

## CONVOCATORIA NACIONAL 2015-2016

# ESTUDIOS Y PROYECTOS DE INNOVACIÓN EN AGRICULTURA SUSTENTABLE

### PLAN OPERATIVO

Nombre iniciativa:	Elaboración de un Atlas Agroclimático de Chile para la Sustentabilidad de la Agricultura en un contexto de Cambio Climático
Ejecutor:	Universidad de Chile, Centro AGRIMED
Código:	PYT-2016-0072 ✓
Fecha:	01 Marzo 2016





**Tabla de contenidos**

Tabla de contenidos ..... 2

I. Plan de trabajo..... 3

1. Antecedentes generales de la iniciativa ..... 3

2. Configuración técnica de la iniciativa ..... 5

3. Costos totales consolidados ..... 23

4. Anexos..... 26

II. Detalle administrativo (Completado por FIA)..... 36

## I. Plan de trabajo

### 1. Antecedentes generales de la iniciativa

#### 1.1. Nombre de la iniciativa

Elaboración de un Atlas Agroclimático de Chile para la Sustentabilidad de la Agricultura en un Contexto de Cambio Climático

#### 1.2. Sector, subsector, rubro y especie principal (si aplica), en que se enmarca la iniciativa

Sector	Gestión
Subsector	Gestión
Rubro	General para Subsector Gestión
Especie (si aplica)	

#### 1.3. Período de ejecución de la iniciativa

Fecha inicio	01 Marzo 2016
Fecha término	30 Abril 2017
Duración (meses)	14

#### 1.4. Lugar en el que se llevará a cabo la iniciativa

Región(es)	Chile A nivel nacional (todas las regiones de Chile)
Provincia(s)	Nivel Nacional
Comuna(s)	Nivel Nacional

#### 1.5. Identificación del ejecutor (completar Anexo 1).

Nombre completo o razón social	Universidad de Chile
Giro	Educación
Rut	
Nombre completo representante legal	Flavio Salazar Onfray

#### 1.6. Identificación del o los asociados (completar Anexo 2 para cada asociado).



Asociado 1	
Nombre completo o razón social	Sociedad Nacional de Agricultura
Giro	Servicios Agrícolas
Rut	
Nombre completo representante legal	Luis Patricio Crespo Ureta

1.7. Identificación del coordinador del proyecto (completar Anexo 3).

Nombre completo	Fernando Santibáñez Quezada
Teléfono	
E-mail	

## 2. Configuración técnica de la iniciativa

### 2.1. Resumen ejecutivo de la iniciativa

Sintetizar con claridad el problema y/u oportunidad, la solución innovadora iniciativa, los objetivos, resultados esperados, beneficiarios e impactos que se alcanzará en el sector productivo y territorio donde se llevará a cabo la iniciativa.

El siglo XXI se caracterizará por importantes cambios en los sistemas de producción agrícolas. Esto será en respuesta a necesidades de adecuación a nuevas realidades tecnológicas, ambientales, sociales y climáticas. Estas últimas dicen relación con los posibles cambios de aptitud de los climas originados por cambios conductuales del clima, particularmente si continúan las tendencias que ha venido mostrando el régimen térmico y de precipitaciones en los últimos 100 años. El cambio en la frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos extremos, junto con la intensificación de la agricultura en ciertas zonas del país, ha provocado pérdidas de millones de dólares al sector en los últimos años. Esto pone en evidencia la urgencia de poner a disposición de la agricultura, información de calidad respecto de la realidad actual y futura de los climas del país, cual es la mayor motivación de esta propuesta.

Chile lanzó recientemente una Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático, donde una de las acciones básicas es la evaluación y monitoreo de los riesgos agroclimáticos. El insumo básico de un plan de adaptación es la identificación del estado actual y futuro de las amenazas que implica el cambio climático para el país, en sus distintas regiones. Es por esta razón que se requiere desarrollar una capacidad nacional para gestionar estos riesgos, así como para proyectar el efecto que los nuevos escenarios climáticos podrían tener sobre la productividad, los requerimientos hídricos, la estacionalidad y eventos catastróficos de los cultivos.

