



Fundación para la
Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA

RESULTADOS Y LECCIONES EN

Introducción del cultivo de azafrán

PLANTAS MEDICINALES, AROMÁTICAS Y ESPECIAS



Proyecto de innovación en
Región de Valparaíso





1 3 7



RESULTADOS Y LECCIONES EN

Introducción del cultivo de azafrán



Proyecto de innovación en
Región de Valparaíso

Valorización a noviembre de 2019



Agradecimientos

En la realización de este trabajo agradecemos la colaboración de los profesionales vinculados al proyecto “Producción sustentable de azafrán de alta calidad en el Valle de Casablanca”, y en especial la valiosa cooperación de Cristián Holzmann, gerente de la empresa Kelumilla SPA.

Resultados y lecciones en

Introducción del cultivo de azafrán

Proyecto de innovación en Región de Valparaíso

Serie **Experiencias de innovación para el emprendimiento agrario**

FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Registro de Propiedad Intelectual N° A-2306

ISBN 978-956-328-245-0

ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO

Sergio Lara Pulgar, Médico Veterinario y consultor.

REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS

Gabriela Casanova, Fundación para la Innovación Agraria.

DISEÑO GRÁFICO Y EDICIÓN DE TEXTOS

Guillermo Feuerhake

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Presentación

La Fundación para la Innovación Agraria (FIA) es la agencia del Ministerio de Agricultura orientada a promover la cultura de la innovación en el sector silvoagroalimentario nacional. Para ello, la Fundación apoya con incentivos financieros (convocatorias de proyectos), información, capacitación y redes para innovar.

Fundamental para que los productores puedan innovar es contar con información relevante para tomar decisiones que les permitan acercarse de manera plausible al éxito de las iniciativas que realicen. Por su parte, los proyectos e iniciativas que se desarrollan bajo el alero de FIA generan resultados que representan un gran caudal de valioso conocimiento para el sector silvoagroalimentario nacional e internacional. Como toda innovación conlleva un riesgo, y tanto los resultados promisorios como aquellos de proyectos que no lograron alcanzar los objetivos esperados son puestos en valor por FIA, ya que ambos constituyen aprendizajes relevantes.

FIA desarrolló una metodología de valorización de resultados orientada a analizar la validez y potencial de aplicación de las experiencias, lecciones aprendidas y resultados de los proyectos al momento de su cierre. Es una metodología cercana a la de un estudio de viabilidad, compuesta de distintos análisis en los ámbitos comerciales, técnicos, de gestión, legal y/o financieros, dependiendo de la naturaleza del proyecto.

En este marco, el presente documento tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas del proyecto “Producción sustentable de azafrán de alta calidad en el Valle de Casablanca”. Este tuvo como objetivo introducir y desarrollar el cultivo sustentable de azafrán de alta calidad en Chile, como una nueva alternativa productiva, de bajo impacto ambiental y de alto impacto social, tanto en la generación de empleo en época invernal como en la rentabilidad esperada para los productores.

Espero que la información contenida en este documento se transforme en un insumo provechoso para todos quienes quieran incorporar la innovación y agregar valor a sus producciones.

Álvaro Eyzaguirre
Director Ejecutivo FIA



Contenidos

Presentación	5
--------------------	---

Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas..... 9

1. Antecedentes	10
2. El plan de negocios “aprendido”	11
2.1. Objetivo	11
2.2. Perspectivas del mercado	11
2.3. Estrategia de implementación	30
2.4. Gestión	35
2.5. El proyecto de inversión	37
2.6. Rentabilidad esperada	38
3. Alcance del negocio	39
4. Claves de viabilidad.....	40
5. Asuntos por resolver	41

Sección 2. El proyecto precursor..... 43

1. El entorno económico y social	43
2. El proyecto	46
2.1. Etapas del proyecto.....	46
2.2. Resultados validados del proyecto.....	56
2.3. Los productores del proyecto hoy	57

Sección 3. El valor del proyecto precursor y aprendido 59 |

Sección 4. Anexos

1. Cuadros de análisis económico	64
2. Bibliografía consultada	69
2. Visitas y entrevistas realizadas.....	71

Resultados y lecciones aprendidas

El presente libro tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas sobre el desarrollo del cultivo de azafrán en Chile, a partir de un proyecto apoyado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) en la Región de Valparaíso. Se espera que esta información, que se ha sistematizado en la forma de plan de negocios aprendido,¹ aporte a los interesados una nueva opción productiva y les permita adoptar decisiones de inversión en su cultivo o desarrollar iniciativas relacionadas con este tema.



¹ “Plan de negocios aprendido”: iniciativa que incorpora la información validada del proyecto analizado, las lecciones aprendidas durante su desarrollo, los aspectos que quedan por resolver y una evaluación de la factibilidad económica proyectada a escala productiva y comercial.

► 1. Antecedentes

El plan de negocios aprendido presentado en este documento ha sido desarrollado a partir de los resultados, experiencias y lecciones aprendidas de la ejecución de un proyecto financiado por FIA (proyecto precursor²) denominado “Producción sustentable de azafrán de alta calidad en el valle de Casablanca”. La finalidad de esta iniciativa fue contribuir a la diversificación productiva de la actividad agrícola en el valle de Casablanca, en la Región de Valparaíso, mediante la introducción del cultivo de azafrán como una alternativa rentable y sustentable.

El proyecto, iniciado el año 2016 y con término programado en 2020, es ejecutado por la empresa Kelumilla SpA en asociación con agricultores de la Región de Valparaíso, donde se implementan los ensayos y pilotos.

Resulta especialmente interesante analizar esta iniciativa pues se trata de un rubro altamente innovador, que por el atractivo precio del azafrán ha motivado a muchos agricultores a considerarlo como opción productiva. Se están desarrollando iniciativas en la misma línea en diversas regiones del país, desde Tarapacá a Aysén, por lo cual existe una alta expectativa por conocer los avances, desafíos y perspectivas de este cultivo.



Hebras azafrán seco.

² “**Proyecto precursor**”: proyecto de innovación a escala piloto financiado e impulsado por FIA, cuyos resultados fueron evaluados a través de la metodología de valorización de resultados desarrollada por la Fundación, análisis que permite configurar la innovación aprendida que se da a conocer en el presente documento. Los antecedentes del proyecto precursor se detallan en la Sección 2 de este documento.

► 2. El plan de negocios “aprendido”

2.1. Objetivo

El propósito de este plan de negocios es introducir el cultivo de azafrán en la zona central de Chile, enfocado en pequeñas unidades productivas con uso intensivo de mano de obra en temporada invernal, obteniendo un producto de excelente calidad que pueda ser comercializado en un mercado de especias premium, de alto valor, a nivel nacional y eventualmente a nivel internacional.

Este cultivo les permitiría a los agricultores obtener en el mediano o largo plazo importantes ingresos por unidad de superficie, con bajos requerimientos de riego y nutrientes, compatibles con una zona que ha visto afectada su productividad agrícola por el cambio climático (heladas, sequía, aumento de temperaturas). Esto generaría una fuente importante de ingresos adicionales para los agricultores, con bajo consumo de agua, absorbiendo mano de obra en la época invernal de mayor cesantía, y en definitiva aportando con un rubro innovador, sustentable y con potencial exportador.

Dado que este es un cultivo relativamente nuevo en Chile, con escasas experiencias previas, el plan de negocios busca relevar parámetros técnicos validados durante el proyecto y proyectarlos en una estrategia futura.

2.2. Perspectivas del mercado

2.2.1. Características de la especie

El azafrán (*Crocus sativa* L.) es la especia más antigua conocida y utilizada por el hombre. Si bien su origen no está claro, se cree que proviene de las mesetas de Anatolia (actual Turquía), y su difusión hacia Occidente se produjo por los progresivos desplazamientos de los pueblos árabes en la cuenca mediterránea. Entre los siglos VIII y IX fue introducido en las penínsulas ibérica e itálica, lo que explica el arraigo de su cultivo y su presencia en la gastronomía española e italiana. Sus virtudes son tan conocidas que ya eran mencionadas en el Antiguo Testamento, en la mitología griega y romana (Herrero, G., 2002).

Además del azafrán, existen diversas especies de *Crocus*, plantas silvestres utilizadas de manera ornamental o para su uso en las adulteraciones del producto. La planta de azafrán es una autotriploide estéril, no produce semilla verdadera, su única forma de propagación es vegetativa, a través de la formación anual de cormos de reemplazo. Es una planta herbácea, perenne y geófito, con una altura que fluctúa entre 30 y 60 cm. Forma un tallo subterráneo de forma casi esférica, llamado cormo (aunque incorrectamente también se le suele llamar

bulbo), que cumple la función de propágulo. Los cormos mayores de 8 gramos son considerados aptos para florecer. En estado de reposo, el cormo muestra una forma achatada y de color blanquecino con yemas en la parte superior que se desarrollan y florecen en otoño (Poggy y Portela, 2019).



Planta de azafrán. Fuente: www.zafferanopaganica.it



Flor de azafrán. Fuente: INTA Argentina.

Las hojas emergen simultánea o inmediatamente después que aparecen las flores en el otoño. Parecen nacer del cormo envueltas en su base por unas vainas; son lineares, casi cilíndricas, erectas, de color verde oscuro, con una banda blanca longitudinal 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 (Herrero, 2002). La actividad fotosintética de ellas durante el invierno y a principio de la primavera hace posible la formación de los cormos de reemplazo en la base de las yemas (Poggy y Portela, 2019).

Según el tamaño del cormo, puede producir uno o dos tallos, con una o dos flores. La flor posee seis tépalos de color violáceo. Al nacer salen del suelo protegidas por brácteas membranosas blanquecinas. El estigma es trifurcado y se observa en la concavidad de la flor sobrepasando los tépalos, de color amarillo rojizo o anaranjado, de tres a cuatro centímetros de largo, que una vez deshidratados quedan reducidos a 2 cm. Son muy finos en su base, se hacen progresivamente más gruesos hasta alcanzar en su extremidad unos 2 mm; son por lo general acanalados y rematados en forma de maza o pequeña trompa. El tamaño del estigma, cuyo peso oscila entre 6 a 10 mg, está directamente relacionado con el de las flores. Se estima que para obtener 1 kg de azafrán se necesitan entre 100.000 y 166.000 flores (Poggy y Portela, 2019).

El ciclo de vida del azafrán se puede dividir en tres etapas: dormancia, floración, etapa vegetativa y formación de cormos (Poggy y Portela, 2019).

- **Etapa de dormancia o latencia:** se inicia al comienzo de la primavera-verano, con el aumento de temperaturas y el marchitamiento de las hojas. Esta etapa es de suma impor-

tancia ya que se produce la diferenciación floral, donde se forman las estructuras que definirán la producción de flores en el siguiente otoño.

- **Etapa de floración:** esta etapa comienza con el inicio del crecimiento de las estructuras florales en el ápice, hacia inicios del verano, para finalizar con la aparición de las flores en el otoño, coincidente con la reaparición de las hojas en la planta.
- **Etapa vegetativa reproductiva:** esta etapa empieza con el reinicio de crecimiento, hacia principios del verano, y finaliza a mediados de la primavera, coincidiendo con el aumento de la temperatura. En esta etapa se desarrollan las estructuras de crecimiento de la planta y se produce la multiplicación de los cormos. La duración de las hojas en la planta es promovida por las bajas temperaturas invernales. Este es un aspecto fundamental para la producción de azafrán ya que la formación de cormos es función directa de la cantidad de hojas producidas y de su duración en la planta. Al final de esta etapa se produce el marchitamiento de las hojas.



Campo español de azafrán en plena actividad vegetativa (Fuente: Alonso, G. y A. Sánchez. 2007).

2.2.2. El cultivo de azafrán

El cultivo de azafrán se realiza en zonas agroecológicas muy diversas, aunque por su origen está vinculado a zonas áridas de Europa y Asia. Actualmente se puede encontrar en diversos países fuera de estas áreas, como Australia, Nueva Zelanda, Argentina y otros. En general el cultivo tiene ciertas particularidades que marcan su ciclo productivo (Poggy y Portela, 2019):

- Es un cultivo de otoño-invierno-primavera, época de escasa actividad agrícola.
- Las plantas requieren suelos de mediana fertilidad y exige bajos requerimientos de riego, aunque no tolera suelos inundados (se puede cultivar con o sin riego).
- Las labores culturales en general se realizan en forma manual.
- Es tolerante a la sequía, a las heladas e incluso a la nieve, dependiendo de la época.

- Durante la mayor parte del año el cultivo exige poca atención, excepto en el período de cosecha de flores en otoño, levantamiento de cormos en octubre y plantación en verano.

El cultivo de azafrán se realiza en ciclos anuales, cuyo número y resultados varían según el país y zona de cultivo. En países del Medio Oriente hay plantaciones que permanecen hasta 8 o 10 años. En Castilla – La Mancha, zona de gran tradición azafranera, se acostumbra realizar 5 temporadas anuales que ocurren en un total de 6 años calendario (ITAP, 2013), siguiendo este ciclo general:

- Ciclo 1: comienza con la siembra de los cormos, con una alta inversión y habitualmente con baja o nula producción.
- Ciclo 2: el primero de producción real y que, dependiendo como haya sido el desarrollo vegetativo del ciclo anterior, puede llegar al 80 % del máximo de producción.
- Ciclo 3: ciclo de máxima producción debido a que la multiplicación de los cormos ya es muy alta y su tamaño también suele ser grande.
- Ciclo 4: la producción comienza a descender. Esto se debe a la proliferación de cormos y a la competencia entre ellos, su tamaño es menor y, por tanto, también el número de yemas de flor. Los rendimientos pueden alcanzar un 60-70 % de los obtenidos en el ciclo anterior.
- Ciclo 5: los rendimientos disminuyen hasta el 30-40 %. Las enfermedades comienzan a producir mermas, por lo cual normalmente en La Mancha este es el último ciclo, donde al final se arrancan los cormos para recomenzar en otro terreno.

Para el cultivo se recomiendan suelos ligeros, bien drenados, sin problemas de encharcamientos y con cultivos precedentes sin enfermedades, para prevenir problemas fitosanitarios. El azafrán es altamente sensible a los ataques de hongos como *Fusarium* y *Rhizoctonia*. Por esta razón, muchas veces se recomienda aplicar fungicidas a los cormos antes de su plantación. Los cormos pueden sufrir daño por parte de roedores, mientras que las hojas también pueden verse afectadas por conejos, liebres y roedores (Poggy y Portela, 2019).

El azafrán es un cultivo de zonas áridas, está preparado para desarrollarse en ambientes secos, por lo cual puede desarrollarse sin riego. Igualmente presenta respuesta positiva al riego en momentos críticos de su ciclo, como después de la plantación, previo a la emergencia de las hojas y flores, y en primavera para la formación de cormos hijos (Poggy y Portela, 2019). Por ello generalmente en riego los rendimientos son superiores a los cultivos de secano, con la ventaja adicional de que el agricultor puede programar sus riegos para planificar los distintos periodos del cultivo.

