



Fundación para la
Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA

RESULTADOS Y LECCIONES EN

Introducción del cultivo de azafrán en Tarapacá

PLANTAS MEDICINALES, AROMÁTICAS Y ESPECIAS



Proyecto de innovación en
Región de Tarapacá



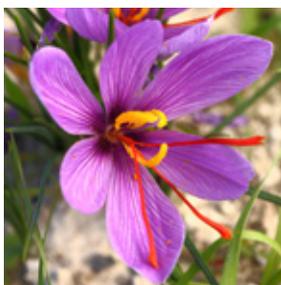


1 4 0



RESULTADOS Y LECCIONES EN

Introducción del cultivo de azafrán en Tarapacá



Proyecto de innovación en
Región de Tarapacá

Valorización a noviembre de 2019



Agradecimientos

En la realización de este trabajo agradecemos sinceramente la colaboración de los profesionales vinculados al proyecto, en especial a José Delatorre Herrera y José Delatorre Castillo, académicos de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Arturo Prat, Iquique, y a los agricultores entrevistados.

Resultados y lecciones en

Introducción del cultivo de azafrán en Tarapacá

Proyecto de innovación en Región de Tarapacá

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

FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Santiago de Chile, septiembre 2020

Registro de Propiedad Intelectual N° 2020-A-7745

ISBN 978-956-328-253-5

ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO

Sergio Lara Pulgar, Médico Veterinario y consultor.

REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS

Gabriela Casanova, Fundación para la Innovación Agraria.

FOTOGRAFÍAS

Archivo FIA, archivo Guillermo Feuerhake

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 silvoagroatimentario 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 silvoagroatimentario 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 “Diversificación de la oferta agrícola en la Provincia del Tamarugal a través de la introducción del cultivo del azafrán (*Crocus sativus* L.) en el desierto chileno”. Este tuvo como objetivo introducir el cultivo de azafrán en la Pampa del Tamarugal, especie que se adaptaría a los efectos del cambio climático, orientada como alternativa productiva para la agricultura familiar, y que permitirá potenciar la diversificación de la oferta agrícola y económica de la zona.

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”	10
2.1. Objetivo	10
2.2. Perspectivas del mercado	19
2.3. Estrategia de implementación	30
2.4. Gestión	41
2.5. El proyecto de inversión	41
2.6. Rentabilidad esperada	43
3. Alcance del negocio	46
4. Claves de viabilidad.....	46
5. Asuntos por resolver	47

Sección 2. El proyecto precursor..... 49

1. El entorno económico y social	49
2. El proyecto	51
2.1. Etapas del proyecto.....	51
2.2. Resultados validados del proyecto.....	55
2.3. Los productores del proyecto hoy.....	59

Sección 3. El valor del proyecto precursor y aprendido..... 61

Sección 4. Anexos

1. Cuadros de análisis económico	66
2. Bibliografía consultada	78
3. Visitas y entrevistas realizadas.....	80

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 del azafrán en la Región de Tarapacá, a partir de un proyecto financiado por la Fundación para la Innovación Agraria FIA en esa región. Se espera que esta información, que se ha sistematizado en la forma de un 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.



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

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 de la ejecución de un proyecto financiado por FIA (proyecto precursor²) denominado “Diversificación de la oferta agrícola en la Provincia del Tamarugal a través de la introducción del cultivo del azafrán (*Crocus sativus* L.) en el desierto chileno”. La finalidad de esta iniciativa fue contribuir a la diversificación productiva de la agricultura en la Región de Tarapacá mediante la introducción del cultivo de azafrán adaptado a las condiciones edafoclimáticas y de manejo de la Pampa del Tamarugal.

El proyecto, desarrollado entre los años 2016 y 2019, fue ejecutado por la Universidad Arturo Prat en asociación con agricultores de la Región de Tarapacá, donde se implementaron los ensayos y pilotos.

► 2. El plan de negocios “aprendido”

2.1. Objetivo

El propósito de este plan de negocios es introducir el cultivo de azafrán en el extremo norte de Chile, enfocado en pequeñas unidades productivas con uso intensivo de mano de obra familiar, 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 elevados márgenes por hectárea, con bajos requerimientos de riego y nutrientes, compatibles con una agricultura del desierto. Esto generaría una fuente importante de ingresos adicionales para las familias campesinas, posicionando además a la Pampa del Tamarugal como un territorio productivo, innovador y sustentable.

Características del cultivo

La especia denominada azafrán se define como los estigmas desecados de la flor de *Crocus sativus* L. (International Organization for Standardization, 2011). Es la especia más antigua conocida y utilizada por el hombre. Su origen no está del todo dilucidado, aunque se cree

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.

que proviene de las mesetas de Anatolia (actual Turquía); desde allí se difundió hacia Occidente por los desplazamientos de los pueblos árabes en el Mediterráneo. Se estima que en los siglos VIII y IX fue introducido en las penínsulas ibérica e itálica por los árabes, a partir de lo cual se ha difundido su presencia en los campos y en las cocinas de España e Italia. Sus virtudes son tan conocidas que ya eran mencionadas en el Antiguo Testamento, y en la mitología griega y romana (Herrero, G., 2002).

Además del azafrán, existen otras especies silvestres de *Crocus* utilizadas de manera ornamental o para adulterar el producto por sus similitudes morfológicas. La planta de azafrán es una autotriploide estéril, no produce semilla verdadera, por lo cual su única forma de propagación es vegetativa, a través de la formación anual de cormos de reemplazo. Por ello es que el único método de mejora genética convencional factible es la selección clonal (Alonso, G. y A. Sánchez, 2007)

Es una planta herbácea, perenne y geófito, con una altura normal de 30 a 60 cm. Forma un tallo subterráneo casi esférico, llamado bulbo o **cormo**, que cumple la función de propágulo. En estado de reposo, el cormo tiene una forma achatada y de color blanquecino con yemas en la parte superior que se desarrollan y florecen en otoño.



Campo azafrán en flor y detalle flor de azafrán.
Fuente: Alonso, G. y A. Sánchez, 2007

Planta azafrán exponiendo cormos y raíces. Fuente: Sánchez, A., 2018.

Las hojas emergen al mismo tiempo o inmediatamente después que aparecen las flores en el otoño. Son lineares (2 mm de ancho y 15 cm de largo), agrupadas en manojos de 6 a 10 hojas, de forma casi cilíndrica, erectas, de color verde oscuro y marcadas longitudinalmente con una franja central blanquecina en la cara interna y una nervadura en su parte externa. A finales de la primavera, estas hojas se secan. 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.

Dependiendo del tamaño del cormo puede haber uno o dos tallos por cormo, 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, de color amarillo rojizo o anaranjado, y emerge sobrepasando los tépalos con tres a cuatro centímetros de largo, que una vez deshidratados quedan reducidos a 2 cm. Son muy finos en su base y se van engrosando 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: flores más grandes producen estigmas más grandes y por lo tanto de mayor peso. Por lo tanto, para obtener 1 kg de azafrán se necesitan entre 100.000 y 166.000 flores (Poggy y Portela, 2019).



Hebras de azafrán. Fuente: INTA Argentina.

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

- **Etapa de dormancia o latencia:** se inicia al comienzo de la primavera-verano, con el aumento de temperatura y el marchitamiento de las hojas. Esta etapa es de suma importancia 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, en los inicios del verano, para finalizar con la aparición de las flores en el otoño, coincidente con la reaparición de las hojas en el cultivo.
- **Etapa vegetativa reproductiva:** 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.

El cultivo del azafrán

En líneas generales, el azafrán presenta características que lo hacen bastante flexible para ser cultivado en diversos entornos (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.
- 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 durante la cosecha de flores en otoño, levantamiento de cormos en octubre y plantación en verano.

El cultivo del azafrán se realiza en ciclos anuales, que varían según el país y zona de cultivo. En países del Medio Oriente es frecuente que las plantaciones puedan permanecer hasta 8 o 10 años. En Castilla-La Mancha, en España, se acostumbra realizar 5 ciclos anuales que ocurren en un total de 6 años calendario (ITAP, 2013). La evolución es como sigue:

- Ciclo 1: comienza con la siembra de los cormos. Se obtiene baja o nula producción, con una alta inversión.
- 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. Las razones son diversas, pero la más importante es que, debido 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 a 70% de los obtenidos en el ciclo anterior.
- Ciclo 5: los rendimientos disminuyen hasta el 30 o 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 el cultivo se eligen suelos ligeros, bien drenados, sin problemas de encharcamientos y con cultivos precedentes sin enfermedades, para de esta forma prevenir problemas fitosa-

nitarios. El azafrán es altamente sensible a los ataques de hongos como *Fusarium* y *Rhizoctonia*. Por esta razón, en muchos lugares los cormos son tratados antes de su plantación con fungicidas. Los cormos pueden sufrir daño por parte de roedores, mientras que las hojas también pueden ser afectadas por conejos, liebres y otros roedores.

El azafrán es un cultivo de desierto, está preparado para desarrollarse en ambientes secos, por lo cual puede desarrollarse como cultivo de secano. 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.

Para el inicio de una plantación se recomienda seleccionar cormos sanos y de tamaño medio o grande (al menos 20 mm de diámetro). 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.

En cada cormo se desarrollan yemas que se convierten en cormos nuevos, nutriéndose del que proceden, que se va agotando hasta morir, quedando reducido a una capa negruzca adherida a la base de 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.

Relacionado con lo anterior, la densidad de plantación también tiene una alta influencia sobre el rendimiento en el primer año de plantación, la que se ve atenuada en las temporadas siguientes. En el primer año de plantación el rendimiento en estigmas está claramente relacionado con el número de yemas florales, 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: <https://www.flordeplanta.com.ar>



Cormos con síntomas de ataque de hongos.

Fuente: Poggy 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 por el incremento en la temperatura del suelo. A mayor duración de los ciclos, la siembra debe ser más profunda, puesto que cada generación de cormos hijo se desarrolla sobre la anterior, por lo cual cada año se van haciendo más superficiales. Es por esta razón que se recomienda aporcar el cultivo cada año (Poggy y Portela, 2019).

Como se dijo, la densidad de plantación tiene una alta influencia sobre el rendimiento del primer año de plantación, la cual se va reduciendo en las campañas sucesivas. 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. Siendo España uno de los países con mayor tradición productiva, dispone de más información sobre rendimientos, como puede apreciarse en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. 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	1312,36
2006	16	1330	11,47	1312,36
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.



Aun así, estos datos son referenciales ya que los rendimientos indicados incluyen cultivos en distinto ciclo productivo, bajo distintas densidades, marcos de plantación y tamaño de cormos, entre otros factores específicos.

La cosecha y desbrizado de las flores es el período más crítico del cultivo, ya que una mala planificación o ejecución puede generar importantes pérdidas de 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 precoz, 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. La recolección, en la gran mayoría de los casos, se hace de forma manual cortando las flores por la base de la corola y colocándolas en pequeños canastos para evitar el aplastamiento de las mismas por el peso. Los rendimientos de recolección son variables, fluctúan entre 8 a 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 se han probado algunas máquinas para facilitar la recolección y dar mayor comodidad al trabajador, entre ellas modelos que van segando las flores a ras de tierra y transportándolas mediante una cinta elevadora a recipientes de almacenamiento. Estos métodos aumentan el rendimiento de la recolección, pero recogen impurezas, afectando la calidad del producto.



Máquina de recolección de flores de azafrán.
Fuente: ITAP, 2013.



Recolección manual de flores de azafrán asistida con maquinaria. Fuente: ITAP, 2013.

Las flores cortadas se trasladan a un ambiente seco y a la sombra para realizar el desbrizado o “monda”, que es el proceso de retirar el estigma trifurcado, separándolo 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.

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. Fuente: ITAP, 2013.



2.2. Perspectivas del mercado

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, también causantes del aroma del azafrán.

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, y son empleadas para certificar el azafrán en la mayoría de las transacciones comerciales internacionales.

Además de su uso en alimentación se describen también propiedades terapéuticas del azafrán, 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.



Azafrán en hebras envasado. Fuente: Azafrán de la Mancha.

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 los campos áridos de Irán. Otros países productores son Marruecos, España, Italia, Holanda, Afganistán, India e incluso Estados Unidos.

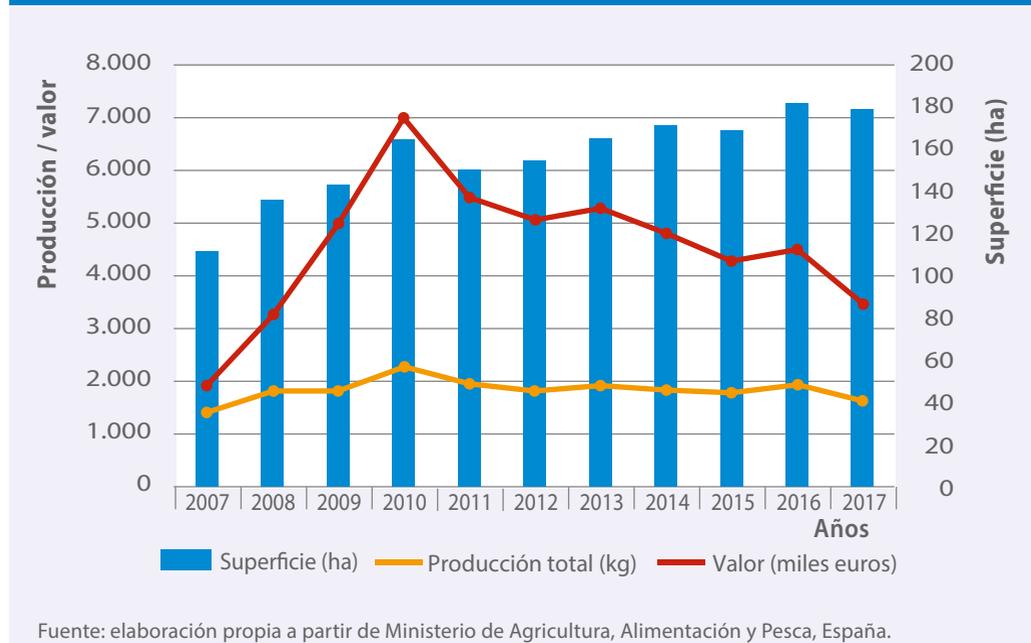
En Irán se cultiva principalmente en las provincias meridionales de Jorasán, Fars y Kerman. La localidad de Torbat Heidarié, en la provincia nororiental de Jorasán, con sus 9.000 hectáreas es considerada la capital iraní y mundial del azafrán. Cerca de 18.000 personas trabajan diariamente en sus campos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

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. Durante las

décadas de los años 70 y 80 la superficie del cultivo se estabiliza en torno a 4.000 ha. Es durante los años 90 cuando 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 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. 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", actualmente en proceso de registro.