El esfuerzo de esta propuesta está orientado a crear un Atlas Agroclimático de Chile, que proporcione una visión detallada y actualizada de las características y la dinámica de los climas a nivel nacional, desarrollada en base a información reciente y de alta resolución. Para la elaboración de este atlas se propone usar la información más reciente generada por las redes climatológicas, modelos topoclimáticos y sistemas de "Downscaling" disponibles. El escenario climático a considerar es el RCP 8.5 definido por el IPCC. Esta información será validada y espacializada mediante modelos numéricos que permitan lograr una resolución de 1 x 1 Km sobre el conjunto del territorio nacional. Estos modelos han sido desarrollados y probados previamente por el equipo de trabajo del Centro AGRIMED en algunas regiones del país. El atlas incorporará una sección de evaluación de riesgos y eventos climáticos extremos, que permitirá evaluar las consecuencias que estos cambios podrían tener sobre los recursos hídricos, los ecosistemas, la productividad agrícola y los potenciales de producción agropecuaria en el país.

## 2.2. Objetivos de la iniciativa

Los objetivos propuestos deben estar alineados con el problema y/u oportunidad planteado. A continuación indique cuál es el objetivo general y los objetivos específicos de la iniciativa.

### 2.2.1. Objetivo general<sup>1</sup>

Elaborar un Atlas Agroclimático de Chile que proporcione información agroclimática detallada y escenarios de cambio climático para el siglo XXI.

### 2.2.2. Objetivos específicos<sup>2</sup>

Nº	Objetivos Específicos (OE)
1	Disponer de una cartografía en alta resolución espacial, de las variables agroclimáticas relevantes para la producción agrícola, para el escenario actual (1980-2015) y futuros 2050 y 2070 para el escenario RCP 8.5.
2	Actualización y extensión de la zonificación de distritos agroclimáticos del territorio chileno, que sirva como base para los cambios de uso del suelo que podrían ser necesarios durante este siglo.
3	Evaluación de los eventos climáticos extremos generadores de riesgo para la agricultura.
4	Comparación de la metodología para el establecimiento de los distritos agroclimáticos, con otras metodologías de zonificación agroclimática usadas en el mundo.

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

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

### 2.3. Resultados esperados e indicadores

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

N° OE	N° RE	Resultado Esperado <sup>3</sup> (RE)	Indicador de Resultados (IR) <sup>4</sup>				
			Nombre del indicador <sup>5</sup>	Fórmula de cálculo <sup>6</sup>	Línea base del indicador <sup>7</sup> (situación actual)	Meta del indicador <sup>8</sup> (situación final)	Fecha alcance meta <sup>9</sup>
1	1	Conjunto cartográfico con resolución 1 x 1 Km sobre todo el territorio	Número de cartas de variables primarias	$N^{\circ}$ de cartas a la fecha/36*100	3 cartas de la zona central de Chile	36 cartas	Mayo 2016
1	2	Conjunto cartográfico con resolución 1 x 1 Km sobre todo el territorio	Número de cartas de variables derivadas	$N^{\circ}$ de cartas a la fecha/48*100	8 cartas de la zona central de Chile	48 cartas	Junio 2016
1	3	Conjunto cartográfico con resolución 1 x 1 Km sobre todo el territorio	Número de cartas de escenarios de cambio climático	$N^{\circ}$ de cartas a la fecha/36*100	11 cartas de la zona central de Chile	36 cartas	Julio 2016
2	4	Zonificación de los distritos agroclimáticos	Carta de distritos agroclimáticos	$N^{\circ}$ de cartas/6*100	0	6 cartas (una por tomo)	Noviembre de 2016
3	5	Evaluaciones de niveles de riesgos de eventos extremos en	Tablas de riesgos por distrito agroclimático	$N^{\circ}$ de tablas/6*100	0	6 Tablas con datos de riesgos (una	Diciembre de 2016

<sup>3</sup> Considerar que el conjunto de resultados esperados debe dar cuenta del logro del objetivo general de la iniciativa.

<sup>4</sup> Los indicadores son una medida de control y demuestran que efectivamente se obtuvieron los resultados. Pueden ser tangibles o intangibles. Siempre deben ser: cuantificables, verificables, relevantes, concretos y asociados a un plazo.

<sup>5</sup> Indicar el nombre del indicador en forma sintética.

<sup>6</sup> Expresar el indicador con una fórmula matemática.

<sup>7</sup> Completar con el valor que tiene el indicador al inicio de la iniciativa.

<sup>8</sup> Completar con el valor del indicador, al cual se espera llegar en la iniciativa.

<sup>9</sup> Indicar la fecha en la cual se alcanzará la meta del indicador de resultado.