Para el inicio de una plantación se recomienda seleccionar cormos de tamaño medio o grande, de al menos 20 mm de diámetro, y que se encuentren sanos y libres de heridas. En el

mercado hay una relación directa entre tamaño y precio de los cormos. Diversos estudios indican que el tamaño del cormo tiene una influencia relevante en el rendimiento productivo durante el primer año de plantación, debido a que incide en el número de yemas florales. En los años siguientes este factor pierde importancia paulatinamente, y ya al año 3 no se observan rendimientos superiores en cosecha para los distintos tamaños de cormo utilizados (ITAP, 2013).

Cuadro 1. Valor referencial de cormos según tamaño (densidad 50 cormos/m²)

Tamaño	Diámetro (mm)	Masa unitaria (gr)	Masa total cormos (kg/ha)	Precio cormos (€/kg)	Costo (€/ha)
Pequeños	< 22	6,0	3.000	4,5	13.500
Medianos	22 - 30	10,0	5.000	6,0	30.000
Grandes	> 30	14,0	7.000	7,5	52.500

Fuente: ITAP, 2013.

En cada cormo se desarrollan yemas que se convierten en cormos nuevos, nutriéndose del cormo madre que muere en cada temporada, quedando reducido a una capa negra adherida a la base de los nuevos cormos. Se pueden obtener 2, 3, 4 o más cormos hijos en cada ciclo anual. Cuanto más grande sea el cormo madre, se producirán más cormos hijos en cada ciclo, lo que aumenta el potencial de mayores rendimientos en los años siguientes (Herrero, G. 2002).

Relacionado con lo anterior, la densidad de plantación también tiene una alta influencia sobre el rendimiento en el primer año de plantación, el que se ve atenuado en las temporadas siguientes. En el primer año de plantación, el rendimiento en estigmas está claramente relacionado con el número de yemas florales, lo que depende tanto de la densidad de cormos plantados como del número de yemas por cormo, y por ende su calibre (Alonso, G. y A. Sánchez, 2007).



Cormos con túnica fibrosa.

Fuente: www.guiadejardineria.com



Cormos con síntomas de ataque de hongos.

Fuente: Pogy y Portela, 2019.



Las profundidades de plantación recomendadas para los cormos varían desde 7,5 cm a 22,0 cm. La profundidad de siembra afecta la producción de cormos, ya que a menor profundidad la tasa de multiplicación es más alta (Crop & Food Research. 2003). Sin embargo, puede verse afectada la floración y el tamaño promedio de los cormillos. A mayor duración de los ciclos, la siembra debe ser más profunda, puesto que cada generación de cormos hijo se desarrolla por encima de la anterior, quedando cada año más cerca de la superficie. Es por esta razón que se recomienda aporcar el cultivo cada temporada (Poggy y Portela, 2019).

La densidad de plantación tiene una alta influencia sobre el rendimiento del primer año de plantación, efecto que se va reduciendo en las temporadas siguientes. En Castilla-La Mancha, la densidad de plantación normal es de 60 cormos por m²; en Cerdeña, donde los cormos son mucho más caros, esta varía de 10 a 50 cormos por m². Otras fuentes citan densidades de 100 o 200 cormos por m² (Crop & Food Research, 2003).

Se ha informado de una amplia gama de rendimientos de varios países en diferentes condiciones de cultivo. Los rendimientos están fuertemente influenciados por el medio ambiente y los métodos culturales, como el riego o densidad de plantación, entre otros. Por ejemplo, en Marruecos el rendimiento promedio varía de 2,0 a 2,5 kg/ha, donde 1 kg de flores frescas produce 72 gr de estigmas frescos o 12 g de estigmas secos. En Italia, el rendimiento promedio es de 10-16 kg/ha de azafrán, en Grecia 4-7 kg/ha, en India 2-7 kg/ha (Crop & Food Research, 2003). Siendo España uno de los países con mayor tradición productiva, dispone de más información sobre rendimientos, como puede apreciarse en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Estadísticas de producción y rendimiento en España

Año	Superficie (hectáreas)	Producción total (kg)	Rendimiento (kg/hectárea)	Precio medio productor (€/kg)
2005	83	820	9,88	1.312,36
2006	16	1.330	11,47	1.312,36
2007	112	1.345	12,01	1.411,79
2008	136	1.843	13,55	1.767,34
2009	143	1.829	12,79	2.734,03
2010	165	2.332	14,13	3.007,92
2011	150	1.954	13,03	2.783,10
2012	155	1.827	11,79	2.776,13
2013	166	1.918	11,55	2.764,47
2014	171	1.892	11,06	2.558,84
2015	170	1.793	10,55	2.415,48
2016	183	1.793	11,05	-

Fuente: M. Gómez, C. Lorenzo y J. Mondéjar. 2018.

Los datos anteriores son referenciales, ya que los rendimientos indicados incluyen cultivos en distintos ciclos productivos, bajo distintas densidades, marcos de plantación y tamaño de cormos, entre otros factores específicos.

La cosecha y desbrizado (separación de estigmas) de las flores es el período más crítico del cultivo, ya que una inadecuada planificación o mala ejecución puede generar importantes pérdidas de rendimiento y calidad. La floración tiene lugar a inicios de otoño (marzo a mayo en el hemisferio sur), dependiendo de las condiciones térmicas del lugar del cultivo. En zonas más frías la floración es más temprana, mientras que en las zonas más cálidas la floración es más tardía.

La floración suele durar entre 14 y 18 días, aunque los 7 días centrales representan entre el 75 % y el 90 % del total de la producción. A este periodo en España se le conoce como “días de manto”. La cosecha de las flores debe realizarse diariamente y preferentemente en la mañana, antes de que se abra la flor, para evitar su desecación por el calor. La recolección, en la gran mayoría de los casos, se hace de forma manual, cortando las flores por la base de la corola y colocándose en pequeños canastos para evitar el aplastamiento de las mismas por el peso. Los rendimientos de recolección son variables, fluctúan entre 8 y 16 kg de flores por jornada y persona, lo que implica que en los días de “manto” pueden llegar a requerirse más de 20 jornales por hectárea y día (ITAP, 2013).

En España existen algunas máquinas para automatizar parcialmente la recolección. Existe un tipo de máquina que corresponde a un pequeño vehículo para darle mayor comodidad al trabajador, que hace la recolección en forma manual; y otros modelos que sí automatizan el proceso a través de una barra de corte que va segando las flores a ras de tierra y transportándolas mediante una cinta elevadora a recipientes de almacenamiento. Estos modelos tienen la desventaja de que la flor cortada arrastra tierra e impurezas, afectando la calidad del producto.

Máquina de recolección de flores de azafrán.

Fuente: Castilla-La Mancha Media TV



Las flores cortadas se trasladan a un ambiente fresco, seco y a la sombra para realizar el desbrizado o “monda”, que es el proceso de retirar el estigma trifurcado del resto de la flor. Esta tarea también se realiza a mano, cortando el estilo con los dedos pulgar e índice a la altura donde cambia de color rojo-anaranjado a blanquecino. El estigma trifurcado debe quedar unido por una pequeña porción de estilo, ya que éste es un aspecto determinante de la calidad del producto.

Esta labor requiere habilidad, paciencia y meticulosidad, puesto que una separación inadecuada contamina los estigmas con otros elementos de la flor, lo que reduce su calidad. Para la producción de 1 hectárea son necesarios cerca de 20 jornales, aunque también puede haber casos donde se requieran hasta 35 (ITAP 2013).

Posteriormente se realiza el secado o tostado de las hebras, de preferencia el mismo día que se extraen. Mediante este proceso se debe reducir la humedad a cerca del 10 %.



Proceso de desbrizado o monda.

2.2.3. Consumo de azafrán

El azafrán ha sido utilizado tradicionalmente en alimentación como especia, por su sabor amargo característico, aroma y acción colorante que transfiere a los alimentos. Solo unos pocos miligramos de azafrán bastan para dotar a las preparaciones de estas características, las cuales están determinadas por la presencia de sustancias químicas que se encuentran bien descritas (Palmero, M. 2016):

- **Safranal:** es un aldehído terpénico cíclico que representa el 70 % de los compuestos volátiles del azafrán y, por lo tanto, es el principal responsable del aroma.
- **Crocinas:** pertenecen a un grupo de carotenoides inusuales por su solubilidad en agua, y son los principales responsables del color rojizo del azafrán.

- **Picrocrocina:** aldehído monoterpénico de la crocina. Es el compuesto responsable del sabor amargo del azafrán. Su descomposición da lugar a otros compuestos responsables del aroma del azafrán.



Hebras de azafrán (Fuente: INTA Argentina).

Estos componentes deben medirse para certificar el producto con las normas ISO 3632-1:2011 e ISO 3632-2:2010. Ambas normas, cuyo cumplimiento es de carácter voluntario, especifican las características y métodos de ensayo para las distintas categorías de azafrán seco, incluyendo polvo, filamentos y filamentos cortados. Establecen tres categorías de calidad: I, II y III, empleadas para certificar el azafrán en la mayoría de las transacciones comerciales internacionales.

Además de su uso en alimentación se describen también propiedades terapéuticas, especialmente contra enfermedades oncológicas, por acción de la crocina. Un elevado consumo de azafrán, por sobre 10 gr, puede causar abortos, trastornos de comportamiento y eventualmente la muerte (Herrero, G. 2002).

Normalmente el azafrán se comercializa en hebras y en polvo, siendo en general preferido el primer formato puesto que permite reconocer de mejor forma las características del producto.



2.2.4. Producción mundial

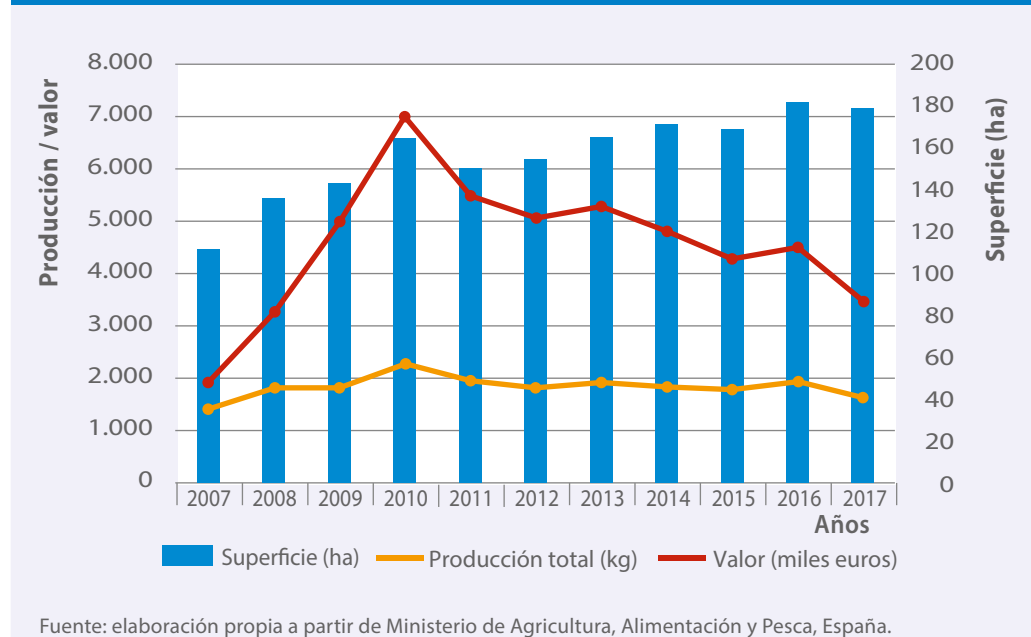
Si bien no existe claridad respecto a la superficie cultivada o el volumen total de producción, se estima que el 90 % del azafrán del mundo se cultiva en las zonas áridas de Irán. Otros países productores son Marruecos, España, Italia, Holanda, Afganistán, India e incluso Estados Unidos.

En Irán, se cultiva principalmente en las provincias meridionales de Jorasán, Fars y Kerman. La localidad Torbat Heidarié, en la provincia nororiental de Jorasán, con sus 9.000 hectáreas es considerada la capital iraní y mundial del azafrán. Cerca de 18.000 personas trabajan diariamente en sus campos recolectando manualmente las flores.

Según el Ministerio de Agricultura de Irán, la producción anual en el periodo 2017-2018 fue de 320 toneladas, y para el periodo 2018-2019 se estimaba que llegaría a las 400 toneladas (eldiario.es, 2018).

España es el segundo en producción y exportación de azafrán. Es un cultivo de gran tradición en ese país, que llegó a contar con miles de hectáreas en producción. Se registran 13.220 hectáreas en 1928, que disminuyeron paulatinamente hasta las décadas de los años 70 y 80, donde la superficie del cultivo se estabiliza en torno a 4.000 ha. Durante los años 90 el descenso del cultivo de azafrán es muy marcado, llegando al mínimo de 83 ha en el año 2005. Las cifras oficiales señalan que en el año 2017 la superficie de cultivo de azafrán en España llegó a 178 hectáreas, con una producción total de 1.567 kg de estigmas secos (ITAP, 2013).

Figura 1. Superficie cultivada, producción total y valor del cultivo de azafrán en España 2007-2017



Del total de la superficie española de cultivo de azafrán, un 80 % se encuentra en Castilla-La Mancha, y más específicamente un 50 % en Albacete. Es un cultivo de marcado carácter social y familiar, líder en la región, atractivo para cientos de productores que han apostado por plantaciones sostenibles (algunas de ellas orgánicas) y se han organizado en sociedades para compartir gastos de producción y garantizar la trazabilidad del producto.

El desarrollo de este cultivo en España tuvo un fuerte incentivo del Gobierno Regional de La Mancha, con subsidios directos al cultivo de azafrán con denominación de origen. El “Azafrán de la Mancha” fue registrado como Denominación de Origen Protegida (DOP) en el año 2001, y ha sido un gran aporte para el prestigio del producto. Según las estadísticas de la DOP, al año 2018 se sometieron a calificación 903 kg del producto, pertenecientes a 265 productores y equivalentes a 133 hectáreas. No existe en España otra denominación de origen para el azafrán; solo en Italia es posible encontrar las DOP “Zafferano dell’Aquila”, “Zafferano di Sardegna” y “Zafferano di San Gimignano”.

