



Fundación para la
Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA

Mano Larga ADP
P.E
MINAGRI

OFICINA DE PARTES 1 FIA
RECEPCIONADO
Fecha 25 ABR 2018
Hora 16:49
Nº Ingreso 40471

CONVOCATORIA NACIONAL TEMÁTICA

PROYECTOS DE INNOVACIÓN ALIMENTOS SALUDABLES 2017

PLAN OPERATIVO

Nombre iniciativa:	Valorización del brócoli y sus sub-productos mediante la optimización de su cultivo para producir un extracto rico en sulforafano y antioxidantes que sea aplicable como nutracéutico.
Ejecutor:	Pontificia Universidad Católica de Chile
Código:	PYT-2018-0316
Fecha:	27 de marzo 2018
Región(es) de ejecución	Metropolitana
Región(es) de impacto	Metropolitana



Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	2
I. Plan de trabajo.....	3
1. Configuración técnica del proyecto	3
2. Anexos	17
3. Costos totales consolidados	28
II. Detalle administrativo (Completado por FIA).....	30

I. Plan de trabajo

1. Configuración técnica del proyecto

1.1. Resumen ejecutivo

El potencial del brócoli como fuente de nutraceuticos ha sido poco aprovechado. La presencia de compuestos con alto poder anti-inflamatorio y anti-oxidante sugieren que su consumo impactaría de manera positiva sobre la salud cardiovascular, transformándose en un cultivo atractivo para el desarrollo de alimentos funcionales y/o nutraceuticos. Entre los principales compuestos anti-inflamatorios/oxidantes del brócoli, está el sulforafano (SF), que se encuentra en altas concentraciones en el brócoli y no en otros vegetales. Así, la descripción de efectos cardiovasculares beneficiosos a través de la utilización de SF proveniente del brócoli, le daría un alto valor agregado a este producto, impactando positivamente al sector productivo y a la agroindustria en general. Los objetivos de esta propuesta son: i) optimizar el cultivo para maximizar el contenido de compuestos anti-inflamatorios y anti-oxidantes, ii) probar tecnologías de extracción de los mismos, iii) estudiar el efecto de extracto rico en SF sobre la función cardiaca. Así, el producto final sería un extracto rico en SF validado como cardioprotector para su uso como nutraceutico.

Se espera obtener cultivos de brócolis enriquecidos en SF, de manera que este pueda ser extraído de diversas estructuras de la planta (tallo, flor, hojas) agregando valor a productos de desecho actuales. También esperamos mejorar la metodología de extracción del SF maximizando la producción del compuesto por masa de planta. Finalmente, esperamos validar extracto enriquecido en SF como protector cardiovascular en ensayos pre-clínicos. Así esperamos generar un nutraceutico en base a los compuestos anti-inflamatorios/oxidantes del brócoli para su futura comercialización.

En resumen, creemos que el darle un valor agregado al brócoli, como alimento saludable y que mejora la salud cardiovascular, aumentaría su demanda, lo que a nivel de agricultores pequeños y medianos se traduce en mayor competitividad y rentabilidad de sus producciones.

1.2. Objetivos del proyecto

1.2.1. Objetivo general¹

Valorizar el cultivo de brócoli, subproductos y descartes, mediante la obtención de un extracto rico en sulforafano para ser aplicado como nutraceutico protector de la salud cardiovascular.

¹ El objetivo general debe dar respuesta a lo que se quiere lograr con el proyecto. Se expresa con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

1.2.2. Objetivos específicos²

Nº	Objetivos Específicos (OE)
1	Determinar las condiciones óptimas de siembra, cultivo y cosecha de brócoli para obtener altos niveles de sulforafano en la planta.
2	Determinar las condiciones de extracción necesarios para maximizar el rendimiento de sulforafano por unidad de biomasa en la planta de brócoli.
3	Estudiar el efecto de extractos de brócoli ricos en sulforafano sobre la función cardíaca y factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en roedores.

1.3. Método:

Método objetivo 1: Determinar las condiciones óptimas de siembra, cultivo y cosecha de brócoli para obtener altos niveles de sulforafano en la planta.

Durante la primera temporada se evaluará el efecto de genotipo y ambiente en el contenido de compuestos nutraceuticos de las plantas. Para esto se tomarán muestras de plantas de distintos genotipos (al menos 10 cultivares diferentes), durante distintas épocas de producción (verano, otoño, invierno y primavera) y provenientes de campos con distintos manejos (producción para agroindustria, pequeños y medianos productores para mercado fresco; producción convencional y orgánica). Además de evaluar la concentración de sulforafano en la pella, se evaluará en hojas y tallos de plantas en distintos estados de desarrollo (Inicio de formación de pella, madurez de cosecha para fresco, floración).