N° OE	N° RE	Resultado Esperado <sup>3</sup> (RE)	Indicador de Resultados (IR) <sup>4</sup>				
			Nombre del indicador <sup>5</sup>	Fórmula de cálculo <sup>6</sup>	Línea base del indicador <sup>7</sup> (situación actual)	Meta del indicador <sup>8</sup> (situación final)	Fecha alcance meta <sup>9</sup>
		cada distritos agroclimáticos				por tomo) de heladas, estrés térmico, ondas de frío, precipitaciones extemporáneas y sequías.	
1, 2 y 3	6	Atlas agroclimático en 6 tomos	Número de tomos del atlas agroclimático	N° de tomos/6*100	0	6 tomos (cubriendo las distintas regiones del país)	Marzo de 2017
1,2 y 3	7	Talleres de difusión (5)	Numero de talleres realizados	N° de talleres realizados/5*100	0	5 talleres regionales	Abril 2017
4	8	Análisis comparativo de metodologías de zonificación agroclimática	Análisis crítico de los sistemas de zonificación	Tablas comparativas de atributos de zonificación.	0	Capítulo sobre metodologías de zonificación	Abril 2017



#### 2.4. Indicar los hitos críticos para la iniciativa

Un hito crítico representa un logro o resultado importante en la evaluación del cumplimiento de distintas etapas y fases de la iniciativa, que son determinantes para la continuidad de ésta y el aseguramiento de la obtención de resultados esperados

Hitos críticos <sup>10</sup>	Resultado Esperado <sup>11</sup> (RE)	Fecha de cumplimiento (mes y año)
Recopilación de información climática al año 2014	Base de datos climáticos actualizada al año 2014	Mayo de 2016
Establecimiento de distritos agroclimáticos	Carta de distritos agroclimáticos	Noviembre de 2016
Evaluación de los riesgos climáticos extremos	Tablas de riesgos para cada distrito agroclimático	Diciembre de 2016
Creación de un comité consejero con integrantes relevantes (CIREN, CRAN)	Reuniones técnicas del comité	Mes 3 Mes 8 Mes 12

<sup>10</sup> Un hito representa haber conseguido un logro importante en la iniciativa, 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.

<sup>11</sup> Un hito puede estar asociado a uno o más resultados esperados y/o a resultados intermedios.



## 2.5. Método

A continuación describa los procedimientos, técnicas de trabajo y tecnologías que se utilizarán para alcanzar cada uno de los objetivos específicos definidos en la iniciativa. Adicionalmente, debe describir las metodologías y actividades iniciativas para difundir los resultados a los actores vinculados a la temática de la iniciativa (máximo 8.000 caracteres para cada uno).

- 2.5.1. Identifique y describa detalladamente los procedimientos, técnicas de trabajo y tecnologías que se utilizarán para alcanzar cada uno de los objetivos específicos definidos en la iniciativa

**Método objetivo 1: Disponer de una cartografía en alta resolución espacial, de las variables climáticas relevantes para la producción agrícola, que permita evaluar potenciales de producción y riesgos agroclimáticos.**

### 1.1 Construcción de la línea base

Para construir la línea base se compilará la información de estaciones meteorológicas de la Dirección Meteorológica de Chile, la Dirección General de Aguas y las provenientes de diversas instituciones públicas y privadas (Universidades, Institutos, particulares). El período considerado para este efecto será 1980-2014.

Se utilizarán imágenes satelitales para densificar la información de temperaturas a través de la generación de estaciones virtuales. Estas estaciones se generan a partir de la información proveniente de las imágenes térmicas satelitales (NOAA- AVHRR) y de un modelo digital de elevaciones. Combinando estos dos elementos es posible determinar en cada zona los diferentes gradientes verticales de temperaturas máximas y mínimas. Esto permitirá suplir en parte las lagunas de información en ciertas zonas del territorio, particularmente en áreas de altura.

Se modelará el régimen térmico, precipitación, radiación solar y humedad relativa con resolución de 1 km para el período 1980 a 2014, a través de regresiones múltiples que consideran como variables explicativas la elevación, la latitud y la distancia al mar de cada estación.

El tipo de regresiones que se usarán corresponden a regresiones múltiples no lineales. A modo de ejemplo, se presenta a continuación el tipo de modelo para la temperatura máxima ( $T_{XE}$ ):

$$T_{XE} = \alpha + \beta * elevación + \gamma * latitud + \delta * distancia\ mar + \varepsilon * elevación^2 + \theta * latitud^2 + \vartheta * distancia\ mar^2$$

### 1.2 Cálculo de variables climáticas secundarias

Se calcularán variables derivadas mediante un programa computacional: Horas de frío, días grado, número de días cálidos, evapotranspiración, número de heladas, déficit hídrico, índices de aridez, periodos secos, Índice de Fournier y sequías.