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



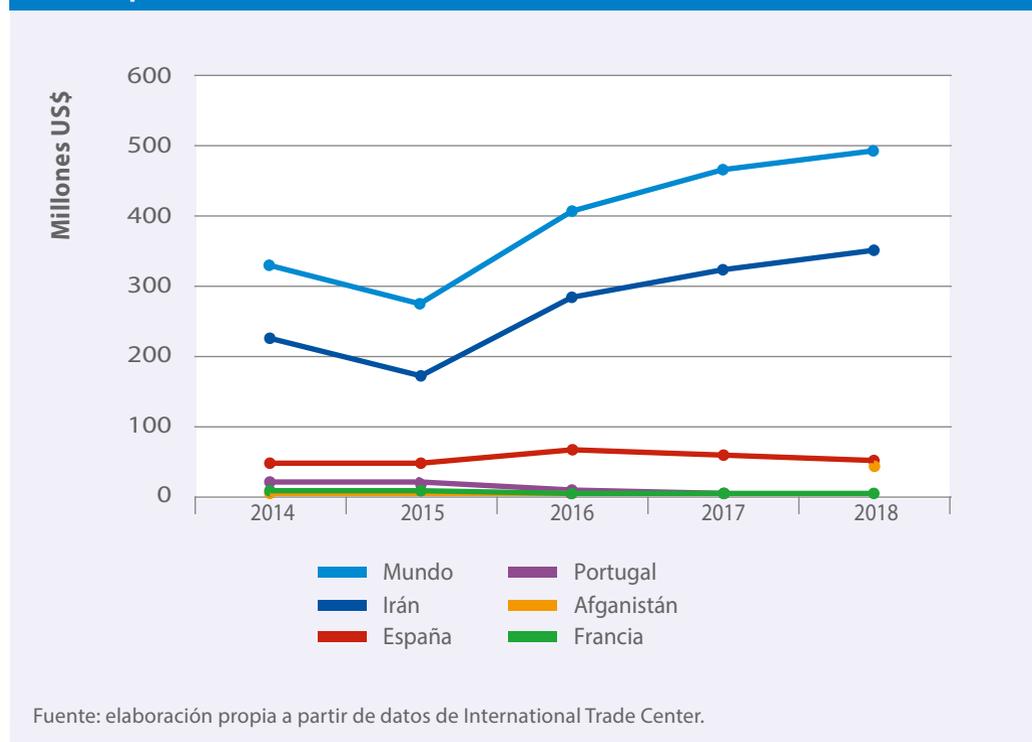
cerca de 80 pequeños productores, de media hectárea o menos, con una producción total de 10 kg. La mayoría de ellos trabaja de manera asociada con un proveedor de cormos y comprador del producto. Existe producción también en Nueva Zelanda, donde fuentes informales señalan que habría aproximadamente 5 productores de gran escala, y que la producción del país sería de unos 10 kg de azafrán.

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 de 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.

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

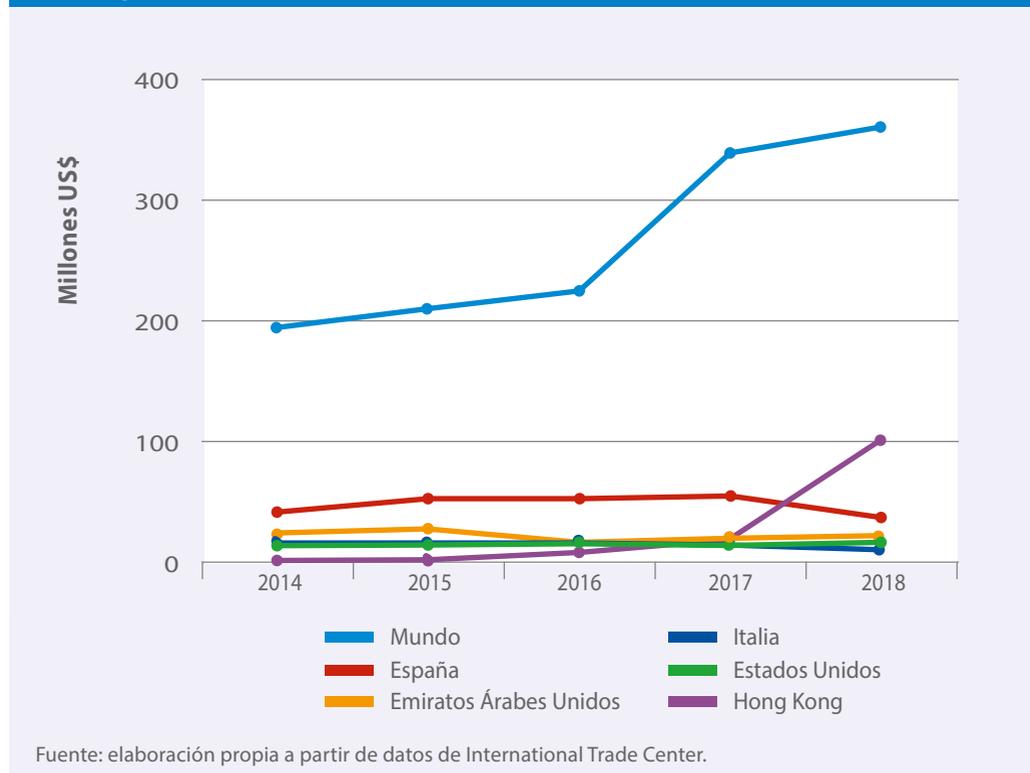


Irán lidera las exportaciones a nivel mundial, alcanzando un valor de US\$351 millones y una participación en el mercado del 71 % en el año 2018. Hasta el año 2015 sus exportaciones iban cayendo producto de las sanciones económicas promovidas por Estados Unidos; sin embargo, el 2015 estas sanciones se levantaron y con ello las exportaciones. Recientemente se han 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, 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



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.

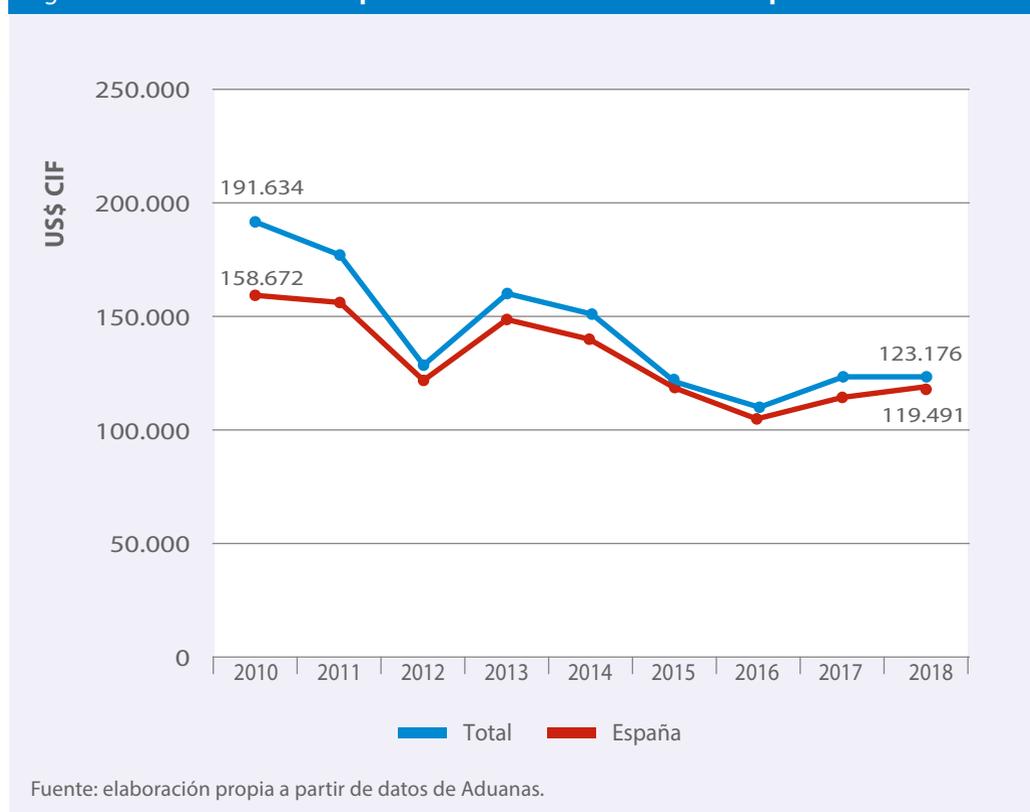
Mercado nacional

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 estos años el principal proveedor ha sido España, con una participación sobre el total que ha estado entre el 83 % en el 2010 y el 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 de 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 2. 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 información obtenida de las partidas detalladas de comercio exterior no permite derivar el valor unitario del producto importado, pues la información no se encuentra adecuadamente sistematizada en el número de unidades, envases y peso unitario.

La importación de cormos no puede ser descrita con el mismo nivel de 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 un solo 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 chilenas de cormos de azafrán 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 Zelanda, países que por ubicarse en el hemisferio sur podrían contar con material mejor adaptado a la estacionalidad de nuestro país.

Cuadro 3. 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 Zelanda	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.

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 tinciones.
- 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 4. 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 5. 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), % máx.			
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 del azafrán, en la mayoría de los países donde se desarrolla, enfrenta prácticamente las mismas limitaciones que Chile para su implementación y expansión. Entre ellas se encuentran:

- Los cormos para comenzar y propagar el cultivo son escasos y de elevado valor unitario.
- La inversión inicial es elevada, por lo cual generalmente se desarrolla en pequeñas superficies.
- El desarrollo y propagación del cultivo son lentos.
- La mayoría del material de propagación de buena calidad proviene del hemisferio norte, por lo cual requiere un periodo de adaptación 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 arrancados 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 con cultivos distintos, por un periodo prolongado antes de volver a cultivar azafrán. Diversas fuentes indican lapsos de al menos 5 años.
- Existe una relación de *trade off* entre la tasa de multiplicación de los cormos (necesaria para la expansión del cultivo) y el rendimiento en azafrán (necesario para rentabilizar la inversión).
- La cosecha y procesado posterior del azafrán es altamente intensiva en mano de obra en un corto periodo de tiempo, por lo cual en la mayoría de los países se desarrolla en pequeñas explotaciones donde puede realizarse un mejor control de los trabajadores.

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

- **Adquisición de cormos de buena calidad y de rápida aclimatación**

La experiencia del proyecto con cormos importados de Holanda demostró que tardan dos a tres años en lograr su adaptación y entrar en fase productiva. Si bien el producto cuenta con el respaldo de una empresa seria, en un país con gran experiencia en ese tipo de materiales, y es de buen calibre y condición sanitaria, resulta difícil de soslayar el prolongado periodo de adaptación para su puesta en marcha.



Alternativamente, existe en Chile una cierta capacidad instalada para la multiplicación de cormos, relacionada también con proyectos financiados por FIA, que permitiría acceder a un volumen importante de cormos multiplicados en suelo nacional y adaptados a la estacionalidad del hemisferio sur.

Por lo tanto, aun cuando los precios sean superiores, resulta más efectivo adquirir cormos en Chile para acelerar el proceso productivo, obteniendo rebrote y floración en la primera o segunda temporada.

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 para promover la multiplicación de cormos en las condiciones regionales, con el fin de ampliar la base productiva con material propio.

Esto requiere un manejo de las variables productivas para favorecer la multiplicación, aun cuando se afecte la floración, ya que ambos objetivos resultan contrapuestos.

- **Asociatividad**

La necesidad de alcanzar economías de escala para explotar el producto, agregar valor y desarrollar una estrategia comercial efectiva, requiere un volumen de producto que difícilmente podría ser alcanzado por un agricultor individual dada las necesidades de capital y mano de obra requerida. Un modelo asociativo colaborativo resulta ser una estrategia práctica y efectiva para poder multiplicar el material en paralelo en distintas unidades de pequeño tamaño, con bajas inversiones individuales, pero con aporte de tierra de cultivo, horas de trabajo y materiales que no comprometen la estabilidad económica de una pequeña explotación agrícola.



Modelo productivo propuesto

El modelo propuesto se fundamenta en los principios señalados anteriormente, y su estructura operativa se basa en un organismo gestor que realiza la inversión inicial en el material, instalación de módulo productivo para la multiplicación intensiva y cosecha, y una red de pequeños agricultores que participan del sistema asociativo multiplicando el material y transfiriéndolo al sistema.