Durante el segundo año, se realizarán ensayos de campo con los cuatro mejores genotipos identificados la temporada previa. En los ensayos se evaluarán alternativas de manejo como oportunidad de establecimiento, población y distribución de plantas, fertilización y riego. Las plantas serán producidas en bandejas de almácigos, con sustrato de turba y perlita y los cuidados de riego, fertilización y protección típicamente asociados a la producción de plantines. El trasplante y montaje de experimentos se realizará en una de los dos campos experimentales que la Universidad Católica posee en Pirque y Curacaví. La selección del campo a utilizar se hará en base a los resultados de la primera temporada.

Durante la tercera temporada se evaluarán y validarán las mejores condiciones de producción identificadas durante las temporadas previas.

Si durante la segunda o tercera temporada apareciesen cultivares nuevos, no evaluados durante el primer año, su evaluación se incluirá en la respectiva temporada.

² Los objetivos específicos constituyen los distintos aspectos que se deben abordar conjuntamente para alcanzar el objetivo general del proyecto. Cada objetivo específico debe conducir a uno o varios resultados. Se expresan con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

Método objetivo 2: Determinar las condiciones de extracción necesarios para maximizar el rendimiento de sulforafano por unidad de biomasa en la planta de brócoli.

Se ensayarán diferentes métodos de extracción de compuestos bioactivos desde las diferentes estructuras del brócoli: tallos, hojas, inflorescencia principal, inflorescencias secundarias. Los factores que se investigarán son: tipo de solvente (agua, etanol), la proporción entre solventes (20:80; 50:50; 0:100), tiempo de extracción (10, 30 y 50 minutos). Para este estudio se usará un diseño factorial multinivel. En cada extracto se cuantificará la concentración de sulforafano y la capacidad antioxidante. Una vez definidas las mejores condiciones de extracción, se realizará una caracterización química completa del extracto.

Análisis:

- 1) **Sulforafano:** se determinará mediante HPLC de fase reversa, según el método propuesto por Liang et al. (2006), con algunas modificaciones (Pérez et al., 2014). Este es un análisis de rutina en el Laboratorio de Biotecnología de Alimentos, Usach.
- 2) **Capacidad antioxidante:** se determinará mediante diferentes métodos: (1) capacidad de secuestro de DPPH; (2) capacidad de secuestro de peróxido de hidrógeno; (3) contenido de polifenoles totales. Estos métodos están implementados en el Laboratorio de Biotecnología de Alimentos, Usach.
- 3) **Caracterización química del extracto:** Se determinará la composición química de los extractos mediante análisis de Cromatografía Líquida de Alta Precisión acoplado a Espectrometría de Masa (HPLC-MS). Este análisis permitirá identificar compuestos que pudieran ejercer efectos sinérgicos con sulforafano, tales como compuestos fenólicos, carotenoides y clorofila. Dado que se trata de un extracto de un alimento de origen vegetal que no ha sido sometido a procesos químicos, ni adicionado de compuestos exógenos, resulta altamente probable su inocuidad. El contenido de sulforafano se determinará mediante HPLC según el protocolo implementado en el Laboratorio de Biotecnología de Alimentos, Usach.

Por otra parte, dado que uno de los objetivos del proyecto es identificar las mejores condiciones de extracción, tales que permitan la máxima recuperación posible de sulforafano, se ensayarán distintos procesos utilizando etanol como solvente en distinta proporción agua: solvente, y por distintos tiempos de extracción. Para ello se ejecutará un diseño estadístico de experimentos factorial x^2 cuyos factores serán razón agua: solvente y tiempo de extracción. De ser necesario, el diseño se complementará con corridas adicionales para identificar las condiciones óptimas de extracción. Para asegurar la inocuidad del solvente, los extractos serán sometidos a evaporación para eliminar el etanol, y luego serán resuspendidos en dimetilsulfóxido, compuesto de baja toxicidad aceptado para uso animal. Este procedimiento permitirá además homogeneizar la concentración de sulforafano en el extracto que será administrado a los animales.

Método objetivo 3: Estudiar el efecto de extractos de brócoli ricos en sulforafano sobre la función cardíaca y factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en roedores.