### 1.3 Establecimiento de escenarios de cambio climático

Generación de un ensamble con 17 downscaling seleccionados para las variables de temperatura y precipitación para los periodos (2050-2070) asociados a los escenarios generados en el último informe del IPCC del año 2013 (AR5).

### 1.4 Montaje de un Sistema Computacional para Procesamiento de Datos y Cartografía

Con el propósito de generar los productos dentro de un período de 14 meses, se requerirá de un complejo sistema de procesamiento que permita procesar cartografía en paralelo. Para esto no sólo se requiere de equipos, sino del desarrollo de software que permita secuenciar sistemas de procesamiento de modo de no perder tiempo y procesar datos las 24 horas del día. Para esto necesitamos un experto informático, tanto para:

Este profesional no se consideró en la propuesta original, pues para los procesos se disponía de 12 meses, lo que era abordable con los sistemas de proceso de que disponemos. Ahora se debe montar un sistema de alto rendimiento para hacer esto posible.

Este profesional tendrá la tarea de desarrollar software que permita automatizar el procesamiento secuencial y en paralelo de los datos y los modelos numéricos. Deberá crear una arquitectura de datos que haga eficiente y seguro los procesos, desarrollar software para procesos geoestadísticos (zoneamiento de áreas climáticamente homogéneas mediante algoritmos estadísticos, desarrollo de algoritmos para evaluar riesgos climáticos, análisis de series de tiempo y variabilidad, análisis de tendencias espaciotemporales, validación y homogenización de grandes cantidades de datos, generación de ensambles a partir de downscaling climático). Se desempeñará a partir del mes 2 en el diseño de la arquitectura de datos, la generación de cartografía. Esto es indispensable para acelerar el procesamiento de la información y así cumplir con los plazos que exige la reducción de tiempo total del proyecto.

El profesional informático se deberá incorporar desde el mes 2 y hasta el 10 en forma continua, manteniendo un compromiso de atender necesidades esporádicas, por el resto de la duración del proyecto. El pago será por servicios prestados. En ciertos casos será un producto físico (software específico) en otros, el servicio de administración de la red de trabajo, dando garantías de levantar fallas en forma expedita, garantizando la operatividad continua del sistema.

Actividad\Mes	2	3	4	5	6	7
Desarrollar un software de procesamiento						
Administrar los procesos						

**Método objetivo 2: Actualización y extensión de la zonificación de distritos agroclimáticos del territorio chileno, que sirva como base para los cambios de uso del suelo que podrían ser necesarios durante este siglo.**

**2.1 Generación de una base cartográfica georrefenciada**

Se generarán coberturas en formato raster, utilizando el software Arc gis 10.2:

- Variables climáticas de temperaturas máximas, mínimas, precipitación y radiación solar.
- Imágenes satelitales
- Modelo digital de terreno (30x30metros)

**2.2 Establecimiento de los distritos agroclimáticos a nivel nacional.**

El establecimiento de distritos agroclimáticos dice estricta relación con la identificación de áreas territoriales al interior de las cuales el clima se comporta similarmente tanto en términos de riesgos climáticos como de potencialidades productivas. Para delimitarlos, es necesario fijar intervalos de tolerancia que permitan conocer “ex ante” las ventajas y riesgos que las especies cultivadas encontrarán al interior de cada uno de ellos. Las variables más determinantes en la conducta productiva de los cultivos son: los días grado, el número y estacionalidad de las heladas, las horas de frío, el grado de aridez (longitud de la estación seca y/o déficit hídrico) y las temperaturas máximas y mínimas en determinados periodos del año. Para cada una de estas variables se establecerán los intervalos bioclimáticamente significativos, de modo de representar la condición de cada punto de la geografía, según el perfil de intervalos, para cada variable, que lo caracterizan. Dos puntos son homogéneos, es decir, pertenecen a un mismo distrito, cuando coinciden en todos o la mayor parte de los intervalos bioclimáticos.

El establecimiento de la extensión territorial de un distrito, se hace sobre la base de un programa geoestadístico creado por AGRIMED, que agrupa puntos de una malla geográfica, según criterios definidos por el usuario (programa “Master-Áreas”). La grilla geográfica a utilizar corresponde a una malla regular con espaciamiento de 5 Km. Esta malla se calibra con estaciones de tierra, de modo de asegurar su fiabilidad en la representación de las variables climáticas.

