

CÓDIGO
(uso interno)

FORMULARIO POSTULACIÓN

**PROYECTOS DE INNOVACIÓN
PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO A TRAVÉS DE UNA
AGRICULTURA SUSTENTABLE 2017**

Tabla de contenido

SECCIÓN I: ANTECEDENTES GENERALES DE LA PROPUESTA.....	4
1. NOMBRE DE LA PROPUESTA	4
2. SECTOR, SUBSECTOR, RUBRO EN QUE SE ENMARCA	4
3. FECHAS DE INICIO Y TÉRMINO	4
4. LUGAR EN QUE SE LLEVARÁ A CABO.....	4
5. ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO.....	4
SECCIÓN II: COMPROMISO DE EJECUCIÓN DE PARTICIPANTES.....	
7. ASOCIADO(S)	6
SECCIÓN III: ANTECEDENTES GENERALES DE LA ENTIDAD POSTULANTE, ASOCIADO(S) Y COORDINADOR DE LA PROPUESTA.....	11
8. IDENTIFICACIÓN DE LA ENTIDAD POSTULANTE	11
8.1. Antecedentes generales de la entidad postulante.....	11
8.2. Representante legal de la entidad postulante	11
8.3. Realice una breve reseña de la entidad postulante	12
8.4. Indique la vinculación de la entidad postulante con la propuesta.....	12
8.5. Cofinanciamiento de FIA u otras agencias	13
9. IDENTIFICACIÓN DEL(OS) ASOCIADO(S).....	14
9.1. Asociado 1	14
9.2. Representante legal del(os) asociado(s)	14
9.3. Realice una breve reseña del(os) asociado(s)	14
9.4. Indique la vinculación del(os) asociados con la propuesta	15
10. IDENTIFICACION DEL COORDINADOR DE LA PROPUESTA.....	24
SECCIÓN IV: CONFIGURACIÓN TÉCNICA DE LA PROPUESTA.....	25
11. VINCULACIÓN DE LA PROPUESTA CON LA TEMÁTICA DE LA CONVOCATORIA	25
12. RESUMEN EJECUTIVO.....	26
13. PROBLEMA Y/U OPORTUNIDAD.....	28
14. SOLUCION INNOVADORA.....	29

14.1.	Describa la solución innovadora que se pretende desarrollar en la propuesta para abordar el problema y/u oportunidad identificado.....	29
14.2.	Indique el estado del arte de la solución innovadora propuesta a nivel nacional e internacional, indicando las fuentes de información que lo respaldan en Anexo 7.....	30
14.3.	Indique si existe alguna restricción legal o condiciones normativas que puedan afectar el desarrollo y/o implementación de la innovación y una propuesta de cómo abordarla.....	30
15.	OBJETIVOS DE LA PROPUESTA	32
15.1.	Objetivo general.....	32
15.2.	Objetivos específicos.....	32
16.	MÉTODOS	33
17.	RESULTADOS ESPERADOS E INDICADORES	38
18.	CARTA GANTT	40
19.	HITOS CRÍTICOS DE LA PROPUESTA	45
20.	MODELO DE NEGOCIO / MODELO DE EXTENSION Y SOSTENIBILIDAD	45
20.1.	Modelo de Negocio	45
a)	Describa el mercado al cual se orientarán los productos generados en la propuesta.	45
b)	Describa quiénes son los clientes potenciales y cómo se relacionará con ellos.	45
c)	Describa cuál es la propuesta de valor.....	45
d)	Describa cómo se generarán los ingresos y los costos del negocio.	45
20.2.	Modelo de Extensión y Sostenibilidad	46
a)	Identificar y describir a los beneficiarios de los resultados de la propuesta.	46
b)	Explique cuál es el valor que generará para los beneficiarios identificados.....	47
c)	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.	47
d)	Describa con qué mecanismos se financiará el costo de mantención del bien o servicio generado de la propuesta una vez finalizado el cofinanciamiento.	48
21.	PROPIEDAD INTELECTUAL	48
21.1.	Protección de los resultados	48
21.2.	Conocimiento, experiencia y “acuerdo marco” para la protección y gestión de resultados.	49

22.	ORGANIZACIÓN Y EQUIPO TECNICO DE LA PROPUESTA.....	50
22.1.	Organización de la propuesta	50
22.2.	Equipo técnico.....	51
22.3.	Colaboradores	52
23.	POTENCIAL IMPACTO	53
23.1.	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.....	53
23.2.	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. 54	
23.3.	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.	54
23.4.	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.	55
24.	PRODUCTO GENERAL DE LA PROPUESTA.....	55
	ANEXOS	56

SECCIÓN I: ANTECEDENTES GENERALES DE LA PROPUESTA			
1. NOMBRE DE LA PROPUESTA			
<i>“Plataforma agrícola satelital para el seguimiento de la determinación de los requerimientos hídricos de los principales cultivos del país”</i>			
2. SECTOR Y SUBSECTOR EN QUE SE ENMARCA			
Ver identificación sector y subsector Anexo 8.			
Sector	Agrícola		
Subsector	General para el sector agrícola		
Especie (si aplica)			
3. FECHAS DE INICIO Y TÉRMINO			
Inicio	Mayo de 2018		
Término	Abril de 2020		
Duración (meses)	24		
4. LUGAR EN QUE SE LLEVARÁ A CABO			
Región	Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O’Higgins, Maule, Bío Bío		
Provincia(s)	Todas		
Comuna (s)	Todas		
5. ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO			
Los valores del cuadro deben corresponder a los valores indicados en el Excel “Memoria de cálculo proyectos de innovación para la adaptación al cambio climático 2017”.			
	Aporte	Monto (\$)	Porcentaje
FIA			
CONTRAPARTE (TODOS LOS APORTES)	Pecuniario		
	No pecuniario		
	Subtotal		
TOTAL (FIA + CONTRAPARTE)			

SECCIÓN II: COMPROMISO DE EJECUCIÓN DE PARTICIPANTES

La entidad postulante y asociados manifiestan su compromiso con la ejecución de la propuesta y a entregar los aportes comprometidos en las condiciones establecidas en este documento.

6. ENTIDAD POSTULANTE

Nombre Representante Legal	Julio César Kalazich Barassi
RUT	
Aporte total en pesos:	
Aporte pecuniario	
Aporte no pecuniario	

--	--

7. 1. ASOCIADO 1. P. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE	
Nombre Representante Legal:	Pedro Bouchon Aguirre
RUT:	
Aporte total en pesos:	
Aporte pecuniario:	
Aporte no pecuniario:	

7 ASOCIADO 2. UNIVERSIDAD DE CHILE.	
Nombre Representante Legal:	Flavio Salazar Onfray
RUT:	
Aporte total en pesos:	
Aporte pecuniario:	
Aporte no pecuniario:	

7. ASOCIADO 3. UNIVERSIDAD DE TALCA.	
Nombre Representante Legal:	Gilda Astrid Carrasco Silva
RUT:	
Aporte total en pesos:	
Aporte pecuniario:	
Aporte no pecuniario:	

6. 4. ASOCIADO 4. UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN.	
Nombre Representante Legal:	Jose Luis Arumi (Representante Legal, según mandato especial UdeC, Rep. 4.572)
RUT:	
Aporte total en pesos:	
Aporte pecuniario:	
Aporte no pecuniario:	

6. 5. ASOCIADO 5. UNIVERSIDAD ARTURO PRAT.	
Nombre Representante Legal:	Gustavo Antonio Soto Bringas
RUT:	
Aporte total en pesos:	
Aporte pecuniario:	
Aporte no pecuniario:	

SECCIÓN III: ANTECEDENTES GENERALES DE LA ENTIDAD POSTULANTE, ASOCIADO(S) Y COORDINADOR DE LA PROPUESTA

6. IDENTIFICACIÓN DE LA ENTIDAD POSTULANTE

Complete cada uno de los datos solicitados a continuación. Adicionalmente, se debe adjuntar como anexos los siguientes documentos:

- Certificado de vigencia de la entidad postulante en **Anexo 1**.
- Certificado de iniciación de actividades en **Anexo 2**.

6.1. Antecedentes generales de la entidad postulante

Nombre: **Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA**

Giro/Actividad: Investigaciones agropecuarias

RUT:

Tipo de entidad: Centro de Investigación. Corporación de derecho privado sin fines de lucro.

Ventas anuales de los últimos 12 meses (en UF) (si corresponde):

Usuario INDAP (sí/no): NO

Identificación cuenta bancaria:

Banco		Tipo de cuenta		N° de Cuenta:	
-------	--	----------------	--	---------------	--

Dirección para recepción de documentos:

Teléfono:

Celular:

Correo electrónico:

6.2. Representante legal de la entidad postulante

Nombre completo: Julio César Kalazich Barassi

Cargo que desarrolla el representante legal en la entidad: Director Nacional

RUT:

Nacionalidad: Chilena

Dirección:

Teléfono:

Celular:

Correo electrónico:

Profesión: Ingeniero Agrónomo

Género (Masculino o Femenino): Masculino

Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia): --

6.3. Realice una breve reseña de la entidad postulante

Indicar brevemente la actividad de la entidad postulante.

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias-INIA (creado en 1964) es la principal institución de investigación agropecuaria de Chile. Dependiente del Ministerio de Agricultura, su misión fundamental es desarrollar investigación agrícola así como generar, adaptar y transferir tecnologías para que el sector agropecuario nacional contribuya con la seguridad y calidad alimentaria de Chile de manera competitiva y sustentable ambientalmente.

El INIA es una corporación de derecho privado sin fines de lucro cuyo financiamiento proviene de fondos públicos y privados, proyectos de investigación y venta de insumos tecnológicos. Dispone de infraestructura con cobertura nacional a través de 10 Centros Regionales de Investigación, Oficinas Técnicas y Centros Experimentales. Sus profesionales son altamente calificados, lo que permite realizar una adecuada labor como institución de investigación al servicio del sector silvoagropecuario de Chile y realizar prestación directa de servicios a nivel nacional.

6.4. Indique la vinculación de la entidad postulante con la propuesta

Describa brevemente la vinculación de la entidad postulante con la temática de la propuesta y sus fortalezas en cuanto a la capacidad de gestionar y conducir la propuesta

Los investigadores INIA que lideran la iniciativa así como los co-investigadores asociados, presentan un extenso currículum en trabajos de investigación de frontera en agricultura y en el uso eficiente de los recursos hídricos. El equipo técnico cuenta con experiencia en propuestas de temáticas similares como las iniciativas "*Desarrollo de un Centro de Análisis para la Agricultura-CAPRA*" (FIC-R, Coquimbo), "*Estimación de la Evapotranspiración, Balance Hídrico y Estrés de la cubierta mediante la secuencia multitemporal de imágenes de satélite (FONDECYT)*" y/o "*Estimación de Demandas Hídricas mediante Sensores Remotos: Una Herramienta al Manejo de agua en la agricultura (FONDECYT)*" lo que permite asegurar su capacidad y experiencia para el desarrollo de proyectos en la temática propuesta. Las metodologías a implementar tienen como base trabajos que actualmente se desarrollan en Chile en las regiones de Coquimbo, Maule y Bío Bío, así como experiencias del extranjero en asesoramiento del riego utilizando información satelital.

6.5. Cofinanciamiento de FIA u otras agencias

Indique si la entidad postulante ha obtenido cofinanciamiento de FIA u otras agencias del Estado en temas similares a la propuesta presentada (marque con una X).

SI	SI	NO	
-----------	-----------	-----------	--

8.5. Si la respuesta anterior fue SI, entregue la siguiente información para un máximo de cinco adjudicaciones (inicie con la más reciente).

Nombre agencia:	Gobierno Regional de Coquimbo FIC
Nombre proyecto:	Desarrollo de un Centro de Análisis para la Agricultura de Riego (CAPRA) para mejorar la gestión de los recursos hídricos de la agricultura regional
Monto adjudicado (\$):	
Monto total (\$):	
Año adjudicación:	2014
Fecha de término:	2016
Principales resultados:	- Mapas de uso del suelo y mapas de necesidades de riego en la Cuenca del Río Elqui para las temporadas agrícolas 2013, 2014 y 2015. - Superficie cultivada y demanda de riego a diferentes escalas: cuenca, macrosector, subcuenca.
Nombre agencia:	Gobierno Regional de Coquimbo FIC
Nombre proyecto:	Creación de un sistema continuo de monitoreo del potencial productivo y la capacidad de carga animal sustentable en la Región de Coquimbo
Monto adjudicado (\$):	
Monto total (\$):	
Año adjudicación:	2015
Fecha de término:	2017
Principales resultados:	Generación de una base de datos satelital. Carta digital de potencial forrajero de la cobertura vegetal. Evaluación de la productividad primaria de los pastizales. Evaluación de la capacidad sustentadora para la línea base y horizontes 2030, 2050.

7. IDENTIFICACIÓN DEL(OS) ASOCIADO(S)

Si corresponde, complete los datos solicitados de cada uno de los asociados de la propuesta.

7.1. Antecedentes del Asociado 1

Nombre: Pontificia Universidad Católica de Chile

Giro/Actividad: Universidad

RUT:

Tipo de entidad, organización, empresa o productor (mediano o pequeño): Universidad

Ventas anuales de los últimos 12 meses (en UF) (si corresponde):

Dirección (calle, número, comuna, ciudad y región):

Teléfono:

Celular:

Correo electrónico:

7.2. Representante legal del asociado 1

Nombre completo: Pedro Bouchon Aguirre

Cargo que desarrolla el representante legal en la entidad: Vicerrector de Investigación

RUT:

Nacionalidad: Chileno

Dirección:

Teléfono:

Celular:

Correo electrónico:

Profesión: Ing. Civil Industrial

Género (Masculino o Femenino): Masculino

Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia):

7.3. Realice una breve reseña del asociado 1

Indicar brevemente la actividad del asociado

La Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) es una institución de educación profesional universitaria e investigación, con 127 años de historia. Cuenta con 3.248 académicos, 31 unidades académicas y 18 facultades, incluyendo la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal (FAIF). Tiene cerca de 27 mil estudiantes, dentro de los cuales aproximadamente de 3 mil se encuentran en cursos de magíster, 1.000 en programas de doctorado y más de 600 estudiantes de postítulo. Además,

cuenta con más de 500 proyectos de investigación vigentes financiados por fondos concursables nacionales e internacionales.

La Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal (FAIF) de la Pontificia Universidad Católica de Chile, creada en el año 1904, ha asumido la I+D+i como pilares fundamentales de su actividad académica. En estos objetivos participa toda la comunidad de la Facultad, con el trabajo conjunto de profesores, alumnos y personal técnico en las distintas unidades de investigación, programas de postgrado, centros y programas de investigación multidisciplinaria. Tanto los profesores e investigadores, como las autoridades, mantienen una fluida relación con empresas productoras y exportadoras hortofrutícolas, viñas y empresas forestales.

7.4. Indique la vinculación del asociado con la propuesta

Describa brevemente la vinculación del asociado con la temática de la propuesta y sus fortalezas en cuanto a la capacidad de gestionar y conducir la propuesta

La Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal UC cuenta con académicos que trabajan en el área de agroclimatología y riego. En este caso, la Facultad participa con los profesores Dr. Francisco Meza y Dra. Pilar Gil, expertos en climatología y riego respectivamente. Entre los aportes de estos académicos se encuentra su participación en investigaciones a ser desarrolladas en el proyecto y el uso de dos torres de flujo de energía que podrán ser utilizadas para la estimación de las necesidades hídricas del cultivo de la vid vinífera.

IDENTIFICACIÓN DEL(OS) ASOCIADO(S)
Si corresponde, complete los datos solicitados de cada uno de los asociados de la propuesta.
7.5. Antecedentes del Asociado 2
Nombre: Universidad de Chile
Giro/Actividad: Universidad
RUT:
Tipo de entidad, organización, empresa o productor (mediano o pequeño): Universidad
Ventas anuales de los últimos 12 meses (en UF) (si corresponde): No corresponde
Dirección:
Teléfono:
Celular:
Correo electrónico: :
7.6. Representante legal del asociado 2
Nombre completo: Flavio Andrés Salazar Onfray
Cargo que desarrolla el representante legal en la entidad: Vicerrector de Investigación y Desarrollo
RUT:
Nacionalidad: Chileno
Dirección:
Teléfono:
Celular:
Correo electrónico:
Profesión: Biólogo
Género (Masculino o Femenino): Masculino
Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia): No
7.7. Realice una breve reseña del asociado 2
Indicar brevemente la actividad del asociado
Fundada en 1842, la Universidad de Chile, Persona Jurídica de Derecho Público Autónoma, es una Institución de Educación Superior del Estado de carácter nacional y público, con personalidad jurídica, patrimonio propio, y plena autonomía académica, económica y administrativa, y que desarrolla una amplia gama de áreas y disciplinas del saber dentro de las aulas, siendo su ámbito de acción la enseñanza superior, la investigación, la creación y extensión en las ciencias, las humanidades y las artes.

La Universidad se organiza en 14 Facultades, 4 Institutos y el Hospital Clínico de la Universidad de Chile, además de sus servicios y unidades centrales.

Posee un liderazgo en diversas áreas: una de las dos universidades chilenas entre las 500 mejores del mundo (ranking ARWU, Universidad Jiao Tong de Shanghai); lugar 225 mundial 2012 (QS World University Ranking, Quacquarelli Symonds); 1° universidad nacional y 10° latinoamericana (Ranking SCIMAGO, 2013); 1° lugar ranking de mejores Universidades Chilenas (Revista América Economía, 2012).

En el ámbito de la investigación, encabeza la recepción de fondos en el país, posicionándose como líder nacional en investigación. Entre 2005 y 2015 ejecutó 3081 proyectos de investigación básica, aplicada y transferencia tecnológica, a través de distintas fuentes de cofinanciamiento. La Facultad de Ciencias Agronómicas (FCA) contribuyó con 207 iniciativas. La FCA orienta su investigación científico-tecnológica hacia diversas áreas que integran la cadena agroalimentaria, así como también a los recursos naturales y el ambiente donde se asientan las bases de la producción de alimentos.

7.8. Indique la vinculación del asociado con la propuesta

Describe brevemente la vinculación del asociado con la temática de la propuesta y sus fortalezas en cuanto a la capacidad de gestionar y conducir la propuesta

En la iniciativa participa Luis Morales, Profesor de Ciencias Naturales y Física de la P. U. Católica, Mg. en Física (c) de la U. Austral, Dr. en Cs. Ambientales de la U. de Concepción (1997) con experiencia en modelación espacial de fenómenos ambientales, Modelación Dinámica, Teledetección, Agrometeorología y Climatología Dinámica. Actualmente es Académico del Depto. de Cs. Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Fac. de Cs. Agronómicas de la U. de Chile (1997).

Su campo de especialización es la modelación espacial, con énfasis en modelación dinámica aplicada a la Agrometeorología. Ha liderado estudios de modelación espacial de variables climáticas y agroclimáticas para la modelación de idoneidad territorial de especies (Modelación de nicho). Ha participado en proyectos FIA, CORFO y FONDECYT, en calidad de investigador responsable y co-investigador. Es autor de 70 artículos científicos en revistas especializadas de corriente principal, ha participado en numerosos congresos nacionales e internacionales y es referee en revistas de corriente principal nacionales e internacionales. También ha sido profesor visitante y Vocal de tribunal de tesis Doctorales en universidades de Latinoamérica y Europa.

Profesionalmente se ha desempeñado como asesor de la Agencia Espacial Europea (2003-2004); Evaluador Internacional en la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación SENACYT, Panamá; Evaluador CNA-Chile. Comisión Nacional de Acreditación, Ministerio de Educación, Chile.

IDENTIFICACIÓN DEL(OS) ASOCIADO(S)
Si corresponde, complete los datos solicitados de cada uno de los asociados de la propuesta.
7.9. Antecedentes del Asociado 3
Nombre: Universidad de Talca
Giro/Actividad: Educación
RUT:
Tipo de entidad, organización, empresa o productor (mediano o pequeño): Universidad
Ventas anuales de los últimos 12 meses (en UF) (si corresponde): -
Dirección (calle, número, comuna, ciudad y región):
Teléfono:
Celular:
Correo electrónico:
7.10. Representante legal del asociado 3
Nombre completo: Álvaro Manuel Rojas Marín
Cargo que desarrolla el representante legal en la entidad: Rector
RUT:
Nacionalidad: Chilena
Dirección (calle, número, comuna, ciudad y región):
Teléfono:
Celular:
Correo electrónico:
Profesión: Médico Veterinario
Género (Masculino o Femenino): Masculino
Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia): No
7.11. Realice una breve reseña del asociado 3
Indicar brevemente la actividad del asociado
La Universidad de Talca, en su carácter de corporación pública y regional, orienta su actividad para posicionarse entre las mejores cinco instituciones del país, transformándose en una institución de mayor complejidad, abarcando todos los ámbitos del ser Universidad, y guardando especial interés la calidad de su enseñanza, el desarrollo de investigación de excelencia y la difusión o extensión del arte y las ciencias.

Tenemos 5 años de acreditación institucional, en todas las áreas. Asimismo, continuamente se impulsa el desarrollo y fortalecimiento de la calidad en la investigación, en la que se está priorizando la inserción y vinculación de la investigación con el medio. Esta función y sus logros son posibles con la contribución y adjudicación de recursos de fuentes de financiamientos nacionales e internacionales, anualmente se ejecutan aproximadamente 200 proyectos que permiten incrementar y transferir conocimiento y tecnologías.

7.12. Indique la vinculación del asociado con la propuesta

Describa brevemente la vinculación del asociado con la temática de la propuesta y sus fortalezas en cuanto a la capacidad de gestionar y conducir la propuesta

La Universidad de Talca cuenta con once centros tecnológico. En esta propuesta participa el Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología (CITRA) en el marco del programa de investigación Adaptación de Cultivos del Programa Interdisciplinar Adaptación a la Agricultura al Cambio Climático. Estas unidades disponen de un alto conocimiento en gestión hídrica y riego, idóneas para la presente propuesta.

El CITRA tiene 20 años de experiencia en investigación básica, aplicada y transferencia tecnológica para la gestión hídrica. Ha desarrollado múltiples actividades, involucrando instituciones públicas, privadas y académicas, incentivando la incorporación de nuevas herramientas tecnológicas que optimicen el uso del agua en la agricultura.

El equipo de investigadores del CITRA ha desarrollado investigación científica-tecnológica a través de la adjudicación de 30 proyectos propios y 15 asociados con otras entidades, los cuales han sido financiados por FONDEF, FONDECYT, CORFO y FNDR. Entre los resultados de transferencia tecnológica al sector productivo destacan: (1) reducción de volúmenes de agua aplicados en tomate bajo invernadero (150%) e incrementos en la calidad de frutos, (2) incremento de rendimientos en maíz semillero (14- 30%), (3) ahorros de agua (30- 60%) en vides viníferas regadas por goteo, (4) aumentos de calidad de mostos y vino (20-30%), (5) ahorros de agua (15-40%) en manzanos, olivos, arándanos, frambuesa y uva de mesa y (6) reducciones entre 60-250 dólares/ha en costos por concepto de energía para el bombeo del agua en viñedos y huertos de olivo.

IDENTIFICACIÓN DEL(OS) ASOCIADO(S)
Si corresponde, complete los datos solicitados de cada uno de los asociados de la propuesta.
7.13. Antecedentes del Asociado 4
Nombre: Universidad de Concepción
Giro/Actividad: Educación Superior
RUT:
Tipo de entidad, organización, empresa o productor (mediano o pequeño): Corporación de Derecho Privado
Ventas anuales de los últimos 12 meses (en UF) (si corresponde): No corresponde
Dirección:
Teléfono:
Celular:
Correo electrónico:
7.14. Representante legal del asociado 4
Nombre completo: José Luis Arumí
Cargo que desarrolla el representante legal en la entidad: Decano Facultad de Ingeniería Agrícola
RUT:
Nacionalidad: Chilena
Dirección:
Teléfono:
Celular:
Correo electrónico:
Profesión: Ingeniero Civil Ph. D.
Género (Masculino o Femenino): Masculino
Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia):
7.15. Realice una breve reseña del asociado 4
Indicar brevemente la actividad del asociado
La Universidad de Concepción es una universidad privada tradicional chilena, obra de la comunidad penquista, una de las de mayor tradición y prestigio de su país, considerada compleja por su extensión investigativa en las diversas áreas del conocimiento. Fundada el 14 de mayo de 1919, es la tercera universidad más antigua de Chile, y una de las veinticinco universidades pertenecientes al

Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas. Su sede central se ubica en la ciudad de Concepción, y cuenta además con otros dos campus en Chillán y Los Ángeles. Fue la primera Universidad creada en la zona centro-sur del país y pertenece a la Red Universitaria Cruz del Sur y a la Red Universitaria G9. Como parte de su línea educacional, la Universidad de Concepción dedica gran parte de su presupuesto a la investigación académica. Posee en sus instalaciones el museo de arte chileno más completo del país, varios centros deportivos y una red de 11 bibliotecas. Al año 2012 el total de alumnos titulados de esta casa de estudios ascendía a 57.000. Además imparte clases a 23.700 alumnos, 2.166 de ellos de carreras de postgrado; Un 72% de sus profesores poseen doctorados o maestrías y su infraestructura, con 243.556 m² construidos, es una de los más grandes de Chile. Actualmente es una de las tres universidades en todo el país que se encuentra acreditada por la Comisión Nacional de Acreditación (CNA) por el periodo máximo de 7 años en todas las áreas obligatorias y optativas.

7.16. Indique la vinculación del asociado con la propuesta

Describa brevemente la vinculación del asociado con la temática de la propuesta y sus fortalezas en cuanto a la capacidad de gestionar y conducir la propuesta

La Universidad de Concepción posee una larga trayectoria y cooperación con el Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. Específicamente en el marco de esta propuesta existe una histórica colaboración en la realización de proyectos de Investigación y proyectos de transferencia de tecnología en el área de Recursos Hídricos en la Agricultura.

La Universidad de Concepción a través del Departamento de recursos Hídricos ha realizado números proyectos de investigación (FONDEF, FONDECYT) en la determinación de evapotranspiración de cultivos y frutales mediante el uso de sensores remotos, específicamente desde satélites y vehículos aéreos no tripulados. De estas iniciativas destaca el proyecto financiado a través de varios proyectos FONDEF "AquaSat: sistema de riego asistido por satélite" elegido entre los 10 casos de éxito en los últimos 25 años de FONDEF de CONICYT. Actualmente posee un grupo de investigadores y profesionales especialistas en esta línea de investigación, infraestructura y equipamiento que serán compartidos para la correcta ejecución de esta propuesta.

IDENTIFICACIÓN DEL(OS) ASOCIADO(S)
Si corresponde, complete los datos solicitados de cada uno de los asociados de la propuesta.
7.17. Antecedentes del Asociado 5
Nombre: Universidad Arturo Prat.
Giro/Actividad: Educación
RUT:
Tipo de entidad, organización, empresa o productor (mediano o pequeño): no aplica
Ventas anuales de los últimos 12 meses (en UF) (si corresponde): no aplica
Dirección:
Teléfono:
Celular:
Correo electrónico:
7.18. Representante legal del asociado 5
Nombre completo: Gustavo Antonio Soto Bringas
Cargo que desarrolla el representante legal en la entidad: Rector
RUT:
Nacionalidad: Chilena
Dirección:
Teléfono:
Celular:
Correo electrónico:
Profesión: Biólogo
Género (Masculino o Femenino): Masculino
Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia):
7.19. Realice una breve reseña del asociado 5
La Universidad Arturo Prat, es una de las 25 Universidades que integran el Consejo de rectores de las Universidades Chilenas. La Universidad Arturo Prat está organizada en seis facultades que imparten en la actualidad 29 carreras de pregrado, 7 carreras pregrado trabajador, 3 Diplomados, 1 postítulo, 2 programas de Doctorado, 15 Programas de Magister. En los últimos 10 años se ha adjudicado 258 proyectos en los ámbitos de las Ciencias Sociales, Agronomía, Ciencias Biológicas; de los cuales 54 han sido financiados por CONICYT, 2 por FIA y 5 por el Gobierno Regional de Tarapacá.