Se utilizarán roedores de laboratorio (Raza Sprague Dawley, hembras y machos) para el estudio funcional de los extractos de brócoli. Los protocolos experimentales a utilizar han sido previamente aprobados por el Comité de bioética de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Análisis:

1) **Ecocardiografía:** la hemodinámica cardíaca será evaluada por medio de ecocardiografía, la cual es comúnmente utilizada en pacientes humanos. Bajo anestesia (3% isoflurano en 97% O₂) las ratas serán escaneadas en modo M con un transductor de 12 MHz. Los parámetros medidos serán: diámetros de fin de diástole, diámetros de fin de sístole, pared posterior en diástole y pared posterior en sístole. Adicionalmente, se calculará: volumen de fin de diástole, volumen de fin de sístole, fracción eyectada y fracción de acortamiento.

2) **Función cardíaca:** La función cardíaca será estudiada por medio de la construcción de loops presión-volumen intraventriculares. Los animales serán anestesiados (40 mg/kg de α -cloraloza y 800 mg/kg de uretano), luego, se introducirá un catéter en la arteria carótida y se registrará, tanto el volumen y presión del ventrículo izquierdo. Mediante la oclusión de la vena cava, se determinará la función cardíaca sistólica y diastólica.

3) **Incidencia de arritmias:** Los animales serán anestesiados (2% isoflurano, 98% O₂) y luego se realizará un corte en la zona intraperitoneal, para visualizar y aislar la arteria femoral. Luego se procederá a la instalación de radiotelémetros (Data Science International, USA). Desde la señal de presión arterial se determinará la frecuencia cardíaca. Un evento arrítmico será definido como un evento prematuro o tardío que supere 3 desviaciones estándar con respecto a la media de la frecuencia cardíaca. El índice de arritmias será expresado como eventos/hora.

1.4. Resultados esperados e indicadores: Indique los resultados esperados y sus indicadores para cada objetivo específico de acuerdo a la siguiente tabla.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado ³ (RE)	Indicador ⁴	Línea base del indicador (al inicio de la propuesta)	Meta del indicador (al final de la propuesta)	Fecha de alcance de la meta
1	1	Método de cultivo optimizado para producción de sulforafano en brócoli. Esto incluye selección de genotipos, determinación población y distribución óptima de plantas, momento de establecimiento y época de cultivo, recomendación de riego y fertilización, índice de cosecha.	Concentración de sulforafano por planta	100%	125%	4º trimestre 2019
2	2	Metodología de extracción del sulforafano a partir de toda la planta del brocoli	concentración sulforafano extraído/unidad de masa de planta de brocoli	100%	150%	2º trimestre 2019
3	3	Comprobar potencial antioxidante del extracto de brocoli enriquecido en sulforafano	producción de radical superoxido in vitro	100%	75%	3º trimestre 2020
3	4	Comprobar propiedades cardiovasculares del extracto de sulforafano	función cardiaca sistolica/funcion cardiaca diastolica	100%	125%	4º trimestre 2020

³ Considerar que el conjunto de resultados esperados debe dar cuenta del logro del objetivo general de la propuesta.

⁴ Establecer cómo se medirá el resultado esperado.

1.5. Indicar los hitos críticos para el proyecto.

Hitos críticos ⁵	Resultado Esperado ⁶ (RE)	Fecha de cumplimiento (mes y año)
Generación de método de cultivo optimizado para el brócoli (aumento de al menos 25% respecto a la concentración promedio de sulforafano por planta observada previo al proyecto).	Método de cultivo optimizado para producción de sulforafano en brócoli. Esto incluye selección de genotipos, determinación población y distribución óptima de plantas, momento de establecimiento y época de cultivo, recomendación de riego y fertilización, índice de cosecha.	Diciembre 2019
Maximización del proceso de extracción del sulforafano a partir de toda la planta del brocoli	Método de extracción de sulforafano desde la planta del brócoli. Esto incluye la descripción en detalle del proceso de producción del extracto.	Abril 2019
Comprobación del potencial antioxidante del extracto de brocoli	Ensayos de capacidad antioxidante total del extracto de brócoli muestren alto potencial reductor. Esto incluye ensayos de actividad antioxidante y caracterización de los componentes del extracto.	Julio 2020
Comprobación de la mejora de la función cardiaca a partir del consumo del extracto de brocoli enriquecido en sulforafano	Bioensayos en roedores que consuman el extracto de brócoli presenten indicadores de función cardiovascular mejorados respecto de los que no reciben el extracto suplementado en la dieta. Esto incluye estudios detallados de la función cardiaca y de la incidencia de arritmogenesis cardiaca y riesgo cardiovascular.	Octubre 2020

⁵ Un hito representa haber conseguido un logro importante en la propuesta, por lo que deben estar asociados a los resultados de éste. El hecho de que el hito suceda, permite que otras tareas puedan llevarse a cabo.

