PIQUERAS,A.,HAN, BH.,ESCRIBANO, J., RUBIO, C., HELLÍN, E Y FERNÁNDEZ J.A. (1999) “*Development of cormogenic nodulares and microcorms by tissue culture, anew tool for the multiplicacion and genetic improvement of saffron*”. Agronomie 19.

DE LA JARA AYALA, FERNANDO : *La comercialización Agroalimentaria en España*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Servicio de Extensión Agraria.

CALDENTY, PEDRO *Comercialización de Productos Agrarios*. Editorial Agrícola Española

JARNE NIVELA,J.M., y LÓPEZ BUISAN,MªTERESA(1996) “*Producción forzada de azafrán con doble finalidad: condimento y planta ornamental*”

III Jornadas Técnicas sobre plantas aromáticas. Ministerio de Agricultura

FONTAVELLA V (1952)*El azafrán su cultivo y comercio en España.*

MUÑOZ, F, (1987). Plantas medicinales y aromáticas. Estudio, cultivo y procesado. Editorial mundi Prensa, Madrid.

MADUEÑO M, 1973. *Cultivo de plantas medicinales. Ministerio de agricultura, 2ªEdición. Madrid 1973*

MURGA CORAZO, J Y FERNÁNDEZ DEL CACHO, J (1984). El azafrán en Aragón. D.G.A.Zaragoza

DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE TERUEL, Boletín informativo. Varios números

INSTITUTO TÉCNICO AGRONÓMICO PROVINCIAL DE ALBACETE, Revista Itap boletín nº34. (1998)

8.2 Fuentes estadísticas

MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN (M.A.P.A.). Anuario de Estadística Agraria 1996.

SECCIÓN PROVINCIAL DEL M.A.P.A. DE CASTILLA LA MANCHA. Anuario de Estadística.1999

CAMARA DE COMERCIO E INDUSTRIA DE LA PROVINCIA DE TERUEL. Cifras de exportación e Importación. (2000)

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y HACIENDA.Dirección General de comercio Exterior de productos agrarios

INE. Índice de precios de consumo(Base de datos 1992)

INDICE	PAGINAS
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ORÍGENES	2
3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS	9
3.1. Clasificación Botánica del <i>Crocus sativus</i> Linnaeus	9
3.2. Diversas especies de <i>Crocus</i>	10
3.3. Descripción de la planta	11
3.3.1. Ciclo vegetativo	13
3.3.1.1. Periodo vegetativo	13
3.3.1.2. Periodo reproductivo	14
3.3.1.3. Letargo	15
3.3.1.4. Floración	15
4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AZAFRÁN	17
4.1. Composición química del azafrán	17
4.2. Estructura anatómica del azafrán	21
4.2.1. Azafrán en hebra	21
4.2.2. Azafrán en polvo	23
4.3. Métodos de ensayo para la identificación de azafrán	23
4.3.1. Ensayo de identificación	23
4.3.2. Determinación de restos florales del azafrán en hebras	25
4.3.3. Determinación de materias extrañas en el azafrán	25
4.3.4. Observación al microscopio de azafrán en polvo o en hebra	26
4.3.4.1. Preparación para la observación en agua	26
4.3.4.2. Preparación para la observación en una solución acuosa de hidróxido de sodio y de hidróxido de potasio	26
4.3.4.3. Preparación para la observación en solución yodo-yodurada	27
4.3.5. Determinación de materias volátiles	27
4.3.5.1. Determinación de los componentes volátiles de azafrán por micro-extracción en fase sólida (SPME)	27
4.3.5.2. Determinación del contenido en agua y materias volátiles	28
4.3.6. Determinación de los principios característicos (crocina, picrococina, safranal). Métodos espectrofotométricos.	29

4.3.6.1. Identificación de los pigmentos del azafrán	30
4.3.6.2. Interpretación de los resultados	32
4.3.6.2.1. Observación a luz natural	32
4.3.6.2.2. Observación a luz U.V	32
5. OBTENCIÓN DEL PRODUCTO	34
5.1. Cultivo tradicional	34
5.1.1. Exigencias de cultivo	34
5.1.1.1. Exigencias climáticas	34
5.1.1.2. Exigencias edafológicas	35
5.1.1.3. Exigencias lumínicas	36
5.1.1.4. Exigencias de riego	36
5.1.2. Labores preparatorias	37
5.1.2.1. Abonado	38
5.1.2.2. Plantación	39
5.1.3. Labores post-plantación	40
5.1.3.1. Obtención de nuevos bulbos	41
5.1.4. Plagas y enfermedades	42
5.1.4.1. <i>Rhizoctonia violácea Tul</i>	42
5.1.4.2. <i>Phoma crocophyla</i>	44
5.1.4.3. <i>Anguilulas</i>	45
5.1.4.4. Ratón de campo	46
5.1.5. Recolección	47
5.1.6. Desbrizado	48
5.1.7. Tostado	49
5.1.8. Conservación del azafrán	50
5.2. Cultivo forzado del azafrán para uso en hebras	51
5.2.1. Condiciones para la producción continuada de azafrán	51
5.2.2. Descripción del proceso productivo	52
5.3. Micropropagación y mejora genética en el azafrán	53
5.3.1. El cultivo de tejidos de cormos	54
5.3.2. tratamientos aplicados a los callos nodulares cormogénicos	55
5.3.3. Manipulación genética <i>in vitro</i> del azafrán	62
6. COMERCIALIZACIÓN	66
6.1. Aspectos de la comercialización	66