Este modelo puede escalarse a distintos niveles dependiendo de la disponibilidad de recursos. Para efectos de modelamiento, en este caso se han usado los siguientes supuestos y parámetros:

- Se inicia con un volumen de 120.000 cormos, plantados en dependencias de módulo de multiplicación (gestor del proyecto).
- Se instala plantación a alta densidad, creciente en el tiempo.
- A partir del segundo año se comienza a hacer entregas sucesivas de cormos multiplicados en terreno y seleccionados por calibre a módulos de pequeños agricultores, con sistemas productivos sencillos y densidad media-baja.
- Los agricultores participantes reciben cormos sin costo, multiplican en terreno y realizan devolución parcial de cormos al organismo gestor, los que a su vez puede replantarlos o redistribuirlos.
- Luego de dos temporadas de entregas parciales, los agricultores participantes se hacen propietarios de la totalidad de los cormos. Después de un ciclo de 4 años (para no mermar rendimiento), los cormos son levantados y replantados en otro sector.
- En el módulo de multiplicación, todos los años los cormos son levantados, clasificados por calibre y replantados o distribuidos. La superficie se ajusta cada año según la densidad determinada y número de cormos disponibles. Al terminar el año 5, se levantan todos los cormos y se trasladan a otro terreno, repitiendo el proceso en ciclos de 4 años.
- Las unidades productivas de agricultores realizan ciclos sucesivos de 4 años a densidad constante, ajustando la superficie en cada ciclo, hasta alcanzar un límite establecido para cada unidad.
- El modelo permite a los agricultores crecer a un ritmo sostenido, utilizando ciclos cortos de 4 años para no entrar en la fase más decreciente de la producción.

El modelo base no incluye la venta de cormos, pues no es ese su objetivo principal, y considera solo la venta de azafrán a precio mayorista, sin mayor agregación de valor. Sin duda que en una estrategia integral debe considerarse la cadena comercial completa, pero para efectos de evaluación se analiza la productividad primaria, materia abordada durante la ejecución del proyecto precursor.

Como escenario alternativo, se considera la venta de cormos de calibre bajo-medio en la unidad de multiplicación, solo cuando existen excedentes al alcanzar la superficie máxima. En un tercer escenario, en la unidad de multiplicación se considera la venta de una fracción de cormos de todo calibre para adelantar la generación de ingresos.

A continuación, se presentan los principales parámetros del análisis, parte de los cuales fueron validados en el proyecto y otros son estimaciones a partir de la literatura.

Cuadro 6. Rendimiento producción de azafrán según densidad modelo productivo

Si se realizara un ciclo completo de 5 años	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Módulo Multiplicación Rendimiento con densidad 50 cormos/m ² (kg/ha)	0,0	14,0	21,0	24,0	17,0
Módulo Multiplicación Rendimiento con densidad 100 cormos/m ² (kg/ha)	0,0	21,0	31,5	36,0	25,5
Módulo Multiplicación Rendimiento con densidad 170 cormos/m ² (kg/ha)	0,0	29,0	43,5	49,7	35,2
Módulo Multiplicación Rendimiento con densidad 200 cormos/m ² (kg/ha)	0,0	31,5	47,3	54,0	38,3
Módulo Agricultor Rendimiento con densidad 50 cormos/m ² (kg/ha)	0,0	14,0	21,0	24,0	17,0

Fuente: elaboración propia.

El rendimiento en azafrán aumenta conforme aumenta la densidad de cormos, pero a una tasa menor, dado que los cormos cuentan con limitaciones de espacio y nutrientes para desarrollarse. En el caso del módulo multiplicador, dado que no se sigue un ciclo completo en suelo, los rendimientos obtenidos siempre corresponden al primer año de cosecha, es decir, al año 2 de acuerdo a este cuadro.

En relación con lo anterior, una mayor densidad determina también una menor proporción de cormos con calibre de floración, lo que afecta el rendimiento en azafrán. Este ajuste se observa en el cuadro siguiente.

Cuadro 7. Rendimiento producción de azafrán según densidad y porcentaje de cormos en tamaño de floración

Rendimiento de primer año de cosecha ajustado por densidad y % cormos calibre floración	Más de 30% calibre floración	20% - 30% calibre floración	< 20% calibre floración
Rendimiento con densidad 25 cormos/m ² (kg/ha)	8,0	6,0	4,0
Rendimiento con densidad 50 cormos/m ² (kg/ha)	14,0	10,5	7,0
Rendimiento con densidad 100 cormos/m ² (kg/ha)	21,0	15,8	10,5
Rendimiento con densidad 170 cormos/m ² (kg/ha)	29,0	21,7	14,5
Rendimiento con densidad 200 cormos/m ² (kg/ha)	31,5	23,6	15,8

Fuente: elaboración propia.

A baja densidad, la multiplicación de cormos es mayor. La tasa de multiplicación de cormos en un ciclo productivo (sin levantar cormos) es decreciente en el tiempo por aumento de la densidad y competencia entre los cormos, lo que es más marcado a densidades más altas. La multiplicación del primer año siempre es elevada, para cualquier densidad, pero de todos modos decrece a mayor densidad. Se considera mortalidad de un 15% de los cormos cosechados de calibre bajo y medio, ya sea por problemas sanitarios o por baja reserva de nutrientes.

Cuadro 8. Tasa multiplicación cormos modelo productivo

Tasa multiplicación según densidad (en ciclo completo)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Módulo Multiplicación densidad 50 cormos/m ² (kg/ha)	3,0	1,6	1,5	1,4	1,3
Módulo Multiplicación densidad 100 cormos/m ² (kg/ha)	2,7	1,4	1,3	1,3	1,2
Módulo Multiplicación densidad 170 cormos/m ² (kg/ha)	2,3	1,3	1,2	1,2	1,1
Módulo Multiplicación densidad 200 cormos/m ² (kg/ha)	2,0	1,2	1,2	1,1	1,1
Módulo Agricultor densidad 50 cormos/m ² (kg/ha)	3,0	1,6	1,5	1,4	1,3

Fuente: elaboración propia.

El módulo multiplicador, durante 4 años, hace entrega de un total de 60.000 cormos en calibre de floración a los módulos de agricultores. A su vez, estos hacen devolución del 25% de sus cormos, sin seleccionar calibre, durante 2 años.

Cuadro 9. Restricciones de superficie predial modelo productivo

Superficie máxima alcanzable	m ²
Módulo Multiplicación	40.000
Módulo multiplicación UNAP	
Módulo Agricultor	5.000
Módulo agricultor	

Fuente: elaboración propia.

Módulo Multiplicación

- Año 1: 120.000 cormos plantados en módulo de multiplicación a una densidad de 100 cormos/m². Al final de año se levanta todo.
- Años 2-3-4-5: se replantan todos los cormos grandes del año anterior, más todos los cormos calibre bajo-medio (limitado por superficie). Se transfieren cormos a agricultores.
- Año 6: comienza nuevo ciclo en terreno nuevo de mayor superficie. Se levanta todo a fin de año.
- Años 7-8-9: se replantan todos los cormos grandes del año anterior, más todos los cormos calibre bajo-medio (limitado por superficie). Si hay excedentes se venden.
- Año 10: comienza nuevo ciclo en terreno nuevo de mayor superficie. Se levanta todo a fin de año.
- Años 11-13: comienza nuevo ciclo en terreno nuevo de mayor superficie. Se levanta todo a fin de año.

El Módulo Agricultor 1 que se describe a continuación es representativo de todos los módulos. Durante 4 años se hace entrega de 10.000 cormos a 6 productores en cada año, con una superficie individual inicial de 400 m².

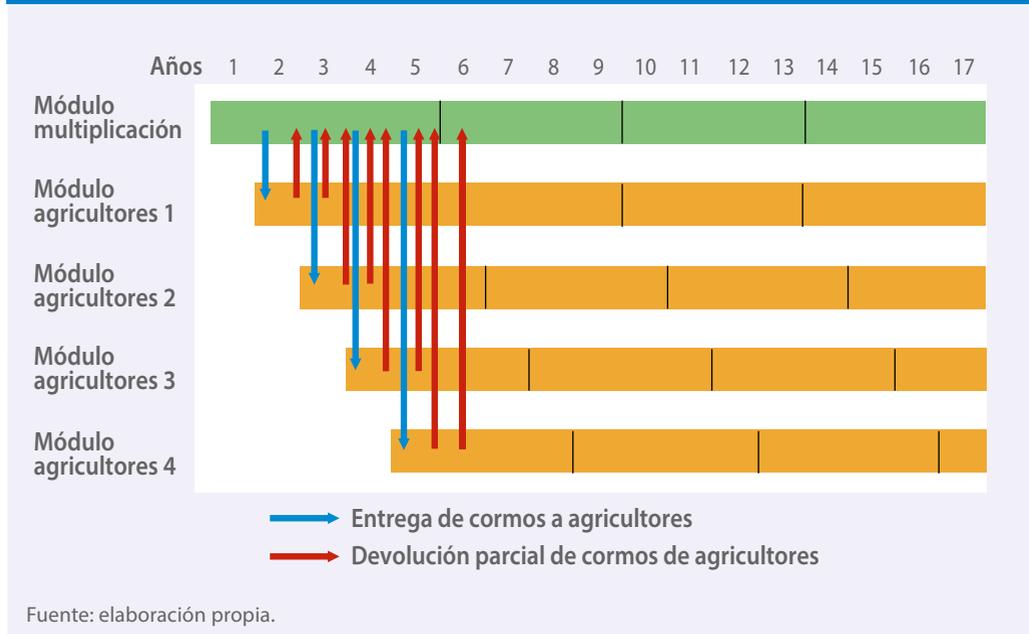
Módulo Agricultor 1

- Año 2: se reciben cormos tamaño floración de módulo multiplicador y se plantan a 25 cormos/m². A fin de temporada se devuelve 25% de cormos (todo calibre), el resto queda en suelo.
- Año 3: a fin de temporada se devuelve 25% de cormos (todo calibre), el resto queda en suelo.

- Año 4: se deja todo en suelo.
- Año 5: a fin de año se levanta todo, se dejan cormos tamaño floración para replante en terreno más grande. Cormos bajo calibre quedan disponibles para distribución o engorda en módulo multiplicador; cormos tamaño floración que no puedan ser plantados por limitación de superficie quedan disponibles para distribución.
- Año 6: se plantan cormos tamaño floración en mayor superficie con densidad 25 cormos/m².
- Años 7-8: se deja todo en suelo
- Año 9: a fin de año se levanta todo, se dejan cormos tamaño floración para replante en terreno más grande. Se repite ciclo.

En la figura siguiente se observa la organización temporal del modelo, donde los módulos de agricultores se van incorporando en forma gradual. En este ejemplo el módulo de multiplicación cesa de distribuir cormos en el año 5, pero en la práctica podría seguir haciéndolo mientras existan agricultores interesados.

Figura 6. Estrategia de implementación producción asociativa de azafrán

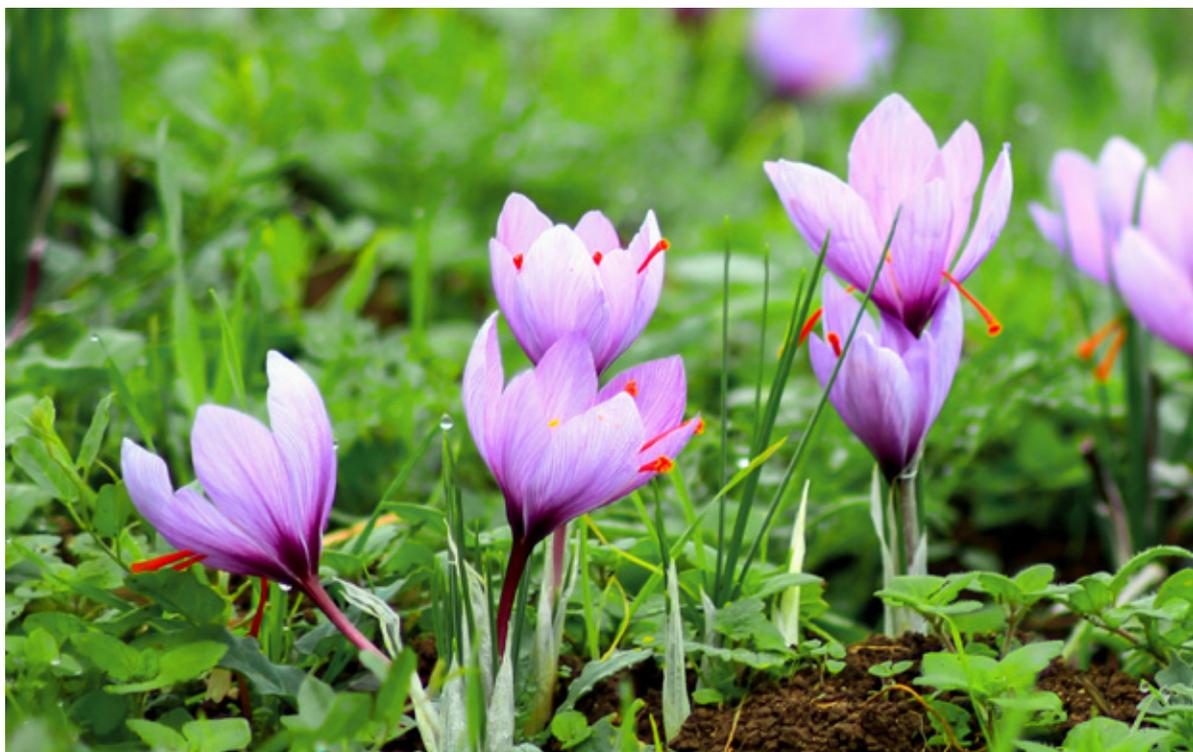


Los siguientes cuadros muestran los valores de los parámetros principales, donde se observa como el Módulo Agricultor puede ir incrementando de forma sostenida su masa de cormos.