Para crear escenarios futuros, se toman modelos de downscaling, provenientes de diversos modelos globales. Los escenarios se construyen con un “ensamble” de al menos tres de los modelos que presenten mejor ajuste a las condiciones del territorio chileno.

### **Método objetivo 3: Evaluación de los eventos climáticos extremos generadores de riesgo para la agricultura.**

#### **3.1 Evaluación de la frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos extremos relevantes para la agricultura (Heladas, estrés térmico, ondas de frío, precipitaciones extemporáneas y sequías)**

Se seleccionarán datos de estaciones meteorológicas con series de tiempo suficientemente largas (al menos dos por región) y se ajustarán funciones de distribución para diferentes valores extremos de temperaturas y precipitaciones. Posteriormente se determinarán las frecuencias para diferentes intensidades de eventos extremos.

#### **3.2 Generación de tablas de intensidad y frecuencia para distritos agroclimáticos**

Se crearán tablas intensidad y frecuencia para cada distrito para los eventos de heladas, estrés térmico, ondas de frío, precipitaciones extemporáneas y sequías

### **Método objetivo 4: Comparación de la metodología para el establecimiento de los distritos agroclimáticos, con otras metodologías de zonificación agroclimática usadas en el mundo.**

#### **4.1 Comparación con otros trabajos de zonificación previos.**

##### Mapa agroclimático de INIA

Está basado en una zonificación realizada a principios de los años 70, por J. Papadakis. El mapa reagrupa las zonas de Papadakis en una cifra cercana a los 60 agroclimas, cuyos límites no fueron establecidos con base en procedimientos geoestadísticos, sino más bien en base a la experiencia de los autores. Por el hecho de ser un zoneamiento basado un trabajo anterior, y que no consideró la creación de cartografía de respaldo propia, no proporciona información detallada a nivel mensual de cada agroclima, sólo una ficha confeccionada para estaciones meteorológicas existentes. A nivel de agroclima entrega sólo valores anuales estimados por los autores mediante un procedimiento no explícito en la obra, especialmente en aquellos agroclimas que no cuentan con estación climatológica en su interior. Queda al arbitrio del usuario, hacer las extrapolaciones que estime conveniente. Esta es una clara deficiencia en los tiempos actuales, en que para hacer un proyecto de inversión, se requiere evaluar los riesgos agroclimáticos considerando los valores de ciertas variables en periodos específicos del año (floración, cuaja, madurez, etc.)

##### Distritos agroclimáticos CIREN

Los primeros estudios de distritos agroclimáticos fueron hechos para IREN en la década de los 70 por el investigador responsable de este proyecto. Entonces se estableció una metodología basada en la caracterización de las estaciones extremas del año (verano e invierno). La zonificación se hizo con un respaldo cartográfico basado en información climática de los años 60 hacia atrás. No se contaba con sistemas SIGs ni con modelos digitales de terreno que tenemos en la actualidad, por lo que, a pesar del respaldo cartográfico, los límites de los distritos se

establecían en base a la experiencia del autor. Este procedimiento siguió siendo replicado por CIREN en los 80, para cubrir nuevas regiones de Chile. Por el hecho de haber transcurrido entre 20 y 30 años de uso de esta metodología, por la existencia en la actualidad de más y mejor información (red CRAN y otras), al existir modelos digitales detallados de terreno, procedimientos cartográficos inexistentes en los 80 y sistemas de downscaling detallados y más confiables, se hace necesaria una actualización de la evaluación de los distritos agroclimáticos del territorio, dándole la perspectiva del cambio climático que los estudios anteriores no tienen.

#### Otros esfuerzos de zonificación a nivel internacional

Dentro de las clasificaciones usadas a nivel internacional están la de Thornwaite (1949) que basa fuertemente la identificación de zonas en la relación precipitación – evapotranspiración. Divide los climas en áridos, semiáridos, seco subhúmedo, húmedo y perhúmedo. A partir de los valores anuales de la ET, infiere el régimen térmico, los que califica de hielo, tundra, microtérmico, mesotérmico y megatérmico. El sistema tiene cierta lógica con la distribución de las especies a nivel planetario, pero no se adapta bien para zonificaciones de detalle, con orientación agrícola. No considera importantes variables de interés agrícola como las heladas, los días grado o las horas de frío.