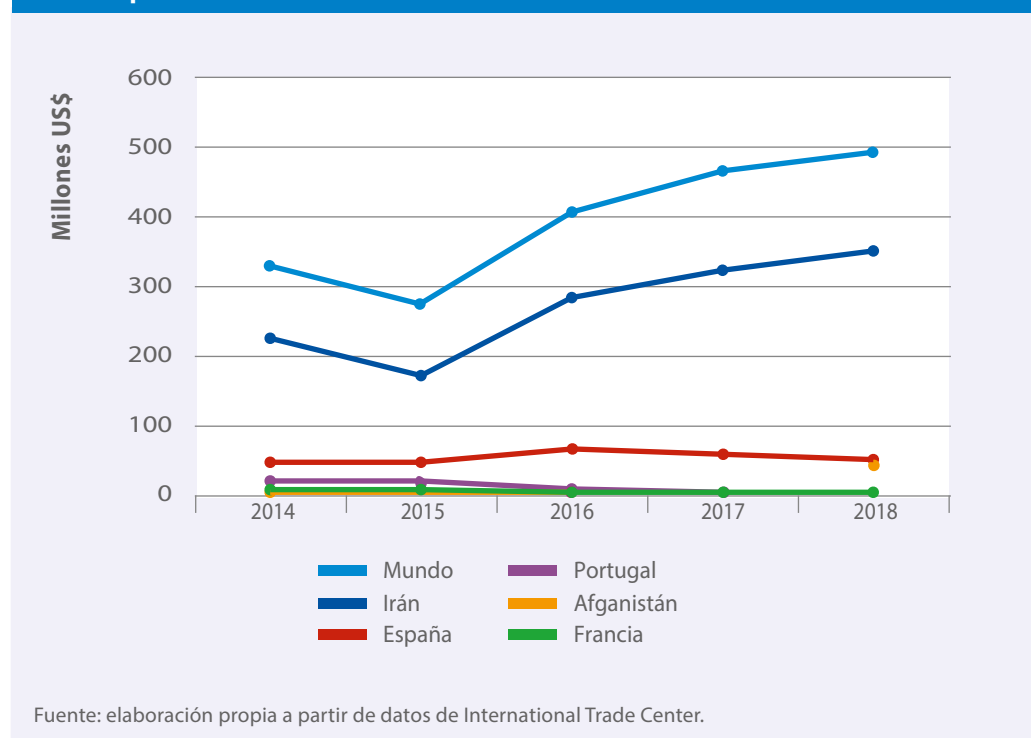
En el hemisferio sur la producción de azafrán es mínima. Existen cultivos en el sur de Australia (Victoria, Nueva Gales del Sur y especialmente Tasmania), que para el 2012 reportaba cerca de 80 pequeños productores, de media hectárea o menos, con una producción total de 10 kg. La mayoría de ellos trabajan de manera asociada con un proveedor de cormos y comprador del producto. Existe producción también en Nueva Zelanda, donde fuentes informales señalan que habría aproximadamente 5 productores de gran escala, y que la producción del país sería aproximadamente de 10 kg.

En nuestro continente existe cultivo de azafrán en Argentina, gracias a la inmigración española e italiana del siglo XX. Se ha adaptado a las condiciones del país, pudiéndose cultivar en los valles andinos regados desde Jujuy hasta la provincia de Neuquén. La producción actual es incipiente y se desarrolla principalmente en sistemas de producción familiares, aunque existen expectativas que han motivado a los agricultores a organizarse para sumar sus pequeñas producciones y desarrollar mejores canales de comercialización. Existe una tradición de uso del azafrán en la elaboración de licores como el *fernet*, siendo este el destino de casi la totalidad del producto importado, que ha llevado al país a alcanzar el número 12 entre los mayores compradores a nivel mundial en el periodo 2014-2018 (considerando el valor de importación). Un ejemplo de organización e innovación lo constituye la Cooperativa de Productores de Azafrán de Córdoba, que reúne a más de 240 pequeños productores en diversas regiones del país, y que maneja las marcas comerciales “Azafrán Argentino” para bulbos y “Azafrán Mediterráneo” para las hebras. Promueven un sistema de cultivo en cajones elevados, con riego tecnificado controlado por computador, que monitorea los requerimientos en forma permanente.

2.2.5. Mercado internacional

El azafrán es conocido como “oro rojo” por su alto valor, que lo convierte en la especia más cara del mundo. Su precio varía muchísimo en cada país y según la calidad, pudiéndose encontrar azafrán iraní de excelente calidad a US\$16 por gramo. En España, el azafrán de La Mancha puede alcanzar valores de US\$3 a US\$5 por gramo.

Figura 2. Valor de las exportaciones de azafrán de principales países exportadores, periodo 2014-2018

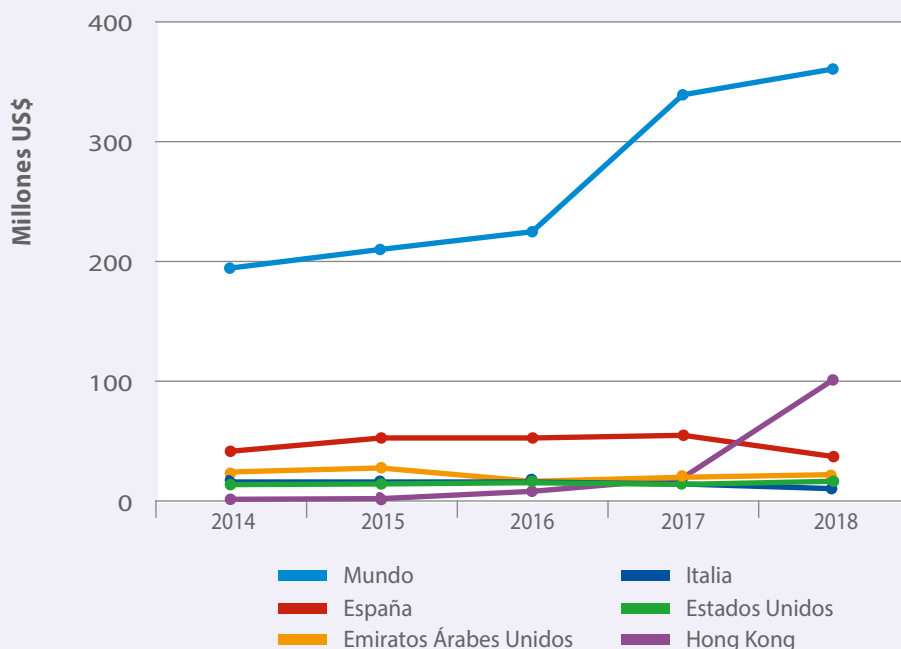


Según datos de International Trade Center (ITC), Irán lidera las exportaciones a nivel mundial, alcanzando un valor de US\$351 millones y una participación en el mercado del 71% en el año 2018. Hasta el año 2015 sus exportaciones iban cayendo, producto de las sanciones económicas promovidas por Estados Unidos; sin embargo el 2015 estas sanciones se levantaron y con ello se reactivaron las exportaciones. Recientemente se ha anunciado por parte del gobierno de Estados Unidos la reactivación del bloqueo económico a Irán, lo que probablemente vuelva a afectar el comercio mundial de la especia. Al 2018 el 29% de sus exportaciones tenía como destino los Emiratos Árabes, seguido por un 18% a España y Hong Kong.

El segundo mayor exportador es España, con US\$54 millones y 11% de participación en el 2018, aunque su cuota de mercado ha ido decayendo desde el 17% que alcanzó el año 2015. Sus principales destinos son Estados Unidos, Italia y Emiratos Árabes, con un 19%, 12% y 10%, respectivamente, del valor total de sus exportaciones.

En cuanto a las importaciones, el líder histórico ha sido España, con un promedio de importaciones de US\$47 millones y una participación mundial del 17 % en los últimos 5 años. Sin embargo, recientemente fue superada por Hong Kong, que tuvo un notable incremento de US\$ 20 a US\$99 millones y del 6 % al 27 % de participación en las importaciones mundiales.

Figura 3. Valor de las importaciones de azafrán de principales países importadores, periodo 2014-2018



Fuente: elaboración propia a partir de datos de International Trade Center.

Tanto para España como para Hong Kong su principal proveedor es Irán, siendo mucho más dependiente España con un 95 % de sus importaciones provenientes del país persa, mientras que para Hong Kong representa un 78 % de sus compras. Italia importa desde España un 44 % y desde Irán un 28 %. Estados Unidos se sale de esta norma, ya que por razones políticas solo importa azafrán desde Irán a partir del 2016 y en volúmenes que no superan el 4 % del valor de sus internaciones.

Diversas fuentes señalan que España exporta azafrán que proviene de Irán, pero que se etiqueta como español. Representantes de los productores acusan que existen comercializadores que aprovechan el prestigio del producto español, comprando azafrán iraní a 600 euros el kilo para envasarlo y reexportarlo como producto español a 2.600 o 2.700 euros el kilo. De otro modo no se explicaría que el país en 2017 haya exportado cerca de 123 toneladas y producido solo 1.567 kilos.

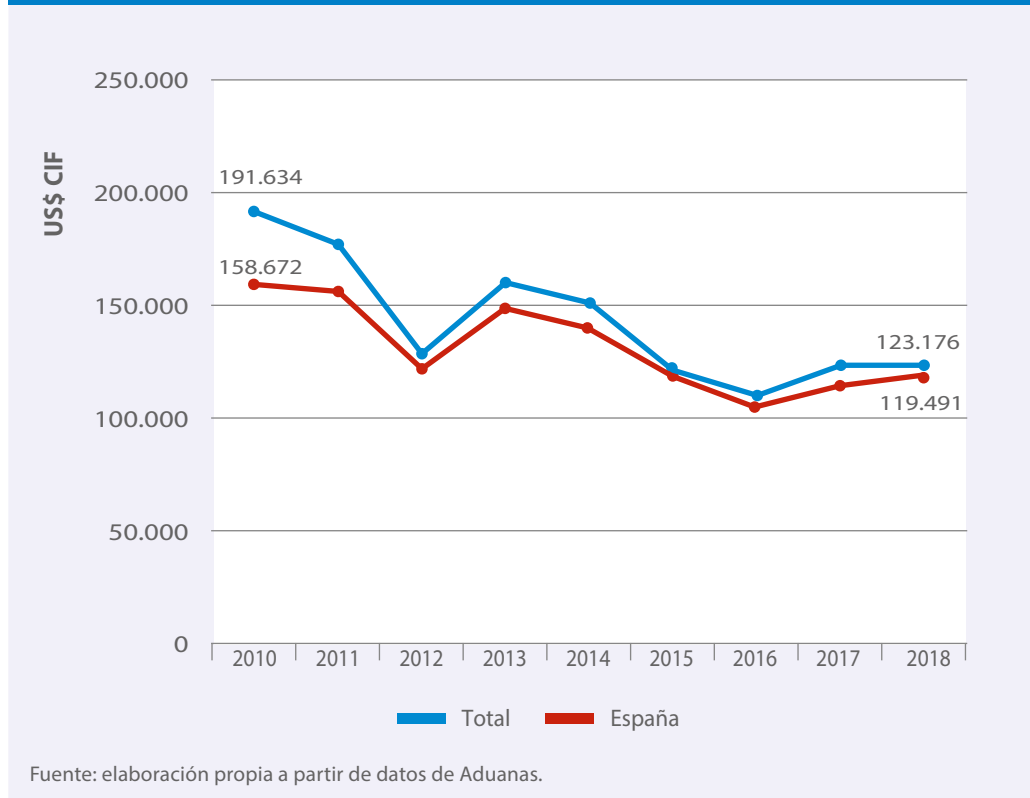
2.2.6. Mercado nacional

En nuestro país el cultivo de azafrán ha sido prácticamente nulo, solo circunscrito a algunos pequeños productores individuales con escaso escalamiento comercial.

Durante la última década, de acuerdo a la información de Aduanas, se registran 29 importadores de azafrán, de los cuales 8 han realizado importaciones al menos en 6 años y en conjunto reúnen cerca del 80 % del valor importado.

El valor total importado ha experimentado una caída de US\$68 mil en el período 2010-2018. En todos los años el principal proveedor ha sido España, con una participación sobre el total que ha estado entre el 83 % en el 2010 al 97 % en el 2018.

Figura 4. Valor total de las importaciones de azafrán de Chile en periodo 2010-2018



Otros proveedores de azafrán para nuestro país son Italia, Alemania, Irán y Portugal. Solo ha habido dos importaciones desde países del hemisferio sur: Brasil y Madagascar, pero se trata de operaciones muy marginales que en conjunto no superan los US\$200. El formato de preferencia ha sido en hebras.

Cuadro 3. Valor total de las importaciones de azafrán de Chile en periodo 2010-2018, por país de origen y formato del producto (US\$ CIF)

País de origen	Formato de importación			Total
	Hebra	Polvo	Sin especificar	
España	866.829	109.942	215.030	1.191.800
Italia	3.944	8.715	17.961	30.620
Alemania	27.089			27.089
Irán			23.452	23.452
Portugal	16.016			16.016
Otros	1.280	3.217	1.800	6.297
Total	915.159	121.873	258.243	1.295.275

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Aduanas.

La importación de cormos no puede ser descrita con el mismo detalle, ya que a diferencia del producto azafrán que cuenta con una glosa arancelaria propia (9102000), no existe un código específico para los cormos de azafrán. Las importaciones de este material pueden estar contenidas bajo las siguientes glosas:

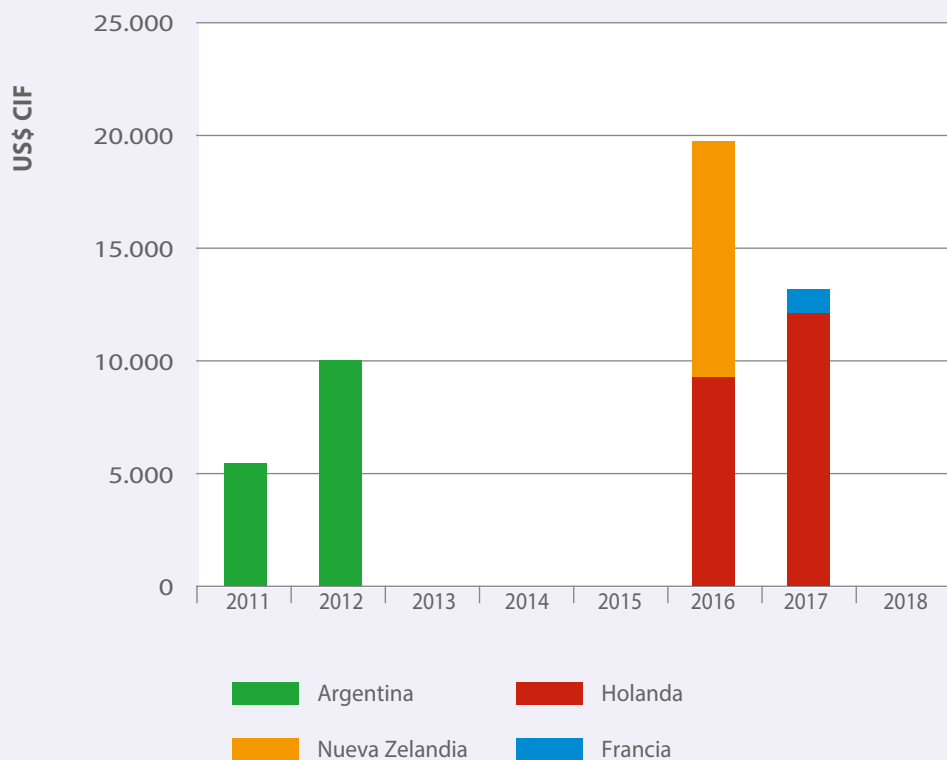
- 6011090 Los demás bulbos, cebollas, tubérculos, raíces tuberosas, en reposo vegetativo.
- 6012090 Los demás bulbos, cebollas, tubérculos, raíces tuberosas, en vegetación o en flor; plantas y raíces de achicoria.
- 6011019 Los demás bulbos de flores en reposo vegetativo.
- 6012019 Los demás bulbos de flores, en vegetación o en flor.

Analizando la información detallada de estas 4 glosas pueden detectarse importaciones de cormos de azafrán, aunque no puede descartarse que haya más operaciones no registradas.

Se han registrado 10 operaciones de importación en el periodo 2010-2018, realizadas por 4 importadores distintos. Estas importaciones han sido esporádicas, ya que 3 de los 4 importadores han traído el producto solo un año, mientras que el único importador que lo ha hecho más de una temporada es la empresa ejecutora del proyecto FIA. El 66% del valor total de las importaciones en el periodo 2010-2018 fue realizado en el contexto de este proyecto.