Cuadro 10. Desarrollo de parámetros Módulo Multiplicador (extracto años 1-9)

Parámetro	Ciclo 1					Ciclo 2			
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Tasa multiplicación cormos	2,7	2,3	2,3	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Total de cormos plantados inicio temporada (miles)	120	229	450	994	1.828	3.358	6.004	8.000	8.000
Densidad inicio temporada (cormos/m ²)	100	170	170	200	200	200	200	200	200
Superficie utilizada (m ²)	1.200	1.346	2.647	4.969	9.142	16.788	30.020	40.000	40.000
Total de cormos cosechados fin de temporada (miles)	324	526	1.035	1.987	3.657	6.715	12.008	16.000	16.000
Cormos calibre floración transferidos a agricultores	60.000	60.000	60.000	60.000	0	0	0	0	0
Cormos recibidos de módulos agricultores		45.000	139.500	139.500	139.500	94.500			
Rendimiento azafrán (kg/ha)	0,0	14,5	14,5	23,6	23,6	23,6	23,6	31,5	31,5
Rendimiento azafrán total Módulo UNAP (kg)	0,0	2,0	3,8	11,7	21,6	39,7	70,9	126,0	126,0

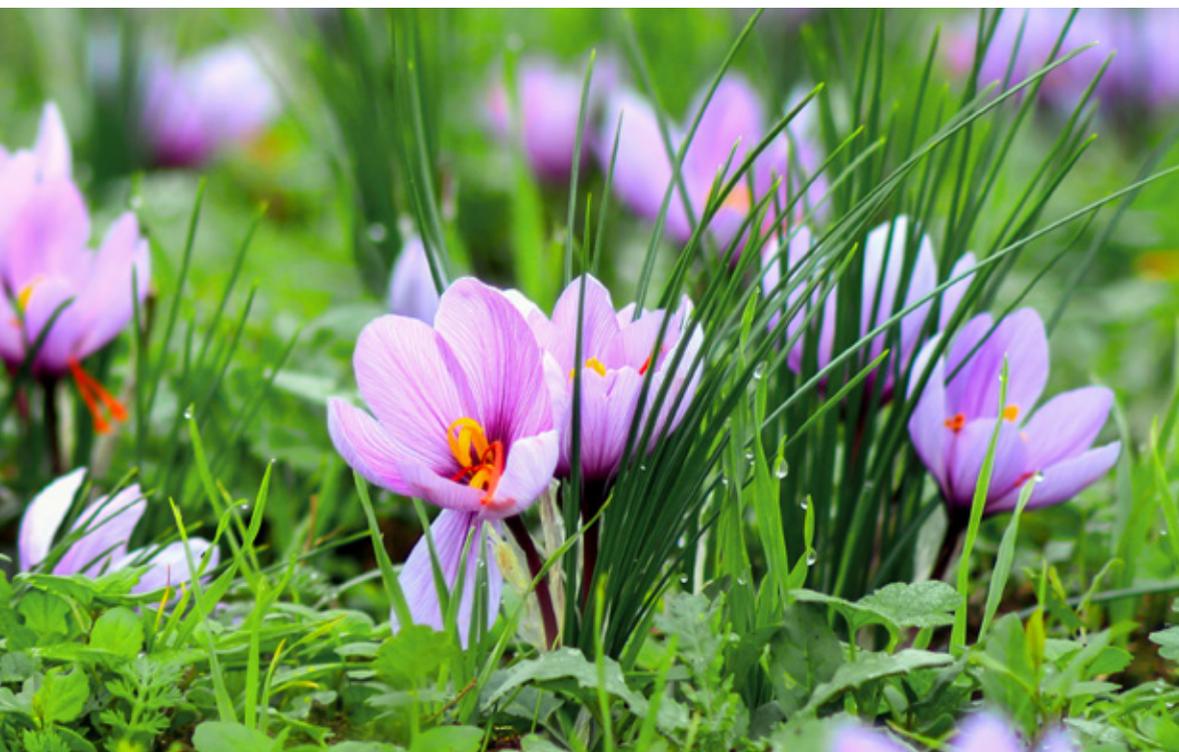
Fuente: elaboración propia.



Cuadro 11. Desarrollo de parámetros Módulo Agricultor 1 modelo productivo (extracto años 1-9)

Parámetro	Ciclo 1					Ciclo 2			
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Tasa multiplicación cormos		3,0	2,8	2,6	2,4	3,0	2,8	2,6	2,4
N° total de cormos inicio temporada		10.000	22.500	47.250	122.850	98.280	294.840	825.552	2.146.435
Densidad inicio temporada (cormos/m ²)		25	56	118	307	25	75	210	546
Superficie utilizada (m ²)		400	400	400	400	3.931	3.931	3.931	3.931
Cormos transferidos a Módulo Multiplicador		7.500	15.750	0	0	0	0	0	0
Rendimiento azafrán (kg/ha)		8,0	14,0	16,0	11,0	8,0	14,0	16,0	11,0
Rendimiento azafrán total módulo (kg)		0,3	0,6	0,6	0,4	3,1	5,5	6,3	4,3

Fuente: elaboración propia.



Al hacer la sumatoria de todos los productos en todos los módulos de agricultores se observa que de manera progresiva se va acumulando un volumen de azafrán superior a 100 kg y un gran stock de cormos como activo productivo. El incremento marcado de cormos remanentes en el año 9 proviene de la restricción de superficie impuesta, ya que no es factible que un mismo agricultor pueda expandir infinitamente su superficie productiva, ya sea porque el terreno es limitado, como porque también puede realizar otros cultivos en él.

Cuadro 12. Producción agregada en todos los Módulos Agricultor modelo productivo (extracto años 1-9)

Parámetro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
N° módulos agricultores		6	12	18	24	24	24	24	24
Superficie cultivada m²		2.400	4.800	7.200	9.600	30.787	51.974	73.162	94.349
Cosecha azafrán total módulos (kg)		1,9	5,3	9,1	11,8	28,7	58,4	92,3	115,6
Cormos devueltos al sistema calibre floración		15.000	46.500	46.500	46.500	31.500	0	0	0
Cormos devueltos al sistema bajo calibre		30.000	93.000	93.000	93.000	63.000	0	0	0
Cormos remanentes levantados de bajo calibre y libre uso		0	0	0	1.179.360	1.179.360	1.179.360	1.179.360	20.605.778
Cormos remanentes levantados de calibre floración y libre uso		0	0	0	0	0	0	0	9.552.889

Fuente: elaboración propia.

En Anexo 1, Cuadros 19 y 20, se detalla el desarrollo de la superficie cultivada, el número de cormos en stock y la producción de azafrán en cada temporada.

2.4. Gestión

El concepto de modelo asociativo planteado no es nuevo en la industria del azafrán. En España existen cooperativas para su producción y comercialización que han entendido la necesidad de lograr un mayor volumen trabajando de forma colectiva. Lo mismo en Argentina, donde existe una cooperativa que reúne cerca de 250 productores asociados.

Para implementar este modelo se requiere de una institución que lidere el proyecto, que tenga capacidad financiera y técnica para realizar las inversiones, y eventualmente acceder a fondos concursables u otras fuentes de financiamiento. Esta entidad, además, deberá conducir la realización de estudios técnicos y comerciales para seguir aumentando el conocimiento sobre el cultivo en Chile, que aún es incipiente.

Por otro lado, derivado del proyecto, existe un grupo de productores decididos a involucrarse en el cultivo del azafrán, incorporando esta actividad como línea de negocio en una cooperativa existente. En consecuencia, existe voluntad e interés por llevar a cabo el escalamiento posterior al término del proyecto precursor.

El modelo de gestión tiene como ventaja que los agricultores participantes no necesitan realizar grandes inversiones monetarias, sino que aportan con el uso de sus tierras y su trabajo, lo que reduce las barreras de entrada a los pequeños productores que de otro modo tendrían dificultades para iniciar el cultivo por cuenta propia. El modelo asociativo también se puede extender al procesamiento y comercialización, sin el cual sería poco viable que cada productor procesara y comercializara el producto si su volumen unitario es muy reducido.

El enfoque planteado resulta coherente para la pequeña agricultura, que predomina en la Región de Tarapacá, pues no requiere grandes superficies de terreno ni maquinaria. Es funcional para pequeñas superficies, que pueden ser manejadas por un grupo familiar, con alta dedicación de mano de obra solo en la época de cosecha.

2.5. El proyecto de inversión

El proyecto está enfocado en la productividad primaria como elemento indispensable para la posterior agregación de valor, siendo todavía un cultivo en desarrollo temprano donde todavía hay elementos técnicos por investigar. El producto comercial de este sistema será azafrán como materia prima puesta a disposición de un procesador y/o comercializador.

Costos

Para el análisis se han considerado solo los costos directos relacionados con la actividad productiva, ponderando aquellos costos diferenciales que varían según el grado de intensidad del cultivo. En el módulo de multiplicación se considera el uso de labor de mecanización para siembra y cosecha de cormos.

Cuadro 13. Partidas de costos para modelo productivo azafrán

Ítem	Valor Módulo Agricultor	Valor Módulo Multiplicador	Unidad
Mano de Obra			
Siembra	16,0	8,0	JH por hectárea nueva plantada
Cosecha	37,5	56,3	JH por kg cosecha
Riego y labores mantención general	31,0	46,5	JH por ha
Levantamiento cormos	10,0	5,0	JH por ha levantada
Valor jornada	18.000	18.000	\$ / JH
Maquinaria			
Preparación suelos	10,00	10,00	JM por ha nueva plantada
Siembra y levantamiento cormos		2,50	JM por ha plantada y levantada
Mantención	2,50	1,3	JM por ha
Valor jornada máquina	80.000	80.000	\$ / JM
Insumos			
Materiales establecimiento (cercos, mallas, postes)	2.520.000	2.520.000	\$ global por 1 ha nueva plantada
Herbicidas y fungicidas establecimiento	264.250	396.375	\$ global por 1 ha nueva plantada
Herbicidas y fertilizantes mantención	660.000	990.000	\$ global por 1 ha
Materiales mantención	252.000	378.000	\$ global por 1 ha

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

El desarrollo detallado de los costos para cada temporada se encuentra en Anexo 1, Cuadros 21, 22, 23 y 24.

Ingresos

Los ingresos base se derivan solo de la producción de azafrán y no de la venta de cormos, ya que los elevados precios actuales podrían distorsionar el objetivo del proyecto e incentivar una comercialización poco sustentable de cormos. Como escenarios alternativos, se considera la venta de cormos calibre floración a \$150 y cormillos a \$30 por unidad.

El precio utilizado del azafrán es de \$2.000.000/kg, considerado conservador en relación a lo descrito en otros mercados, pero apropiado para considerarlo como la base a partir de la cual incrementar su valor.

Inversión

De acuerdo al enfoque de productividad primaria del análisis, se considera a los equipos de riego y los cormos como las únicas inversiones relevantes para el análisis. Se asigna un valor inicial de \$300 por cormo, el cual refleja una diferencia con los cormos que podrían traerse desde el hemisferio norte, a menor precio pero con lenta aclimatación.

Cuadro 14. Inversiones prediales para modelo productivo azafrán

Ítem	Valor Módulo Agricultor	Valor Módulo Multiplicador	Unidad
Sistema riego	7.000.000	10.500.000	Global por 1 ha
Maquinaria siembra y cosecha cormos		5.000.000	Global
Valor cormos aclimatados	300	300	Valor por cormo

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

2.6. Rentabilidad esperada

De acuerdo a los parámetros técnicos y económicos señalados anteriormente, se realizan las proyecciones de flujos netos para calcular indicadores económicos. El resultado se presenta desde 2 ángulos: el del proyecto global que incluye todos los módulos productivos con sus respectivas inversiones, ingresos y costos; y un enfoque individual donde un agricultor evalúa la conveniencia de participar del modelo asociativo. En este último caso no se considera la inversión en cormos para la evaluación, puesto que no es exigida para hacerse parte del sistema.

Cuadro 15. Indicadores de rentabilidad para modelo productivo Azafrán – Sistema integral (sin venta de cormos)

Indicador	Año 9
Tasa de descuento	15 %
VAN	131.583.768
TIR	29 %

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

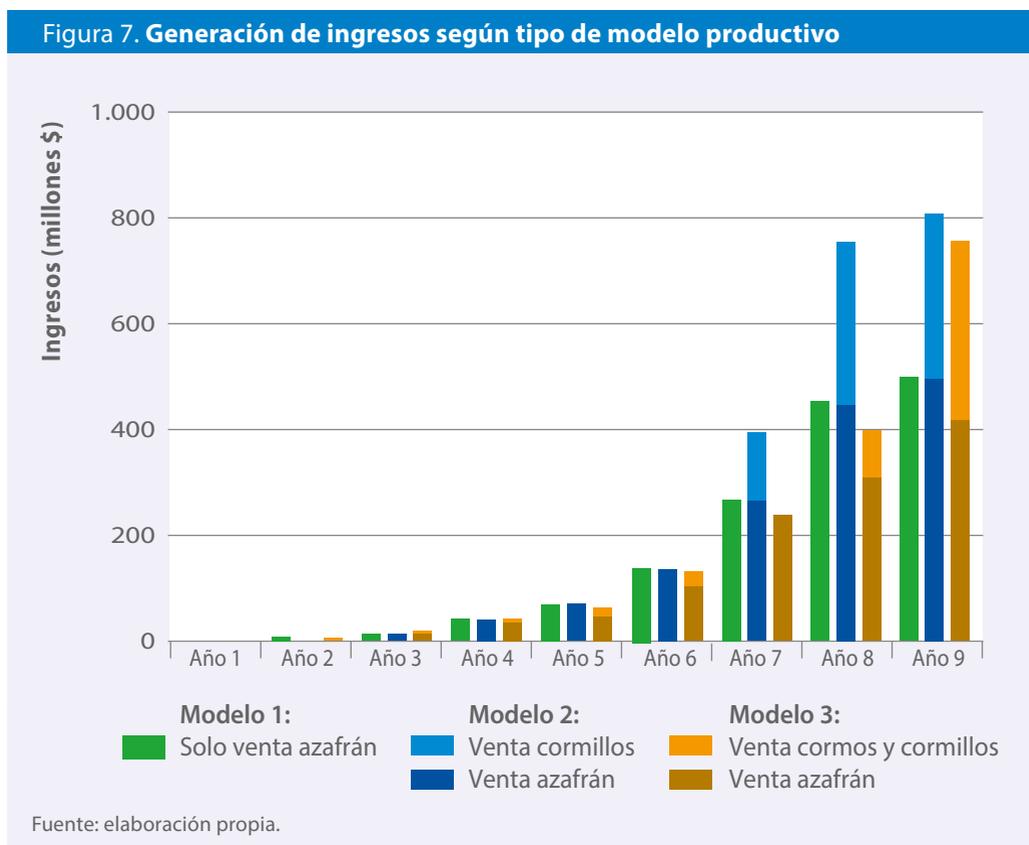
El modelo integrado está proyectado a 9 años, de modo que todos los módulos tengan al menos un ciclo productivo y dos ciclos completos, para el Módulo Multiplicador y el primer Módulo Agricultor en incorporarse. Los resultados muestran que hay una rentabilidad positiva en el periodo de evaluación, obteniendo VAN positivo desde el Año 8 en adelante.