Hay 9 Institutos de Investigación y 3 Centros de Investigación, de los cuales dos de ellos se enmarcan en el Plan de Desarrollo Estratégico del Gobierno Regional de Tarapacá, como son el “Centro Estudios Recursos de Energía, CERE” y el “ Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos – CIDERH”, (www.ciderh.cl).

Estos antecedentes muestran la alta capacidad que tiene la Universidad para gestionar proyectos de gran envergadura, destacándose CIDERH, con financiamiento CONICYT – GORE Tarapacá.

Este Centro de Investigación tiene entre sus líneas de investigación la eficiencia hídrica, el reuso de aguas servidas en actividades productivas, tratamientos de aguas naturales y tratadas, ordenamiento territorial, gestión de recursos hídricos, calidad de agua.

7.20. Indique la vinculación del asociado con la propuesta

Describa brevemente la vinculación del asociado con la temática de la propuesta y sus fortalezas en cuanto a la capacidad de gestionar y conducir la propuesta

El Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos tiene una vinculación importante con el manejo y eficiencia en el uso del recurso hídrico y en su gestión. Los proyectos que ha ejecutado y/o están en ejecución son los siguientes:

- Reuso de agua servida para la producción de flores de corte en un sistema aerónico recirculante. Proyecto Financiado por FIA. Terminado.
- Impacto del riego suplementario localizado sobre la producción de la Quinoa Altiplánica en la localidad de Ancovinto, comuna de Colchane. Región de Tarapacá. Proyecto Financiado por FIA. En Ejecución.
- Estudio básico “Diagnóstico de recursos hídricos y propuesta para mejorar gestión del riego del valle de Pica”. Proyecto Financiado por la Comisión Nacional de Riego. En Ejecución.
- Determinación del impacto de las cubiertas de mallas fotoselectivas en las variables ecofisiológicas incidentes en el proceso productivo y en la demanda de recurso hídrico en el cultivo de Limón de Pica, comuna de Pica, región de Tarapacá. Proyecto Financiado por FIA. Por iniciar su ejecución.

Estos antecedentes demuestran la capacidad técnica de CIDERH para la ejecución y dirección de proyectos de investigación.

8. IDENTIFICACION DEL COORDINADOR DE LA PROPUESTA			
Complete cada uno de los datos solicitados a continuación.			
Nombre completo: Claudio Andrés Balbontín Nesvara			
RUT:			
Profesión: Ingeniero Agrónomo			
Pertenece a la entidad postulante (Marque con una X).			
SI	X	NO	
Indique el cargo en la entidad postulante:	Investigador en riego	Indique la institución a la que pertenece:	INIA
Dirección:			
Teléfono:			
Celular:			
Correo electrónico:			

SECCIÓN IV: CONFIGURACIÓN TÉCNICA DE LA PROPUESTA

9. VINCULACIÓN DE LA PROPUESTA CON LA TEMÁTICA DE LA CONVOCATORIA

9.1. Línea temática de la convocatoria con que se vincula la propuesta

Marque con una "X" solo una línea temática (**la más representativa**) en que se enmarca su propuesta

1. Diversificación productiva	
2. Manejo productivo	
3. Gestión de recursos hídricos	X
4. Gestión en situaciones de estrés abiótico	
5. Gestión innovadora de los recursos energéticos renovables	

9.2. Justificación

Justifique con cual(es) línea(s) temática(s) se vincula su propuesta y por qué.

La línea temática de la propuesta es la **gestión de los recursos hídricos** ya que aborda la **"Determinación de los requerimientos hídricos de los principales cultivos del país según zonas agroecológicas"**. Para esto se propone la implementación de una **Plataforma Agrícola Nacional (en línea)** que permita a instituciones públicas (CNR, INDAP, DGA), privadas y a profesionales del agro en general, contar con información dinámica de desarrollo de los cultivos y de las condiciones ambientales donde se desarrollan, para establecer de este modo un manejo eficiente de los recursos hídricos.

Frente a los efectos del cambio climático, la iniciativa propone el uso de herramientas tecnológicas modernas para el **análisis dinámico, cuantitativo y detallado de la agricultura**, aumentando el nivel de información para la toma de decisiones. La falta de herramientas para la supervisión de la agricultura dificulta establecer programas de asesoramiento público, tanto en el manejo agronómico de los cultivos como en el manejo eficiente del riego, coherentes con su realidad local. Esta falta de información genera incertidumbres al momento de definir necesidades de riego, planificar nueva infraestructura, dar seguimiento a programas de fomento al riego o generar planes regionales.

Las metodologías a implementar en la **Plataforma Agrícola Nacional** se encuentran dentro del marco conceptual *Evapotranspiración de referencia – Coeficiente de cultivo*, propuesto por FAO para el manejo eficiente del riego de los cultivos (FAO 56, Allen et al., 1998). Para la implementación territorial del proyecto, se plantea el uso de información satelital para definir el nivel de desarrollo de los cultivos conjuntamente con información de la demanda ambiental local (ETo, evapotranspiración de referencia) disponible en la RAN de MINAGRI. Ambos insumos serán puestos a disposición de los usuarios en la **Plataforma Agrícola Nacional**, abierta y consultable en internet.

10. RESUMEN EJECUTIVO

Sintetizar con claridad la justificación de la propuesta, sus objetivos, resultados esperados e impactos.

La presente propuesta corresponde al producto final de un Estudio FIA denominado **“Bases para la determinación de los requerimientos hídricos de los principales cultivos del país según zonas agroecológicas”**. Este Estudio permitió consolidar una red de trabajo compuesta por investigadores especialistas en *recursos hídricos y agricultura* de las principales instituciones nacionales (Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Universidad de Chile, Universidad Católica, Universidad de Talca, Universidad de Concepción, Universidad A. Prat) quienes definieron las metodologías necesarias para implementar un proyecto nacional enfocado a la **“Determinación de los requerimientos hídricos de los principales cultivos del país según zonas agroecológicas”**. Así mismo, la propuesta se enmarca en las definiciones establecidas en el informe **Ciencia e Innovación de los desafíos del Agua en Chile** y forma parte de las actividades de la Red de Investigación en Recursos Hídricos al alero del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID).

Esta iniciativa tiene como objetivo implementar una **Plataforma Agrícola Nacional (en línea)** que permita el monitoreo del desarrollo de los cultivos y estimar de forma precisa la demanda de riego en diferentes zonas agrícolas distribuidas desde la región Coquimbo hasta la región del Bío Bío. Para esto, se plantea el uso de metodologías que combinan **información satelital** (series temporales de imágenes satelitales para la supervisión del desarrollo de los cultivos) con información de la **demanda ambiental** (ET_o, evapotranspiración de referencia), registrada con la Red Agrometeorológica Nacional (RAN) del Ministerio de Agricultura de Chile. De este modo y utilizando métodos estandarizados para la definición de las necesidades de riego de los cultivos (FAO 56, Allen et al., 1998) se podrá estimar de manera dinámica el comportamiento de la superficie cultivada, establecer la demanda de riego y definir planes de manejo de los recursos hídricos a diferentes escalas que pueden ir desde grandes cuencas hasta predios individuales. Esta **Plataforma Agrícola Nacional** estará disponible para todo público y tendrá como principales usuarios instituciones públicas relacionadas con el manejo de recursos hídricos en agricultura (eg. CNR, INDAP, DGA), así como otras entidades asociadas a la agricultura y/o vegetación natural (CONAF, INFOR, universidades, empresas, instituciones de investigación, profesionales consultores, etc.). Para lograr un acceso rápido a la información desde cualquier punto del país, el proyecto contempla la implementación de un sistema *Web Map Server* accesible vía internet, el cual permitirá realizar consultas y descargar información numérica del estado de desarrollo de los cultivos conjuntamente con la demanda ambiental y definir de este modo las necesidades de riego.

Debido al volumen de trabajo y costos de las metodologías involucradas en la **Plataforma Agrícola Nacional**, el grupo de investigadores consideró oportuno dividir la iniciativa en dos sub-proyectos que serán presentados simultáneamente en la presente convocatoria FIA 2017.

En este formulario se presenta el **Proyecto “Plataforma agrícola satelital para el seguimiento de la determinación de los requerimientos hídricos de los principales cultivos del país”**. De manera esquemática, en la siguiente figura se señala la estructura de plataforma.



Determinación de los requerimientos hídricos de los principales cultivos del país según zonas agroecológicas

BASES CONCEPTUALES



Food and Agriculture Organization of the United Nations



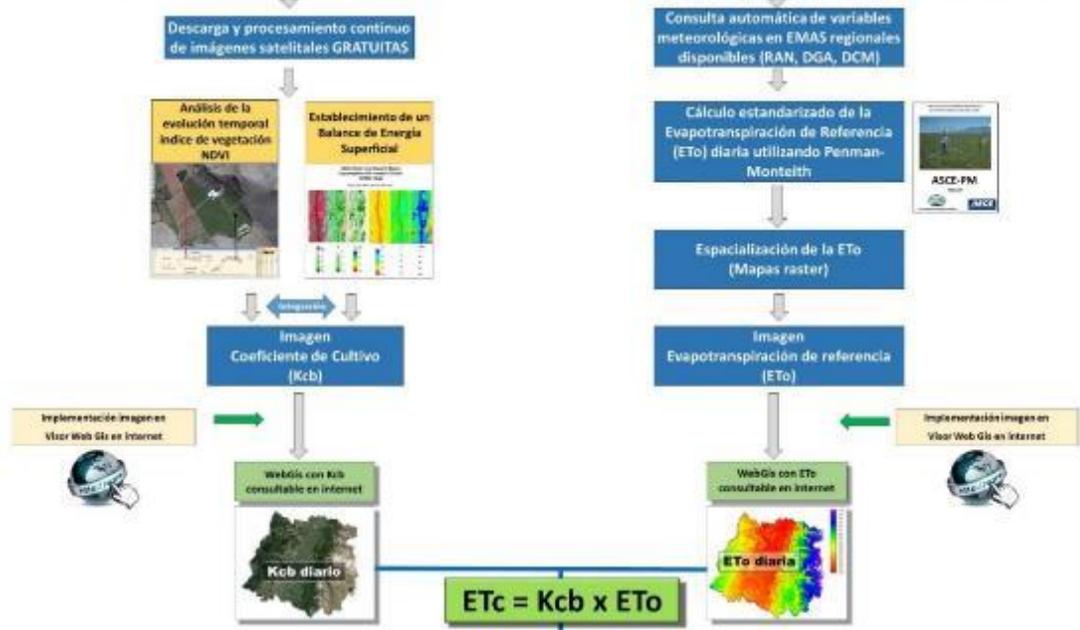
$ET_c = K_{cb} \times ET_o$

Proyecto I

Plataforma agrícola satelital para el seguimiento de la determinación de los requerimientos hídricos de los principales cultivos del país

Proyecto II

Mapa dinámico a escala diaria de la Evapotranspiración de Referencia (ET_o) para determinar las necesidades de riego en Chile



PLATAFORMA AGRICOLA NACIONAL

11. PROBLEMA Y/U OPORTUNIDAD

Identifique y describa claramente el problema y/u oportunidad que dan origen a la propuesta

En Chile la agricultura se desarrolla en condiciones de gran variabilidad climática y edáfica. Desde la zona norte, con demanda ambiental alta y baja disponibilidad de riego, hasta el sur con demanda ambiental baja y recursos hídricos más abundantes. Estas condiciones determinan que las estrategias de manejo agronómico de los cultivos sean diferentes de acuerdo a su ubicación. **La problemática** es que estas condiciones están cambiando, siguiendo un **patrón de aridización**, con aún menor disponibilidad hídrica en el norte y aparición de nuevas zonas de riego en el sur. Adicionalmente, la competencia por el uso de recursos hídricos entre sectores económicos (agricultura, minería, industria, población) presagian mayores **limitantes en la disponibilidad de riego**. En este contexto, **la falta de información cuantitativa, detallada y dinámica** acerca de las zonas cultivadas y su demanda real de riego, limita la gestión eficiente del recurso e incorpora incertidumbre a la planificación de obras de riego extra o intra-predial.

Hoy en día en Chile no existe una herramienta para la supervisión dinámica de la agricultura local lo cual dificulta establecer programas de asesoramiento público (CNR, INDAP, INIA), tanto en el manejo agronómico de los cultivos como en el manejo eficiente del riego. Esta falta de información genera incertidumbres al momento de definir necesidades de riego, planificar nueva infraestructura, dar seguimiento a programas de fomento al riego o generar planes regionales.

La **oportunidad** abordada en esta iniciativa es el uso de **Nuevas Tecnologías** para el manejo agronómico de los cultivos. De este modo, el proyecto contempla la implementación de una **Plataforma Agrícola Nacional** con herramientas tecnológicas como **imágenes satelitales** (para monitoreo de los cultivos en cualquier sitio), **información agroclimática** (demanda ambiental local desde la RAN de MINAGRI) y **Tecnologías de las comunicaciones** (internet para la consulta y transferencia de recomendaciones agronómicas). La plataforma de consulta será abierta y los usuarios pueden ir desde instituciones públicas/privadas relacionadas con agricultura y riego (CNR, INDAP, DGA) así como entidades asociadas a investigación agrícola y/o monitoreo de la vegetación natural (CONAF, INFOR, universidades, institutos investigación, etc.).

12. SOLUCION INNOVADORA

12.1. Describa la solución innovadora que se pretende desarrollar en la propuesta para abordar el problema y/u oportunidad identificado.