Una clasificación más orientada a la agricultura es la de Papadakis, la cual basa los límites en las tolerancias de varias especies anuales y perennes, en las temperaturas extremas máxima y mínima y en los regímenes de humedad (húmedo, mediterráneo, monzónico, estepario, desértico, semiárido). Esta clasificación, que ha sido bastante usada en regiones agrícolas del mundo, caracteriza los veranos e inviernos según su aptitud para cereales, arroz, cítricos, los cuales emplea como especies indicadoras. Siendo una buena clasificación, entrega poco detalle a la hora de establecer concretamente un proyecto agrícola concreto, por cuanto sus parámetros son bastante generales. Por lo anterior, es interesante para macrozonificaciones pero no para zonificaciones detalladas.

Una tercera metodología es la clasificación agroclimática de De Fina. Se basa en que el desarrollo, crecimiento y rendimiento de un cultivo dependen de la temperatura y la lluvia y, más específicamente, de las horas diarias de frío, periodo libre de heladas, suma de las temperaturas medias diarias favorables, cantidad satisfactoria de agua. Los índices termopluviométricos utilizados son igualmente poco precisos y, en ciertos casos pueden conducir a ambigüedades. Además no existen parámetros claros que permitan vincular estos índices con la producción de cultivos específicos.

Una clasificación con fuerte orientación biológica es la Gaussen-Bagnols. Esta clasificación usa el índice Xerotérmico, clasificando la situación de cada mes del año a partir de su grado de aridez y de las temperaturas. Esta clasificación aplica bastante bien en estudios de distribución de especies, especialmente en regiones mediterráneas, pero en zonificaciones de cultivo es claramente deficiente, por cuanto deja fuera variables tan importantes como los días grado, las heladas y las horas de frío.

En general, si bien varios países han realizado zonificaciones de cultivos, ningún país presenta resultados concretos en materia de zonificación agroclimática con suficiente nivel de detalle como para evaluar el potencial productivo para diversas especies.



**Análisis comparativo de la metodología de zonificación agroclimática utilizada en este estudio con otros esfuerzos similares en el mundo.**

Se hará una detallada comparación de las características del método aplicado en Chile con los métodos aplicados en otras regiones del mundo. Para esto, se considerarán los objetivos de la zonificación, los servicios que cada una de estas ofrecen al usuario, así como, los fundamentos bioclimáticos que están en la base de cada una de ellas.

- 2.5.2.** Describa las metodologías y actividades iniciativas para difundir los resultados (intermedios y finales) del proyecto a los actores vinculados a la temática de la iniciativa, identificando el perfil, tipo de actividad, lugares y fechas.  
(Incluir las actividades a realizar en la carta GANTT de la iniciativa).

### **1. Charlas Técnicas en instituciones del Estado y privadas**

Realización de 5 charlas en las ciudades de Copiapó, Ovalle, Santiago, Talca y Osorno. Dichas convocatorias considerarán la participación de actores del sector público de distintas oficinas estatales relacionadas con la agricultura y el medio ambiente, entre se puede mencionar : ODEPA, INDAP, CNR, INIA del Ministerio de Agricultura, Departamento de Cambio Climático y Departamento de Educación del Ministerio de Medio Ambiente, Dirección Meteorológica de Chile del Ministerio de Defensa. También se hará extensiva a usuarios del sector privado, tales como: asociaciones gremiales, comunidades agrícolas, asociaciones de regantes, etc.

Dichos talleres se realizarán durante el último semestre de ejecución del proyecto en las ciudades mencionadas.

### **2. Distribución de versión Impresa del Atlas**

La versión impresa del Atlas será distribuida a una lista de beneficiarios públicos provenientes del Ministerio de Agricultura, así como en sus respectivas oficinas de consulta y centros de información.

### **3. Distribución de la Versión Digital del Atlas vía web**

La edición digital del Atlas será puesta a disposición del público general a través de un portal web alojado en el servidor que posee el Centro de Agricultura y medio Ambiente AGRIMED, el cual es administrado por el Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

## 2.6. Carta Gantt

Indicar la secuencia cronológica para el desarrollo de las actividades señaladas anteriormente de acuerdo a la siguiente tabla:

N° OE	N° RE	Actividades	Año 2016												Año 2017	
			Trimestre												Trimestre	
			Mar - May			Jun - Ago			Sept - Nov			Dic - Feb			Mar - abr	
1	1	1.1	■	■	■											
1	2	1.2		■	■	■	■									
1	3	1.3	■	■	■	■	■									
1	4	1.4		■	■	■	■	■	■							
2	4	2.1				■	■	■	■	■	■					
2	4	2.2							■	■	■	■				
3	5	3.1						■	■	■	■					
3	5	3.2							■	■	■	■				
4	4	4.1							■	■	■	■				
1,2 y 3	6	Edición Atlas							■	■	■	■	■	■		
1,2 y 3	6	Impresión Atlas													■	■
1,2 y 3	7	Talleres Difusión										■	■	■	■	■