El efecto del precio del azafrán sobre la rentabilidad se puede visualizar al calcular que se requiere un precio de al menos \$1.485.238 por kg para obtener rentabilidad en el periodo evaluado.

Se analizan también dos escenarios con venta de cormos desde la unidad de multiplicación:

- Venta de cormos de calibre bajo-medio desde el año 7, cuando se generan excedentes por limitación en la superficie productiva.
- Venta de cormos de todo calibre desde el año 1.

En la figura siguiente se aprecia la generación de ingresos por fuente en los tres modelos analizados.



En los dos escenarios con venta de cormos se obtiene un VAN superior al modelo base sin venta de cormos. Sin embargo, la venta de cormos desde el año 1 no genera un VAN superior al modelo de venta de cormos excedentes desde el año 7, ya que la reducción de cormos disponibles para replante lleva a que el desarrollo del cultivo y la cosecha de azafrán tenga una curva de despegue más lenta.

Cuadro 16. Indicadores de rentabilidad para modelo productivo Azafrán – Sistema integral (con venta de cormos)

Indicador	Año 9 con ventas cormos excedentes calibre bajo-medio	Año 9 con ventas 10% cormos todo calibre
Tasa de descuento	15%	15%
VAN	365.627.066	297.601.503
TIR	40%	46%

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

El modelo individual del agricultor está proyectado a 8 años, de modo que desarrolle dos ciclos productivos de 4 años. Los resultados muestran que hay una rentabilidad positiva en el periodo de evaluación, obteniendo VAN positivo desde el Año 6 en adelante. Dado que no se incluye la inversión en cormos, la rentabilidad es mayor en términos relativos que el sistema integrado, evaluado mediante la TIR. El efecto del precio del azafrán sobre la rentabilidad se verifica al calcular que el precio mínimo por kg de azafrán para obtener rentabilidad en el año 8 es de \$1.316.267.

Cuadro 17. Indicadores de rentabilidad para modelo productivo Azafrán – Módulo Agricultor individual

Indicador	Año 8
Tasa de descuento	15%
VAN	6.218.773
TIR	37%

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.



► 3. Alcance del negocio

El proyecto de inversión se basa en los resultados del proyecto precursor que demostró las condiciones mínimas para la adaptación del cultivo en la Región de Tarapacá, donde se estableció apropiadamente en varias unidades demostrativas, sin requerir manejos agronómicos complejos ni grandes demandas hídricas, obteniendo una cosecha de rendimiento razonable y excelente calidad.

Las perspectivas del producto en el mercado, cuyos elevados precios son el principal estímulo para el desarrollo del cultivo, son positivas y no se advierten factores que puedan alterar esta tendencia. Por el contrario, de limitarse el comercio del azafrán iraní es posible que aumente el precio del producto, reflejándose a nivel nacional.

El modelo asociativo planteado es innovador y puede resultar en un impacto positivo por sí mismo, y podría ser replicado como modelo de gestión en otros cultivos de lento desarrollo o de alta inversión inicial. Las estimaciones indican que sería posible obtener rentabilidad en un horizonte de 8 a 9 años, lo cual está dentro de lo esperado pues el azafrán es por naturaleza un cultivo de desarrollo lento.

El negocio asociativo presenta ventajas para ser aplicado en pequeños agricultores que tengan la motivación por desarrollar este cultivo nuevo, ya que ofrece la posibilidad de invertir con trabajo y tierra, sin arriesgar grandes montos en dinero. El modelo podría ampliarse tanto como el desempeño productivo del cultivo lo permita, especialmente por la multiplicación de los cormos.

► 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. Los aspectos productivos más significativos son:

- Mejorar la capacidad de multiplicación de las plantas, elevando la tasa de producción de cormos hijo por cormo madre, como una forma de acelerar el crecimiento de la masa productiva sin recurrir a la compra de cormos.
- Identificar la combinación de densidad de plantación, profundidad de plantación y tamaño de cormos que logre la mejor combinación de desempeño y producción de flores, de forma sostenida.

Dada la baja tasa de multiplicación de la especie y su baja tasa de producción de estigmas, desde el punto de vista económico es imprescindible bajar el monto de la inversión por concepto de compra de cormos, mediante la multiplicación adaptada a las condiciones locales.

El proceso productivo, en las condiciones en que se desarrolló en el proyecto, podría asemejarse al cultivo de frutales, donde el inicio de la producción y los ingresos se genera al tercer o cuarto año. Por lo tanto, resulta clave una estructura de financiamiento que permita hacerse cargo de las inversiones iniciales (principalmente compra de cormos) y los costos de mantención hasta las primeras cosechas.

Por otra parte, existen tecnologías que no han sido exploradas aquí y que se utilizan en otros lugares del mundo, como la mecanización de la cosecha y el proceso de la flor. A través de esta tecnología podría reducirse el costo de la mano de obra, que se estima en más del 60 % de los costos variables, especialmente en cultivos de mayor intensidad y superficie.

Si los resultados productivos alcanzan niveles aceptables y logran sostenerse en el tiempo, el proyecto generará una nueva fuente de ingresos estable y escalable, con posibilidad de agregar valor a través del procesamiento, envasado, venta minorista, posicionamiento de marca, e incluso posibilidades de exportación.

Siendo el azafrán un producto muy poco consumido en nuestro país, necesariamente deben hacerse esfuerzos para crear un mercado para el producto y, en paralelo, explorar los mercados internacionales donde la demanda es firme y los precios atractivos, como Estados Unidos.

► 5. Asuntos por resolver

Adicionalmente a los aspectos técnicos, que pueden y deben ser optimizados, existen factores de mercado que no fueron desarrollados en el proyecto. Tratándose del mercado nacional, el uso de azafrán a nivel de consumidores finales o de restaurantes es muy bajo, por lo cual deben realizarse campañas para promover su consumo, enseñar formas de preparación y sus beneficios. Un primer enfoque sería hacia las comunidades inmigrantes del Medio Oriente y europeas, que tienen una mayor cultura del uso de azafrán en su gastronomía, ya sea mediante un canal minorista o a través de restaurantes especializados.

Paralelamente, debiera explorarse el mercado externo, donde la producción nacional podría acceder a mercados de elevados precios y demanda firme, considerando además la menor producción que están experimentando países tradicionales como España y el bloqueo a las importaciones de Irán (principal productor mundial) por parte de Estados Unidos. En este escenario, un producto de alta calidad proveniente de un país alejado de las turbulencias políticas y económicas del Medio Oriente podría tener buena recepción. Para ello es

fundamental certificar el producto bajo la norma ISO 3632, estándar internacional para el producto, servicio que no está disponible en Chile.

La asociatividad entre productores, considerando el escaso volumen individual y la lenta expansión del cultivo, resultaría clave para abordar el mercado internacional, por lo cual se debe mantener y fortalecer la participación de los agricultores cercanos al proyecto.

El impacto económico, fundamental para la sustentabilidad del cultivo, está condicionado a la obtención y verificación en terreno de parámetros productivos de mediano a largo plazo. Los resultados obtenidos durante el proyecto son promisorios pero parciales, especialmente tratándose de un cultivo de lento crecimiento.

El proyecto precursor

► 1. El entorno económico y social

La Región de Tarapacá se ubica en el norte del país, en un paisaje de extrema aridez y escasa vegetación, siendo una de las regiones más secas del mundo.

Desde el punto de vista hidrológico la región se caracteriza por sus cuencas cerradas o endorreicas, tanto en el altiplano (cuencas altiplánicas) como en la Depresión Central (cuenca Pampa del Tamarugal), con cuencas exorreicas al norte y al sur (Camiña y Río Loa) que



Valle de Camiña. Foto © Ben Rodríguez.

desembocan al mar. En su mayor parte es una zona árida con precipitaciones casi nulas en el litoral, en la Cordillera de la Costa y la Depresión Central, que aumentan gradualmente con la altura en la precordillera, hasta alcanzar en el altiplano un promedio anual alrededor de 150-180 mm. Las precipitaciones y escurrimientos superficiales sólo se materializan en el altiplano y en la precordillera, alcanzando la Depresión Central de forma esporádica durante eventos hidrometeorológicos extremos. El agua subterránea constituye el principal recurso hídrico permanente, que acusa un descenso continuo y paulatino de los niveles de los acuíferos.

La agricultura regional, de acuerdo a datos censales, indica que en la región predominan las explotaciones con un tamaño inferior a 20 ha, que concentran el 85,5% del total de estas y el 0,65% del total de la superficie silvoagropecuaria. En contrapartida, las explotaciones de más de 100 ha representan el 9,9% del total de estas, pero suman el 98,69% de la superficie explotada. A nivel nacional, la superficie silvoagropecuaria de la región representa solo el 1,2% del total, lo que se alinea con un aporte del 0,1% al PIB silvoagropecuario nacional y de 0,1% al PIB regional, según cifras del año 2017.

Los principales usos de los suelos de la región corresponden a plantaciones forestales, con 95% de dicho total, seguido por cereales, con 2,6%; hortalizas, con 1,1%, y frutales, con 0,7%. Estos cuatro usos concentran el 99,4% de dichos suelos.

La actividad forestal está representada en un 98,6% de la superficie por tamarugo y algarrobo, especies típicas de la pampa. Los cereales y otros granos están representados casi en su totalidad por la quínoa, cultivada en las comunas de Colchane y Pica, que en conjunto alcanzan el 94,6% de la superficie nacional de dicho cultivo.

A nivel hortícola, la mayor superficie explotada se encuentra en las comunas de Camiña y Huara. Los cultivos principales son el choclo, zanahoria y ajo, destacándose este último, que alcanza el 7,4% de la superficie nacional. La producción frutícola se desarrolla principalmente en Pica, con el mango y el limón de Pica como especies características de la zona subtropical. Cabe destacar que el limón de Pica es el primer producto nacional que adquiere legalmente "indicación geográfica", que asegura ante los compradores su origen exclusivo de este oasis.

Los productores asociados al proyecto son mayoritariamente pequeños agricultores de origen aymara que se dedican al cultivo de flores y hortalizas en las comunas de Pozo Almonte, Camiña y Huara. A través de esta iniciativa se buscó introducir una nueva alternativa productiva adaptada a pequeñas superficies y con posibilidad de ser desarrollada con mano de obra familiar, como una forma de generación adicional y sostenible de ingresos familiares.

► 2. El proyecto

El proyecto “Diversificación de la oferta agrícola en la Provincia del Tamarugal a través de la introducción del cultivo del azafrán (*Crocus sativus* L.) en el desierto chileno” se desarrolló entre octubre de 2016 y junio de 2019. Su objetivo general fue introducir el cultivo del azafrán en la Región de Tarapacá, adaptando su manejo a las condiciones edafoclimáticas existentes en la zona de la Pampa del Tamarugal, donde se realizaron los ensayos. La motivación del proyecto fue brindar una nueva alternativa productiva, especialmente para agricultores con pequeñas superficies donde pudiera desarrollarse este cultivo, intensivo en mano de obra pero con elevados precios de mercado.

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

- Evaluar agronómicamente diversos cultivares en las condiciones edafoclimáticas de la Pampa del Tamarugal.
- Multiplicar cormos de azafrán e incrementar el crecimiento de cormillos mediante técnicas *in vitro*.
- Evaluar la calidad de postcosecha del azafrán.
- Realizar una evaluación de la rentabilidad del cultivo global y proponer un modelo de negocios.
- Transferir a los agricultores las técnicas agronómicas y de postcosechas, y de comercialización.

2.1. Etapas del proyecto

El proyecto se desarrolló a través de las siguientes etapas:

Introducción del material para su multiplicación:

Se compró un total de 24.000 cormos de azafrán, que fueron distribuidos entre los agricultores participantes del proyecto y los módulos de ensayo de la universidad. El material fue adquirido a la empresa nacional Kelumilla SPA, que paralelamente se encontraba desarrollando otro proyecto con financiamiento FIA para el cultivo de azafrán en la región de Valparaíso. Los cormos fueron importados desde Holanda por la empresa Kelumilla, los cuales fueron utilizados en su proyecto y una parte de ellos enviados al proyecto de Tarapacá. Cabe señalar que la colaboración entre ambos proyectos no solo se dio a nivel de aprovisionamiento, sino que también se contó con la asesoría y relatoría de especialistas. La entrega fue fraccionada entre los años 2017, 2018 y 2019.



Cormos de azafrán (proyecto precursor)

Inicialmente se entregaron cormos a 5 agricultores del sector de La Tirana, y se implementó una unidad en la Estación Experimental Canchones, de la UNAP. En esta parcela se montaron ensayos de manejo y evaluación. Posteriormente se incorporó el Liceo Agrícola de Pica y se produjeron reemplazos en algunos agricultores.

Evaluación fenológica

Los cormos plantados en campo fueron monitoreados para evaluar su crecimiento y eventual floración. Dado que cormos utilizados para el establecimiento del cultivo provenían del hemisferio norte, su ciclo estaba preparado para activarse en la estación otoño-invierno boreal; sin embargo, fueron recibidos y plantados en estación primavera-verano de nuestro país, por lo cual las altas temperaturas indujeron el receso de las plantas, sin llegar a floración. En el segundo año hubo solo un 10% de floración, mientras que solamente en el tercer año se logró que las plantas se sincronizaran con las condiciones de temperatura y luminosidad de la región, obteniéndose la primera floración generalizada.