La solución innovadora de esta propuesta contempla el uso de tres herramientas tecnológicas para la estimación de los requerimientos hídricos de los cultivos como son; serie temporal de imágenes satelitales (EO, constelación de sensores), sistemas de información geográfica (SIG) y tecnologías de las comunicaciones (TICs). El uso conjunto de estas herramientas permite monitorizar el estado de desarrollo de cultivos y calcular sus requerimientos hídricos de forma continua en el espacio y en el tiempo (hasta 0,1 ha, 1 día) sobre áreas extensas (desde la Región de Coquimbo hasta Bío Bío). La información puede ser consultada y analizada de forma práctica por todo tipo de usuarios vinculados al sector agrario, a través de una plataforma web con funcionalidades de Sistemas de Información Geográfica (plataforma-webSIG), desde cualquier computador con acceso a internet.

La amplia cobertura de los satélites Landsat-8 (L8), Sentinel 2^a (S2a) y Sentinel 2b (S2b), que cubren 185 km y 290 km por escena respectivamente, permite obtener de forma simultánea información de una gran extensión del territorio, mientras que la frecuencia de paso (16 días y 10 días) y la resolución espacial (30 x 30 m y 10 x 10 m) son adecuadas para capturar casi en tiempo real el estado de desarrollo de los cultivos a escala de parcela agrícola.

Los requerimientos hídricos de los cultivos se estiman aplicando la metodología FAO56 “en dos pasos”, que multiplica dos factores, el primero es un coeficiente de cultivo (K_c) que refleja el estado de desarrollo y características del cultivo y el segundo es la evapotranspiración de referencia (E_{To}) que caracteriza la demanda evaporativa de la atmósfera. Las imágenes de satélite permiten obtener de forma operativa la evolución temporal del “coeficiente de cultivo” con una alta resolución espacial y temporal para todo el territorio observado. La propuesta contempla la generación de valores de los coeficientes de cultivo locales (K_c) en todo el territorio observado, mediante los dos principales modelos asistidos por teledetección para estimar la evapotranspiración de los cultivos. El primer modelo se basa en la relación lineal que existe entre el coeficiente de cultivo basal y el índice de vegetación (K_{cb} -NDVI), el segundo modelo se basa en el balance de energía en superficie (BES). Las dos aproximaciones son completamente independientes y fiables, y están relacionadas a través de la evapotranspiración. Ambos modelos han sido implementados en Chile en diferentes regiones y usos del suelo. Se propone usar los dos modelos para aplicar aquel de mejor desempeño para cada región, ya que ambos presentan ventajas y limitaciones, tanto conceptuales como operativas. El K_c calculado desde las imágenes de satélite junto a la información climática proveniente de la Propuesta Nacional para la estimación de **Mapa dinámico de la Evapotranspiración de Referencia (E_{To})** y/o de la Red Agrometeorológica Nacional permitirá establecer con precisión los requerimientos hídricos de los cultivos.

De este modo, la información generada (monitoreo del grado de desarrollo de los cultivos, coeficiente de cultivo, K_{cb}) estará disponible simultáneamente con la información de la demanda ambiental (mapas diarios de la demanda ambiental, E_{To}) en una plataforma web con funcionalidades de sistemas de información geográfica (web-SIG) para garantizar e incrementar su rápida accesibilidad y el mayor número de usuarios posibles. Esta herramienta incrementará la participación y transparencia para la gestión integrada de los recursos hídricos en agricultura.

12.2. Indique el estado del arte de la solución innovadora propuesta a nivel nacional e internacional, indicando las fuentes de información que lo respaldan en Anexo 7.

A pesar de los numerosos trabajos científicos y varios proyectos públicos y privados para estimar los requerimientos hídricos de los cultivos, Chile no cuenta en la actualidad con una metodología estandarizada y operativa que permita monitorizar el desarrollo de los cultivos y obtener con precisión sus requerimientos de riego de forma continua en el espacio y en el tiempo (0.1 ha, 1 día). Tampoco cuenta con un sistema de difusión de esta información que permita a los usuarios un fácil acceso a la información para tomar decisiones y planificar el manejo del riego en sus predios o el uso de los recursos hídricos a escala regional. Si bien existen grupos en Chile que trabajan con información satelital orientados a la vegetación, éstos no ofrecen los productos presentados en este Proyecto Nacional. Por esto, la presente propuesta es innovadora y constituye un avance cualitativo en el uso de la información espacial en Chile al servicio de la agricultura de regadío.

El estado del arte de la solución innovadora es robusto. Desde la aparición de los primeros satélites civiles de observación de la Tierra en 1972, una de las grandes aplicaciones ha sido la estimación de la evapotranspiración en grandes áreas, utilizando la capacidad de observación y repetitividad que proporcionan las imágenes (Kanemasu, 1974; Tucker et al., 1979; Allen et al, 2011; Calera et al, 2017). Las dos metodologías que se proponen en la solución innovadora para estimar requerimientos hídricos utilizando información satelital han sido validadas en numerosos cultivos hortícolas y frutales.

Estas metodologías permiten describir el ciclo de crecimiento anual de los cultivos mediante el uso de series temporales de imágenes satelitales. Las necesidades de riego de los cultivos se calculan utilizando el método descrito en el Manual FAO 56 (Allen et al., 1998), multiplicando el coeficiente de cultivo que se obtiene desde la serie de imágenes satelitales, por la evapotranspiración de referencia derivada de datos meteorológicos (Calera et al., 2017).

La primera metodología, Kcb-NDVI, basada en la estimación del coeficiente de cultivo desde el índice de vegetación obtenido de las imágenes de satélite (Bausch and Neale, 1987), ha sido validada en numerosos cultivos de ciclo corto como maíz, papa, algodón, trigo, remolacha, ajo, pimiento, brócoli, lechuga (Neale et al., 1989; Jayanthi et al., 2007; Hunsaker et al. 2003; Hunsaker et al. 2005; Gonzalez-Dugo y Mateos, 2008; Johnson and Trout, 2012; Cuesta et al., 2005) y en algunos frutales como pecano, vid, mandarina, olivo, durazno y manzano (Samani et al., 2009; Campos et al., 2010; Consoli y Barbagallo, 2012; Mateos et al., 2013; Odi-Lara et al., 2016). Estos trabajos han avanzado sustancialmente en la determinación de la transpiración de los cultivos a partir de series temporales de imágenes satelitales, metodología que puede considerarse madura y fiable (Glen et al., 2011).

La segunda metodología, basada en el balance de energía de la superficie permite estimar mapas de ET a partir de datos de imágenes satelitales. Se han desarrollado un gran número de algoritmos para la estimación de los flujos de energía a partir de estos datos satelitales y, posteriormente, cuantificar la ET (Seguin et al. 1989; Menenti y Choudhary 1993, Norman et al. 1995; Anderson et al. 1997; Bastiaanssen et al.1998, 2002, 2005; Roerink et al. 2000; Bastiaanssen 2000; Su 2002, Liu et al. 2003, Chen et al. 2005; Loheide y Gorelick 2005; Melesse y Nangia 2005 y Allen et al. 2007a, b).

Ambas metodologías permiten obtener información espacialmente distribuida necesaria para la determinación de requerimientos hídricos a escala regional como a nivel predial. A nivel predial la ET puede ser medida sobre superficies homogéneas usando técnicas convencionales como la

relación de Bowen, sistemas de balance de agua, sistemas Eddy Covariance, sistemas Surface Renewal o a través del uso de Lisímetros. Aunque estas técnicas ofrecen una alternativa para la medición de ET y otros flujos de energía superficial, debido a que las estimaciones son puntuales, su aplicación en grandes áreas puede ser limitada. Por otro lado, estos métodos suelen ser muy costosos para las aplicaciones prácticas en la agricultura.

El equipo técnico que presenta esta propuesta tiene una amplia experiencia en determinación de las necesidades de agua de los cultivos, respaldada por su liderazgo en proyectos de investigación nacionales como su participación en proyectos internacionales. En Chile han sido desarrollados trabajos de implementación, calibración y validación de las metodologías propuestas bajo las condiciones agroclimáticas del país como el proyecto de postdoctorado FONDECYT-CONICYT 3130319 (Odi-Lara et al., 2016) y el proyecto FIC del Gobierno de Coquimbo, “Desarrollo de un Centro de Análisis para la Agricultura (CAPRA)” que utilizan la metodología Kcb-NDVI. La Universidad de Concepción cuenta con una empresa de base tecnológica que realiza un asesoramiento al regante utilizando imágenes satelitales y técnicas de balance de energía para estimar la ETc (AQUASAT).

Otras plataformas de observación de la vegetación con imágenes de satélite son las implementadas por MINAGRI, pero no están orientadas al manejo del riego de los cultivos.

A nivel internacional se han llevado a cabo numerosos proyectos de investigación que han profundizado sobre las bases físicas de las metodologías y han extendido su aplicación a otros cultivos como DEMETER, PLEIADeS, EBHE, CERESS, SIRIUS, FATIMA, HERMANA, financiados por el Ministerio de Ciencia de España y por la Comunidad Europea liderados por la Universidad de Castilla-La Mancha.

Por otra parte, existen experiencias operativas exitosas donde se aplican estas dos metodologías para dar servicios tanto públicos como privados. Es el caso de varias empresas de base tecnológica que utilizan la metodología Kcb-NDVI como AGRISAT IBERIA S.L. (<http://www.agrisat.es/>), resultado del trabajo de I+D+i de un grupo multidisciplinar de investigadores de la Universidad de Castilla La Mancha, desarrolladores informáticos, ingenieros agrónomos y agricultores; IrriSAT-Australia (irrisat-cloud.appspot.com) y TOPS-SIMS Satellite Irrigation Management Support implementado por la NASA en el Estado de California (<https://ecocast.arc.nasa.gov/simsi/>). Por otra parte, la Universidad de Nebraska en consorcio con la Universidad de Idaho y el Instituto de Investigaciones del Desierto y Google han implementado el modelo de Balance de Energía asistido por satélite METRIC sobre el sistema Google Earth Engine EEFlux (Earth Engine Evapotranspiration Flux) para estimar la evapotranspiración de los cultivos.

12.3. Indique si existe alguna restricción legal o condición(es) normativa(s) que pueda(n) afectar el desarrollo y/o implementación de la innovación y una propuesta de cómo abordarla.

No existen restricciones legales o condiciones que impidan la implementación de la propuesta.

13. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA	
13.1. Objetivo general¹	
Implementar y Transferir una Plataforma Agrícola Nacional para el monitoreo del desarrollo de los cultivos y la determinación en tiempo real de sus requerimientos hídricos, entre Coquimbo y Bío Bío. La resolución espacial, capaz de resolver hasta 0,1 ha, y la resolución temporal de alrededor de una semana permitirá a los usuarios y administradores de los recursos hídricos disponer de información oportuna para la toma de decisiones y la planificación hídrica.	
13.2. Objetivos específicos²	
Nº	Objetivos Específicos (OE)
1	Crear infraestructura de datos espaciales: serie de imágenes de satélites Landsat8, Sentinel2a y Sentinel2b, de las temporadas agrícolas 2018 a 2020 y su procesamiento como constelación multisensor, para obtener los productos básicos combinación color, índice de vegetación, temperatura de superficie y máscara de nubes y sombras, así como los productos de alto nivel científico coeficiente de cultivo basal, requerimientos hídricos de los cultivos y evapotranspiración de referencia. Asimismo se armonizará la información cartográfica existente sobre los cultivos.
2	Implementar una Plataforma Nacional utilizando tecnología webSIG para el monitoreo del desarrollo de los cultivos y la determinación de sus necesidades hídricas, de forma sencilla e intuitiva vía internet. Para ello la plataforma permitirá el necesario uso conjunto de las series temporales de productos satelitales, la demanda evaporativa atmosférica y la información cartográfica auxiliar.
3	Implementar el procedimiento para la determinación operativa de las necesidades hídricas óptimas de los cultivos utilizando los modelos “coeficiente de cultivo-Índices de vegetación” y/o de “balance de energía basados en la temperatura de superficie”. Adicionalmente, desarrollar un procedimiento para estimar las necesidades hídricas bajo condiciones de riego deficitario controlado combinando los dos modelos.
4	Validación/calibración de los requerimientos hídricos calculados mediante medidas de evapotranspiración en terreno (micrometeorología, sensores de humedad en suelo) sobre los cultivos de mayor interés en las regiones objeto de estudio.
5	Difusión de la plataforma y sus productos mediante la capacitación a profesionales y técnicos del sector público y privado a través de Talleres Regionales, Webinars y material de apoyo.

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

² Los objetivos específicos constituyen los distintos aspectos que se deben abordar conjuntamente para alcanzar el objetivo general de la propuesta. Cada objetivo específico debe conducir a un resultado. Se expresan con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

14. MÉTODOS

Método objetivo 1: Crear infraestructura de datos espaciales: serie de imágenes de satélites Landsat8, Sentinel2a y Sentinel2b, de las temporadas agrícolas 2018 a 2020 y su procesamiento como constelación multisensor, para obtener los productos básicos combinación color, índice de vegetación, temperatura de superficie y máscara de nubes y sombras, así como los productos de alto nivel científico coeficiente de cultivo basal, requerimientos hídricos de los cultivos y evapotranspiración de referencia. Asimismo se armonizará la información cartográfica existente sobre los cultivos.