Figura 5. Valor total de las importaciones de cormos de azafrán de Chile en periodo 2010-2018



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Aduanas,

Cerca del 44% del valor importado en cormos de azafrán proviene de Holanda, país líder en el mercado de las flores. Un volumen menor proviene desde Francia, mientras que el 54% fue importado desde Argentina y Nueva Zelandia, países que por ubicarse en el hemisferio sur podrían contar con material mejor adaptado a la estacionalidad de nuestro país.

Cuadro 4. Valor importaciones cormos de azafrán de Chile en periodo 2010-2018 por país de origen

País de origen	Valor total US\$ CIF
Holanda	21.133
Argentina	15.414
Nueva Zelandia	10.655
Francia	1.206
Total	48.404

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Aduanas.

En cuanto a las exportaciones, solo hay registro de una operación realizada en el año 2014, de una empresa que exportó a Canadá 28 kg de un condimento que aparece descrito como comino, pero clasificado con la glosa de azafrán. El valor total fue de US\$115 FOB, por lo que todo indica que la operación no se registró correctamente. No se encontraron registros de exportaciones de cormos de azafrán.

El consumo de azafrán en Chile no ha sido cuantificado, pero dada la baja producción nacional, prácticamente es equivalente al volumen importado. En el retail es posible encontrar azafrán en polvo o en hebras, en presentaciones de 0,5 gramos, con un valor que fluctúa entre \$2.499 y \$4.399.



Presentaciones comerciales de azafrán en Chile.

Implicaciones de las perspectivas sobre la industria y los productores

A nivel mundial, el alto valor del azafrán lo hace objeto de frecuente adulteración. Los fraudes más comunes incluyen:

- Mezclas de azafrán de distintas categorías.
- Mezclas de azafrán de distintas cosechas.
- Alteración 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.
- Uso de otras plantas similares con tintiones.
- Insuficiente secado para aumentar peso.
- Adición de sustancias extrañas para aumentar peso.

La adulteración distorsiona los precios de mercado y confunde al consumidor, afectando a los productores que se apegan a las normas de calidad. Siendo esta una condición prácticamente inevitable, la certificación de calidad debiera ser el mecanismo para diferenciar el producto y desmarcarse de la competencia desleal.

A nivel internacional existen las normas ISO 3632-1 e ISO 3632-2:2010, que determinan las características que debe poseer el azafrán, las categorías de calidad y los métodos de análisis.

Cuadro 5. Clasificación del azafrán en función de las condiciones físicas establecidas en la Norma ISO 3632-1

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

Fuente: elaboración propia a partir de Norma ISO 3632-1:2011.

Cuadro 6. Clasificación del azafrán en función de las condiciones físico-químicas establecidas en la Norma ISO 3632-1

Características	Especificaciones Categorías		
	I	II	III
Contenido en humedad y materias volátiles (% en masa), % max.			
Azafrán en hebra	12	12	12
Azafrán molido	10	10	10
Cenizas totales (% sobre masa seca), % max.	8	8	8
Cenizas insolubles en ácido (% sobre masa seca), % max.	1,0	1,0	1,0
Extracto soluble en agua fría, (%sobre masa seca), % max.	65	65	65
Intensidad de sabor (valor máximo de absorción de picrocrocina) E 1% 1 cm 257 nm sobre base seca, min.	70	55	40
Intensidad de aroma (valor máximo de absorción de safranal) E 1% 1 cm 330 nm sobre base seca:			
Min	20	20	20
Max	50	50	50
Poder colorante (a esta longitud, la absorción de la crocina es máxima) E 1% 1 cm 440 sobre base seca, min.	200	170	120
Colorantes ácidos artificiales hidrosolubles	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Fuente: elaboración propia a partir de Norma ISO 3632-1:2011.

2.3. Estrategia de implementación

El cultivo de azafrán tiene algunas características comunes a la mayoría de los países que desarrollan este cultivo, que condicionan su introducción comercial en Chile. Entre ellas se encuentran:

- El material de propagación (cormos) es escaso y de elevado valor unitario.
- Por la elevada inversión inicial, generalmente el cultivo se desarrolla en pequeñas superficies.
- El desarrollo del cultivo es lento.
- La mayoría del material de propagación proviene del hemisferio norte, por lo cual requiere un periodo de adaptación para aclimatarse a las condiciones del país antes de comenzar a producir.
- El ciclo productivo generalmente dura 4 a 5 años, luego del cual los cormos deben ser levantados del suelo y trasladados a otro terreno.
- El terreno donde se ha desarrollado un ciclo productivo de azafrán debe ser dejado en descanso o rotado por un periodo de al menos 5 años antes de volver a cultivar azafrán.
- En general, a mayor tasa de multiplicación de los cormos (necesaria para la expansión del cultivo), se reduce el rendimiento en azafrán.
- La cosecha y procesamiento posterior del azafrán es altamente intensiva en mano de obra, y requiere gran delicadeza para no dañar el producto. Por ello en la mayoría de los países se desarrolla en pequeñas explotaciones con mano de obra familiar.

Por las razones anteriores, y de acuerdo a la experiencia desarrollada en el proyecto precursor y en otras iniciativas paralelas, la estrategia de implementación se basa en los siguientes elementos:

- **Adquisición de cormos de buena calidad y con inducción floral**

Para un proyecto que parte desde el inicio, resulta fundamental adquirir material de un proveedor calificado, que asegure buenos estándares sanitarios y buen calibre de cormos. Se considera que un cormo de calibre 8-9, superior a 20 mm de diámetro ecuatorial, es apto para floración. Si el material proviene del hemisferio norte (los principales proveedores están en Holanda y Francia), es altamente recomendable solicitar que se realice un tratamiento térmico para inducir la floración. Esto es debido a que en el hemisferio norte el ciclo es inverso al nuestro, es decir se planta en septiembre para florecer en octubre, mientras que en nuestro hemisferio se planta en marzo para floración en abril. Los cormos europeos se encuentran disponibles para venta en el verano boreal; si se ingresan al país en esta época no es aconsejable plantarlos ya que se encontrarían con el incremento de temperatura propio de la primavera austral. Ensayos realizados con plantaciones de primavera y verano generaron muy malos resultados, por lo cual resulta prácticamente en una temporada perdida.

La empresa holandesa proveedora de cormos para el proyecto acordó desarrollar un protocolo de acondicionamiento que consiste en elevar la temperatura de los cormos durante los meses de septiembre a febrero (para “imitar” el verano de nuestro país) y luego despacharlos a Chile bajo refrigeración, lo que simula la llegada del otoño y activa el rebrote. Con esta práctica los cormos están en condiciones de ser plantados de inmediato con un rebrote adecuado, lo que permite que los cormos desarrollen su actividad fotosintética, aumenten de tamaño y se multipliquen. Sin embargo, la floración en esta primera temporada de todos modos es escasa o nula.

Por otra parte, dándose la posibilidad de adquirir cormos ya aclimatados al país, que hayan pasado al menos 1 temporada en la tierra, es esperable que estos rebroten y florezcan en la primera temporada del comprador.

De acuerdo a lo verificado en el proyecto, del valor de los cormos puestos en Chile aproximadamente la mitad corresponde a despacho y tratamiento de inducción.

- **Multiplicación inicial de cormos**

Dado que la disponibilidad y precio de cormos es una condición limitante, necesariamente se hace necesaria una estrategia que en sus fases iniciales promueva la multiplicación de cormos en el terreno, con el fin de ampliar la base productiva con material propio en lugar de realizar una mayor inversión.

Esto requiere un manejo de la densidad que promueva la multiplicación, por sobre el rendimiento en flores, ya que ambos objetivos resultan contrapuestos. Es decir, utilizar una baja densidad promueve la multiplicación y obtención de cormos de buen tamaño, pero en consecuencia la densidad de flores será menor. Por el contrario, una densidad alta reduce la tasa de multiplicación y el calibre promedio (por competencia de los cormos en el suelo), pero genera mayor densidad de flores, y en consecuencia mayor rendimiento productivo.

- **Incremento programado de la densidad**

Como ya se dijo, el objetivo inicial es multiplicar el material inicial, pero a la par con eso debe procurarse ir incrementando la cosecha en forma escalonada a través de un aumento de la densidad de cormos por unidad de superficie. Con ello también se comienza a generar una corriente de ingresos, baja en un principio, pero creciente en cada temporada. No resulta sustentable mantener en forma permanente una baja densidad, ya que ello implicaría ir aumentando la superficie productiva para dar cabida al mayor número de cormos sin una generación consistente de ingresos, lo que prolonga el periodo de recuperación de la inversión.



2.3.1. Modelo productivo propuesto

Reconociendo que la literatura presenta múltiples variantes de sistemas productivos, y que en el periodo de ejecución del proyecto precursor aún no se han validado todos los parámetros técnicos necesarios, se plantea un modelo productivo que combina una baja densidad inicial con un incremento de la densidad posterior. Los parámetros principales son:

- Se inicia con un volumen de 10.000 cormos.
- Los 2 primeros años se utiliza baja densidad, en superficie variable.
- Los siguientes 4 años se utiliza alta densidad, en superficie fija.
- Al término del año 6 se termina el ciclo, se levantan todos los cormos y se traslada a otro terreno.
- Posteriormente se realizan ciclos sucesivos de 4 años a alta densidad, manteniendo la superficie fija en cada ciclo, e incrementándola al cambiar de terreno.

Esta estrategia podría llevarse a cabo en forma indefinida, mientras se disponga de terreno y las condiciones para el cultivo, cosecha y comercialización.

El programa de ejecución anual se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro 7. Desarrollo modelo productivo azafrán, Ciclo 1 Baja/Alta Densidad

Año	Nº inicial cormos	Tasa de multiplicación cormos	Densidad (cormos/m ²)	Superficie (m ²)	Labor realizada
Año 1	10.000	3,2	10	1.000	Se planta a baja densidad, a fin de temporada se levantan todos los cormos
Año 2	32.000	3,2	10	3.200	Se planta a baja densidad en superficie mayor, a fin de temporada se levantan todos los cormos
Año 3	102.400	3,0	100	1.024	Se planta a alta densidad en superficie menor, no se levantan los cormos
Año 4	307.200	1,4	300	1.024	No se levantan los cormos, densidad se incrementa por multiplicación en superficie fija
Año 5	430.080	1,3	420	1.024	No se levantan los cormos, densidad se incrementa por multiplicación en superficie fija
Año 6	559.104	3,2	546	1.024	Se levantan todos los cormos y se replanta en nuevo terreno

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

En el cuadro siguiente se aprecia la evolución en la cosecha de azafrán, donde el rendimiento equivalente por hectárea del primer año es nulo por la aclimatación del material, al año 2 tiene un incremento modesto consistente con la baja densidad, mientras que del año 3 al 6 muestra un alza acorde a la alta densidad, con una curva ascendente y decreciente como se describe en la literatura. El rendimiento total del sistema, de acuerdo a la superficie efectiva cultivada, muestra un bajo volumen que demuestra la estrategia más orientada a la multiplicación de cormos que al producto final.

Cuadro 8. Rendimiento productivo de azafrán, Ciclo 1

Año	Rendimiento azafrán (kg/ha)	Rendimiento azafrán total sistema (kg)
Año 1	0,0	0,0
Año 2	1,8	0,6
Año 3	12,0	1,2
Año 4	20,0	2,0
Año 5	20,0	2,0
Año 6	13,0	1,3

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

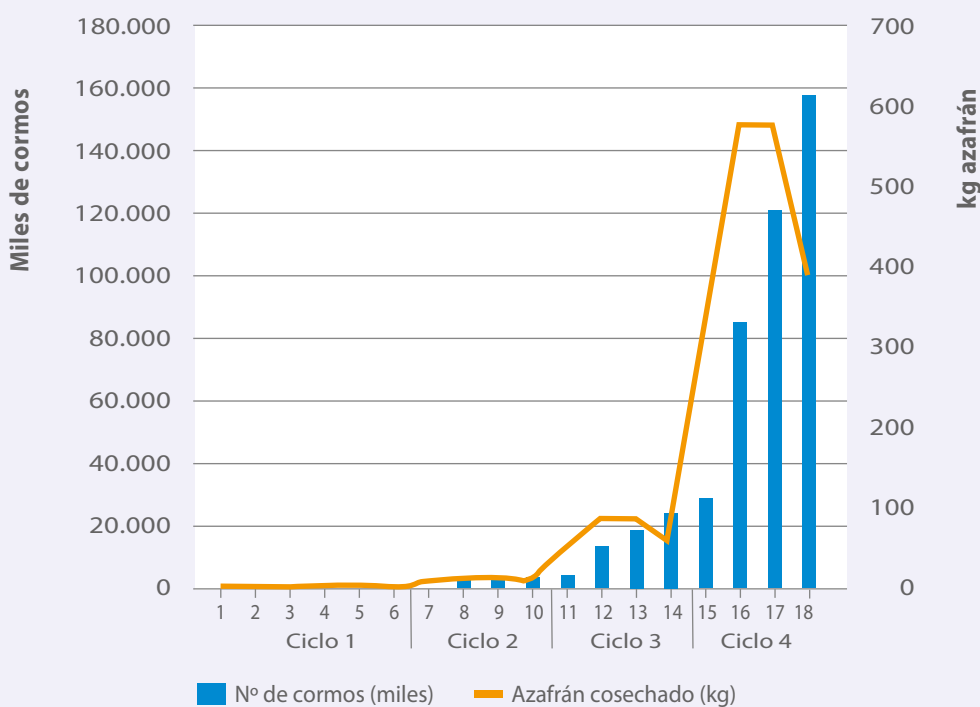
Al término de este ciclo se levantan nuevamente todos los cormos, se trasladan a otro terreno y se vuelven a plantar a densidad de 100 cormos/m², en una superficie mayor para darles cabida.

Cuadro 9. Desarrollo modelo productivo azafrán, Ciclo 2 Alta Densidad

Parámetro	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tasa multiplicación cormos	1,2	3	1,4	1,3
Número total de cormos inicio temporada	670.925	2.012.774	2.817.884	3.663.249
Densidad inicio temporada (cormos/m ²)	100	300	420	546
Superficie utilizada (m ²)	6.709	6.709	6.709	6.709
Rendimiento azafrán (kg/ha)	12,0	20,0	20,0	13,0
Rendimiento azafrán total sistema (kg)	8,1	13,4	13,4	8,7

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

Luego de 4 ciclos se aprecia un incremento significativo en el número de cormos, que alcanza a 3,6 millones de unidades, y una producción de azafrán de 468 kg como promedio anual en el último ciclo.

Figura 6. Evolución producción azafrán y cormos, modelo productivo 4 ciclos

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

El modelo permite crecer a un ritmo sostenido, utilizando ciclos cortos para no entrar en la fase más decreciente de la producción.

2.4. Gestión

La estrategia de implementación descrita está concebida precisamente para ser llevada a cabo de forma asociativa, de modo que los ciclos productivos puedan ser desarrollados paralelamente en distintos módulos productivos, de superficie y número de cormos apropiados a su realidad.