⁶ Un hito puede estar asociado a uno o más resultados esperados y/o a resultados intermedios.

- 1.6. Carta Gantt: Indicar la secuencia cronológica para el desarrollo de las actividades señaladas anteriormente de acuerdo a la siguiente tabla:
Incluir al final, las actividades de difusión y transferencia de los resultados del proyecto.

N° OE	N° RE	Actividades	Año 2018						
			Trimestre						
			Mar	Abr-Jun	Jul-Sep	Oct-Dic	Ene	Feb	
1	1	Muestreo de material vegetal representativo de distintos genotipos y condiciones productivas. Evaluación de su concentración de sulforafano	■	■	■	■	■	■	■
2	2	Diseño y pruebas piloto de metodología de extracción de sulforafano		■	■				
2	2	Puesta en marcha protocolo de extracción			■	■	■	■	■
4	4	Bioensayo de determinación de efectos adversos de la suplementación de la dieta con el extracto			■	■	■	■	■
		Evento Difusión Inicio proyecto PYT-2018-0316			■				

N° OE	N° RE	Actividades	Año 2019						
			Trimestre						
			Mar	Abr-Jun	Jul-Sep	Oct-Dic	Ene	Feb	
1	1	Ensayos de campo para optimizar producción de sulforafano en brócoli.	■	■	■	■	■	■	■
2	2	Puesta en marcha protocolo de extracción.	■						
2	2	Ajustes y definición estrategia definitiva extracción	■	■	■	■			
2	2	Producción extractos enriquecidos en sulforafano					■	■	■
3	3	Análisis de capacidad antioxidante de distintos extractos de brócoli.		■	■		■	■	
4	4	Bioensayos de efectividad del extracto en mejora de la función cardíaca		■	■	■	■	■	■

4	4	Estudios del impacto del extracto sobre la predisposición a arritmias													
4	4	Bioensayo de determinación de efectos adversos de la suplementación de la dieta con el extracto													

N° OE	N° RE	Actividades	Año 2020												
			Trimestre												
			Mar	Abr-Jun	Jul-Sep	Oct-Dic	Ene	Feb							
1	1	Validación método producción sulforafano en campo.													
3	3	Análisis de capacidad antioxidante de distintos extractos de brocoli.													
3	3	Caracterización de los componentes del extracto enriquecido													
4	4	Bioensayos de efectividad del extracto en mejora de la función cardiaca													
4	4	Bioensayos de efectividad del extracto en mejora de la función cardiaca													
		Evento Difusión Termino proyecto PYT-2018-0316													

1.7. Modelo de Negocio / Modelo de extensión y sostenibilidad (según sea el caso).

A continuación, sólo complete una sección, de acuerdo a:

Si la propuesta está **orientada al mercado**, debe completar la **sección n°17.1**

Si la propuesta es de **interés público**, se debe completar la **sección n°17.2**