Las imágenes adquiridas por los sensores a bordo de los satélites Landsat8 (L8), Sentinel2a (S2a) y Sentinel2b (S2b), son accesibles de forma libre y gratuita en las web de NASA y ESA (<https://glovis.usgs.gov/next/>, <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>), en un alto grado de procesamiento en los aspectos de geometría y radiometría. La resolución espacial que se obtiene al considerar la constelación multisensor es capaz de resolver hasta 0.1 ha y la resolución temporal es de alrededor de una semana. Aquellas imágenes correspondientes al ámbito del estudio serán descargadas y procesadas en tiempo real (entre uno y dos días después de su disponibilidad en las web de NASA/ESA) a través de un servicio automatizado para obtener los productos básicos combinación color (RGB), índice de vegetación (NDVI), temperatura de superficie (L8) y máscara de nubes y sombras, de acuerdo con el estado del arte científico-técnico, a lo largo de las temporadas agrícolas 2018 a 2020. Para que las series de índices de vegetación y RGB adquiridas por los sensores L8, S2a y S2b sean consistentes y homogéneas se aplicará un procedimiento de normalización, lo que permite la operación de estos sensores como constelación. Estos productos básicos son los datos que serán integrados en los modelos para calcular los requerimientos de riego de los cultivos.

En paralelo se procederá a la selección y armonización de la cartografía base y la información cartográfica existente sobre los cultivos en diferentes fuentes y bases de datos (límites administrativos, caminos, poblados, cuerpos de agua, cuencas, obras hidráulicas, acuíferos, catastros frutícolas) creados por instituciones como DGA, CIREN, CNR y proyectos anteriores que han generado información útil para esta propuesta. Esta información estará disponible desde la plataforma ya de forma directa o a través de servicios WMS u otros. Todo ello referido al ámbito del estudio.

Método objetivo 2: Implementar una Plataforma Nacional utilizando tecnología webSIG para el monitoreo del desarrollo de los cultivos y la determinación de sus necesidades hídricas, de forma sencilla e intuitiva vía internet. Para ello la plataforma permitirá el necesario uso conjunto de las series temporales de productos satelitales, la demanda evaporativa atmosférica y la información cartográfica auxiliar.

Para asegurar el acceso a la información se implementará una Plataforma Nacional para la consulta del desarrollo de los cultivos, los coeficientes de cultivo y sus requerimientos hídricos. La Plataforma Nacional estará basada en el sistema de información geográfica en línea "SPIDER Web-GIS Service" (System of Participatory Information, Decision Support and Expert knowledge for

River Basin Management, <http://maps.spiderwebgis.org/>) desarrollado por la Universidad de Castilla-La Mancha UCLM. El sistema SPIDER-webGIS emplea tecnología "open source", lo que permite su adaptación y personalización a los usuarios. Requisitos básicos de sistema serán:

- Carga y visualización de capas, como son las imágenes, índices de vegetación, coeficientes de cultivo, requerimientos de riego, así como información cartográfica.
- Permitir múltiples consultas de información distribuida espacialmente, interactuando con las imágenes. Realizará la representación gráfica de las series temporales numéricas de las variables como Índices de Vegetación, Coeficiente de Cultivo, y necesidades hídricas, entre otras. Dispondrá de las funcionalidades de exportación de imágenes y datos para otras herramientas GIS y hojas de cálculo.
- Aplicación informática App para dispositivos móviles y tabletas, que permite consultar la información en terreno, lo que incrementa la accesibilidad al sistema y el valor de la propia información.

La plataforma está diseñada con una arquitectura Cliente-Servidor. La parte cliente consiste en la propia web y visor de mapas de la plataforma webGIS. La parte servidor consiste en una aplicación desarrollada en PHP y librerías propias que se conectan mediante un adaptador (WRAPPER PHP) de acceso a las imágenes. Los servicios o parte servidora es la encargada de controlar la lógica de la plataforma webGIS, tanto a nivel de gestión usuarios, gestor de carga de imágenes, grupos, peticiones de consulta espacial u otras funcionalidades que se ofrecen.

La Plataforma Nacional a implementar en Chile será un sistema personalizado con todas las funciones del sistema Spider-webGIS, un servidor de datos propio que cubra las necesidades de almacenamiento y consulta de la información del ámbito definido. La implementación y soporte estará a cargo de la UCLM. La sostenibilidad en el tiempo de la Plataforma estará a cargo de la Comisión Nacional de Riego CNR, donde oficialmente estará alojado el sistema web-GIS.

Método objetivo 3: Implementar el procedimiento para la determinación operativa de las necesidades hídricas óptimas de los cultivos utilizando los modelos “coeficiente de cultivo-Índices de vegetación” y/o de “balance de energía basados en la temperatura de superficie”. Adicionalmente, desarrollar un procedimiento para estimar las necesidades hídricas bajo condiciones de riego deficitario controlado combinando los dos modelos.

Determinación operativa de las necesidades hídricas óptimas de los cultivos. El desarrollo o evolución temporal de la vegetación se describirá mediante el índice de vegetación por diferencias normalizado (NDVI), obtenido desde la serie temporal de imágenes de satélite. Estos índices proporcionan fundamentalmente el tamaño de la vegetación verde de una parcela (tamaño relativo del aparato fotosintético de la vegetación), el cual es una respuesta integrada de la planta, el suelo, la meteorología y el manejo a escala de píxel. La secuencia de imágenes permite describir la evolución del cultivo, atendiendo a sus características específicas de crecimiento y muestra la variabilidad espacial y temporal que los distintos factores de suelo, clima y manejo pueden introducir.

Los coeficientes de cultivo locales se estimarán pixel a pixel desde la serie temporal de imágenes de satélite, a través de la relación lineal que existe entre el coeficiente basal del cultivo (K_{cb}) y el

índice de vegetación por diferencias normalizado (NDVI) derivado de la imagen de satélite (Calera et al., 2017; Neale et al., 1989; Campos et al., 2010). Esta relación permite obtener coeficientes de cultivo que reflejan las condiciones actuales del cultivo en el sitio específico y detectar inicio y final de las etapas que expresan la evolución del Kcb. Se utilizará la relación propuesta por Campos et al. (2010), muy parecida a otras ecuaciones para diferentes cultivos (Calera et al., 2017; Odi-Lara et al., 2016).

Las necesidades de agua de los cultivos y frutales se estimarán usando la metodología “en dos pasos”, descrita en el manual FAO-56 (Allen et al., 1998), mundialmente aceptada y difundida, que considera que la evapotranspiración es el producto de dos factores: un coeficiente de cultivo, que refleja las características del cultivo, y la evapotranspiración de referencia que corresponde a la demanda evaporativa de la atmósfera. Dentro de esta metodología se utiliza el procedimiento del “coeficiente dual del cultivo” que contempla de forma separada los procesos de transpiración desde las plantas (coeficiente basal del cultivo Kcb derivado del NDVI) y de evaporación desde el suelo desnudo (coeficiente de evaporación desde el suelo Ke), $ET=(Kcb + Ke)*ETo$.

En este modelo, las observaciones del satélite se incorporan utilizando la capacidad de estimación del coeficiente de cultivo basal, esto es la componente de la transpiración, desde los índices de vegetación espectrales (Calera et al., 2017; Allen et al., 2011; Glenn et al., 2011) y/o la capacidad de estimación de la evapotranspiración real del balance de energía en superficie. Por su parte, la demanda ambiental diaria (evapotranspiración de referencia, ETo-PM) se obtendrá del “Proyecto II Mapa dinámico a escala diaria de la Evapotranspiración de Referencia (ETo) para determinar las necesidades de riego en Chile” o bien, de la estación meteorológica más representativa de la Red Agroclimática Nacional (RAN-MINAGRI). De esta forma se obtiene la variabilidad de los requerimientos hídricos de los cultivos en el tiempo y en el espacio. Si bien los requerimientos hídricos se estiman diariamente (mm/día), los resultados se agregarán a escala semanal (mm/semana) de cara a la programación del riego.

En este objetivo se obtienen los **productos de alto nivel científico**: 1) coeficiente basal del cultivo Kcb, 2) requerimientos hídricos del cultivo proporcionados por los modelos Kcb-NDVI y/o balance de energía en superficie y algebra de mapas, 3) evapotranspiración de referencia ETo (demanda atmosférica) proporcionada ya sea por mapas espacializados generados en el “Proyecto II Mapa dinámico a escala diaria de la Evapotranspiración de Referencia (ETo) para determinar las necesidades de riego en Chile” y/o por la estación meteorológica más representativa de la Red Agroclimática Nacional (RAN-MINAGRI).

Desarrollar un procedimiento para estimar las necesidades hídricas bajo condiciones de riego deficitario controlado. En general en los cultivos regados el objetivo es mantener el cultivo en ausencia de estrés. No obstante, en ciertos cultivos y sobre todo en ciertas fases del desarrollo conviene mantener el cultivo en un grado de estrés controlado, lo que sucede bien cuando no se dispone de agua suficiente, bien para conseguir un incremento de la calidad del producto, o bien en aquellas fases del desarrollo una vez que la carga de fruto ha sido retirada, para optimizar el uso del agua disponible, u otras. En estos últimos casos es cuando se aplica el denominado riego deficitario controlado. La información derivada de los satélites permite la detección del estrés hídrico, como cociente entre la evapotranspiración real de la cubierta, obtenida a partir del modelo de Balance de Energía en Superficie, y la transpiración máxima (potencial), derivada del coeficiente

de cultivo basado en la reflectancia espectral. La propuesta aborda el desarrollo del procedimiento para estimar las necesidades de agua bajo condiciones de riego deficitario controlado combinando los dos modelos de estimación de requerimientos hídricos para obtener nueva información sobre las superficies analizadas. Ambos modelos, completamente independientes y fiables, están relacionados a través de la evapotranspiración, y difieren en la naturaleza de los datos de entrada, la física de los procesos analizados y en su capacidad para reproducir diferentes factores.

Método objetivo 4: Validación/calibración de los requerimientos hídricos calculados mediante medidas de evapotranspiración en terreno (micrometeorología, sensores de humedad en suelo) sobre los cultivos de mayor interés en las regiones objeto de estudio.

La estimación del **flujo real de agua entre un cultivo y la atmósfera** (consumo hídrico) permitirá calibrar localmente el uso de información satelital (NDVI, modelos de balance de energía) para el monitoreo de las necesidades de riego de los cultivos.

Para obtener valores del flujo real de vapor de agua de un cultivo (ET_c) es posible utilizar lisímetros de pesada (registros de peso en un recipiente con plantas) o métodos micrometeorológicos. El problema de los lisímetros son su alto costo, la incapacidad de movilidad y su representatividad limitada debido al propio diseño del instrumento (pequeña superficie y registros locales). Por el contrario, los métodos micrometeorológicos permiten estimar la ET_c de los cultivos en extensas áreas (valores integrados de hectáreas), estimar su relación con la evapotranspiración de referencia local (ET_o), establecer valores de coeficiente de cultivo y relacionarlos con valores de ET_c estimados a partir de la relación K_{cb}-NDVI satelital y/o con el balance de energía en superficie asistido por satélite.

En este proyecto se utilizarán los sistemas micrometeorológicos eddy covariance (EC, Covarianza de torbellinos) y/o Surface renewal (SR) para obtener valores reales de ET_c y validar las estimaciones de los requerimientos de riego a partir de información satelital. Estas torres serán un aporte de la red de investigadores asociados a la propuesta y estarán instaladas sobre cultivos con alta superficie e importancia económica en las regiones donde se implementará la plataforma satelital. Los cultivos a monitorizar en una primera etapa serán uva de mesa, palto, vid vinífera, maíz y arándano en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, Maule y Bío Bío respectivamente.

El método micrometeorológico Covarianza de Torbellinos (EC, Eddy Covariance) permite estimar el transporte de magnitudes escalares (como son el vapor de agua y el CO₂), desde los cultivos hacia la atmósfera, debido a procesos conducidos principalmente por la turbulencia (covarianza de la fluctuación de la velocidad vertical del viento respecto al valor medio y de la fluctuación de la concentración del escalar estudiado respecto a su media (Monteith and Unsworth, 1990)). En el caso particular de la ET su valor se obtiene mediante la correlación de la fluctuación de la concentración de vapor de agua y la fluctuación de la velocidad del viento.

Por su parte, en el método micrometeorológico SR, a partir de registros de alta frecuencia de la temperatura del aire (con un sensor de alta respuesta como es un termopar de hilo fino) se establecen funciones de estructura y se obtienen valores del flujo de calor sensible los que aplicados en la ecuación del balance energía permiten obtener el valor de ET_c de forma residual.

De este modo, mediante los sistemas micrometeorológicos Eddy Covariance y/o Surface Renewal, se registrará en tiempo real el flujo de calor latente desde los cultivos a la atmósfera (verdad de terreno), y se contrastará con las estimaciones del flujo realizadas a partir de la relación Kcb-NDVI y con el balance de energía en superficie.

Método objetivo 5: Difusión de la plataforma y sus productos mediante la capacitación a profesionales y técnicos del sector público y privado a través de Talleres Regionales, Webinars y material de apoyo.

Los usuarios de la Plataforma Nacional serán capacitados mediante talleres regionales, webinars y material de apoyo. Las actividades estarán dirigidas a dos públicos objetivo: 1) Técnicos o consultores que: requieran calcular necesidades de riego utilizando la metodología FAO-56 asistida por información satelital; realicen programaciones semanales de horas de riego; asesoren al manejo agronómico de los cultivos utilizando información de suelo, clima, análisis de curvas de crecimiento, coeficiente de cultivo, requerimientos hídricos, variabilidad espacial en el sistema, etc y a 2) Productores Individuales que deseen utilizar y consultar la información en el sistema webGIS (curva de desarrollo del cultivo, coeficiente basal del cultivo, necesidades de agua), generar recomendaciones de riego y del manejo agronómico diferenciado en huertos con variabilidad espacial. Asimismo, se llevarán a cabo otras actividades dirigidas a todos los usuarios para aprender a usar la plataforma nacional y su información para tomar decisiones que sirvan para mejorar la gestión del agua.