Ensayos de evaluación del efecto de la radiación sobre el crecimiento

Siendo la luminosidad un factor fundamental en la fisiología de la planta, se realizaron diversos ensayos para determinar la radiación óptima que debía recibir para su mejor desarrollo. A través de la medición de la altura y número de brotes se determinó que una malla de sombra que filtre el 50% de la radiación fue el método que generaba las mejores condiciones de crecimiento, al igual que en el número de cormillos desarrollados por cada cormo madre y su calibre.

Cultivos *in vitro*

En el área de cultivo *in vitro*, se desarrollaron dos líneas de trabajo:

- Obtención de cormos clones a partir de explantes de cormos ya maduros: para ello se realizaron cortes de yemas laterales y ensayos de desinfección, puesto que el azafrán por

su carácter subterráneo contiene numerosas bacterias y hongos que se desarrollan en contacto con el medio de cultivo. Los ensayos consiguieron obtener cormillos a partir de explantes y se logró una fórmula de desinfección con una efectividad del 80 % a 90 %.

- Crecimiento de los microcormos: se realizaron diversos tratamientos combinando medios de cultivo y condiciones ambientales para engordar los cormillos obtenidos, con el fin de alcanzar un calibre suficiente para que puedan desarrollarse posteriormente con normalidad en el suelo. A pesar de los análisis realizados y la mejora en los procesos, la efectividad resultó inferior a la multiplicación realizada en el suelo, puesto que se obtuvo un mayor número de cormillos, pero de menor calibre y sin capacidad de floración.



Formación de hojas a partir de yemas y cormos desarrollados *in vitro* (proyecto precursor).

Ensayos de cosecha y conservación de cormos

En las dos primeras temporadas los cormos, al final de la etapa vegetativa, fueron desenterrados del suelo para el conteo, selección y para realizarles un tratamiento de inducción floral. En forma natural este proceso ocurre en el propio suelo, siempre que se den las condiciones ambientales para ello, pero en el proyecto se aplicaron métodos artificiales buscando favorecer la adaptación de la planta a la zona. El tratamiento de diferenciación artificial consistió en dejar los cormos en una cámara a una temperatura de 30 °C por 45 a 60 días; luego la temperatura se baja a 16 °C por 45 a 60 días, lo que rompe la dormancia y los prepara para ser sembrados nuevamente y florecer. Como se mencionó, solo se logró una floración relevante en la tercera temporada, por lo cual el protocolo de inducción en los años 1 y 2 no fue capaz de alterar el ciclo que las plantas traían desde su origen.

Ensayos de época de plantación

Se plantaron cormos en los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio, alcanzando los mejores resultados de floración en las plantaciones de marzo y abril, donde las condi-

ciones ambientales favorecen el fin de la dormancia y la inducción de la floración. Todo esto en la tercera temporada, cuando las plantas adaptaron su ciclo a la estacionalidad del hemisferio sur.

Ensayos de cosecha y postcosecha

A partir de lo descrito en la literatura y las condiciones ambientales de la zona cultivada, se verificó la importancia de realizar la cosecha de manera rápida en las primeras horas de la mañana, puesto que se observó que la caída en la humedad ambiental en horas más tardías provoca la deshidratación de los estigmas. Se capacitó a los agricultores en el proceso de cosecha, el cual se realiza de forma manual y muy meticulosa, ya que las flores deben ser manejadas con mucha delicadeza para no dañarlas y para no contaminar los estigmas con otras partes de la planta.

Se evaluó un protocolo de secado natural de 10 horas y en horno eléctrico durante 40 minutos, obteniendo en ambos casos una humedad final similar y constante, dentro de lo indicado por la norma de calidad ISO 3632, por lo cual el secado natural a la sombra resulta más sencillo y económico.

Se analizaron en laboratorio los principales componentes del producto final, que le proporcionan sus atributos de color, sabor y aroma, obteniendo resultados de la mejor calidad de acuerdo a la nomenclatura de la norma de calidad ISO 3632.



Capacitación en terreno, cosecha de flores (proyecto precursor).

Ensayos de envases y pruebas bioquímicas

Se diseñaron envases de vidrio para proteger el producto del ambiente y conservar sus propiedades, con etiqueta que resalta su origen geográfico y calidad, y con sello en su tapa que garantiza su inviolabilidad.



Envases de vidrio para azafrán, con sello en la tapa, y diseño de etiqueta (proyecto precursor).

Evaluación de rentabilidad

Se analizó la estructura de costos necesaria para el establecimiento del cultivo, basándose en que las plantas se encuentren previamente adaptadas al territorio. A partir de estimaciones de productividad y operaciones de procesamiento, se realizó un flujo de inversiones, costos e ingresos del proceso integral de producción y comercialización.

Promoción de asociatividad

Dadas las perspectivas económicas del cultivo, al término del proyecto se logró la aceptación en la Cooperativa Agrícola Agrupación de Agricultores del Tamarugal Limitada, con la creación de una sección dedicada al rubro azafrán, abriéndose la opción de incorporar nuevos socios.

Difusión y transferencia

Durante el proyecto se realizaron numerosos talleres, exposiciones y días de campo para agricultores e interesados en el cultivo, con apariciones en medios de prensa regionales y nacionales. Se elaboró un manual de cultivo del azafrán, que será puesto a disposición del público con la información generada y validada durante el proyecto.

2.2. Resultados validados del proyecto

A partir de los diversos ensayos y evaluaciones realizados 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:

- Las condiciones de alta luminosidad del desierto chileno exceden los requerimientos de horas diarias de luz del azafrán, toda vez que la radiación presente en la zona supera

entre un 30 a 42 % la radiación de las zonas de cultivo de Irán, principal productor mundial. Esto llevó a la necesidad de instalar mallas para sombra, alcanzándose los mejores resultados de crecimiento vegetativo (largo de hojas y engorde de cormos) y capacidad de multiplicación con una cobertura del 50 % de la radiación. En estas condiciones se alcanzó una producción de 3 cormos hijos por cada cormo madre (calibre grande, mediano y pequeño).



Parcela de azafrán cubierta con malla (proyecto precursor).

- La época de plantación debe ser coincidente con la condición natural de la especie, que ocurre durante el otoño, donde las bajas temperaturas inducen al cormo a rebrotar y florecer. Plantaciones realizadas en los meses de primavera y verano generaron que la planta entre en receso, inhibiendo la floración y retardando el proceso productivo. Lo mismo ocurrió durante el mes de julio por bajas temperaturas. Por lo tanto, se requiere coordinar la etapa en que se encuentre el material en su lugar de origen con las condiciones ambientales del terreno de destino, para optimizar tiempo y costos. En la Pampa del Tamarugal la época de plantación recomendada sería entre abril a mayo, donde la floración comienza aproximadamente 15 días después de brotados los cormos. El término de la temporada sería entre septiembre y octubre, cuando el aumento de temperatura induce el inicio del periodo de dormancia.
- La multiplicación de los cormos puede realizarse en campo, puesto que la multiplicación *in vitro* no resultó eficiente para obtener cormos maduros con el calibre adecuado para su propagación. Los resultados de campo mostraron una producción de 3 cormillos por cada cormo madre en la temporada, de los cuales habitualmente uno tiene un calibre

similar al cormo madre y los restantes requieren una o dos temporadas más de crecimiento. Se recomienda mantener los cormos en el terreno para incrementar su número, y levantarlos en el año 4 para su propagación.

- La siembra se realizó en surcos de 30 cm de profundidad, con adición de 2 kg de materia orgánica por m² y una capa de tierra sobre ella. Se sembraron 2 cormos por cada gotero, separados a 20 cm sobre hilera y 40 cm entre hileras, lo que lleva a una densidad de 12,5 cormos por m² o 125.000 cormos por ha (baja densidad) La profundidad de siembra recomendada es de 20 cm, con lo cual se logra la generación de cormos de alto calibre (8-9) apropiados para la floración. Siembras más superficiales generan mayor número de cormillos, pero de menor calibre.
- El sistema de riego validado fue mediante riego por goteo, el cual alcanza un 95 % de eficiencia, utilizando cinta de riego con gotero incorporado de 2 litros por hora, separados a 20 cm, y un total de 8.138 m³ por hectárea, distribuidos de acuerdo a los requerimientos apropiados a la etapa de desarrollo. El azafrán es sensible al ataque de hongos por lo cual debe ponerse especial atención en no exceder el volumen de riego.

Cuadro 18. Programa de riego por goteo para cultivo de azafrán

Periodo	m ³ /ha/día	L/m ² /día
Marzo	48,7	4,9
Abril	59,1	5,9
Mayo	22,6	2,3
Junio	20,0	2,0
Julio	20,7	2,1
Agosto	26,2	2,6
Septiembre	32,7	3,3
Octubre	36,1	3,6
Total	266,1	26,6

Fuente: proyecto precursor.

- El cultivo demostró gran capacidad de adaptación a las condiciones edafoclimáticas de las distintas parcelas experimentales, alcanzando resultados similares durante el ciclo vegetativo (medido en largo de hojas y producción de cormillos por cada cormo), aún en presencia de alta variabilidad en pH, conductividad eléctrica y nivel de boro en los suelos, y una fuerte oscilación térmica.
- La cosecha del azafrán debe realizarse temprano en las mañanas cuando la flor no ha abierto completamente, con el fin de evitar la deshidratación de los estigmas. Dado que la humedad ambiente en la zona estudiada cae abruptamente después de las 10:00 hrs, se recomienda realizar la cosecha en forma rápida entre las 6:00 y 9:00 hrs.



Cosecha manual de azafrán (proyecto precursor).

- El secado del azafrán cosechado se puede realizar en 8 horas de exposición al ambiente en un lugar bajo sombra, con lo cual se obtiene un nivel de humedad estable del 9,9%, considerado apropiado para su envasado en óptimas condiciones, sin necesidad de un proceso posterior.
- Es posible obtener un rendimiento equivalente a 11 kg de producto final por hectárea, con una densidad de 125.000 plantas/ha. Este rendimiento es considerado normal para la densidad utilizada, y podría ser mejorado a través de la optimización de las normas de manejo.
- La calidad obtenida del azafrán fue excelente, equivalente a la categoría I de acuerdo a la Norma ISO 3632-2:2010. Los valores obtenidos de crocina (responsable de proporcionar el color amarillo dorado al alimento condimentado), de picrocrocina (responsable del sabor amargo) y safranal (responsable del aroma) superan en un 12%, 102% y 102%, respectivamente, a los valores establecidos por la norma. Por lo tanto, es posible acceder a los mejores precios de mercado para el producto, para lo cual debe ser certificado por los organismos autorizados.

2.3. Los productores del proyecto hoy

Los tres agricultores que participaron en las unidades de validación (Bajo Soga, La Huayca, La Tirana) hasta el final del proyecto han mantenido su interés por continuar en el cultivo, dos mantienen sus plantaciones y son asesorados por el equipo ejecutor. En la Cooperativa Agrícola Agrupación de Agricultores del Tamarugal están registrados 7 agricultores interesados en desarrollar el cultivo del azafrán como unidad de negocios.

El equipo ejecutor se encuentra desarrollando una propuesta para potenciar los resultados del proyecto, con miras a establecer un modelo asociativo con núcleos de multiplicación y adaptación del material para distribuir cormos a los agricultores interesados, de modo que estos puedan comenzar a producir en la primera temporada, sin tener que esperar 2 a 3 años a la aclimatación de las plantas.

El valor del proyecto precursor y aprendizaje

El proyecto analizado abordó el desarrollo del incipiente cultivo del azafrán en Chile, en las condiciones agroecológicas del desierto de la Región de Tarapacá. El conocimiento sobre la adaptabilidad de la especie a diversos entornos motivó que se investigara su viabilidad en la región, obteniendo resultados positivos de establecimiento con una serie de manejos agronómicos validados (sombreado, riego, fertilización, entre otros). Si bien aún persisten aspectos poco conocidos de su cultivo, puede decirse que se comprobó que el azafrán puede incorporarse a los rubros agrícolas posibles de desarrollar en el extremo norte.

Lo anterior se complementa con una serie de iniciativas derivadas de proyectos con financiamiento FIA, que buscan replicar el cultivo en zonas muy diversas del país, por lo cual es esperable que en los próximos años se pueda contar con mucha mayor experiencia y conocimiento de su desempeño.



Proyecto precursor.



El azafrán tiene características biológicas que determinan la dinámica de su cultivo, como es la multiplicación lenta en base a cormos. No existiendo otra forma de propagación, puesto que las técnicas *in vitro* no son operativas a escala práctica, gran parte del éxito del cultivo radica en dar las condiciones para que el material original pueda multiplicarse de forma sostenida, potenciando el rendimiento futuro de azafrán. Si a esto le sumamos el alto valor de los cormos, que gracias a los proyectos han permitido bajar sus precios llegando a \$200 a \$300 por unidad, debe considerarse que es un cultivo de una inversión proporcionalmente alta para el retorno que genera y para el tiempo que tarde en recuperarse.

Por otra parte, se trata de un cultivo poco demandante en manejos, maquinaria o insumos durante la mayor parte del año, pero que en la floración concentra una demanda de mano de obra bien entrenada de 20 a 30 jornadas por hectárea/día. Si no se planifica adecuadamente el ciclo productivo para este periodo, con la mano de obra dispuesta y necesaria, pueden generarse pérdidas de volumen y calidad de producto. El azafrán es un producto frágil, que requiere ser manipulado cuidadosamente para resguardar su integridad.

Para abordar estas características, la estrategia más usada en la mayoría de los países productores es cultivar superficies pequeñas, con baja inversión, y que puedan ser manejadas por pocos trabajadores, o por un grupo familiar. Entonces, se trata más bien de una actividad complementaria a otros cultivos u otras fuentes de generación de ingresos, situación que también se observa frecuentemente en países como España.

Otra estrategia derivada de la dinámica del cultivo es la creación de modelos asociativos para el cultivo, donde pequeñas unidades productivas comparten material, distribuyendo los costos y reduciendo el riesgo. Estos modelos se potencian a través de la comercialización conjunta, donde pueden alcanzarse mayores volúmenes y optimizar el procesado, distribución y promoción.