Dado que el ejecutor del proyecto ha establecido un vínculo directo con el proveedor de cormos, no solo a través de la importación del material sino que también a través de la asesoría y compromiso de compra, se ha generado una red donde se agrega la comercialización. En la práctica el ejecutor ya está implementando este modelo, en el sentido de que multiplica y distribuye cormos, brinda asesoría y establece vínculos con agricultores de distintas regiones. De este modo, se consigue el objetivo de multiplicar el material, y además se estudia el desempeño del cultivo en distintas condiciones edafoclimáticas que a su vez requieren adaptaciones en las normas de manejo.

Modelos similares se desarrollan en otros países como España y Argentina, y buscan establecerse también en Chile mediante otras iniciativas, como el proyecto desarrollado en la Región de Tarapacá.

Los bajos requerimientos de superficie permiten que pequeños productores puedan acceder a esta actividad sin sacrificar terreno productivo, y en el futuro podrían incorporarlo en sus unidades de negocio como se hace en los países de mayor tradición, donde siempre ha sido un cultivo de carácter social y familiar.



2.5. El proyecto de inversión

El proyecto está planteado como un sistema integral de cultivo, destinado a la generación de azafrán como materia prima puesta a disposición de un procesador y comercializador. Es decir, para efectos de análisis solo incluye la etapa primaria del proceso, con el propósito de aislar este eslabón que por sí mismo constituye una innovación en nuestro país. Las etapas posteriores, como envasado, rotulado, transporte y otras labores propias de la comercialización podrán detallarse en la última etapa del proyecto precursor, que aún se encuentra en desarrollo.

COSTOS

Para el análisis se han considerado solo los costos directos relacionados con la actividad productiva, siempre desde la óptica del agricultor.

Cuadro 10. Partidas de costos para modelo productivo azafrán

Partida	Nº unidades	Criterio asociado
Mano de obra		
Siembra	1,00	JH por 1.000 m ² cultivados (plantación nueva)
Recolección	37,50	JH por kg cosechado
Postura cercos	0,60	JH por 1.000 m ² cultivados (terreno nuevo)
Otras labores	3,10	JH por 1.000 m ² cultivados
Levantamiento cormos	1,00	JH por 1.000 m ² cultivados (años con levantamiento cormos)
Maquinaria		
Labores plantación nueva	1,00	JM por 1.000 m ² cultivados (plantación nueva)
Labores mantención plantación	0,25	JM por 1.000 m ² cultivados (plantación existente)
Insumos		
Insumos cerca	126	Metro lineal por 1.000 m ² cultivados (mayor terreno nuevo en cada ciclo)
Fungicidas	2,00	Kg por 1.000 m ² cultivados (terreno nuevo)
Herbicidas terreno nuevo	1,00	Lt por 1.000 m ² cultivados (terreno nuevo)
Herbicidas mantención terreno	0,70	Lt por 1.000 m ² cultivados (terreno existente)
Fertilizantes	75	Kg por 1.000 m ² cultivados
Materiales riego implementación	144.400	\$ por cada 1.000 m ² cultivados (mayor terreno nuevo en cada ciclo)
Materiales riego mantención	10 %	% anual de materiales implementación riego

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

El desarrollo detallado de los costos para cada temporada se encuentra en Anexo 1, cuadros 13 y 14.

INGRESOS

Los ingresos se derivan solo de la producción de azafrán y no de la venta de cormos, ya que los elevados precios actuales podrían desviar el objetivo del proyecto destinando cormos a la venta en lugar de a la producción de azafrán. Esta distorsión en el precio de los cormos debería tender a disminuir en la medida en que se disponga de un mayor número de ellos.

El precio utilizado del azafrán es de \$1.400.000/kg, el que proviene del acuerdo comercial del proveedor de cormos con el ejecutor del proyecto. Este precio se encuentra por debajo de los precios que se describen en otros mercados, pero representa un compromiso de adquirir toda la producción a un valor fijo. Sin duda que este parámetro puede variarse de acuerdo al mercado al que se apunte y las condiciones del mercado internacional, pero se asume como un precio base libre de riesgo.

En Anexo 1, cuadros 5 y 16, se detallan los parámetros productivos de desarrollo del proyecto azafrán.

INVERSIÓN

Destacando el rol de los cormos en la viabilidad del proyecto, se les ha considerado como la única inversión relevante para el análisis. Se asigna un valor inicial de \$220 por cormo, el cual refleja el valor real convenido por el ejecutor con el proveedor, para el producto puesto en el país. Es decir, considera flete, seguro y tratamiento de inducción.

2.6. Rentabilidad esperada

De acuerdo a los parámetros técnicos y económicos señalados anteriormente, se realizan las proyecciones de flujos netos para calcular los indicadores económicos convencionales. Estos se presentan escalonados de acuerdo a los ciclos productivos, es decir, se calcula VAN y TIR (con tasa de descuento 15 %) para el año final de cada uno de los ciclos.

Cuadro 11. Indicadores de rentabilidad para modelo productivo azafrán

Indicador	Ciclo baja/alta densidad 1 Año 6	Ciclo alta densidad 2 Año 10	Ciclo alta densidad 3 Año 14	Ciclo alta densidad 4 Año 18
VAN	-1.371.809	6.827.187	38.053.470	167.351.233
TIR	-3 %	32 %	46 %	53 %

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

Los resultados muestran que el periodo de recuperación de la inversión es de 6 años (sin aplicar tasa de descuento a flujos) y que al final del ciclo 2, es decir al año 10, el proyecto

ya genera rentabilidad. De hecho, al año 8 ya se obtiene un VAN positivo. Esto demuestra que la estrategia propuesta, si bien no tiene un crecimiento acelerado de los ingresos en el primer ciclo, donde no logra recuperarse la inversión, en el mediano plazo sí lo logra. Esto es consistente con la dinámica del cultivo, y no difiere mayormente (en lo que respecta al plazo de recuperación) de otros proyectos agrícolas, como la fruticultura.

Si se consideraran los escenarios extremos, donde solo se utilizara sistema de baja densidad en forma permanente, el proyecto se haría inviable, ya que aunque podría tener VAN positivo en el último ciclo, requeriría destinar una enorme cantidad de superficie para dar cabida a los cormos en baja densidad. Resulta improbable que un conjunto de productores destine un total de aproximadamente 180.000 hectáreas para un proyecto de esa naturaleza.

Por otro lado, una estrategia solo de alta densidad es capaz de generar rentabilidad en el largo plazo, pero el sacrificio en multiplicación de cormos versus rendimientos tempranos genera un mayor periodo de recuperación y un menor monto global de flujos descontados.

Uno de los valores críticos que podrían ser modificados es el precio del azafrán, que como se dijo se encuentra asociado a un acuerdo comercial. Un 24 % de aumento del precio de venta, es decir desde \$1.400.000 a \$1.742.252, permitiría recuperar la inversión en el primer ciclo productivo, es decir VAN positivo en el año 6. Este valor objetivo está absolutamente en línea con los precios descritos en otros mercados, e incluso del precio estimado que podría alcanzarse comercializando a través del retail en Chile (considerando los costos y márgenes correspondientes).

Por su parte, el costo unitario del corno debería bajar de \$220 a \$83 para poder alcanzar la rentabilidad en el año 6. Existe por lo tanto una amplia brecha, que difícilmente podrá cerrarse mediante negociación con los proveedores, más aún con la fuerte alza en el tipo de cambio ocurrida en el último tiempo.

► 3. Alcance del negocio

El cultivo de azafrán, como ya se ha mencionado, en países como Italia y España con larga tradición productiva es desarrollado por pequeños productores con mano de obra familiar, y representa una fuente de ingresos complementaria. Esa misma situación se visualiza en nuestro país, donde el análisis realizado (con parámetros estimados puesto que no se han verificado ciclos productivos completos aún) da indicios de que un modelo productivo con crecimiento paulatino sería capaz de generar rentabilidad en pequeñas superficies.

El proceso productivo no requiere tecnología ni manejos de alta complejidad, con excepción de la cosecha y extracción de los estigmas, proceso que requiere de personal entrena-

do, meticuloso y comprometido, ya que el descuido o la falta de delicadeza en el trabajo manual puede estropear una cosecha. Con excepción de este momento crítico, es un cultivo muy poco demandante.

La planta también ha demostrado alta tolerancia a condiciones de stress, especialmente por sequía, por lo cual sería una buena alternativa para zonas áridas o con suelos de mala calidad, según se ha comprobado en la Región de Tarapacá. Incluso en zonas de mayor humedad podría prosperar, siempre y cuando no se ubique en suelos con tendencia al anegamiento.

Sin embargo, el rendimiento productivo, tanto en cosecha de azafrán como de crecimiento de cormos, aún no se ha logrado verificar en un periodo de 3, 4 o 5 años, que es la duración habitual de un ciclo productivo. Por lo tanto, todavía hay incertidumbre sobre su desempeño en el mediano plazo, aunque las señales son alentadoras.

► 4. Claves de viabilidad

De acuerdo a los resultados del proyecto existen ámbitos técnicos que pueden ser mejorados para optimizar y hacer más eficiente el proceso productivo. Un aspecto central es el incremento en la densidad de plantación y con ello el rendimiento en multiplicación de cormos y producción de flores, lo que aceleraría la generación de ingresos. Lo anterior debe ser realizado considerando los manejos agronómicos apropiados, como riego, fertilización y control de plagas.

Desde el punto de vista económico el cultivo de azafrán tiene la complejidad del alto costo de los cormos necesarios para iniciar el cultivo y su lenta tasa de multiplicación. Deben tomarse decisiones productivas que busquen un equilibrio entre postergar el inicio de las cosechas con el propósito de multiplicar los cormos, y la generación de producto en condiciones de ser comercializado.

La generación de una red de productores asociados en distintas zonas agroecológicas del país abre también la posibilidad de generar mecanismos de complementación, donde eventualmente algunas regiones podrían tener ventajas competitivas para la producción de azafrán de buena calidad y otras para la multiplicación y desarrollo de cormos.

La suscripción del acuerdo con una empresa comercializadora europea abre una gran oportunidad para acceder a mercados maduros y de altos precios, pero esto conlleva la necesidad de certificar la producción de acuerdo a los estándares internacionales de manera oportuna.

En el mediano plazo, una vez que se entre en una fase de plena producción, será necesario evaluar la utilización de mecanización en la cosecha, levantamiento de cormos y otras la-

bores. Estos equipos existen y son utilizados en otros países. Especialmente en la cosecha, donde un aspecto crítico es la rapidez y eficiencia de la recolección, la mecanización podría ser la herramienta para no perder volumen ni calidad.

Desde el punto de vista comercial, tenemos un mercado interno muy poco desarrollado y con un bajísimo consumo, donde se debería trabajar en la introducción de un producto con carácter nacional, con garantías de calidad y autenticidad, y competitivo en precios.

El mercado externo debiera ser el objetivo de largo plazo, donde aun siendo un producto de nicho hay mercados con una demanda consolidada, abiertos a conocer este producto tradicional, pero de un origen distinto a lo habitual. La certificación con la norma ISO 3632 sería sin duda una importante herramienta de diferenciación para acceder al mercado norteamericano.

► 5. Asuntos por resolver

- Durante el proyecto se suscribió un acuerdo para la comercialización del producto en el mercado europeo. Sin embargo, no se han hecho acciones para promover el consumo a nivel nacional, que aun cuando es un mercado reducido podría brindar una alternativa para productos elaborados o las categorías de azafrán de menor calidad.
- Mejorar los manejos agronómicos para incrementar el rendimiento productivo, aún en sistemas de baja densidad. Entre otros factores, debe validarse una estrategia de fertilización que permita duplicar los rendimientos por hectárea obtenidos durante el proyecto.
- Dado que se demostró que los cormos se adaptaron a los veranos calurosos y secos de la zona central, siempre que se siembre a la profundidad adecuada, es necesario implementar un aumento en la densidad sostenido en el tiempo para lograr mejores rendimientos.
- Analizar factores determinantes para los diferentes resultados de calidad obtenidos de las tres muestras analizadas en laboratorio. A partir de ello, evaluar si existen manejos que permitan mejorar los parámetros más deficitarios, aspecto clave para obtener mejores precios en los mercados más exigentes.

El proyecto precursor

► 1. El entorno económico y social

La Región de Valparaíso, origen del proyecto precursor, presenta un clima templado de tipo mediterráneo, que en conjunto con la presencia de humedad y un relieve que permite el desarrollo de sistemas hidrográficos de tipo andino y costero, determina una vegetación más variada en comparación a las regiones ubicadas al norte y una mayor diversidad de territorios productivos.

De acuerdo al Censo Agropecuario de 2007, en la Región de Valparaíso el 80,7 % de las ex-



plotaciones silvoagropecuarias tienen una superficie inferior a 20 ha, y concentran el 4,02 % de la superficie productiva regional. Las explotaciones de más de 100 ha representan el 7,7 % de los predios censados, pero agrupan el 89,72 % de la superficie explotada.

El rubro productivo que ocupa mayor superficie son los frutales, que para 2017 registran 49.618,8 hectáreas. La especie principal es el palto, con más de 19.000 hectáreas, que representa cerca del 63 % de la superficie nacional. Le siguen la vid de mesa y el nogal.

El segundo rubro con mayor superficie es el forestal, con 47 mil hectáreas dedicadas en un 80 % al eucaliptus.

La vid vinífera alcanza casi 10 mil hectáreas, siendo un rubro de alto valor agregado. La superficie hortícola alcanza 7.668 hectáreas, distribuidas en productos como lechuga, tomate, choclo, y otros. Los cultivos anuales alcanzan cerca de 4 mil hectáreas, predominando el trigo.

El valle de Casablanca corresponde a una de las principales zonas de producción de uvas para vinos de variedades blancas en Chile. Corresponde a un valle de superficie pequeña, rodeado por la Cordillera de la Costa y cercano al Océano Pacífico, con una topografía que se caracteriza por ser montañosa, con altitudes relativamente altas que alcanzan cerca de los 1.000 metros y zonas bajas de unos 100 metros de altitud en msnm.

La característica de esta zona, reconocida como denominación de origen para el vino, es su carácter de valle frío apto para la producción de cepas blancas. La presencia de heladas ha hecho a los productores implementar diversos medios de control, como molinos y aspersión de agua al follaje.

La región se ha visto expuesta prácticamente a 10 años de sequía. Actualmente, está vigente el decreto de Zona de Emergencia Agrícola para todo el territorio continental de la región, como consecuencia de una de las temporadas más secas en los últimos 50 años. En Casablanca, por su parte, además de la sequía se ha observado en los últimos años un incremento en la frecuencia y severidad de las heladas, con grandes pérdidas económicas para la industria vinícola. Esto también afecta a los trabajadores agrícolas, que ven mermadas sus oportunidades laborales.

Esta situación afecta especialmente a la pequeña agricultura, que tiene dificultades para acceder a la tecnología y recursos para hacer frente a estas amenazas.

Por estos motivos resulta pertinente analizar cultivos que sean capaces de adaptarse a las condiciones ambientales, que no generen una presión adicional sobre los suelos y agua, y que puedan absorber mano de obra en la época invernal, en que la demanda de los cultivos tradicionales e industriales es baja.



Campo español de azafrán (Fuente: Alonso, G. y A. Sánchez. 2007).