15. RESULTADOS ESPERADOS E INDICADORES						
Indique los resultados esperados y sus indicadores para cada objetivo específico.						
Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado³ (RE)	Indicador⁴	Línea base del indicador (al inicio de la propuesta)	Meta del indicador (al final de la propuesta)	Fecha de alcance de la meta
1	1.1	Serie temporal de productos básicos creadas: RGB, NDVI, temperatura de superficie, máscara de nubes y sombras, normalización de serie de NDVI	Nº de imágenes adquiridas (IA) y procesadas por temporada agrícola	-	IA temporada 2018-2019 \geq 8 IA temporada 2019-2020 \geq 8	Fin de cada temporada 2018-2019 y 2019-2020
1	1.2	Cartografía base e información cartográfica sobre cultivos existente de diferentes fuentes armonizada y disponible para consulta	Nº de vectores cartográficos y/o mapas temáticos (VC)	-	VC regionales = 6	Mes 6
2	2.1	Plataforma Nacional con tecnología webGIS para consulta del desarrollo de los cultivos, los coeficientes de cultivos y los requerimientos hídricos implementada	Sitio web	-	Plataforma de consulta en línea de requerimientos hídricos operando en sitio web	Mes 8

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.

2	2.2	Aplicación informática App para consultar los coeficientes de cultivo y requerimientos hídricos en dispositivos móviles creada	App disponible en Play Store para Android e IOs	-	App operando en Play Store para Android e IOs	Mes 11
2	2.3	Sostenibilidad de la Plataforma Nacional para la consulta del desarrollo de cultivos y los requerimientos hídricos de los cultivos por la Comisión Nacional de Riego (CNR).	Carta de compromiso CNR	-	Carta de compromiso CNR firmada	Mes 24
3	3.1	Información de coeficiente de cultivo basal (imagen raster) cargada en la plataforma webGIS	N° de imágenes raster (IR) procesadas por temporada agrícola	-	IR temporada 2018-2019 ≥ 8 IR temporada 2019-2020 ≥ 8	Fin de cada temporada 2018-2019 y 2019-2020
3	3.2	Información de los requerimientos hídricos (imagen raster) estimados con la metodología Kcb-NDVI (transpiración máxima del cultivo) cargada en la plataforma webGIS	Superficie con información de requerimientos hídricos consultable en línea (SC NDVI)/ Total de la superficie de riego del ámbito propuesto (TSR)	0	SC NDVI/TSR > 0.9	Mes 8 en adelante

3	3.3	Información de requerimientos hídricos (imagen raster) estimados con la metodología de balance de energía en superficie (evapotranspiración real) cargada en la plataforma webGIS	Superficie con información de requerimientos hídricos consultable en línea (SC BES)/ Total de la superficie de riego del ámbito propuesto (TSR)	0	SC BES/TSR > 0.9	Mes 8 en adelante
3	3.4	Mapas de coeficiente de estrés hídrico cargados en la plataforma webGIS	N° de mapas de coeficiente de estrés hídrico (MCE)	-	MCE temporada 2019-2020 ≥ 4	Fin de cada temporada 2019-2020
4	4.1	Base de datos de flujos de energía (calor latente) medido por estaciones micrometeorológicas (Eddy Covariance y/o Surface Renewal) estandarizada.	N° Base de datos estandarizados (BDE)	-	BDE = 5	Mes 17
4	4.2	Evapotranspiración del cultivo estimada con datos de satélite (relación Kcb-NDVI y/o balance de energía en superficie) y evapotranspiración del cultivo con datos de estaciones micrometeorológicas comparadas	<u>ETc Kcb-NDVI</u> ETc EM <u>ETc BES</u> ETc EM	-	$\pm 20\%$ $\pm 20\%$	Mes 22

5	5.1	Técnicos y/o consultores capacitados en el uso de la plataforma y de la información para dar recomendaciones de requerimientos hídricos de los cultivos	N° técnicos y consultores capacitados (TCC)	0	TCC > 90	Mes 12 Mes 23
5	5.2	Productores capacitados en el uso de la plataforma	N° Productores capacitados (PC)	0	PC > 90	Mes 12 Mes 23
5	5.3	Trabajos publicados en libro de actas de congresos	N° Trabajos científicos publicados (TCP)	0	TCP \geq 2	Mes 16 Mes 23

18. CARTA GANTT																											
Indique las actividades que deben realizarse para el desarrollo de los métodos descritos anteriormente y su secuencia cronológica.																											
Nº OE	Nº RE	Actividades	Año												Año								Año				
			Trimestre												Trimestre								Trimestre				
			2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°												
1	1.1	Creación de series temporales de productos básicos: RGB, NDVI, temperatura de superficie, aplicación de máscara de nubes y sombras	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1.2	Selección y armonización de información cartográfica	x	x	x	x	x																				
2	2.1	Instalación y configuración de los servidores	x	x	x	x																					
2	2.1	Implementación de plataforma colaborativa webGIS					x	x	x	x																	
2	2.1	Soporte técnico y actualizaciones	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	2.1	Talleres de usabilidad de la plataforma						x	x																		
2	2.1	Desarrollos específicos de la plataforma								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	2.2	Implementación de App para consulta en dispositivos móviles								x	x	x	x														
2	2.3	Reuniones con CNR			x					x						x											x
3	3.1	Monitoreo del desarrollo de los cultivos mediante la serie temporal de NDVI: análisis de curvas temporales de NDVI y construcción de patrones o curvas de referencia de los principales cultivos.							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

19. HITOS CRÍTICOS DE LA PROPUESTA		
Hitos críticos ⁵	Resultado Esperado ⁶ (RE)	Fecha de cumplimiento (mes y año)
Creación de una Infraestructura de Datos Espaciales	1.1 1.2	Hito continuo: a partir del mes 8 hasta el final de proyecto (descarga continua de imágenes)
Implementación de una plataforma de consulta con tecnología webGIS	2.1 2.2	Mes 8
Estimación continua en el tiempo y espacio de los requerimientos hídricos de los cultivos	3.1 3.2 3.3 3.4	Hito continuo: a partir del mes 12 hasta el final de proyecto (estimación dinámica)
Capacitación de usuarios	5.1 5.2	Mes 22
Sostenibilidad de Plataforma Nacional para estimación de requerimientos hídricos por CNR	2.1 2.2 2.3	Mes 24

20. MODELO DE NEGOCIO / MODELO DE EXTENSION Y SOSTENIBILIDAD

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

- Si la propuesta está **orientada al mercado**, debe completar la **sección n°20.1**
- Si la propuesta es de **interés público**, se debe completar la **sección n°20.2**

20.1. Modelo de Negocio

a) Describa el mercado al cual se orientarán los productos generados en la propuesta.

b) Describa quiénes son los clientes potenciales y cómo se relacionará con ellos.

c) Describa cuál es la propuesta de valor.

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

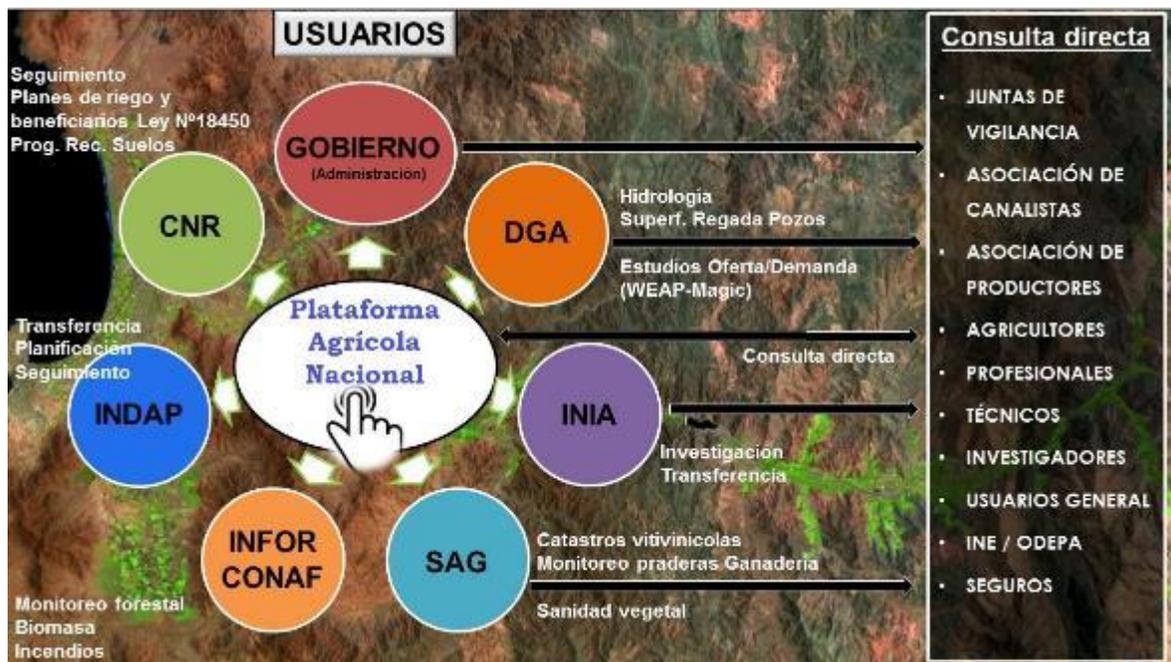
⁵ Un hito representa haber conseguido un logro importante en la propuesta, por lo que deben estar asociados a los resultados de éste. El hecho de que el hito suceda, permite que otras tareas puedan llevarse a cabo.

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

20.2. Modelo de Extensión y Sostenibilidad

a) Identificar y describir a los beneficiarios de los resultados de la propuesta.

La **Plataforma Agrícola Nacional** corresponde a un bien público que tendrá una amplia gama de usuarios directos (beneficiarios) que irán desde profesionales y técnicos de instituciones públicas relacionadas con la administración y manejo de recursos hídricos en agricultura (**CNR, DGA**), entidades relacionadas con la Transferencia Tecnológica en riego (**INDAP, INIA**), productores y asesores agrícolas en riego. Así mismo, serán usuarios de la información generada instituciones de investigación en agricultura (universidades, centros de investigación, etc.), administradores de recursos hídricos (juntas de vigilancia y comunidades de usuarios de ríos y canales), empresas de estudios ambientales, así como entidades asociadas a monitoreo de la vegetación natural, praderas, forestaciones, incendios (**CONAF, INFOR**) e instituciones relacionadas con catastros y estadística agrícolas (**INE, ODEPA, SAG**). En la siguiente figura se señala un esquema de posibles usuarios de la Plataforma Agrícola Nacional y usos potenciales.



b) Explique cuál es el **valor que generará para los beneficiarios** identificados.

El proyecto pondrá a disposición de los beneficiarios una **Plataforma Agrícola Nacional** donde se podrá consultar información detallada del nivel de desarrollo de los cultivos, el consumo hídrico asociado y las necesidades de riego. Actualmente esta información no está disponible en nuestro país y por lo tanto el aporte de la Plataforma al sector agrícola será:

- (i) Herramienta territorial para instituciones públicas de Transferencia Tecnológica en Riego y Agronomía como CNR, INDAP, INIA, entre otras.
- (ii) Herramienta territorial para estimar la demanda de riego de los cultivos a diferentes niveles de agregación territorial (predios, zonas de riego, sub-cuencas, cuencas, regiones, etc.).
- (iii) Herramienta para monitorizar el efecto de eventos climáticos catastróficos como sequías, inundaciones, heladas, incendios (INFOR, CONAF), en una determinada zona.
- (iv) Herramienta para realizar seguimiento en el tiempo a proyectos agrícolas beneficiados con leyes de fomento al riego (ej. Ley 18.450) o Planes Regionales de Riego (CNR).
- (v) Herramienta para el dimensionamiento de nueva infraestructura de riego en base a la estimación del consumo hídrico en zonas potenciales de riego como es la frontera agrícola sur (CNR).
- (vi) Herramienta para profesionales o técnicos del sector privado (consultores) para estimar el consumo de riego de proyectos actuales o futuros y/o para el asesoramiento agronómico de los cultivos.
- (vii) Herramienta para realizar catastros agrícolas o inventarios de uso de suelo con una frecuencia adecuada para recoger la dinámica de la agricultura moderna (INE, ODEPA, SAG).
- (viii) Herramienta para implementar líneas de investigación agrícola utilizando teledetección (Universidades, Centros de Investigación).
- (ix) Herramienta de alta precisión (1 ha) y frecuencia (semanal) que representará la primera herramienta de agricultura de precisión de libre acceso para Chile.

c) 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.

Para asegurar el acceso a la información la **Plataforma Agrícola Nacional** contempla la implementación de un sistema Web Map Server disponible en internet y de libre acceso, el cual permitirá realizar consultas y descargar información numérica del estado de desarrollo de los cultivos (y de la vegetación en general) en cualquiera zona del ámbito del proyecto, conjuntamente con información de la demanda ambiental para definir planes de manejo de los recursos hídricos intra y extraprediales.

Para la transferencia de las herramientas a los beneficiarios (usuarios) el proyecto considera 3 vías principales: **(i) Talleres Regionales (4)**, **(ii) Webinar (seminario en línea)** y **(iii) Publicación de un Manual de Uso**. Los talleres se realizarán en las Regiones de Coquimbo, O'Higgins, Maule y Bío-Bío. En ellos se

capacitará a los asistentes a navegar en la Plataforma Nacional, realizar consultar sobre el desarrollo de los cultivos y hacer estimaciones de la demanda hídrica. Por otra parte, se organizará un *webinar* en el que participarán como expositores y panelistas, todo el equipo profesional de la iniciativa. Esta actividad incluirá la exposición sobre aspectos metodológicos en los que se basa la Plataforma Nacional, los fundamentos para estimar el grado de desarrollo de los cultivos con información satelital y la definición de la demanda hídrica asociada, se analizarán estudios de caso (validaciones con estaciones micrometeorológicas pertenecientes a los Centros de Investigación y Universidades que participan de la propuesta). Además, el Webinar será grabado y estará disponible en la Plataforma on line para su visualización. Finalmente, se confeccionará una Manual de Uso (versión impresa y digital) el cual será enviado a funcionarios públicos, asociaciones gremiales, Universidades, Institutos Profesionales y Liceos Técnicos vinculados con el riego agrícola. De esta forma, se espera llegar a gran parte de los potenciales usuarios, a través de instancias de diversa naturaleza y con una gran cobertura territorial.

d) Describa con qué mecanismos se financiará el costo de mantención del bien o servicio generado de la propuesta una vez finalizado el cofinanciamiento.