1.7.1. Modelo de Negocio
<p>a) Describa el mercado al cual se orientarán los productos generados en la propuesta.</p> <p>Nuestra propuesta pretende generar tres grandes productos que podrían impactar positivamente el mercado agroindustrial.</p> <p>i) Primero, proponemos generar un sistema que haga más eficiente la producción del brócoli, lo cual está orientado al pequeño y mediano productor. Dependiendo de los resultados, los productores podrían tener la posibilidad destinar sus producciones específicamente a la obtención de materia prima para extracción de sulforafano, o bien destinar los descartes de su producción tradicional de brócoli (tallos, restos de plantas, producto de menor calidad, plantas florecidas o rastrojos) a venta para ese mismo objetivo. En ambos casos, se generaría mayor rentabilidad de la producción y la generación de un nuevo negocio, lo que finalmente se traduce mayores puestos de trabajo y un impacto positivo en la economía regional y nacional.</p> <p>ii) El segundo producto que generaremos es la optimización de la extracción del sulforafano desde el brócoli. Este producto está orientado a mejorar la extracción del sulforafano y por lo tanto impactaría indirectamente sobre el precio del producto final (nutracéutico).</p> <p>iii) El tercer producto que generará nuestra propuesta es un nutracéutico en base a sulforafano que obtendremos de platas de brócoli. El mercado al cual está orientado este último producto es el público en general, ya sean sujetos sanos o comprometidos cardiovascularmente. Más aun, nuestro producto también estará orientado tanto para el sector privado como público.</p> <p>Notas:</p> <ul style="list-style-type: none">- Mercado de Ingredientes Funcionales/Nutraceuticos.- Tendencia elevada de consumo de estos mercados, sobre todo, en Estados Unidos (clientes)- Productores (primer eslabón). Productores.- Intermediarios: Empresas que producen extracto y lo transforman en Nutraceutico/Ingrediente.
<p>b) Describa quiénes son los clientes potenciales y cómo se relacionará con ellos.</p> <p>Los clientes potenciales a los cuales podría impactar nuestra propuesta son desde el que compra el brócoli para uso diario, como también quien comprará el nutracéutico que elaboraremos.</p> <p>La relación con los clientes será de manera directa e indirecta, mediante la elaboración de afiches informativos, los cuales describirán de manera gráfica los beneficios del brócoli, con un énfasis en el sulforafano como molécula mediadora de los efectos beneficiosos del brócoli.</p> <p>Por otro lado, nosotros nos comunicaremos directamente con los productores de brócoli, para mejorar la producción y consecuentemente impactaremos en el precio final del brócoli como planta de uso diario.</p> <p>Más aún, los potenciales consumidores del nutracéutico serán informados de sus beneficios a través de información gráfica y directa, mediante charlas informativas.</p>

c) Describa cuál es la propuesta de valor.

Se realizará investigación aplicada y desarrollo tecnológico asociado a una estrategia de **valorización total** a partir de una materia prima orgánica (brócoli) con alta concentración de sulforano. Esta estrategia estará orientada a obtener una paleta de productos (el Brócoli + Nutracéutico) comercializables, de alto valor y en lo posible evitando (o al menos minimizando) la generación de residuos o subproductos no comercializables, como por ejemplo, el tallo, las hojas, etc. Así, proponemos entonces un proceso integrado en busca de la optimización de la siembra y la cosecha del brócoli como también la maximización de la extracción del sulforafano desde el brócoli, permitiendo mayor eficiencia de los procesos, lo que a su vez podría disminuir el costo total del producto final. Con las herramientas que generaremos en este proyecto permitirá a los agricultores minimizar sus gastos de producción de brócoli, incrementando sus ingresos económicos. Al aumentar la extracción del sulforafano (SF) desde el brócoli, ya sea desde el tallo, la flor y las hojas, permitirá tener mayor SF desde una misma plata. A su vez, el menor costo total del sulforafano, potenciará la creación de un nutracéutico, el cual según nuestra hipótesis tendría efectos cardiovasculares beneficiosos. Así, como resultado final de nuestra propuesta esperamos generar mayor empleabilidad, impactando de manera significativa la agroindustria.

d) Describa cómo se generarán los ingresos y los costos del negocio.

La optimización en los procesos de siembra y cosecha del brócoli y sus costos asociados serán financiados por los horticultores. Estima que nuestra propuesta dará primero valor agregado al producto cosechado por lo que el productor no incurriría en gastos superiores al retorno, generándole así ingresos mayores al actual. Segundo, las empresas interesadas en el proceso de extracción podrán comercializar sus extractos a diversas nutracéuticas costeadando así compra de la materia prima y su procesamiento. Finalmente, la empresa nutracéutica podrá empaquetar el producto y vender el extracto en la forma más conveniente para maximizar el retorno.

Un aspecto relevante de destacar son los costos actuales de producción, en el laboratorio, de extracto de sulforafano. En las actuales condiciones se ha logrado maximizar el contenido de sulforafano en brócoli comercial (cultivar "Avenger") mediante su procesamiento post-cosecha consistente en picado, escaldado, machacado e incubado, obteniéndose concentraciones de sulforafano igual a $8 \mu\text{mol/g}$ materia seca recuperado en el extracto. Esto significa que desde 1 gramo de brócoli procesado se obtiene $0.8 \mu\text{g}$ de sulforafano en el extracto. Los costos asociados actuales por mg de sulforafano en extracto es de \$140. En este proyecto se espera aumentar significativamente los rendimientos a través de la selección de la variedad de brócoli que presente máxima concentración de glucorafanina (precursor del sulforafano), la optimización de su cultivo para maximizar el contenido de glucorafanina, y la optimización de las condiciones de extracción para maximizar la recuperación de sulforafano en brócoli sometido al proceso optimizado para formación de sulforafano. Esto, además de escalar el procesamiento de la planta para la extracción a nivel productivo, hace altamente esperable que los costos de producción por mg de sulforafano se reduzcan de manera significativa, entre un 30-40% menos, respecto del valor de línea base obtenido en el laboratorio.