En base a un modelo asociativo donde una unidad central sin fines de lucro realiza la inversión en cormos, bajo parámetros productivos prudentes es posible recuperar una inversión inicial de 120.000 cormos en cerca de 8 años, haciendo partícipes del proceso a un número considerable de pequeños productores que aportan con sus tierras y trabajo para el cultivo.

El producto alcanza precios elevados en el mercado internacional, con grandes variaciones según origen y calidad. Cuidar la pureza del producto es fundamental para que se expresen sus atributos de calidad, siendo el ideal contar con una certificación que garantice su autenticidad. No se advierten factores que puedan alterar la demanda y precio del producto; por el contrario, de intensificarse las medidas de bloqueo económico al comercio de Irán (principal país productor), es posible que aumente su precio.

Anexos

Anexo 1. Cuadros de análisis económico

Anexo 2. Bibliografía consultada

Anexo 3. Entrevistas realizadas

ANEXO 1. Cuadros de análisis económico

Cuadro 19. Parámetros de desarrollo proyecto azafrán (años 0 a 8)

Variable	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Volumen inicial de cormos	120.000								
Superficie cultivada (m²)									
Módulo Multiplicador		1.200	1.346	2.647	4.969	9.142	16.788	30.020	40.000
Módulos Agricultores			2.400	4.800	7.200	9.600	30.787	51.974	73.162
Superficie cultivada terreno nuevo (m²)									
Módulo Multiplicador		1.200	1.346	2.647	4.969	9.142	16.788	30.020	40.000
Módulos Agricultores			2.400	2.400	2.400	2.400	23.587	23.587	23.587
Superficie levantada retiro cormos (m²)									
Módulo Multiplicador		1.200	1.346	2.647	4.969	9.142	16.788	30.020	40.000
Módulos Agricultores						2.400			
Azafrán cosechado (kg)									
Módulo Multiplicador			2,0	3,8	11,7	21,6	39,7	70,9	126,0
Módulos Agricultores			1,9	5,3	9,1	11,8	28,7	58,4	92,3

Fuente: elaboración propia a partir de proyecto precursor.

Cuadro 20. Parámetros de desarrollo proyecto azafrán (años 9 a 17)

Variable	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Volumen inicial de cormos									
Superficie cultivada (m²)									
Módulo Multiplicador	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
Módulos Agricultores	94.349	100.762	107.174	113.587	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
Superficie cultivada terreno nuevo (m²)									
Módulo Multiplicador	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
Módulos Agricultores	23.587	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
Superficie levantada retiro cormos (m²)									
Módulo Multiplicador	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
Módulos Agricultores	23.587				30.000				30.000
Azafrán cosechado (kg)									
Módulo Multiplicador	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0	126,0
Módulos Agricultores	115,6	120,7	129,7	139,9	147,0	147,0	147,0	147,0	147,0

Fuente: elaboración propia a partir de proyecto precursor.

Cuadro 21. Costos unitarios y volumen de mano de obra, maquinaria e insumos proyecto azafrán Módulo Multiplicador (años 0 a 9)

ÍTEM	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Mano de obra									
Valor unitario (\$/jornada)	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000
Siembra (N° jornadas hombre)	1,0	1,1	2,1	4,0	7,3	13,4	24,0	32,0	32,0
Cosecha (N° jornadas hombre)	0,0	109,7	215,7	660,3	1.214,9	2.231,0	3.989,3	7.087,5	7.087,5
Riego y mantención general (N° jornadas hombre)	5,6	6,3	12,3	23,1	42,5	78,1	139,6	186,0	186,0
Levantamiento cormos (N° jornadas hombre)	0,6	0,7	1,3	2,5	4,6	8,4	15,0	20,0	20,0
Maquinaria									
Valor unitario (\$/jornada máquina)	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
Preparación de suelos (N° jornadas máquina)	1,2	1,3	2,6	5,0	9,1	16,8	30,0	40,0	40,0
Siembra y levantamiento cormos (N° jornadas máquina)	0,3	0,3	0,7	1,2	2,3	4,2	7,5	10,0	10,0
Labores mantención (N° jornadas máquina)	0,2	0,2	0,3	0,6	1,1	2,1	3,8	5,0	5,0
Insumos									
Materiales establecimiento (cercos, mallas, postes)									
Costo unitario (\$ global/ha nueva)	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000
N° hectáreas nuevas plantadas	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0
Herbicidas y fungicidas establecimiento									
Costo unitario (\$ global/ha nueva)	396.375	396.375	396.375	396.375	396.375	396.375	396.375	396.375	396.375
Precio promedio fungicidas y herbicidas mantención (\$/kg)	9.356	9.357	9.358	9.359	9.360	9.361	9.362	9.363	9.364
N° kg herbicidas y fungicidas establecimiento	5,1	5,7	11,2	21,0	38,7	71,1	127,1	169,3	169,3
Herbicidas y fungicidas mantención									
Costo unitario (\$ global/ha mantención)	990.000	990.000	990.000	990.000	990.000	990.000	990.000	990.000	990.000
Precio promedio herbicidas y fertilizantes (\$/kg)	864	865	866	867	868	869	870	871	872
N° kg herbicidas y fertilizantes mantención	137,5	154,0	302,6	567,4	1.042,7	1.912,6	3.416,0	4.546,5	4.541,3
Materiales mantención									
Costo unitario (\$ global/ha cultivada)	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000
Superficie total cultivada (ha)	0,1	0,1	0,3	0,5	0,9	1,7	3,0	4,0	4,0

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

Cuadro 22. Costos unitarios y volumen de mano de obra, maquinaria e insumos proyecto azafrán Módulo Multiplicador (años 10 a 17)

ÍTEM	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Mano de obra								
Valor unitario (\$/jornada)	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000
Siembra (N° jornadas hombre)	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0
Cosecha (N° jornadas hombre)	7.087,5	7.087,5	7.087,5	7.087,5	7.087,5	7.087,5	7.087,5	7.087,5
Riego y mantención general (N° jornadas hombre)	186,0	186,0	186,0	186,0	186,0	186,0	186,0	186,0
Levantamiento cormos (N° jornadas hombre)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Maquinaria								
Valor unitario (\$/jornada máquina)	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
Preparación de suelos (N° jornadas máquina)	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Siembra y levantamiento cormos (N° jornadas máquina)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Labores mantención (N° jornadas máquina)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Insumos								
Materiales establecimiento (cercos, mallas, postes)								
Costo unitario (\$ global/ha nueva)	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000
N° hectáreas nuevas plantadas	4,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0
Herbicidas y fungicidas establecimiento								
Costo unitario (\$ global/ha nueva)	396.375	396.375	396.375	396.375	396.375	396.375	396.375	396.375
Precio promedio fungicidas y herbicidas mantención (\$/kg)	9.365	9.366	9.367	9.368	9.369	9.370	9.371	9.372
N° kg herbicidas y fungicidas establecimiento	169,3	169,3	169,3	169,2	169,2	169,2	169,2	169,2
Herbicidas y fungicidas mantención								
Costo unitario (\$ global/ha mantención)	990.000	990.000	990.000	990.000	990.000	990.000	990.000	990.000
Precio promedio herbicidas y fertilizantes (\$/kg)	873	874	875	876	877	878	879	880
N° kg herbicidas y fertilizantes mantención	4.536,1	4.530,9	4.525,7	4.520,5	4.515,4	4.510,3	4.505,1	4.500,0
Materiales mantención								
Costo unitario (\$ global/ha cultivada)	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000
Superficie total cultivada (ha)	4,0							

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

Cuadro 23. Costos unitarios y volumen de mano de obra, maquinaria e insumos proyecto azafrán Módulo Agricultor individual (años 0 a 9)

ÍTEM	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
Mano de obra									
Valor unitario (\$/jornada)	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000
Siembra (N° jornadas hombre)	0,6	0,6	0,6	0,6	6,3	6,3	6,3	6,3	8,0
Cosecha (N° jornadas hombre)	12,0	21,0	24,0	16,5	117,9	206,4	235,9	162,2	150,0
Riego y mantención general (N° jornadas hombre)	1,2	1,2	1,2	1,2	12,2	12,2	12,2	12,2	15,5
Levantamiento cormos (N° jornadas hombre)	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0
Maquinaria									
Valor unitario (\$/jornada máquina)	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
Preparación de suelos (N° jornadas máquina)	0,4	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	5,0
Labores mantención (N° jornadas máquina)	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3
Insumos									
Materiales establecimiento (cercos, mallas, postes)									
Costo unitario (\$ global/ha nueva)	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000
N° hectáreas nuevas plantadas	0,04	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00	0,00	0,50
Herbicidas y fungicidas establecimiento									
Costo unitario (\$ global/ha nueva)	264.250	264.250	264.250	264.250	264.250	264.250	264.250	264.250	264.250
Precio promedio fungicidas y herbicidas mantención (\$/kg)	9.356	9.357	9.358	9.359	9.360	9.361	9.362	9.363	9.364
N° kg herbicidas y fungicidas establecimiento	1,1	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	14,1
Herbicidas y fungicidas mantención									
Costo unitario (\$ global/ha mantención)	660.000	660.000	660.000	660.000	660.000	660.000	660.000	660.000	660.000
Precio promedio herbicidas y fertilizantes (\$/kg)	864	865	866	867	868	869	870	871	872
N° kg herbicidas y fertilizantes mantención	30,6	30,5	30,5	30,4	298,9	298,6	298,2	297,9	378,4
Materiales mantención									
Costo unitario (\$ global/ha cultivada)	252.000	252.000	252.000	252.000	252.000	252.000	252.000	252.000	252.000
Superficie total cultivada (ha)	0,04	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

Cuadro 24. Costos unitarios y volumen de mano de obra, maquinaria e insumos proyecto azafrán Módulo Agricultor individual (años 10 a 17)

ÍTEM	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Mano de obra								
Valor unitario (\$/jornada)	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000
Siembra (N° jornadas hombre)	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	0,0
Cosecha (N° jornadas hombre)	262,5	300,0	206,3	150,0	262,5	300,0	206,3	0,0
Riego y mantención general (N° jornadas hombre)	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	0,0
Levantamiento cormos (N° jornadas hombre)	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0
Maquinaria								
Valor unitario (\$/jornada máquina)	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
Preparación de suelos (N° jornadas máquina)	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Labores mantención (N° jornadas máquina)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	0,0
Insumos								
Materiales establecimiento (cercos, mallas, postes)								
Costo unitario (\$ global/ha nueva)	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000	2.520.000
N° hectáreas nuevas plantadas	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Herbicidas y fungicidas establecimiento								
Costo unitario (\$ global/ha nueva)	264.250	264.250	264.250	264.250	264.250	264.250	264.250	264.250
Precio promedio fungicidas y herbicidas mantención (\$/kg)	9.365	9.366	9.367	9.368	9.369	9.370	9.371	9.372
N° kg herbicidas y fungicidas establecimiento	0,0	0,0	0,0	14,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Herbicidas y fungicidas mantención								
Costo unitario (\$ global/ha mantención)	660.000	660.000	660.000	660.000	660.000	660.000	660.000	660.000
Precio promedio herbicidas y fertilizantes (\$/kg)	873	874	875	876	877	878	879	880
N° kg herbicidas y fertilizantes mantención	378,0	377,6	377,1	376,7	376,3	375,9	375,4	0,0
Materiales mantención								
Costo unitario (\$ global/ha cultivada)	252.000	252.000	252.000	252.000	252.000	252.000	252.000	252.000
Superficie total cultivada (ha)	0,5	0,0						

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

Cuadro 25. Flujo de ingresos y egresos proyecto azafrán Módulo Multiplicador

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
COSTOS (\$)										
Mano de obra		128.520	2.118.831	4.166.425	12.417.401	22.848.030	41.955.677	75.022.830	131.859.000	131.859.000
Siembra		17.280	19.382	38.112	71.549	131.650	241.749	432.282	576.000	576.000
Cosecha		0	1.974.678	3.882.967	11.885.254	21.868.880	40.157.671	71.807.735	127.575.000	127.575.000
Riego y labores mantención general		100.440	112.657	221.527	415.879	765.218	1.405.164	2.512.638	3.348.000	3.348.000
Levantamiento cormos		10.800	12.114	23.820	44.718	82.282	151.093	270.176	360.000	360.000
Maquinaria		132.000	148.056	291.134	546.556	1.005.663	1.846.691	3.302.152	4.400.000	4.400.000
Preparación suelos		96.000	107.677	211.734	397.495	731.391	1.343.048	2.401.565	3.200.000	3.200.000
Siembra y levanta- miento cormos		24.000	26.919	52.933	99.374	182.848	335.762	600.391	800.000	800.000
Mantención		12.000	13.460	26.467	49.687	91.424	167.881	300.196	400.000	400.000
Insumos		514.125	237.478	466.972	876.663	1.613.060	7.192.654	5.296.577	7.057.500	7.057.500
Materiales estable- cimiento (cercos, mallas, postes)		302.400					4.230.602			
Herbicidas y fungicidas establecimiento		47.565	53.351	104.907	196.946	362.381	665.438	1.189.900	1.585.500	1.585.500
Herbicidas y fertili- zantes mantención		118.800	133.250	262.021	491.900	905.097	1.662.022	2.971.937	3.960.000	3.960.000
Materiales manten- ción		45.360	50.877	100.044	187.816	345.582	634.590	1.134.740	1.512.000	1.512.000
Total costos		774.645	2.504.365	4.924.532	13.840.619	25.466.753	50.995.022	83.621.559	143.316.500	143.316.500
INVERSIÓN (\$)										
Cormos	36.000.000									
Sistema riego	42.000.000									
Maquinaria siembra y cosecha cormos	5.000.000									
Total inversión	83.000.000									
INGRESOS										
Venta azafrán		0	3.900.599	7.670.058	23.477.046	43.197.788	79.323.794	141.842.440	252.000.000	252.000.000
Total ingresos		0	3.900.599	7.670.058	23.477.046	43.197.788	79.323.794	141.842.440	252.000.000	252.000.000
FLUJO NETO (sin venta cormos)	-83.000.000	-774.645	1.396.234	2.745.526	9.636.427	17.731.035	28.328.772	58.220.880	108.683.500	108.683.500