La Red Agroclimática Nacional (RAN) ha otorgado su apoyo a la iniciativa contribuyendo con herramientas de soporte institucionales a la entrega de datos desde las estaciones meteorológicas distribuidas por el país y pertenecientes a la red. El financiamiento de la RAN es basal y no dependerá de la presente propuesta.

Por otro lado, la Comisión Nacional de Riego ha manifestado su interés de implementar la Plataforma Agrícola Nacional dentro de su operatividad. Por lo tanto, el proyecto permitirá realizar el traspaso de capacidades a los profesionales de CNR de manera que al final del Proyecto la Plataforma quede alojada en sus instalaciones.

21. PROPIEDAD INTELECTUAL

21.1. Protección de los resultados

a) Indique si el la propuesta aborda la protección del bien o servicios generado en la propuesta. (Marque con una X)

SI

X

NO

b) Si su respuesta anterior fue Si, indique cuál o cuáles de los siguientes mecanismos tiene previsto utilizar para la protección.

Patentamiento, principalmente por modelo de utilidad o el registro de software por propiedad de derecho de autor.

c) Justifique el o los mecanismos de protección seleccionados:

Los modelos de utilidad consideran el grado de novedad a nivel nacional. Este mecanismo está claramente regulado en Chile (INAPI) y es usado en por todos los Centros de Investigación y Universidades participantes de la iniciativa. Además, se considera el registro de software ante la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos (DIBAM).

21.2. Conocimiento, experiencia y “acuerdo marco” para la protección y gestión de resultados.			
a) Indique si la entidad postulante y/o asociados cuentan con conocimientos y experiencia en protección a través de derechos de propiedad intelectual. (Marque con una X)			
SI	X	NO	
b) Si su respuesta anterior fue Si, detalle conocimiento y experiencia.			
<p>Los Centros de Investigación y Universidades participantes del proyecto cuentan con departamentos u oficinas de Propiedad Intelectual propios, adecuados a los lineamientos de INAPI. A continuación se presentan los vínculos a las páginas web de cada departamento de propiedad intelectual:</p> <p>INIA: http://www.inia.cl/investigacion-y-desarrollo/propiedad-intelectual/</p> <p>UCHILE: http://www.uchile.cl/portal/investigacion/innovacion/94293/propiedad-industrial-y-transferencia</p> <p>PUC: http://transferenciaydesarrollo.uc.cl/es/Contenido/propiedad-intelectual.html</p> <p>UTALCA: http://www.dtt.pi.otalca.cl/</p> <p>UDEC: http://www.udec.cl/upi/</p>			
c) Indique si la entidad postulante y sus asociados han definido un “ acuerdo marco preliminar ” sobre la titularidad de los resultados protegibles por derechos de propiedad intelectual y la explotación comercial de estos. (Marque con una X)			
SI	X	NO	
d) Si su respuesta anterior fue Si, detalle sobre titularidad de los resultados y la explotación comercial de éstos.			
<p>Durante la formulación de la iniciativa, los integrantes del equipo técnico acordaron de manera unánime, que el proyecto corresponde a una innovación en nuestro país, pero que las metodologías que se aplicarán para su desarrollo son ampliamente conocidas y de dominio público, por lo que, a priori, no habrían resultados, procesos y/o productos susceptibles de ser protegidos. No obstante, existe la posibilidad de ser considerado novedoso en Chile. En caso de que durante el desarrollo del proyecto si se generase un resultado, proceso y/o producto patentable, la titularidad de los resultados y la explotación comercial de éstos se realizarán en proporción a los aportes pecuniarios, no pecuniarios e intelectuales del ejecutor y los asociados.</p>			

22. ORGANIZACIÓN Y EQUIPO TECNICO DE LA PROPUESTA	
22.1. Organización de la propuesta	
Describe el rol del ejecutor, asociados (si corresponde) y servicios de terceros (si corresponde) en la propuesta.	
	Rol en la propuesta
Ejecutor Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA	Ejecución de la iniciativa
Asociado 1 P. Universidad Católica	Asesoría experta en clima y riego
Asociado 2 Universidad de Chile	Asesoría experta en clima
Asociado 3 Universidad de Talca	Asesoría experta en clima, riego y teledetección
Asociado 4 Universidad de Concepción	Asesoría experta en clima, riego y teledetección
Asociado 5 Universidad Arturo Prat	Asesoría experta en agricultura zonas áridas
Servicios de terceros	Operación y mantención de servicios web

22.2. Equipo técnico

Identificar y describir las funciones de los integrantes del equipo técnico de la propuesta. Además adjuntar:

- Carta de compromiso del coordinador y cada integrante del equipo técnico (**Anexo 3**)
- Currículum vitae (CV) del coordinador y los integrantes del equipo técnico (**Anexo 4**)
- Ficha identificación coordinador y equipo técnico (**Anexo 5**)

La columna 1 (N° de cargo), debe completarse de acuerdo al siguiente cuadro:

1	Coordinador principal	4	Profesional de apoyo técnico
2	Coordinador alternativo	5	Profesional de apoyo administrativo
3	Equipo Técnico	6	Mano de obra

Nº Cargo	Nombre persona	Formación/ Profesión	Entidad que se desempeña	Incremental ⁷ (si/no)	Función en la propuesta	Horas de dedicación totales
1	Claudio Balbontín	Ing. Agr. Dr.	INIA	No	Dirección iniciativa	648
2	Gabriel Sellés	Ing. Agr. Dr.	INIA	No	Subdirección iniciativa	432
3	NN1	Ing. Agr.	-	Si	Validación Plataforma	3480
3	NN2	Ing. Informático	-	Si	Diseño Plataforma	4176
3	NN3	Ing. Agr. Esp. Teledetección	-	Si	Asesoría Diseño Plataforma	432
3	Raúl Ferreyra	Ing. Agr. Ms. Sc.	INIA	No	Asesor Validación	216
3	Alejandro Antúnez	Ing. Agr. Dr.	INIA	No	Asesor Validación	216
3	Francisco Meza	Ing. Agr. Dr.	PUC	No	Asesor Diseño Plataforma	216
3	Pilar Gil	Ing. Agr. Dr.	PUC	No	Asesor Validación	216
3	Luis Morales	Prof. Ms. Sc. Dr.	UCHILE	No	Asesor Diseño Plataforma	216
3	Samuel Ortega	Ing. Agr. Dr.	UTALCA	No	Asesor Validación	216
3	Octavio Lagos	Ing. Agr. Dr.	UDEC	No	Asesor Validación	432
3	Mario Lillo	Ing. Informático Dr.	UDEC	No	Asesor Diseño Plataforma	432
3	Eduardo Holzapfel	Ing. Agr. Dr.	UDEC	No	Validación Plataforma	216
3	Jorge Olave	Ing. Agr. Dr.	UNAP	No	Validación Plataforma	216
4	NN4	Ing. Agr.	-	Si	Análisis Bases de Datos	-
5	NN5	Secretaria	-	Si	Apoyo Administrativo	-

⁷ Profesionales que no son de planta, pero participarán en el proyecto, es decir serán contratados específicamente para la iniciativa.

22.3. Colaboradores

Si la entidad postulante tiene previsto la participación de colaboradores, en una o varias actividades técnicas de la propuesta, identifique:

- ¿cuál será la persona o entidad que colaborará en la propuesta?
- ¿cuál será el objetivo de su participación?
- ¿cómo ésta se materializará?
- ¿en qué términos registrará su vinculación con la entidad postulante?

Adicionalmente, se debe adjuntar carta de compromisos involucrados en la propuesta para establecer convenios generales de colaboración, **Anexo 6**.

- Colaborador 1: **Concejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID)**

Objetivo: Vinculación de la iniciativa con potenciales usuarios a nivel nacional.

Materialización y Vinculación: Participación de un representante del CNID en reuniones técnicas y actividades de difusión.

- Colaborador 2: **Red Agroclimática Nacional (RAN)**

Objetivo: Vinculación de la iniciativa con potenciales usuarios a nivel nacional.

Materialización y Vinculación: Participación de un representante de la RAN en reuniones técnicas y colaboración en convocatoria a actividades de difusión.

- Colaborador 3: **Sociedad Agrícola del Norte A.G. (SAN A.G.)**

Objetivo: Vinculación de la iniciativa con potenciales usuarios en la Región de Coquimbo.

Materialización y Vinculación: Participación de un representante de la SAN A.G. en reuniones técnicas y colaboración en convocatoria a actividades de difusión en la Región de Coquimbo.

- Colaborador 4: **Junta de Vigilancia del Río Elqui (JVRE)**

Objetivo: Vinculación de la iniciativa con potenciales usuarios en la Región de Coquimbo.

Materialización y Vinculación: Participación de un representante de la JVRE en reuniones técnicas y colaboración en convocatoria a actividades de difusión en la Región de Coquimbo.

- Colaborador 5: **Comisión Nacional de Riego (CNR)**

Objetivo: Vinculación de la iniciativa con potenciales usuarios a nivel nacional y sostenibilidad de la Plataforma.

Materialización y Vinculación: Participación de un representante de la CNR en reuniones técnicas, colaboración en convocatoria a actividades de difusión a nivel nacional y alojamiento y operación de la Plataforma una vez finalizada la iniciativa.

23. POTENCIAL IMPACTO ⁸

A continuación identifique claramente los potenciales impactos que **estén directamente** relacionados con la realización de la propuesta y el alcance de los resultados esperados de la propuesta.

23.1. 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.

El impacto productivo de la iniciativa dice relación con aportar información para el manejo del riego de distintos cultivos, lo que considera: cantidades de agua a aplicar, electricidad necesaria para impulsar el agua de riego, ahorros de agua que puedan ser utilizados en otros cultivos y la productividad del agua (ingresos/m³ de agua utilizado).

N°	Indicador impacto productivo, económico y/o comercial	Línea base del indicador ⁹	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta ¹⁰
1	Agua a aplicar (ETc sat) Fórmula: $ETc\ sat = Kc\ sat \times ETo$ (unidades: mm/ha*año)	<ul style="list-style-type: none"> - ETc Bibliografía (ETc B) = $ETo \times Kc$ de bibliografía (mm/ha*año) - Riego de años anteriores RAA (m³/ha*año) 	$ETc\ sat = 0,85 \times ETc\ B$ $ETc\ sat = 0,85 \times$ Riego de años anteriores
2	KW/hora con ETc sat (KW ETc sat) Fórmula: Factura Electricidad Regando con ETc sat (unidades: mm/ha*año)	<ul style="list-style-type: none"> - Factura Electricidad RAA 	$KW\ ETc\ sat = 0,85 \times$ $KW\ RAA$
3	Demanda Agua Predio (DAP) Fórmula: $ETc\ sat \times$ superficie predio (unidades: mm/ha*año)	<ul style="list-style-type: none"> - $DAP\ ETcB = ETcB \times$ Superficie predio (mm*año) - $DAP\ RAA = RAA \times$ Superficie Predio (m³*año) 	$DAP = 0,85 \times DAP\ ETcB$ $DAP = 0,85 \times DAP\ RAA$

⁸ El impacto debe dar cuanto del logro del objetivo de los proyectos de innovación, este es: "Contribuir al desarrollo sustentable (económico, social y ambiental) de la pequeña y mediana agricultura y de la pequeña y mediana empresa, a través de la innovación. De acuerdo a lo anterior, se debe describir los potenciales impactos productivos, económicos, sociales y medio ambientales que se generan con el desarrollo de la propuesta.

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

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

4	<p>Rendimiento ETc sat (Rend ETc sat)</p> <p>Fórmula: $\frac{\sum \text{Kilos 18-19/ha}}{\sum \text{Kilos 19-20/ha}}$</p> <p>(unidades: Kilos/ha)</p>	Rendimiento Histórico (Rend Hist) = Promedio Rendimiento temporadas 2015 a la 2017 (Kilos/ha)	Rend ETc sat = 1.10 x Rend Hist
5	<p>Productividad del Agua (PA)</p> <p>Fórmula: Rend ETc sat/ETc sat</p> <p>(unidades: Kilos/mm; Kilos/m³)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Productividad del Agua Histórica ETcB (PHA ETcB) = Rend Hist/ETcB (Kilos/mm) - Productividad del Agua Histórica RAA (PHA RAA) = Rend Hist/RAA (Kilos/m³) 	<p>PA = 1,1 x PHA ETcB</p> <p>PA = 1,1 x PHA RAA</p>

23.2. 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.

El principal impacto social de la iniciativa dice relación con la capacitación de agricultores, profesionales, técnicos y estudiantes que participen de los Talleres Regionales y el Webinar. Los participantes de estas actividades aprenderán cómo navegar en la Plataforma, realizar consultar sobre el desarrollo de los cultivos y hacer estimaciones de la demanda hídrica de años anteriores y del año en curso.

N°	Indicador impacto social	Línea base del indicador ¹¹	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta ¹²
1	<p>Personas Capacitadas en Talleres Regionales</p> <p>Fórmula: Número de asistentes los Talleres Regionales</p>	No existe	120 usuarios permanentes de la plataforma (30 por cada taller regional)
2	<p>Personas Capacidades en Webinar</p> <p>Fórmula: Número de asistentes al Webinar</p>	No existe	100 usuarios permanentes de la plataforma

23.3. 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.

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.

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

El proyecto permitirá hacer estimaciones de la demanda de agua a distintos niveles, pudiendo llegar incluso a determinar la demanda de una cuenca. Esta información es muy relevante, sobretodo en años de sequía, pudiendo ser una herramienta para la toma de decisiones político-administrativas en cuanto al racionamiento de las dotaciones de agua y/o a la asignación de recursos en casos de emergencias o catástrofes.