1.7.2. Modelo de Extensión y Sostenibilidad
Completar SÓLO si no se completó la sección 17.1
e) Identificar y describir a los beneficiarios de los resultados de la propuesta.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos
f) Explique cuál es el valor que generará para los beneficiarios identificados.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos
g) Describa qué herramientas y métodos se utilizará para que los resultados de la propuesta lleguen efectivamente a los beneficiarios identificados, quiénes la realizarán y cómo evaluará su efectividad.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos
h) Describa con qué mecanismos se financiará el costo de mantención del bien o servicio generado de la propuesta una vez finalizado el cofinanciamiento.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos

1.8. Descripción del modelo de encadenamiento de la propuesta

<p>Describa la forma de participación de los productores agrarios y la distribución de utilidades obtenidas con la agregación de valor. (Completar esta sección sólo en el caso de propuestas que aborden las líneas temáticas 1, 2 o 5)</p>
<p>El modelo de encadenamiento se resume en la Figura 1. En breve, el desarrollo de las tecnologías se hará entre la PUC y la USACH en conjunto con horticultores. La tecnología relativa a la optimización del cultivo y selección del cultivar más adecuado para maximizar el contenido de sulforafano, se transferirá directamente a agricultores y medianos productores. Es importante de destacar que los resultados y metodologías asociadas a este objetivo no serán protegidas (patentes u otros) para que sean de libre disposición y fácil acceso para el sector agrícola. Además, se beneficiarán de manera indirecta las empresas productoras de semillas, tal como Monsanto y Sakata, debido a la mayor demanda de las mejores semillas identificadas. Respecto a la relación con estas empresas de semillas, cabe mencionar que ambas, en su calidad de empresas que apoyan la actual propuesta, facilitarán sus variedades comerciales de brócoli para ser evaluadas por nuestro equipo y no participarán de procesos relacionados con protección intelectual y/o obtención de patentes comerciales resultantes de nuestro proyecto. En Chile existe un número acotado de variedades de brócoli disponibles y su elección se ha hecho básicamente en base a calidad visual y rendimiento. Gracias a este proyecto, se evaluará un aspecto hasta ahora no considerado, que es el contenido de compuestos nutraceuticos benéficos para la salud, lo que debería hacer que en el futuro un mayor número de variedades estén disponibles para la venta a productores nacionales, beneficiando así a las semilleras.</p> <p>La ganancia de los productores hortícolas provendrá del incremento en sus ingresos debido a la venta directa del “súper brócoli” con propiedades funcionales mejoradas, en vez del brócoli tradicional, directamente a las empresas productoras y comercializadoras de hortalizas congeladas o procesadas. Otra fuente de ganancia de los horticultores será la venta de los desechos y descartes del cultivo de brócoli a empresas productoras de extractos naturales, agregando valor a biomasa hasta ahora considerada como desecho.</p> <p>La tecnología para la obtención del extracto funcional rico en sulforafano será debidamente protegida a través de los mecanismos disponibles para la protección de la propiedad intelectual. Este proceso será</p>

realizado en conjunto por la Dirección de Transferencia y Desarrollo de la PUC y el Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de la USACH, quienes evaluarán y solicitarán la protección intelectual de esta tecnología. Luego, esta tecnología será transferida a empresas productoras de extractos naturales, quienes comercializarán el extracto con empresas farmacéuticas que cuenten entre sus líneas de negocio el área de suplementos alimenticios naturales. Finalmente, los productos: brócoli con propiedades funcionales mejoradas en distintos formatos y extracto de brócoli rico en sulforafano, llegarán al consumidor final a través de los canales de comercialización de las empresas productoras de hortalizas congeladas o procesadas y las farmacéuticas productoras de suplementos alimenticios.

En resumen, vamos a fortalecer la interacción con los horticultores pero dependerá de nuestros resultados las futuras empresas que estén interesadas. Una vez este proceso se sustente en base a los resultados obtenidos, vamos a actuar para facilitar la gestión entre ambos sectores de ser necesario.