El proyecto se enfocó en adscribir a pequeños y medianos productores de la comuna de Casablanca, dada la baja superficie requerida para el cultivo. Por diversas razones el conjunto de productores participantes se fue ampliando a otras comunas de la región de Valparaíso y Metropolitana, y en el último periodo se ha despertado gran interés en comunas desde Ovalle hasta Chile Chico. En todos los casos se trata de pequeños y medianos agricultores con aspiración de realizar un cultivo innovador, rentable y sustentable.

► 2. El proyecto

El proyecto “Producción sustentable de azafrán de alta calidad en el Valle de Casablanca” se inició en abril de 2016 y tiene proyectado finalizar en marzo del 2020. Su objetivo general es introducir la producción de azafrán de alta calidad de manera sustentable en el Valle de Casablanca, adaptando su manejo a las condiciones edafoclimáticas existentes en la zona. Con ello se busca aportar una nueva alternativa productiva, de bajo impacto ambiental y de alto impacto social, tanto en la generación de empleo en época invernal como en la rentabilidad esperada para los productores.

Los objetivos específicos del proyecto, que determinan las principales líneas de trabajo, fueron:

- Introducción y multiplicación *in vitro* de azafrán (*Crocus sativus* L).
- Producción sustentable de azafrán en el valle de Casablanca y en otras localidades cercanas.
- Análisis de la calidad del azafrán producido de forma sustentable.
- Diseño de una estrategia de comercialización del azafrán.

2.1. Etapas del proyecto

El proyecto se desarrolló a través de las siguientes etapas:

2.1.1. Introducción del material para su multiplicación:

Se importaron inicialmente 1.000 cormos de Nueva Zelanda, que por su origen en el hemisferio sur y la coincidencia estacional deberían haber germinado y florecido el primer año. Sin embargo, esto no sucedió.

Posteriormente se importaron 100.000 cormos desde Holanda, a un precio de €0,14 cada uno (en origen), adquiridos a una empresa especializada en el desarrollo de este material, en el cultivo y la comercialización de azafrán. Una primera partida de bajo volumen se internó en la primavera de 2016 para los primeros ensayos de establecimiento, de los cuales un 50 % floreció incluso fuera de temporada, permitiendo realizar las primeras pruebas de cosecha. El grueso de los cormos fue internado de forma escalonada para ser plantados en el otoño de nuestro país, época recomendada para su rebrote y floración.

En el verano de 2017 se importaron 50.000 cormos adicionales del mismo proveedor holandés, como medida de mitigación ante el daño potencial provocado por un incendio forestal cercano a la principal unidad productiva.

La distribución se realizó de forma fraccionada en la medida en que más agricultores se incorporaron al proyecto. El primer módulo se estableció en Tapihue, comuna de Casablanca; luego se integró un liceo agrícola en la comuna de Petorca, una parcela de 500 m² en Pirque y otra en Polpaico con 500 m². La difusión del proyecto motivó a que agricultores de distintas regiones se interesaran por participar, lo que ha llevado al establecimiento de más de 15 parcelas de cultivo entre las regiones de Coquimbo y Aysén.



Unidad productiva Tapihue, comuna de Casablanca (proyecto precursor).

Un caso especial de unidad productiva se estableció en terrenos de la Viña Veramonte, en Casablanca. La empresa cedió 4 ha con disponibilidad de agua por un periodo de 8 años, terreno destinado exclusivamente para el cultivo de azafrán. En él se implementó un programa de trabajo donde se entrega 1.000 m² y 2.000 cormos a 4 agricultores para cultivar su propio azafrán, con lo cual su aporte es la mano de obra. De esta forma se reducen los riesgos para el agricultor, sin destinar una parte de su parcela al proceso, permitiendo que realicen trabajo colaborativo, y se concentren las labores de asesoría y seguimiento de los especialistas.

2.1.2. Establecimiento y manejo agronómico

Para evitar enfermedades por cultivos previos en el terreno, especialmente el hongo *Phytophthora*, el terreno del módulo Tapihue fue destroncado y subsolado. Posteriormente, se sembró avena para detener el ciclo reproductivo del hongo. Dicho cultivo fue reincorporado a la tierra para aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo.

Se utilizaron los siguientes sistemas de plantación:

- **Módulo Chicolco:** plantación al aire libre en superficie aproximada de 450 m², en 14 surcos separados a 70 cm entre ellos y con un largo promedio de 32 m. Antes de la plan-

tación el suelo fue preparado con arado cincel y rastra. Los surcos de plantación fueron preparados con al menos 30 cm de alto y de ancho. La plantación de los cormos fue realizada a 15 cm de profundidad en el mes de marzo de 2017. Se instaló un sistema de riego presurizado con una cinta por surco con emisores a 10 cm de distancia y una caudal de 1 l/h por emisor. Se realizaron dos riegos de 4 horas cada uno, dos días antes de la plantación y otro inmediatamente después de realizada la plantación. Se entregaron 5.000 cormos en total.

- **Módulo Chicolco:** plantación al aire libre en cajones de madera (1,15 m ancho y largo, 0,8 m de alto), rellenos con una mezcla de suelo y arena en una relación 60 % y 40 % respectivamente. Los cormos fueron plantados a 15 cm de profundidad y distanciados a 10 x 10 cm. El uso de cajones es un sistema que se utiliza en algunos países, permite diseñar la mezcla de suelo deseada, proteger de condiciones climáticas adversas y dar más comodidad a los operadores.
- **Módulo Tapihue:** plantación al aire libre, en una superficie aproximada de 0,87 ha, en surcos separados a 70 cm entre ellos y con un largo promedio de 32 m. Antes de la plantación el suelo fue preparado con arado cincel y rastra. Los surcos de plantación fueron preparados con al menos 30 cm de alto y ancho. La plantación de los cormos fue realizada a entre 10 y 15 cm de profundidad, en meses escalonados: diciembre, enero y febrero. Se instaló un sistema de riego presurizado con una cinta por surco con emisores a 20 cm de distancia y una caudal de 5 l/h/m por emisor. Las plantas comenzaron a ser irrigadas el 15 de marzo. Se han probado diversos marcos de plantación y densidades, por lo cual se espera tener más información al final del proyecto.
- **Módulo Viña Veramonte:** plantación al aire libre realizada en una superficie aproximada de 1.000 m², en 20 surcos separados 70 cm entre ellos, para el cultivo en baja densidad (15 cormos/ m²) y un surco de 1 m de ancho para alta densidad (100 cormos/ m²), todos con un largo promedio de 32 m. Antes de la plantación el suelo fue preparado con el roto-cultivador. Los surcos de plantación fueron preparados con al menos 30 cm de alto y ancho. La plantación de los cormos fue realizada a 15 cm de profundidad, en abril de 2018. Se instaló un sistema de riego presurizado con una cinta por surco, con emisores a 10 cm de distancia y un caudal de 1 l/h por emisor. El terreno fue cedido por 8 años, se comenzó trabajo con 4 agricultores entregándose 2.000 cormos a cada uno.
- **Módulo Polpaico:** se entregaron 5.000 cormos, partiendo con superficie de 500 m², subiendo a 5.000 m² y se espera llegar a 1 hectárea. Se ha trabajado con baja densidad de 10 cormos/m².
- **Módulo Pirque:** se entregaron 5.000 cormos en superficie de 500 m². Por motivos personales la agricultora dejó el proyecto.



Unidad productiva Escuela Agrícola Chincolco (proyecto precursor).

El ciclo productivo característico del azafrán tiene un periodo en el cual la planta entra en dormancia, desde octubre y el resto del verano. Durante este periodo se requiere muy poca mano de obra para la mantención del cultivo, y es cuando se evaluó el crecimiento y calibre de los cormos para determinar si alcanzaron el tamaño apropiado para la siguiente floración (20 mm calibre mínimo). A partir de esta evaluación se analizan las prácticas necesarias durante la época de crecimiento vegetativo para obtener un alto número de cormos maduros por cada cormo madre.

Los cormos se mantienen en dormancia hasta que comienza el otoño, donde se reinicia el riego o aparecen las lluvias, dependiendo de la zona donde se ubique. Esto idealmente coincide con temperaturas promedio menores a 12 a 14°C. Una vez regados los cormos, 3 a 4 semanas después comienza la floración, que dura unas 4 semanas y alcanza su *peak* dos a tres semanas desde el inicio.

2.1.3. Monitoreo de desarrollo fenológico y multiplicación

Los cormos establecidos en marzo de 2017 no lograron conseguir floración esa temporada, por lo cual se mantuvieron en el terreno para su crecimiento y multiplicación.

Al final de la temporada 2017 y 2018 se desenterraron y evaluaron los cormos. En los tres predios evaluados (Polpaico, Pirque y Chincolco) se obtuvieron en promedio 5 a 6 cormillos

por cada cormo madre, de los cuales un 30 % a 50 % alcanzaron un calibre igual o superior a 20 mm de diámetro, considerado apto para la floración. Es decir, 1,5 a 3,2 cormillos por núcleo tiene tamaño de floración.

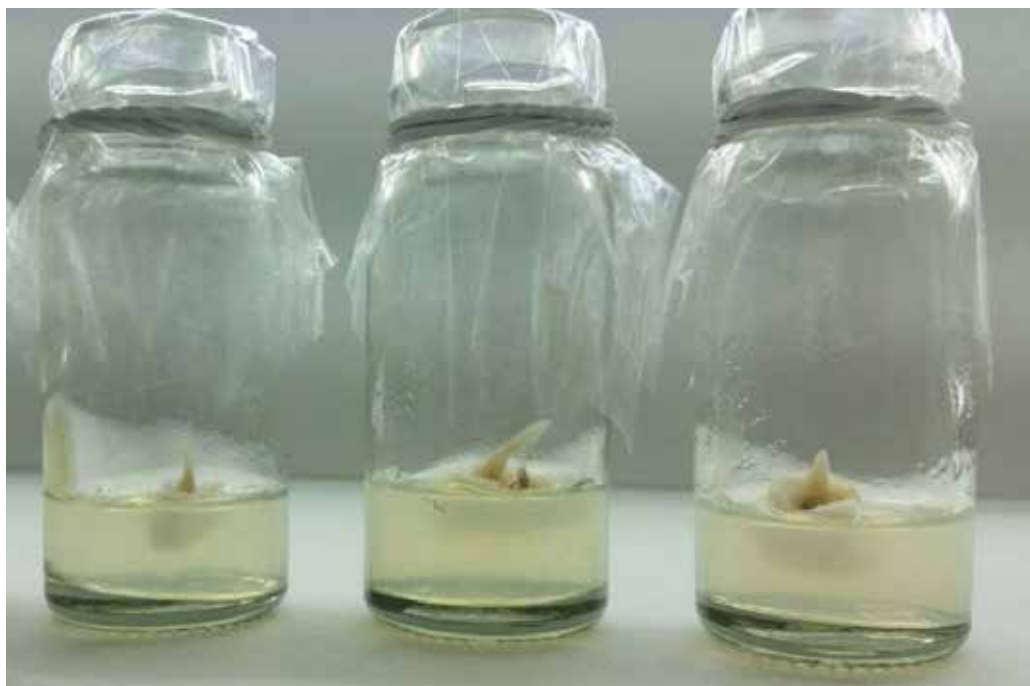


Brote de planta en unidad productiva (proyecto precursor).

2.1.4. Cultivos *in vitro*

Se desarrollaron pruebas para realizar multiplicación de cormos *in vitro*, con el fin de acelerar el proceso y obtener material en mejores condiciones higiénicas. Para ello se desarrollaron diversos ensayos con métodos de desinfección y medios de cultivo, hasta obtener los tratamientos más efectivos. Con estas técnicas se logró obtener germinación de las yemas obtenidas a partir de los explantes *in vitro*, y monitorear su crecimiento hasta el desarrollo de tejido fotosintético.

Dado que el medio de cultivo es líquido, y la planta desarrollada debe traspasarse al suelo, con un nivel de humedad mucho menor, es necesario preparar al material para este cambio. Para ello se experimentó la técnica de envolver los cormos con una gasa en tres capas que acumulan parcialmente la humedad, las cuales se van retirando de manera de disminuir gradualmente la humedad relativa. Con ello, se logró que los cormos se endurecieran y pudieran traspasarse a la tierra sin problemas.



Explantos cultivados *in vitro* (proyecto precursor).

2.1.5. Análisis de productividad y cosecha

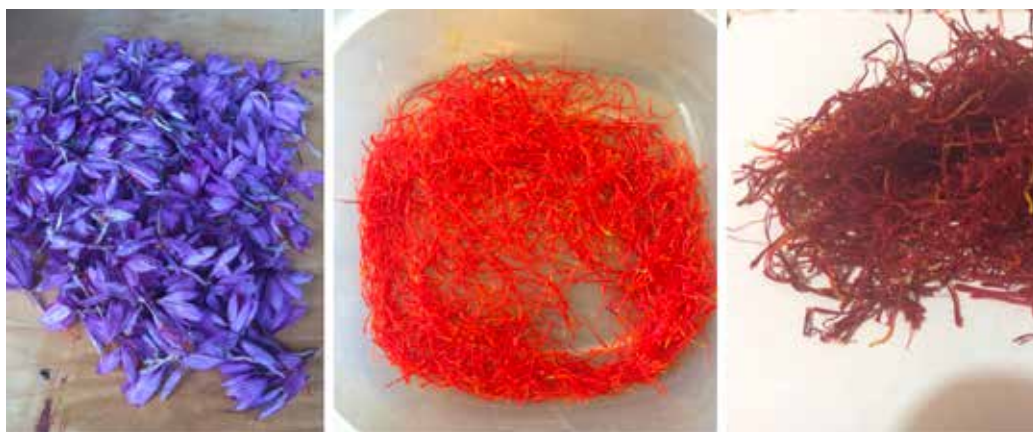
El periodo vegetativo es la época en la cual el azafrán florece y presenta el desarrollo de sus estructuras vegetativas, desde el inicio de la floración en abril hasta el inicio de la primavera, donde comienza a entrar en receso. Durante este periodo, se requiere mucha mano de obra para la mantención del cultivo, tanto en la cosecha como en el desmalezado.



Floración en unidades productivas (proyecto precursor).

Respecto a la productividad obtenida los datos más consistentes fueron registrados en las parcelas de Polpaico y Pirque. En Polpaico la cosecha fue de 54 gr, mientras que en Pirque se obtuvieron 48 gr, lo que arroja un promedio de 52 gr cada 500 m², equivalentes a 1,04 kg/ha. En Tapihue es difícil medir la producción pues fue sembrado a diferentes densidades.

Este rendimiento es considerado bajo para los estándares normales, sin embargo es consistente con la baja densidad utilizada. Se optó por utilizar una densidad de solo 10 cormos/m², equivalentes a 100.000 cormos/ha, con el fin de favorecer la multiplicación, aunque eso fuera en desmedro de la producción de flores. Siendo el costo de los cormos la principal barrera para el desarrollo del cultivo, se priorizó la multiplicación por sobre la producción en el corto plazo, como una estrategia orientada a ampliar la base productiva en el largo plazo.



Azafrán cosechado en estado de flor, estigmas frescos y estigmas deshidratados (proyecto precursor).