N°	Indicador impacto medio ambiental	Línea base del indicador ¹³	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta ¹⁴
1	Estimación de necesidades hídricas a nivel de cuenca (NHC) Fórmula: $E_{Tc} \text{ sat} * \text{superficie de cuenca}$ (m ³ /temporada)	No existe	NHC estimada en 1 cuenca del norte, centro y sur de Chile
2	Índice de Aridez de Cuencas (IAC) Fórmula: $DHC/\text{precipitaciones históricas de la cuenca}$ (unidades: Adimensional)	No existe	IAC estimada en 1 cuenca del norte, centro y sur de Chile

23.4. 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.

N°	Indicador de otros impactos	Línea base del indicador ¹⁵	Impacto esperado dos años después del término de propuesta ¹⁶
1			
n			

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.

¹⁵ Indique los datos referentes a los últimos dos años (anterior al inicio de la propuesta).

¹⁶ Indique los cambios esperados de los indicadores a los dos años después del término de la propuesta.

ANEXO 5. 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:	Claudio Balbontín Nesvara
RUT:	
Profesión:	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja:	Instituto Investigaciones Agropecuarias - INIA
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región):	
Teléfono fijo:	
Teléfono celular:	
Email:	
Género (Masculino o Femenino):	Masculino
Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia):	No
Si corresponde contestar lo siguiente	
Tipo de productor (pequeño, mediano, grande):	
Rubros a los que se dedica:	

Nombre completo:	Gabriel Selles van Schouwen
RUT:	
Profesión:	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja:	Instituto Investigaciones Agropecuarias - INIA
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región):	
Teléfono fijo:	
Teléfono celular:	
Email:	
Género (Masculino o Femenino):	Masculino
Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia):	No
Si corresponde contestar lo siguiente	
Tipo de productor (pequeño, mediano, grande):	
Rubros a los que se dedica:	

Nombre completo:	Alejandro Antúnez Barría
RUT:	
Profesión:	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja:	Instituto Investigaciones Agropecuarias - INIA
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región):	
Teléfono fijo:	
Teléfono celular:	
Email:	
Género (Masculino o Femenino):	Masculino
Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia):	No
Si corresponde contestar lo siguiente	
Tipo de productor (pequeño, mediano, grande):	
Rubros a los que se dedica:	

Nombre completo:	Raúl Ferreyra Espada
RUT:	
Profesión:	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja:	Instituto Investigaciones Agropecuarias - INIA
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región):	
Teléfono fijo:	
Teléfono celular:	
Email:	
Género (Masculino o Femenino):	Masculino
Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia):	No
Si corresponde contestar lo siguiente	
Tipo de productor (pequeño, mediano, grande):	
Rubros a los que se dedica:	

Nombre completo:	Francisco Javier Meza Dabancens
RUT:	
Profesión:	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja:	Pontificia Universidad Católica de Chile
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región):	
Teléfono fijo:	
Teléfono celular:	
Email:	
Género (Masculino o Femenino):	Masculino
Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia):	No
Si corresponde contestar lo siguiente	
Tipo de productor (pequeño, mediano, grande):	
Rubros a los que se dedica:	

Nombre completo:	Pilar Macarena Gil Montenegro
RUT:	
Profesión:	Ing. Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja:	Pontificia Universidad Católica de Chile
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región):	
Teléfono fijo:	
Teléfono celular:	
Email:	
Género (Masculino o Femenino):	Femenino
Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia):	No
Si corresponde contestar lo siguiente	
Tipo de productor (pequeño, mediano, grande):	
Rubros a los que se dedica:	

Nombre completo:	Luis José Alejandro Morales Salinas
RUT:	
Profesión:	Profesor de Ciencias Naturales y Física
Nombre de la empresa/organización donde trabaja:	Universidad de Chile
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región):	
Teléfono fijo:	
Teléfono celular:	
Email:	
Género (Masculino o Femenino):	Masculino
Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia):	No
Si corresponde contestar lo siguiente	
Tipo de productor (pequeño, mediano, grande):	
Rubros a los que se dedica:	

Nombre completo:	Samuel Orlando Ortega Farías
RUT:	
Profesión:	Ingeniero Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja:	Universidad de Talca
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región):	
Teléfono fijo:	
Teléfono celular:	
Email:	
Género (Masculino o Femenino):	Masculino
Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia):	No
Si corresponde contestar lo siguiente	
Tipo de productor (pequeño, mediano, grande):	
Rubros a los que se dedica:	

Nombre completo:	Luis Octavio Lagos Roa
RUT:	
Profesión:	Ingeniero Civil Agrícola, MSc, PhD
Nombre de la empresa/organización donde trabaja:	Universidad de Concepción
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región):	
Teléfono fijo:	
Teléfono celular:	
Email:	
Género (Masculino o Femenino):	Masculino
Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia):	No
Si corresponde contestar lo siguiente	
Tipo de productor (pequeño, mediano, grande):	
Rubros a los que se dedica:	

Nombre completo:	Mario Lillo Saavedra
RUT:	
Profesión:	Ingeniero Civil Eléctrico
Nombre de la empresa/organización donde trabaja:	Universidad de Concepción
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región):	
Teléfono fijo:	
Teléfono celular:	
Email:	
Género (Masculino o Femenino):	Masculino
Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia):	No
Si corresponde contestar lo siguiente	
Tipo de productor (pequeño, mediano, grande):	
Rubros a los que se dedica:	

Nombre completo:	Eduardo A Holzapfel
RUT:	
Profesión:	Ingeniero Agrónomo Ph.D.
Nombre de la empresa/organización donde trabaja:	Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería CRHIAM – Universidad de Concepción
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región):	
Teléfono fijo:	
Teléfono celular:	
Email:	
Género (Masculino o Femenino):	Masculino
Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia):	No
Si corresponde contestar lo siguiente	
Tipo de productor (pequeño, mediano, grande):	
Rubros a los que se dedica:	

Nombre completo:	Jorge Leonardo Olave Vera
RUT:	
Profesión:	Ingeniero Agrónomo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja:	Centro de Investigación y Desarrollo en Recursos Hídricos – Universidad Arturo Prat
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región):	
Teléfono fijo:	
Teléfono celular:	
Email:	
Género (Masculino o Femenino):	Masculino
Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia):	No
Si corresponde contestar lo siguiente	
Tipo de productor (pequeño, mediano, grande):	
Rubros a los que se dedica:	

ANEXO 7. LITERATURA CITADA

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. In: 1998, FAO Irrigation and Drainage Paper No 56. FAO, Roma.
- Allen, R.G., Tasumi, M. and Trezza, R., 2007. Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (METRIC) - Model. *Journal of irrigation and drainage engineering* 133, 380-394.
- Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Howell, T.A.; Jensen, M.E. Evapotranspiration information reporting: I. Factors governing measurement accuracy. *Agric. Water Manag.* 2011, 98, 899–920.
- Bastiaanssen, W.G.M., Menenti, M., Feddes, R.A. and Holstlag, A.A.M., 1998. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL). 1. Formulation. *Journal of Hydrometeorology* 212-213, 198-212.
- Bausch, W.C.; Neale, C.M.U. Crop coefficients derived from reflected canopy radiation: A concept. *Trans. ASAE* 1987, 30, 703–709.
- Calera, A.; Campos, I.; Ossan, A.; D'urso, G. and Menenti, M. Remote Sensing for Crop Water Management: From ET Modelling to Services for the End Users. *Sensors* 2017, 17, 1104; doi:10.3390/s17051104
- Campos, I.; Neale, C.M.U.; Calera, A.; Balbontin, C.; González-Piqueras, J. Assessing satellite-based basal crop coefficients for irrigated grapes (*Vitis vinifera* L.). *Agric. Water Manag.* 2010, 98, 45–54.
- Consoli, S.; Barbagallo, S. Estimating water requirements of an irrigated mediterranean vineyard using a satellite-based approach. *J. Irrig. Drain. Eng.* 2012, 138, 896–904.
- Cuesta, A., Montoro, A., Jochum, A.M., López, P., & Calera, A. (2005). Metodología operativa para la obtención del coeficiente de cultivo desde imágenes de satélite. ITEA, 101.
- Er-Raki, S.; Rodriguez, J.C.; Garatuza-Payan, J.; Watts, C.J.; Chehbouni, A. Determination of crop evapotranspiration of table grapes in a semi-arid region of Northwest Mexico using multi-spectral vegetation index. *Agric. Water Manag.* 2013, 122, 12–19.
- González-Dugo, M.P.; Mateos, L. Spectral vegetation indices for benchmarking water productivity of irrigated cotton and sugarbeet crops. *Agric. Water Manag.* 2008, 95, 48–58.
- Hunsaker, D.J.; Barnes, E.M.; Clarke, T.R.; Fitzgerald, G.J.; Pinter, P.J., Jr. Cotton irrigation scheduling using remotely sensed and FAO-56 basal crop coefficients. *Trans. ASAE* 2005, 48, 1395–1407.
- Hunsaker, D.J.; Pinter, P.J.; Barnes, E.M.; Kimball, B.A. Estimating cotton evapotranspiration crop coefficients with a multispectral vegetation index. *Irrig. Sci.* 2003, 22, 95–104.
- IRRISAT: Irrigation Supported by Satellite. Available online: https://www.feedingknowledge.net/02search/-/bsd/5592/en_GB?controlPanelCategory=portlet_1_WAR_feeding_knowledgeportlet (accessed on 10 May 2017).
- Jayanthi, H.; Neale, C.M.U.; Wright, J.L. Development and validation of canopy reflectance-based crop coefficient for potato. *Agric. Water Manag.* 2007, 88, 235–246.
- Johnson, L.F.; Trout, T.J. Satellite NDVI assisted monitoring of vegetable crop evapotranspiration in California's San Joaquin Valley. *Remote Sens.* 2012, 4, 439–455.

- Johnson, L.F.; Trout, T.J. Satellite NDVI assisted monitoring of vegetable crop evapotranspiration in California's San Joaquin Valley. *Remote Sens.* 2012, 4, 439–455.
- Kanemasu, E.T. Seasonal canopy reflectance patterns of wheat, sorghum, and soybean. *Remote Sens. Environ.* 1974, 3, 43–47.
- Neale, C.; Bausch, W.; Heerman, D. Development of reflectance-based crop coefficients for corn. *Trans. ASAE* 1989, 32, 1891–1899.
- Odi-Lara, M.; Campos, I.; Neale, C.M.U.; Ortega-Farias, S.; Poblete-Echeverria, C.; Balbontin, C.; Calera, A. Estimating evapotranspiration of an apple orchard using a remote sensing-based soil water balance. *Remote Sens.* 2016, 8, 253.
- Samani, Z.; Bawazir, A.S.; Bleiweiss, M.; Skaggs, R.; Longworth, J.; Tran, V.D.; Pinon, A. Using remote sensing to evaluate the spatial variability of evapotranspiration and crop coefficient in the lower Rio Grande Valley, New Mexico. *Irrig. Sci.* 2009, 28, 93–100.
- Tucker, C.J.; Elgin, H.J., Jr.; McMurtrey, J.E.I.; Fran, C.J. Monitoring corn and soybean crop development with hand-held radiometer spectral data. *Remote Sens. Environ.* 1979, 8, 237–248.

ANEXO 8. IDENTIFICACIÓN SECTOR Y SUBSECTOR.

Sector	subsector
Agrícola	Cultivos y cereales
	Flores y follajes
	Frutales hoja caduca
	Frutales hoja persistente
	Frutales de nuez
	Frutales menores
	Frutales tropicales y subtropicales
	Otros frutales
	Hongos
	Hortalizas y tubérculos
	Plantas Medicinales, aromáticas y especias
	Otros agrícolas
	General para Sector Agrícola
	Praderas y forrajes
Pecuario	Aves
	Bovinos
	Caprinos
	Ovinos
	Camélidos
	Cunicultura
	Equinos
	Porcinos
	Cérvidos
	Ratites
	Insectos
	Otros pecuarios
	General para Sector Pecuario
	Gusanos
Dulceacuícolas	Peces
	Crustáceos
	Anfibios
	Moluscos
	Algas
	Otros dulceacuícolas
General para Sector Dulceacuícolas	
Forestal	Bosque nativo
	Plantaciones forestales tradicionales
	Plantaciones forestales no tradicionales
	Otros forestales
General para Sector Forestal	
Gestión	Gestión
	General para General Subsector Gestión

Sector	subsector
Alimento	Congelados
	Deshidratados
	Aceites vegetales
	Jugos y concentrados
	Conservas y pulpas
	Harinas
	Mínimamente procesados
	Platos y productos preparados
	Panadería y pastas
	Confitería
	Ingredientes y aditivos (incluye colorantes)
	Suplemento alimenticio (incluye nutraceuticos)
	Cecinas y embutidos
	Productos lácteos (leche procesada, yogur, queso, mantequilla, crema, manjar)
	Miel y otros productos de la apicultura
	Vino
	Pisco
	Cerveza
	Otros alcoholes
	Productos forestales no madereros alimentarios
	Alimento funcional
	Ingrediente funcional
	Snacks
	Chocolates
	Otros alimentos
	General para Sector Alimento
Productos cárnicos	
Productos derivados de la industria avícola	
Aliños y especias	
Producto forestal	Madera aserrada
	Celulosa
	Papeles y cartones
	Tableros y chapas
	Astillas
	Muebles
	Productos forestales no madereros no alimentarios
	Otros productos forestales
	General Sector Producto forestal
Acuícola	Peces
	Crustáceos
	Moluscos
	Algas
	Echinodermos
	Microorganismos animales

Sector	subsector
	Otros acuícolas
	General para Sector Acuícola
General	General para Sector General
Turismo	Agroturismo
	Turismo rural
	Turismo de intereses especiales basado en la naturaleza
	Enoturismo
	Otros servicios de turismo
	General Sector turismo
Otros productos (elaborados)	Cosméticos
	Biotecnológicos
	Insumos agrícolas / pecuarios / acuícolas / forestales / industrias asociadas
	Biomasa / Biogás
	Farmacéuticos
	Textiles
	Cestería
	Otros productos
	General para Sector Otros productos