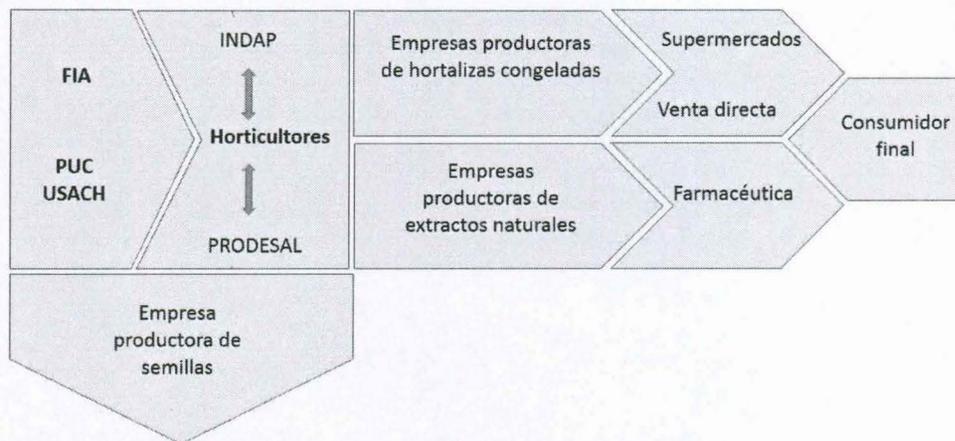


Figura de modelo de encadenamiento proyecto “Valorización del brócoli y sus sub-productos mediante la optimización de su cultivo para producir un extracto rico en sulforafano y antioxidantes que sea aplicable como nutraceutico”.

1.9. Potencial de impacto

1.9.1. Describa los potenciales impactos productivos, económicos y comerciales que se generarían con la realización de la propuesta. Además, complete la tabla con los indicadores de impacto asociados a su respuesta.

Los indicadores de impacto productivos, económicos y comerciales pueden ser: ingreso bruto, costo del producto/servicio, precio de venta del producto/servicio, rendimientos productivos, venta de royalty, redes o nuevos canales de comercialización, entre otros.

Aumento del precio de venta del **brócoli fresco** por su mayor contenido de compuestos bioactivos (súper brócoli) a industrias procesadoras de vegetales.

El **extracto** de compuestos bioactivos se obtendrá de inflorescencias secundarias, tallos, hojas y descartes, actualmente considerados desechos, que se venderían a industrias productoras de extractos, ingredientes funcionales o nutracéuticos, valorizando así un desecho y aumentando los canales de venta y los ingresos por hectárea de los productores.

N°	Indicador impacto productivo, económico y/o comercial	Línea base del indicador ⁷	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta ⁸
1	Precio de venta del brócoli (20%)	\$400/unidad	\$480/unidad
2	Aumento de las ventas (nuevos canales de comercialización y aprovechamiento de desechos)	66.000 ton/año	110.000 ton/año
3	Aumento de superficie cultivada (5%)	1.100 Ha	1.155 Ha

1.9.2. Describa los potenciales impactos sociales que se generarían con la realización de la propuesta. Además, complete la tabla con los indicadores de impacto asociados a su respuesta.

Los indicadores de impacto social pueden ser: número de trabajadores, salario de los trabajadores, nivel de educación, integración de etnias, entre otros.

Se tendrá un impacto social positivo, dado por el aumento del número de trabajadores requerido para cosechar y recuperar los subproductos que actualmente se desechan, y debido aumento de la superficie destinada al cultivo de brócoli. El brócoli se cultiva durante todo el año, lo que implica mejores condiciones laborales. Además, habrá un aumento del número de trabajadores en las industrias procesadoras de hortalizas y productoras de extractos, ingredientes funcionales y nutracéuticos.

N°	Indicador impacto social	Línea base del indicador ⁹	Impacto esperado dos años después del término de la
----	--------------------------	---------------------------------------	---

⁷ Indique los datos referentes a los últimos dos años (anterior al inicio de la propuesta).

⁸ Indique los cambios esperados de los indicadores a los dos años después del término de la propuesta.

⁹ Indique los datos referentes a los últimos dos años (anterior al inicio de la propuesta).

			propuesta¹⁰
1	Número de trabajadores agrícolas (5%)	1185	1244

1.9.3. Describa los potenciales impactos medio ambientales que se generarían con la realización de la propuesta. Además, complete la tabla con los indicadores de impacto asociados a su respuesta.

Los indicadores de impacto medio ambientales pueden ser: volumen de agua utilizado, consumo de energía, uso de plaguicidas, manejo integral de plagas, entre otros.

Se espera un impacto medioambiental positivo dado por fertirrigar el cultivo mediante el sistema de riego por goteo, lo que a su vez aumenta el rendimiento y reduce el consumo de agua en comparación con otros sistemas.