2.1.6. Pruebas de deshidratación

Se estableció un protocolo efectivo, simple y económico para el secado del azafrán. Para ello se utilizó un deshidratador comercial, con regulación de temperatura, que genera una corriente de aire ascendente. Las hebras cosechadas se depositan en una toalla de papel sobre la bandeja y se aplica 60 °C durante dos horas, con lo cual se obtiene un producto con un adecuado nivel de humedad y sin alteración de sus propiedades. A mayor volumen de azafrán puede alargarse el tiempo de deshidratado, no así aumentar la temperatura, ya que esta daña las fibras. El azafrán obtenido se almacenó en un lugar fresco, seco y protegido de la luz, en envase metálico, de madera o cartón, pero no plástico.



Deshidratador utilizado para el secado de las hebras (proyecto precursor).

2.1.7. Análisis bioquímicos de calidad

Dado que la cosecha obtenida de las unidades productivas se obtuvo en la estación opuesta a la cosecha europea, no fue posible el envío de muestras para análisis. Esto se debe a que los laboratorios europeos que realizan los análisis según la Norma ISO 3632 no reciben muestras fuera de su temporada de cosecha.

Los análisis pudieron realizarse finalmente en octubre de 2018, obteniéndose resultados para los tres componentes principales. Las muestras se enviaron a partir de la cosecha de tres unidades productivas: Tapihue, Pirque y Polpaico, y como referencia se analizaron también muestras de azafrán español de La Mancha y holandés proporcionado por la empresa proveedora de los cormos.

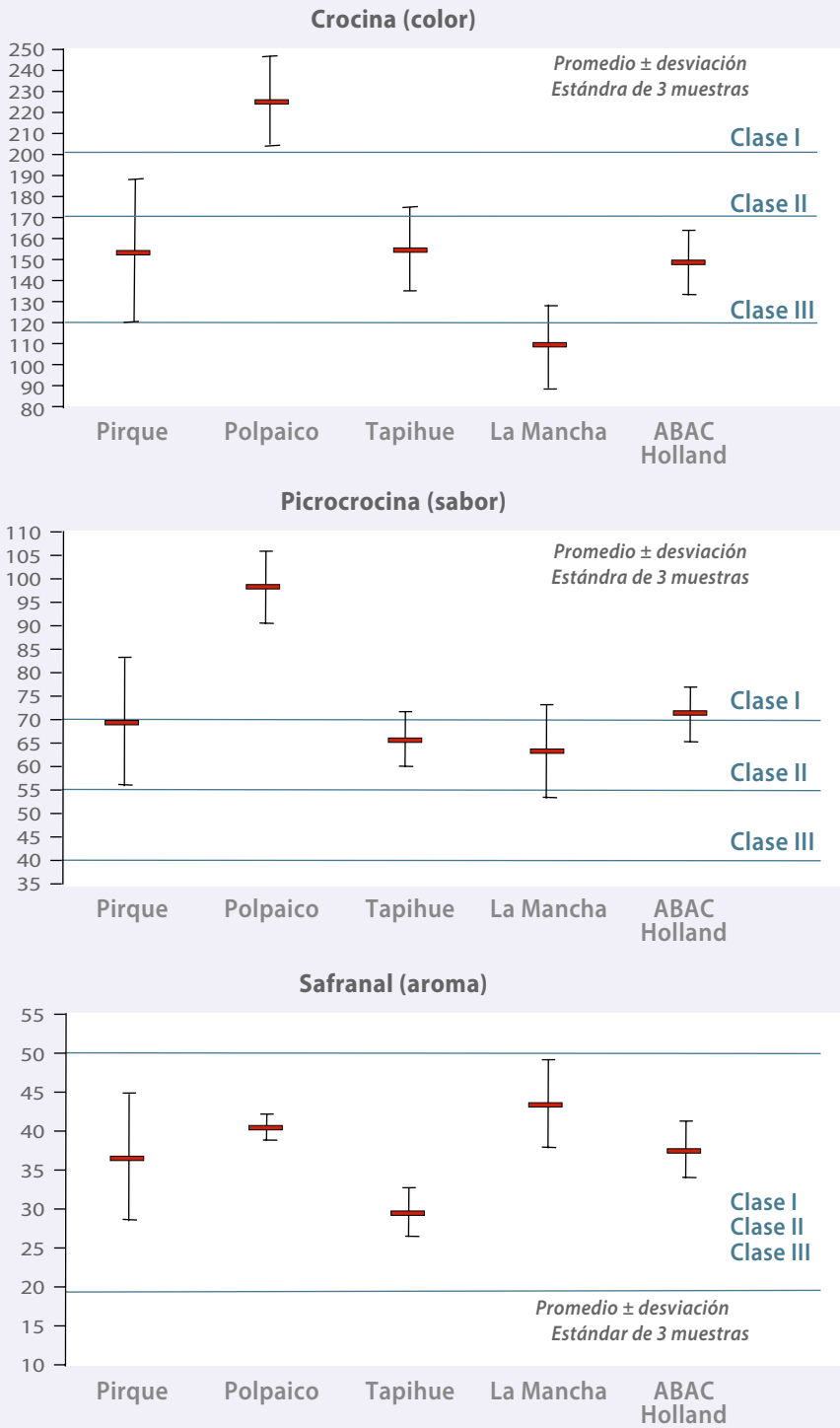
Las tres muestras de producto nacional cumplieron los requisitos de la norma para safranal (molécula responsable del aroma), calificaron en Clases I y II en picrocrocina (sabor) y en Clases I y III en crocina (color). Todas las muestras en los tres parámetros calificaron en categoría igual o superior a las muestras española y holandesa.

Cuadro 12. Clasificación según resultados de análisis de calidad de azafrán cosechado en tres unidades productivas

Localidad origen	Parámetro evaluado		
	Picrocrocina (sabor)	Safranal (aroma)	Crocina (color)
Pirque	Clase II	Cumple norma	Clase III
Polpaico	Clase I	Cumple norma	Clase I
Tapihue	Clase II	Cumple norma	Clase III

Fuente: elaboración propia a partir de proyecto precursor.

Figura 7. Detalle de resultados análisis de laboratorio en muestras de azafrán de unidades demostrativas y datos de referencia



Fuente: elaboración propia a partir de proyecto precursor.

2.1.8. Difusión del proyecto

Durante el proyecto se realizaron numerosos talleres, exposiciones y días de campo para agricultores e interesados en el cultivo, tanto con agricultores de la región como con otros provenientes de distintas zonas del país. El proyecto tuvo bastante difusión a través de medios de comunicación, lo que motivó que agricultores de diferentes zonas conocieran la iniciativa y se interesaran por probar el cultivo. Es así como en el 2017 se integran productores medianos a los cuales se les hace entrega de cormos para cultivar en sus predios, asumiendo el riesgo de los resultados. Posteriormente, la base de productores aumentó en 16 parcelas en varias regiones, lo que multiplica el impacto y ofrece interesantes alternativas de evaluación del cultivo bajo distintas condiciones edafoclimáticas.



Día de campo en predio Tapihue (proyecto precursor).

2.1.9. Gira tecnológica europea

Se realiza una visita a instalaciones del proveedor holandés, y a productores y procesadores de Italia, Grecia, España, Suiza y Bulgaria, donde se exploran tecnologías para hacer más eficiente el proceso, se fortalecen lazos técnicos y comerciales, y se conoce la experiencia de grupos de pequeños y medianos productores.

2.1.10. Establecimiento de relaciones comerciales

Desde la importación de los cormos se inició una relación de colaboración con el proveedor holandés, que aportó también su experiencia y *know how* del proceso productivo. Producto de esta relación se estableció un acuerdo de mediano plazo para la comercialización del producto en el mercado internacional, una vez que se obtenga una segunda cosecha y se analicen sus parámetros de calidad.

2.2. Resultados validados del proyecto

A partir de los diversos ensayos y evaluaciones realizadas en el transcurso del proyecto, lograron validarse los siguientes elementos tecnológicos y económicos que resultan claves para el cultivo de azafrán en la zona estudiada:

- Protocolo de cosecha: las flores recién brotadas deben ser cortadas en la mañana, idealmente antes que estas se abran. Se pueden guardar en un contenedor seco a 4°C hasta por 8 horas, en espera de la separación de las flores del estigma. Se separan manualmente abriendo la flor y conservando el pistilo completo evitando contaminación desde el estambre.
- Protocolo de secado: las hebras de azafrán se depositan sobre la bandeja de un deshidratador comercial con control de temperatura, a 45 °C por 1 hora, con lo cual alcanzan un nivel de humedad estable cercana al 10 % sin alterar sus características. Posteriormente se almacena en lugar seco, frío y libre de humedad. Se debe esperar al menos un mes antes de su uso como especia.
- Los pequeños agricultores tienen limitaciones para dedicarse de lleno al cultivo de azafrán, en parte por reticencia al cambio, pero principalmente porque no están dispuestos a reemplazar cultivos que generan retornos en el corto plazo por otro cultivo que requiere un acondicionamiento previo del terreno y cuya rentabilidad se obtiene luego de varias temporadas. Por otra parte, el incipiente conocimiento del cultivo implica una permanente asesoría y monitoreo. Esta limitación podría abordarse mediante un esquema colaborativo, como el implementado en la Viña Veramonte, donde el agricultor aporta con su trabajo sin necesidad de invertir, reduciendo las barreras de entrada.
- Con la incorporación de nuevos agricultores, en zonas tan diversas como Panquehue, Quillota, Caleu, Parral, Talca, Itata, Melipilla, Rengo, Yumbel, Chiloé, Aculeo, Bатуco, Cajón del Maipo y Chile Chico, se ha podido constatar que el azafrán se adapta a una gran diversidad de zonas edafoclimáticas del país. Entre las regiones de Coquimbo y de La Araucanía los cormos plantados se desarrollaron de buena forma y florecieron en la segunda temporada bajo las condiciones propias del lugar, sin intervención externa para inducir la floración o hacer crecer los cormos.
- Se estableció un protocolo adecuado para la desinfección de cormos, que permite la introducción de cormos desde el campo y su cultivo en condiciones estériles *in vitro*. Además, se generó una metodología para la multiplicación de cormos de azafrán *in vitro*, seleccionando el medio de cultivo más adecuado para su desarrollo. Finalmente se validó un método efectivo para la transición del cormo desde el medio de cultivo hacia el campo, preparándolo para condiciones de baja humedad.

- Es técnicamente factible obtener multiplicación de cormos viables *in vitro*, a través de protocolos de desinfección, crecimiento en medios de cultivo y adaptación para su tras-paso a la tierra. Sin embargo, los costos de este proceso superan largamente el costo de multiplicación en campo y aún el costo de la importación, por lo cual no es viable económicamente. Por lo tanto, siendo el costo de cada cormo el factor clave para su ma-sificación, se recomienda la multiplicación en campo como método de elección.

2.3. Los productores del proyecto hoy

Actualmente el proyecto sigue en desarrollo con los módulos productivos ya establecidos, en Casablanca, Polpaico, Viña Veramonte y Escuela Agrícola de Chincolco.

El módulo de Casablanca es el que cuenta con la mayor superficie y que opera como cabe-cera, y es donde se ha hecho la mayoría de las pruebas de densidad, rendimiento y marco de plantación, entre otras.

La empresa del módulo Polpaico continúa trabajando y con planes de expandir su superfi-cie. Los usuarios de Prodesal que trabajan en el predio de Viña Veramonte dedican tiempo al cultivo como complemento a sus actividades diarias, mientras que en la Escuela Agrícola de Chincolco se sigue trabajando con el objetivo principal de docencia a los alumnos.

Nuevos agricultores de diversas regiones se han acercado al proyecto y han solicitado ma-terial para instalar módulos en sectores como Panquehue, Quillota, Caleu, Parral, Talca, Itata, Melipilla, Rengo, Yumbel, Chiloé, Aculeo, Batuco, Cajón del Maipo y Chile Chico.



El valor del proyecto precursor y aprendizaje

El presente proyecto, en conjunto con otra iniciativa desarrollada en la Región de Tarapacá, constituyen los esfuerzos más sistemáticos por implementar el cultivo de azafrán en Chile con fines comerciales. En los últimos 3 años se han logrado grandes avances para superar el poco conocimiento existente sobre su manejo agronómico, y se han evaluado esquemas de riego, fertilización, control de malezas, protocolos de cosecha y deshidratación de estigmas, entre otros aspectos indispensables para orientar posibles inversiones.

El interés suscitado ha permitido introducir el cultivo en zonas agroecológicas muy diversas, demostrando una alta tolerancia a variadas condiciones de clima y suelo, en riego y en secano. La planta se ha adaptado favorablemente, ha logrado brotar y florecer. Sin embargo, el origen del material desde el hemisferio norte dificulta su adaptación al ciclo natural de nuestro país, lo que generó uno o dos años sin resultados por la falta de sincronía. Eso se ha mejorado parcialmente por tratamiento de inducción floral en el origen, pero la condición





aún persiste. Incluso en otros países se describe también que al realizar una nueva plantación es esperable un primer año sin floración, siendo una característica propia de la planta.

El cultivo se caracteriza por un establecimiento y desarrollo lento, donde es necesario dar las condiciones para que los cormos engorden y se multipliquen adecuadamente para obtener una descendencia con potencial de floración. En este periodo inicial la productividad en azafrán puede ser baja, pero esto es necesario para dar sustentabilidad al cultivo.

En relación con lo anterior, la disponibilidad y costo de los cormos constituye una fuerte limitante, ya que resulta poco accesible para muchos agricultores realizar una inversión inicial de un gran número de cormos. Por ello, el modelo más apropiado es empezar con pequeñas superficies y bajo número de cormos, para luego ir incrementando la densidad y el número, producto de la multiplicación en el terreno.

Los rendimientos obtenidos han sido variables, tal como se describe en la literatura, ya que dependen de diversos factores que no han sido totalmente estandarizados. Sin embargo, se ha podido comprobar que es posible alcanzar rendimientos acordes a lo descrito en otras latitudes, lo cual puede ser optimizado a través de diversos manejos.

Las características del cultivo permiten plantear modelos asociativos para su desarrollo, donde existan centros multiplicadores que transfieran material a agricultores, los que a su vez pueden seguir multiplicando y comenzar a cosechar.

El protocolo de cosecha y secado requiere mano de obra entrenada y comprometida, pero no tecnología ni maquinaria compleja. Una superficie pequeña, de 1.000 m² por ejemplo, podría ser eventualmente cosechada sin problemas por una familia. En superficies mayores, de una hectárea por ejemplo, puede surgir el problema de que la floración se produzca en forma súbita y sea necesario disponer de 30 personas en un solo día.

Si bien las cosechas obtenidas aún son incipientes, es posible hacer una proyección económica que muestra un retorno positivo en un horizonte de 8 a 9 años, lo que corresponde a 2 ciclos de producción. La apertura del mercado nacional, poco conocedor y consumidor del producto, así como la exploración de mercados más atractivos fuera del país, podría mejorar los ingresos y adelantar el retorno de lo invertido. Sin embargo, por esencia el azafrán es un negocio de largo aliento, por lo cual puede ser visto como una actividad complementaria en una explotación agrícola.