**Nota:** Los objetivos del 1 al 4, se apoyarán en las capacidades de procesamiento que brindará el Servidor y sus dos computadores satélites, lo que justifica la permanencia del Administrador del Sistema (Profesional Informático) entre los meses 2 al 7. Durante este período, los Software para análisis de riesgo, procesamiento de datos y zonificación, quedarán operativos. La administración del Sistema a partir del octavo mes seguirá a cargo de un profesional del equipo del proyecto que será capacitado durante los primeros 6 meses del proyecto.

## 2.7. Modelo de transferencia y propiedad intelectual

Describe el modelo que permitirá transferir los resultados a los beneficiarios y la sostenibilidad de la iniciativa en el tiempo.

### 2.6.1. Modelo de transferencia

Describe la forma en que los resultados se transferirán a los beneficiarios. Para ello responda las siguientes preguntas orientadoras: ¿quiénes son los clientes, beneficiarios?, ¿quiénes la realizarán?, ¿cómo evalúa su efectividad?, ¿cómo se asegurará que los resultados esperados se transformen en beneficios concretos para los beneficiarios identificados?, ¿cómo se financiará en el largo plazo la innovación?, ¿con qué mecanismos se financiará el costo de mantención del bien/servicio público una vez finalizado el proyecto?

El programa de transferencia y difusión de resultados consta de 3 actividades fundamentales, orientadas en dos lineamientos, uno de ellos a la difusión inmediata de los resultados de manera física aun grupo determinado de usuarios y el otro a la distribución de la información de manera digital, con mayor permanencia en el tiempo y para un universo ilimitado de usuarios con acceso a internet, asegurando de esta manera la transferencia de los resultados a los usuarios finales. Las actividades se describen a continuación:

#### **Charlas Técnicas en instituciones del Estado y privadas**

En esta etapa se considera la realización de 5 charlas técnicas de difusión de los resultados finales en las ciudades de Copiapó, Ovalle, Santiago, Talca y Osorno. Dichas convocatorias considerarán la participación de actores del sector público de distintas oficinas estatales relacionadas con la agricultura y el medio ambiente, entre se puede mencionar : ODEPA, INDAP, CNR, INIA del Ministerio de Agricultura, Departamento de Cambio Climático y Departamento de Educación del Ministerio de Medio Ambiente, Dirección Meteorológica de Chile del Ministerio de Defensa. También se hará extensiva a usuarios del sector privado, tales como: asociaciones gremiales, comunidades agrícolas, asociaciones de regantes, etc. Dichos talleres se realizarán durante el último trimestre de ejecución del proyecto en las ciudades mencionadas.

#### **Distribución de versión Impresa del Atlas**

La versión impresa del Atlas será distribuida a una lista de beneficiarios públicos provenientes del Ministerio de Agricultura y del Ministerio de Medio Ambiente, así como en sus respectivas oficinas de consulta y centros de información. De la misma manera se considera la distribución en la red de bibliotecas de DIBAM pertinentes a lo largo de Chile, así como en las bibliotecas de las Universidades nacionales que impartan carreras relacionadas con la Agricultura y el Medio Ambiente.

#### **Distribución de la Versión Digital del Atlas vía web**

La edición digital del Atlas será puesta a disposición del público general a través de un portal web alojado en el servidor que posee el Centro de Agricultura y medio Ambiente AGRIMED y en portal, el cual es administrado por el Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. Además se proporcionará la información al Ministerio de Agricultura para que quede disponible en el portal IDE MINAGRI. De esta manera se asegura la disponibilidad y permanencia en el tiempo de la información a través de internet para el universo de usuarios con acceso a esta tecnología aun cuando el proyecto ya se haya finalizado.

## 2.6.2. Protección de los resultados

Tiene previsto proteger los resultados derivados de la iniciativa (patentes, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, marca registrada, marcas colectivas o de certificación, denominación de origen, indicación geográfica, derecho de autor o registro de variedad vegetal).  
(Marque con una X)

SI	X	NO	
----	---	----	--

De ser factible, señale el o los mecanismos que tienen previstos y su justificación.  
(Máximo 2.000 caracteres)

El Atlas se registrará en el Registro de Propiedad Intelectual. La Universidad de Chile tiene amplia experiencia y personal especializado en la materia.