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

Cuadro 26. Flujo de ingresos y egresos proyecto azafrán – Módulo Agricultor individual

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
COSTOS (\$)										
Mano de obra		249.840	411.840	465.840	338.040	2.455.428	4.047.564	4.578.276	3.322.257	3.123.000
Siembra		11.520	11.520	11.520	11.520	113.219	113.219	113.219	113.219	144.000
Cosecha		216.000	378.000	432.000	297.000	2.122.848	3.714.984	4.245.696	2.918.916	2.700.000
Riego y labores mantención general		22.320	22.320	22.320	22.320	219.361	219.361	219.361	219.361	279.000
Levantamiento cormos					7.200				70.762	
Maquinaria		40.000	8.000	8.000	8.000	393.120	78.624	78.624	78.624	500.000
Preparación suelos		32.000				314.496				400.000
Mantención		8.000	8.000	8.000	8.000	78.624	78.624	78.624	78.624	100.000
Insumos		147.850	36.480	36.480	36.480	1.453.070	358.525	358.525	358.525	1.848.125
Materiales estable- cimiento (cercos, mallas, postes)		100.800				990.662				1.260.000
Herbicidas y fungici- das establecimiento		10.570				103.882				132.125
Herbicidas y fertili- zantes mantención		26.400	26.400	26.400	26.400	259.459	259.459	259.459	259.459	330.000
Materiales mantención		10.080	10.080	10.080	10.080	99.066	99.066	99.066	99.066	126.000
Total costos		437.690	456.320	510.320	382.520	4.301.617	4.484.713	5.015.425	3.759.407	5.471.125
INVERSIÓN (\$)										
Cormos										
Sistema riego	3.500.000									
Total inversión	3.500.000									
INGRESOS										
Venta azafrán		640.000	1.120.000	1.280.000	880.000	6.289.920	11.007.360	12.579.840	8.648.640	8.000.000
Venta cormos										
Total ingresos		640.000	1.120.000	1.280.000	880.000	6.289.920	11.007.360	12.579.840	8.648.640	8.000.000
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
FLUJO NETO	-3.500.000	202.310	663.680	769.680	497.480	1.988.303	6.522.647	7.564.415	4.889.233	2.528.875

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

Cuadro 27. Flujo de ingresos y egresos proyecto azafrán Sistema Integrado (Módulo Multiplicador y Módulos Agricultores)										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
COSTOS (\$)										
Mano de obra		128.520	3.617.871	8.067.385	19.044.281	31.434.030	63.732.002	118.003.305	198.903.897	216.242.208
Siembra		17.280	88.502	107.232	140.669	200.770	921.060	1.111.593	1.255.311	1.255.311
Cosecha		0	3.270.678	7.446.967	18.041.254	29.806.880	59.536.759	111.208.727	189.858.168	205.589.664
Riego y labores mantención general		100.440	246.577	489.367	817.639	1.300.898	3.123.090	5.412.809	7.430.417	8.612.663
Levantamiento cormos		10.800	12.114	23.820	44.718	125.482	151.093	270.176	360.000	784.570
Maquinaria		132.000	388.056	579.134	882.556	1.389.663	4.349.411	6.228.616	7.750.208	8.173.952
Preparación suelos		96.000	299.677	403.734	589.495	923.391	3.230.024	4.288.541	5.086.976	5.086.976
Siembra y levanta- miento cormos		24.000	26.919	52.933	99.374	182.848	335.762	600.391	800.000	800.000
Mantención		12.000	61.460	122.467	193.687	283.424	783.625	1.339.684	1.863.232	2.286.976
Insumos		514.125	1.124.578	1.572.952	2.201.523	3.156.800	16.567.712	16.603.908	20.297.104	22.229.377
Materiales estable- cimiento (cercos, mallas, postes)		302.400	604.800	604.800	604.800	604.800	10.174.577	5.943.974	5.943.974	5.943.974
Herbicidas y fungici- das establecimiento		47.565	116.771	168.327	260.366	425.801	1.288.730	1.813.192	2.208.792	2.208.792
Herbicidas y fertili- zantes mantención		118.800	291.650	578.821	967.100	1.538.697	3.693.978	6.402.247	8.788.666	10.187.021
Materiales manten- ción		45.360	111.357	221.004	369.256	587.502	1.410.428	2.444.494	3.355.672	3.889.590
Total costos		774.645	5.130.505	10.219.472	22.128.359	35.980.493	84.649.126	140.835.830	226.951.209	246.645.537
INVERSIÓN (\$)										
Cormos	36.000.000									
Sistema riego	63.000.000									
Maquinaria siembra y cosecha cormos	5.000.000									
Total inversión	104.000.000									
INGRESOS										
Venta azafrán		0	7.740.599	18.230.058	41.717.046	66.717.788	136.743.314	258.586.120	436.542.720	483.154.560
Total ingresos		0	7.740.599	18.230.058	41.717.046	66.717.788	136.743.314	258.586.120	436.542.720	483.154.560
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
FLUJO NETO INTEGRADO (sin venta cormos)	-104.000.000	-774.645	2.610.094	8.010.586	19.588.687	30.737.295	52.094.188	117.750.290	209.591.511	236.509.023

Fuente: elaboración propia en base a proyecto precursor.

Análisis económico unidad de producción y procesamiento

La base de producción incluye:

- azafrán en hebras empacado en cantidades de 0,5 g, a partir de producción anual de 8 kg
- producción de cormos 100 mil unidades en forma anual en una hectárea plantada

Cuadro 28. Producción mensual

Materia prima	Producción mensual procesada	Pérdida por proceso (kg)	Producción real (kg) o unidad	N° empaques producidos de 0,5 g mensual o 1000 unidad de cormo	N° empaques semanales	N° empaques diarios
Azafrán hebra	0,7	0,5 %	0,7	1.333,3	317,5	45,4
Cormo	8.333	5,0 %	7.917	8	2	0
Total	8.334	6,0 %	7.917	1.341	319	46

Fuente: proyecto precursor.

Cuadro 29. Costo unitario por concepto de materia prima y empaque (\$)

Producto	Materia prima unidad	Frasco o bolsa cormo	Otros gastos (20%) Relación de costo operacional por empaque	Total costo unitario
Azafrán hebra	259	200	92	551
Cormo	78	25	21	123

Fuente: proyecto precursor.

Cuadro 30. Costo de recursos humanos

Ítem	N°	N° horas	Valor hora (\$)	Remuneración bruta mensual (\$)	Gratificación (10 %) (\$)	Bono producción 10% (\$)	Total remuneración (\$)
Gerente	1	45	32.600	1.467.000	146.700		1.613.700
Oficial administrativo	1	22	24.545	539.990	53.999		593.989
Profesional operaciones	1	45	26.250	1.181.250	118.125		1.299.375
Profesional terreno	1	45	26.250	1.181.250	118.125		1.299.375
Trabajador terreno	1	45	12.550	564.750	56.475	56.475	677.700
Operadores cosecha	12	45	9.250	416.250	41.625	41.625	499.500

Fuente: proyecto precursor.

Cuadro 31. Costo de mantenciones, servicios a terceros, compras a terceros

Servicios externos y/o mantención	Costo mensual (\$)
Sistema de riego, fertilización	500.000
Mantención equipos postcosecha e instrumentos	150.000
Difusión, fletes y cajas embalaje	400.000
Total	1.050.000

Fuente: proyecto precursor.

Cuadro 32. Gastos operacionales

Gastos operacionales	Valor mensual (\$)
Electricidad	120.000
Gas, calefacción	35.000
Agua potable	65.000
Telefonía	35.000
Internet	30.000
Materiales higiene	200.000
EPP	85.000
Materiales oficina	200.000
Combustible	250.000
Página web, servidor	35.000
Mantención vehículos	200.000
Subtotal	1.255.000
Imprevistos (10 %)	125.500
Total	1.380.500
Total diario	46.017
Total operación (agua, luz, gas) por día	7.333

Fuente: proyecto precursor.

Cuadro 33. Costo del envasado de la materia prima (\$)

Materia prima	Costo diario	Costo mensual	Costo anual
Azafrán hebra	24.983	749.491	8.993.898
Cormo venta	33	996	11.949
Total	25.016	750.487	9.005.847

Fuente: proyecto precursor.

Cuadro 34. Inversiones

Tipo inversión	Cantidad	Precio unitario (\$)	Total (Iva incluido) (\$)
Planta proceso envasado	1	5.000.000	5.950.000
Equipo medidor pH	1	350.000	416.500
Equipo medidor C.E.	1	550.000	654.500
Sistema de riego	1	7.000.000	8.330.000
Aire acondicionado 18.000 btu/h	1	750.000	892.500
Camión ¾	1	12.500.000	14.875.000
Etiquetadora	1	850.000	1.011.500
Pesa analítica	5	350.000	2.082.500
Sellador de cajas	1	350.000	416.500
Pesa granataria	2	95.990	228.456
Bins multipropósito	5	245.590	1.461.261
Mobiliario	1	1.500.000	1.785.000
Mesones cubierta acero	4	170.000	809.200
Computadores	3	400.000	1.428.000
Total			40.340.917

Fuente: proyecto precursor.

Cuadro 35. Depreciación de los activos

Tipo inversión	Costo (\$)	Años	Depreciación anual (\$)	Valor venta (\$)
Planta proceso envasado	- 5.950.000	10	- 595.000	
Equipo medidor pH	- 416.500	5	- 83.300	199.920
Equipo medidor C.E.	- 654.500	5	- 130.900	314.160
Sistema de riego	- 8.330.000	5	- 1.666.000	3.998.400
Aire acondicionado 18.000 btu/h	- 892.500	5	- 178.500	428.400
Camión 3/4	- 14.875.000	5	- 2.975.000	7.140.000
Etiquetadora	- 1.011.500	5	- 202.300	485.520
Pesa analítica	- 2.082.500	5	- 416.500	999.600
Sellador de cajas	- 416.500	5	- 83.300	199.920
Pesa granataria	- 228.456	5	- 45.691	109.659
Bins multipropósito	- 1.461.261	5	- 292.252	701.405
Mobiliario	- 1.785.000	5	- 357.000	856.800
Mesones cubierta acero	- 809.200	5	- 161.840	388.416
Computadores	- 1.428.000	5	- 285.600	685.440
Depreciación total			- 7.473.183	16.507.640

Fuente: proyecto precursor.

Cuadro 36. Ingresos por concepto de venta de los productos

Producto	N° empaques producidos de 0,5g mensual o 1000 unid de cormo	Costo empaque mensual	Costo RRHH	Costo transporte y mantención	Otros gastos mes	Costo total unitario	Ingreso unitario por venta con un 35 % de utilidad	Ingreso por venta mensual bruto	Ingreso por venta anual con margen 35 %	Índice capital trabajo (razón corriente)
Azafrán hebra	1.333,3	\$749.491	\$4.786.911	\$840.000	\$1.104.400	\$5.611	\$7.575	\$10.099.084	\$121.189.003	1,4 Riesgoso
Cormos	7,9	\$996	\$1.196.728	\$210.000	\$276.100	\$212.694	\$287.136	\$2.273.162	\$27.277.942	
Total	1.341,2	\$750.487	\$5.983.639	\$1.050.000	\$1.380.500			\$12.372.245	\$148.466.945	

Fuente: proyecto precursor.

Cuadro 37. Flujo de caja anual (\$)

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Ingresos operacionales		148.454.740	150.810.604	153.166.468	155.522.332	158.059.417
Costos operacionales						
Variables						
RRHH		- 71.803.668	- 73.239.741	- 74.704.536	- 76.198.627	- 77.722.599
Materia prima embolsada		- 9.005.847	- 9.095.905	- 9.186.864	- 9.278.733	- 9.371.520
Insumos		- 16.566.000	- 16.731.660	- 16.898.977	- 17.067.966	- 17.238.646
Fijos						
Mantención		- 12.600.000	- 12.600.000	- 12.600.000	- 12.600.000	- 12.600.000
Amortización intangibles		- 1.000.000	- 1.000.000	- 1.000.000	- 1.000.000	- 1.000.000
Depreciación		- 7.473.183	- 7.473.183	- 7.473.183	- 7.473.183	- 7.473.183
Utilidad antes del impuesto (UAI)		30.006.041	30.670.114	31.302.907	31.903.823	32.653.468
Impuestos (19 %)		- 5.701.148	- 5.827.322	- 5.947.552	- 6.061.726	- 6.204.159
Utilidad después del impuesto (UDI)		24.304.893	24.842.792	25.355.355	25.842.096	26.449.309
Amortización intangibles		1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Depreciación		7.473.183	7.473.183	7.473.183	7.473.183	7.473.183
Ingreso venta equipos						16.507.640
Inversiones	- 40.340.917					
Flujo neto	- 40.340.917	32.778.077	33.315.975	33.828.538	34.315.280	34.922.492

Fuente: 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.
- 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>
- Herrero, G. 2002. Estudio sobre el Azafrán. Escuela Universitaria Politécnica de Zaragoza. Nº DE PROYECTO A.202.57. 115p.
- 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
- 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 Tarapacá Información regional 2019. Actualización agosto de 2019. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura, Chile.
<https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/08/Tarapaca.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>

Sánchez, A. 2018. Importancia económica, social y cultural del azafrán. Centro Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Zaragoza
<https://www.azajiazafrandeteruel.com/uploads/abm0darf23otxjnps2nf.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	Actividad / Fecha
José Delatorre Herrera y José Delatorre Castillo	Académicos de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Arturo Prat. Coordinador y profesional proyecto	Entrevista, 10 septiembre 2019.
Nibaldo Ceballos	Productor asociado.	Entrevista, visita a terreno La Huayca. 02 octubre 2019.
Luis Astorga	Productor asociado.	Entrevista, visita a terreno La Tirana. 02 octubre 2019.

140