Anexos

Anexo 1. Cuadros de análisis económico

Anexo 2. Bibliografía consultada

Anexo 3. Visitas y entrevistas realizadas

ANEXO 1. Cuadros de análisis económico

Cuadro 13. Costos unitarios y volumen de mano de obra, maquinaria e insumos proyecto azafrán (años 0 a 10)

ÍTEM	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Mano de obra										
Valor unitario (\$/jornada)	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
Siembra (N° jornadas hombre)	1,0	3,2	1,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0
Recolección (N° jornadas hombre)	0,0	21,6	46,1	76,8	76,8	49,9	301,9	503,2	503,2	327,1
Postura cercos (N° jornadas hombre)	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
Otras labores (N° jornadas hombre)	3,1	9,9	3,2	3,2	3,2	3,2	20,8	20,8	20,8	20,8
Levantamiento cormos (N° jornadas hombre)	1,0	3,2	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	6,7
Maquinaria										
Valor unitario (\$/jornada máquina)	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
Labores plantación nueva (N° jornadas máquina)	1,0	3,2	1,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0
Labores mantención plantación (N° jornadas máquina)	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,0	1,7	1,7	1,7
Insumos										
Insumos cerca										
Costo unitario (\$/metro lineal)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
N° metros lineales	403	0	0	0	0	0	845	0	0	0
Fungicidas										
Costo unitario (\$/kg)	7.713	7.713	7.713	7.713	7.713	7.713	7.713	7.713	7.713	7.713
N° kg fungicida	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	0,0	0,0
Herbicidas										
Costo unitario (\$/litro)	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000
N° litros herbicida	1,0	2,7	0,9	0,9	0,9	0,9	6,7	5,6	5,6	5,6
Fertilizantes										
Costo unitario (\$/kilogramo)	776	776	776	776	776	776	776	776	776	776
N° kilogramos fertilizante	75,7	242,2	77,5	77,5	77,5	77,5	507,9	507,9	507,9	507,9
Materiales riego										
Costo unitario (\$ global/1.000 m ² superficie en mantención)	144.400	144.400	144.400	144.400	144.400	144.400	144.400	144.400	144.400	144.400
Superficie riego en mantención (miles m ²)	3,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	6,7	0,7	0,7	0,7

Fuente: elaboración propia a partir de proyecto precursor.

Cuadro 14. Costos unitarios y volumen de mano de obra, maquinaria e insumos proyecto azafrán (años 11 a 18)

ÍTEM	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
Mano de obra								
Valor unitario (\$/jornada)								
Siembra (N° jornadas hombre)	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
Recolección (N° jornadas hombre)	44,0	0,0	0,0	0,0	288,0	0,0	0,0	0,0
Postura cercos (N° jornadas hombre)	1.978,2	3.296,9	3.296,9	2.143,0	12.960,9	21.601,4	21.601,4	14.040,9
Otras labores (N° jornadas hombre)	26,4	0,0	0,0	0,0	172,8	0,0	0,0	0,0
Levantamiento cormos (N° jornadas hombre)	136,3	136,3	136,3	136,3	892,9	892,9	892,9	892,9
Maquinaria	0,0	0,0	0,0	44,0	0,0	0,0	0,0	288,0
Valor unitario (\$/jornada máquina)								
Labores plantación nueva (N° jornadas máquina)	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
Labores mantención plantación (N° jornadas máquina)	44,0	0,0	0,0	0,0	288,0	0,0	0,0	0,0
Insumos	0,0	11,0	11,0	11,0	0,0	72,0	72,0	72,0
Insumos cerca								
Costo unitario (\$/metro lineal)								
N° metros lineales	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Fungicidas	5.539	0	0	0	36.290	0	0	0
Costo unitario (\$/kg)								
N° kg fungicida	7.713	7.713	7.713	7.713	7.713	7.713	7.713	7.713
Herbicidas	87,9	0,0	0,0	0,0	576,0	0,0	0,0	0,0
Costo unitario (\$/litro)								
N° litros herbicida	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000
Fertilizantes	44,0	36,8	36,8	36,8	288,0	240,9	240,9	240,9
Costo unitario (\$/kilogramo)								
N° kilogramos fertilizante	776	776	776	776	776	776	776	776
Materiales riego	3.327,5	3.327,5	3.327,5	3.327,5	21.801,9	21.801,9	21.801,9	21.801,9
Costo unitario (\$ global/1.000 m ² superficie en mantención)								
Superficie riego en mantención (miles m ²)	144.400	144.400	144.400	144.400	144.400	144.400	144.400	144.400

Fuente: elaboración propia a partir de proyecto precursor.

Cuadro 15. Parámetros de desarrollo proyecto azafrán (años 0 a 10)

Parámetro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
N° cormos en terreno	10.000	32.000	102.400	307.200	430.080	559.104	670.925	2.012.774	2.817.884	3.663.249
Superficie cultivada total (m ²)	1.000	3.200	1.024	1.024	1.024	1.024	6.709	6.709	6.709	6.709
Superficie cultivada plantación nueva (m ²)	1.000	3.200	1.024				6.709			
Superficie cultivada terreno nuevo (m ²)	1.000						6.709			
Superficie cultivada temporada con levantamiento cormos (m ²)	1.000	3.200				1.024				6.709
Azafrán cosechado (kg)	0,00	0,58	1,23	2,05	2,05	1,33	8,05	13,42	13,42	8,72

Fuente: elaboración propia a partir de proyecto precursor.

Cuadro 16. Parámetros de desarrollo proyecto azafrán (años 11 a 18)

Parámetro	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
N° cormos en terreno	4.395.899	13.187.698	18.462.777	24.001.610	28.801.932	86.405.796	120.968.115	157.258.550
Superficie cultivada total (m ²)	43.959	43.959	43.959	43.959	288.019	288.019	288.019	288.019
Superficie cultivada plantación nueva (m ²)	43.959				288.019			
Superficie cultivada terreno nuevo (m ²)	43.959				288.019			
Superficie cultivada temporada con levantamiento cormos (m ²)				43.959				288.019
Azafrán cosechado (kg)	52,75	87,92	87,92	57,15	345,62	576,04	576,04	374,43

Fuente: elaboración propia a partir de proyecto precursor.

Cuadro 17. Flujo de ingresos y egresos proyecto azafrán (años 0 a 10)

	Año 0	Ciclo baja densidad		Ciclo alta densidad 1				Ciclo alta densidad 2			
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
COSTOS (\$)		1.524.845	1.126.336	1.002.153	1.415.849	1.415.849	1.002.153	9.102.873	9.070.769	9.070.769	6.360.233
Mano de obra		91.200	606.720	804.454	1.279.590	1.279.590	865.894	5.335.194	8.383.876	8.383.876	5.673.340
Siembra		16.000	51.200	16.384	0	0	0	107.348	0	0	0
Recolección		0	345.600	737.280	1.228.800	1.228.800	798.720	4.830.659	8.051.098	8.051.098	5.233.213
Postura cercos		9.600	0	0	0	0	0	64.409	0	0	0
Otras labores		49.600	158.720	50.790	50.790	50.790	50.790	332.779	332.779	332.779	332.779
Levantamiento cormos		16.000	51.200	0	0	0	16.384	0	0	0	107.348
Maquinaria		80.000	256.000	81.920	20.480	20.480	20.480	536.740	134.185	134.185	134.185
Labores plantación nueva		80.000	256.000	81.920	0	0	0	536.740	0	0	0
Labores mantención plantación		0	0	0	20.480	20.480	20.480	0	134.185	134.185	134.185
Insumos		1.353.645	263.616	115.779	115.779	115.779	115.779	3.230.939	552.708	552.708	552.708
Insumos cerca		806.400	0	0	0	0	0	1.690.730	0	0	0
Fungicidas		15.425	0	0	0	0	0	103.490	0	0	0
Herbicidas		11.000	29.440	9.421	9.421	9.421	9.421	73.802	61.725	61.725	61.725
Fertilizantes		58.740	187.968	60.150	60.150	60.150	60.150	394.101	394.101	394.101	394.101
Materiales riego		462.080	46.208	46.208	46.208	46.208	46.208	968.815	96.882	96.882	96.882
INVERSIÓN (\$)											
Cormos	2.200.000										
INGRESOS											
Venta azafrán		0	806.400	1.720.320	2.867.200	2.867.200	1.863.680	11.271.537	18.785.894	18.785.894	12.210.831

Fuente: elaboración propia a partir de proyecto precursor.

Cuadro 18. Flujo de ingresos y egresos proyecto azafrán (años 11 a 18)

	Ciclo alta densidad 3				Ciclo alta densidad 4			
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
COSTOS (\$)	59.642.023	59.431.679	59.431.679	38.050.904	329.098.077	365.669.331	365.669.331	249.309.525
Mano de obra	34.956.191	54.931.158	54.931.158	37.171.724	229.032.964	359.908.944	359.908.944	243.549.138
Siembra	703.344	0	0	0	4.608.309	0	0	0
Recolección	31.650.475	52.750.791	52.750.791	34.288.014	207.373.911	345.623.186	345.623.186	224.655.071
Postura cercos	422.006	0	0	0	2.764.985	0	0	0
Otras labores	2.180.366	2.180.366	2.180.366	2.180.366	14.285.758	14.285.758	14.285.758	14.285.758
Levantamiento cormos	0	0	0	703.344	0	0	0	4.608.309
Maquinaria	3.516.719	879.180	879.180	879.180	23.041.546	5.760.386	5.760.386	5.760.386
Labores plantación nueva	3.516.719	0	0	0	23.041.546	0	0	0
Labores mantención plantación	0	879.180	879.180	879.180	0	5.760.386	5.760.386	5.760.386
Insumos	21.169.112	3.621.342	3.621.342	0	77.023.567	0	0	0
Insumos cerca	11.077.666	0	0	0	72.580.869	0	0	0
Fungicidas	678.067	0	0	0	4.442.698	0	0	0
Herbicidas	483.549	404.423	404.423	404.423	3.168.213	2.649.778	2.649.778	2.649.778
Fertilizantes	2.582.151	2.582.151	2.582.151	2.582.151	16.918.255	16.918.255	16.918.255	16.918.255
Materiales riego	6.347.679	634.768	634.768	634.768	41.589.990	4.158.999	4.158.999	4.158.999
INVERSIÓN (\$)								
Cormos								
INGRESOS								
Venta azafrán	73.851.108	123.085.180	123.085.180	80.005.367	483.872.460	806.454.100	806.454.100	524.195.165

Fuente: elaboración propia a partir de proyecto precursor.

Cuadro 19. Flujo de ingresos netos proyecto azafrán (años 0 a 10)

	Año 0	Ciclo baja densidad		Ciclo alta densidad 1				Ciclo alta densidad 2			
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
FLUJO	-2.200.000	-1.524.845	-319.936	718.167	1.451.351	1.451.351	861.527	2.168.664	9.715.125	9.715.125	5.850.598

Fuente: elaboración propia a partir de proyecto precursor.

Cuadro 20. Flujo de ingresos netos proyecto azafrán (años 11 a 18)

	Ciclo alta densidad 3				Ciclo alta densidad 4			
	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18
FLUJO	14.209.085	63.653.501	63.653.501	41.954.463	154.774.383	440.784.770	440.784.770	274.885.640

Fuente: elaboración propia a partir de proyecto precursor.

ANEXO 2. Bibliografía consultada

Bibliografía consultada

- Alonso, G. y A. Sánchez. 2007. Libro blanco Azafrán en Europa. Problemas y estrategias para valorizar la calidad y mejorar la competitividad.
<http://www.europeansaffron.eu/archivos/Libro_Blanco_espanol.pdf>
- CIDERH, 2013. Recursos hídricos Región de Tarapacá. Diagnóstico y sistematización de la información. Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos, Universidad Arturo Prat. <<https://www.ciderh.cl/recursos-hidricos-region-de-tarapaca>>
- Crop & Food Research. 2003. Growing saffron - the world's most expensive spice. Broad sheet Number 20, August 2003. New Zealand Institute for Crop & Food Research Ltd. A Crown Research Institute.
- Herrero, G. 2002. Estudio sobre el Azafrán. Escuela Universitaria Politécnica de Zaragoza. Nº de proyecto A.202.57. 115p.
<<https://www.azajiazafrandeteruel.com/uploads/abm0darf23otxjnps2nf.pdf>>
- International Organization for Standardization. 2011. Spices - Saffron (*Crocus sativus* L.) - Part 1: Specification.
- ITAP, 2013. El cultivo del azafrán en Castilla-La Mancha. Boletín Nº 88, septiembre, 2013. Instituto Técnico Agronómico de Albacete, Diputación de Albacete.
<https://doazafrandelamancha.com/images/documentos/sabermas/Cultivo_azafran_CLM.pdf>
- L. Poggi y J. Portela, 2019. Recomendaciones para la producción de azafrán especia. Actualización 2019. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.
<https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_recomendaciones_para_la_produccion_de_azafran_especia_actualizacion_2019.pdf>
- M. Gómez, C. Lorenzo y J. Mondéjar. 2018. Plan de marketing para la marca DOP Azafrán de La Mancha. Área de Marketing, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Castilla-La Mancha.
<<https://doazafrandelamancha.com/images/PDF/Plan%20de%20marketing%20estrategico%20Azafran%20de%20La%20Mancha%20UCLM%202018.pdf>>
- Martín G., 2014. Azafrán I (*Crocus sativus* L.). Reduca (Biología). Serie Botánica. 7 (2): 71-83, 2014.
<<https://eprints.ucm.es/27837/1/AZAFR%C3%81N%20Gema%20mart%C3%ADn.pdf>>

ODEPA, 2019. Región de Valparaíso. Información regional 2019. Actualización marzo de 2019. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura, Chile.

<<https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/Valparaiso.pdf>>

Palmero, M. 2016. Procesos tecnológicos sobre el azafrán. Trabajo fin de grado, Facultad de Farmacia Universidad Complutense.

<<http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/MARIA%20SOLEDAD%20PALMERO%20AUGUSTO.PDF>>

Páginas web consultadas

el diario.es, 2018. La capital del azafrán iraní mira más allá de los cultivos.

<https://www.eldiario.es/economia/capital-azafran-irani-mira-cultivos_0_836416523.html>

Consulta: [10 agosto 2019].

Lanza, Diario de La Mancha. 2018. Cultivo del azafrán, el campo manchego extiende en noviembre sus alfombras moradas.

<<https://www.lanzadigital.com/campo-2/arranca-la-campana-de-azafran-de-castilla-la-mancha-con-alzas-medias-previstas-del-25/>>

Consulta: [10 agosto 2019].

Azafrán de La Mancha DOP. Estadísticas 2018.

<<https://doazafrandelamancha.com/es/datos-estadisticos.html>>

Consulta: [30 septiembre 2019].

Comisión Europea; Agricultura y Desarrollo Rural; Database of Origin and Registration - DOOR. <<https://ec.europa.eu/agriculture/quality/door/list.html>>

Consulta: [10 septiembre 2019].

ANEXO 3. **Visitas y entrevistas realizadas**

Nombre	Cargo	Lugar	Fecha
Cristian Holzmann	Coordinador proyecto y gerente de Kelumilla SPA	Entrevista y visita a terreno proyecto Casablanca, en producción	26 de septiembre 2019
Rafael Peña	Productor asociado y representante Agrícola Polpaico	Entrevista y visita a terreno en Tiltill, en producción	26 de septiembre 2019
Productores asociados grupo Prodesal Casablanca		Visita a terreno a módulo en Viña Veramonte, en producción	26 de septiembre 2019

137