6.1.1.Destino de la producción	66
6.1.1.1. Sector medicinal	66
6.1.1.2. Sector ornamental	68
6.1.1.3. Sector alimenticio	68
6.1.2.Procesos de comercialización	70
6.1.2.1.Agentes de comercialización	70
6.1.2.2.Adulteraciones de azafrán en el mercado	74
6.1.3.Clasificación comercial	79
6.1.3.1.Envasado	83
6.2.COMERCIO INTERIOR	86
6.2.1.La producción Española	86
6.2.2.La superficie Española	88
6.2.3.Evolución nacional del mercado	90
6.2.4.Producción, superficie y rendimientos de las regiones azafraneras más importantes	93
6.2.4.1.A nivel nacional	93
6.2.4.2.Comunidad Autónoma de Castilla La Mancha	95
6.2.4.3.Comunidad Autonómica de Aragón	100
6.3.COMERCIO EXTERIOR	100
6.3.1.Situación mundial del mercado de azafrán	103
6.3.2.Exportación	104
6.3.2.1.Países de destino	105
6.3.3.Importación	108
7.CONCLUSIONES	111
8. BIBLIOGRAFÍA	113

INDICE DE GRÁFICOS**“*Crocus sativus* Linnaeus”****Detalle “Rosa de azafrán”****Azafrán en hebra****Sección transversal de estigma de azafrán****Epidermis superior de estigma de azafrán****Extremo superior de estigma de azafrán****Partes de la flor del azafrán****Análisis cromatográfico de crocina, crocetina, picrocrocina y safranal****Influencia del riego en el rendimiento****Recolección de la flor de azafrán****Preparación para el tostado de azafrán****Influencia del medio líquido /sólido y la concentración MS en la proliferación de brotes adventicios****Efecto de diferentes citoquininas en la morfogénesis y el crecimiento de callos cormogénicos nodulares****Influencia del tipo de cultivo (líquido / sólido) y el porcentaje de sacarosa en el crecimiento y la respuesta morfogénica****Efecto del Na H₂ PO₄, en la respuesta morfogénica y crecimiento de callos nodulares****Efecto del sulfato de adenina L-glutamina y la caseína hidrolizada en la respuesta morfogénica****Efecto del PAC y el IMA en la respuesta morfogénica****Efecto del IMA en la regeneración de brotes adventicios y crecimiento de callos nodulares.****Canales de comercialización****Diferencias entre las distintas clases comerciales****Análisis comparativo de las distintas normas****Evolución producción de azafrán en España****Evolución superficie de azafrán en España****GRAFICO 1.****GRAFICO 2.****GRÁFICO 3.****GRÁFICO 4.****GRÁFICO 5.****GRÁFICO 6.****GRÁFICO 7.****GRAFICO 8.****GRÁFICO 9.****GRÁFICO 10****GRÁFICO 11****GRÁFICO 12****GRÁFICO 13****GRÁFICO 14****GRÁFICO 15****GRÁFICO 16****GRÁFICO 17****GRÁFICO 18****GRÁFICO 19****GRÁFICO 20****GRÁFICO 21****GRÁFICO 22****GRAFICO 23**

Precio medio percibido por el agricultor	GRÁFICO 24
Evolución del precio de azafrán a pesetas constantes y corrientes	GRÁFICO 25
Distribución de la producción nacional por Comunidades	GRAFICO 26
Evolución superficie azafrán Castilla La Mancha	GRÁFICO 27
Evolución superficie azafrán Castilla La Mancha	GRAFICO 28.
Evolución rendimiento azafrán regadío	GRAFICO 29
Evolución rendimiento azafrán secano	GRAFICO 30
Evolución superficie azafrán Aragón	GRAFICO 31.
Evolución producción azafrán Aragón	GRAFICO 32
Evolución rendimiento azafrán Aragón	GRAFICO 33
Situación mundial del mercado	GRAFICO 34
Exportaciones de Azafrán. Peso (Año 2000)	GRÁFICO 35
Exportaciones de azafrán. Valor (Año 2000	GRÁFICO 36
Importación de azafrán. Peso (Año 2000)	