N°	Indicador impacto medio ambiental	Línea base del indicador ¹¹	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta ¹²
1	Consumo de agua por hectárea	100%	35%

1.9.4. Si corresponde, describa otros potenciales impactos que se generarían con la realización de la propuesta. Además, complete la tabla con los indicadores de impacto asociados a su respuesta.

Otros indicadores de impacto pueden ser: derechos de propiedad intelectual, nuevas publicaciones científicas, acuerdos de transferencia de resultados, entre otros.

Se espera presentar a lo menos una solicitud de patente nacional y/o internacional. Se espera generar a lo menos una publicación científica en revista ISI, y dos presentaciones en congresos nacionales o internacionales. Finalmente, se espera contribuir a la formación de recursos humanos a través de la ejecución de una tesis de pregrado.

N°	Indicador de otros impactos	Línea base del indicador ¹³	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta ¹⁴
1	Número de patentes solicitadas	1	2
2	Número de artículos ISI	38	44
3	Número de ponencias en congresos nacionales o internacionales	40	50
4	Número de tesis de pregrado finalizadas	8	12

¹⁰ Indique los cambios esperados de los indicadores a los dos años después del término de la propuesta.

¹¹ Indique los datos referentes a los últimos dos años (anterior al inicio de la propuesta).

¹² Indique los cambios esperados de los indicadores a los dos años después del término de la propuesta.

¹³ Indique los datos referentes a los últimos dos años (anterior al inicio de la propuesta).

¹⁴ Indique los cambios esperados de los indicadores a los dos años después del término de la propuesta.

2. Anexos

Anexo 1. Ficha identificación del postulante ejecutor

Nombre completo o razón social	Pontificia Universidad Católica de Chile	
Giro / Actividad	Educación	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	X
	Otras (especificar)	
Banco y número de cuenta corriente del postulante ejecutor para depósito de aportes FIA		
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)	N/A	
Exportaciones, último año tributario (US\$)	N/A	
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)	NO	
Dirección postal (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Pedro Bouchon Aguirre	
RUT del representante legal		
Profesión del representante legal	Ingeniero de Especialidad Química y Bioprocesos	
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Vicerrector de Investigación	
Firma representante legal		

Anexo 2. Ficha identificación de los asociados. Esta ficha debe ser llenada para cada uno de los asociados al proyecto.

Nombre completo o razón social	Universidad de Santiago de Chile	
Giro / Actividad	Educación	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	X
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)	N/A	
Exportaciones, último año tributario (US\$)	N/A	
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)	NO	
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Juan Manuel Zolezzi Cid	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Rector	
Firma representante legal		

Nombre completo o razón social	Teresa Hinojosa Arriagada	
Giro / Actividad	Agricultura	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	Productor Pequeño
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal		
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante		
Firma representante legal		

Nombre completo o razón social	Ximena Hinojosa Arriagada	
Giro / Actividad	Agricultura	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	Productor Pequeño
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal		
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante		
Firma representante legal		

Nombre completo o razón social	María Soledad Hinojosa Arriagada	
Giro / Actividad	Agricultura	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	Productor Pequeño
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal		
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante		
Firma representante legal		

Nombre completo o razón social	Iván Castillo Ibarra	
Giro / Actividad	Agricultura	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	Productor Pequeño
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal		
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante		
Firma representante legal		

Anexo 3. Ficha identificación coordinador y equipo técnico. Esta ficha debe ser llenada por el coordinador y por cada uno de los profesionales del equipo técnico.

Nombre completo	Rodrigo Andre Del Rio Troncoso (Coordinador Principal)
RUT	
Profesión	Biólogo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Pontificia Universidad Católica de Chile
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesor Asistente
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Andrea V. Mahn Osses (Coordinador Alterno)
RUT	
Profesión	Ingeniero en Alimentos
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Santiago
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesor Titular
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Samuel Andrés Contreras Escobar
RUT	
Profesión	Ingeniero Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Pontificia Universidad Católica de Chile
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesor Asociado
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Luis David Sáez Tonnaca
RUT	
Profesión	Ingeniero Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Santiago
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Anexo 4. Beneficiarios directos de la propuesta

En caso que su proyecto contemple beneficiarios directos, se debe repetir el “Cuadro: Beneficiarios Directos” según el número de personas consideradas por el proyecto

Cuadro : Beneficiario Directos	
Nombres	
Apellidos	
RUT	
Dirección personal	
Ciudad o Comuna	
Región	
Fono /Celular	
Email personal	