## 2.8. Potencial impacto

A continuación describa los potenciales impactos y/o beneficios productivos, económicos, comerciales, sociales y medio ambientales que se generarían con la realización de la iniciativa y/o sus resultados posteriores.

### 2.8.1. Identifique los beneficiarios actuales y potenciales de la ejecución de la iniciativa. (Máximo 3.000 caracteres)

El mejoramiento de la calidad de la información de que disponen los agricultores e inversionistas agrícolas para tomar decisiones sobre uso del suelo tiene efectos multiplicadores. Por una parte previene pérdidas de producción que representan menos impuestos para el Estado, pero además, protege la mano de obra rural y contribuye a prevenir el deterioro de la rentabilidad de las innumerables cadenas de abastecimiento de insumos agrícolas. El sector agrícola emplea 1.329.631 personas de las cuales 189.651 son empleos permanentes (Rueda y Vera, 2009). Una elevada proporción de este empleo corresponde a mujeres, a través de contratos temporales, los que juegan un importante rol en la economía de los hogares rurales. Aparte del rol estratégico de la agricultura en la generación de empleo en el campo, esta actividad contribuye con el 3,79% al PIB nacional, cifra que sube a 11,3% si se consideran los encadenamientos productivos generados por esta actividad (Foster y Valdez, 2013). Estas cifras no reflejan el real rol de la agricultura en el desarrollo territorial y cultural de un país, el cual es un bien intangible de incalculable valor para la sustentabilidad del desarrollo nacional. No obstante este estratégico rol de la agricultura, esta es la actividad más vulnerable a los cambios climáticos, lo que justifica plenamente una acción del Estado que catalice la adaptación a los nuevos escenarios climáticos, sin lo cual, los impactos de esto, podrían recaer con mayor intensidad sobre la pequeña agricultura, la cual, por su menor resiliencia, es más vulnerable. Este hecho, podría ser el origen de la marginalización de importantes comunidades agrícolas en todo el mundo, no siendo Chile una excepción.

El Atlas Agroclimático que propone desarrollar ese proyecto, tendría como beneficiarios directos a todos los agricultores a lo largo del país, especialmente aquellos que conforman la AFC (Agricultura Familiar Campesina) y que no disponen de recursos para financiar un levantamiento de información climática localizada. El atlas constituirá una herramienta eficaz que permitirá aumentar la competitividad de la AFC, incrementando además su nivel de capacitación, asociatividad, poder de gestión y disponibilidad de información, permitiéndoles alcanzar mayor eficiencia en la producción.

De acuerdo al Plan Estratégico 2010 - 2014 de INDAP, el estrato de la Microempresa Silvoagropecuaria es el más importante en número, representando el 94,6% del universo total de explotaciones, seguido por el estrato de la Pequeña Empresa, que representa un 4,9%, la Mediana Empresa con 0,4% y por último, la Gran Empresa, que corresponde a sólo un 0,1% del total. Respecto a la participación de cada estrato en el Valor de la Producción, el mismo Plan Estratégico de INDAP señala que la Microempresa Silvoagropecuaria aporta un 21,5%, la Pequeña un 38,4%, la Mediana un 19,2% y la Gran Empresa un 20,9%, siendo el promedio nacional del Valor Bruto de la Producción (VBP) anual de 202 UF (\$4,8 millones) en la Microempresa Silvoagropecuaria, 6.957 UF (\$168 millones) en la Pequeña Empresa, 43.717 UF (\$1.055 millones) en la Mediana Empresa y 285.062 UF (\$6.883 millones) en la Gran Empresa.



### 2.8.2. Replicabilidad

Señale la posibilidad de que se realicen experiencias similares en el mismo territorio u otras zonas del país, a partir de los resultados e información que se genere en la iniciativa. (Máximo 3.000 caracteres)

La creación de un atlas conlleva una tecnología de procesamiento de datos de cartografía y zonación la cual debe ser desarrollada en base a protocolos estándares que pueden ser aplicados en cualquier región y durante procesos de actualización de la información. El atlas contendrá un compendio metodológico que permitirá comprender como se procesaron las distintas variables durante su elaboración.

### 2.8.3. Desarrollo de nuevas capacidades y fortalecimiento de potencialidades locales.

Describa cómo el desarrollo de la iniciativa potenciará el capital humano, infraestructura, equipamiento y actividad económica local. (Máximo 3.000 caracteres)

El sector productivo, particularmente los pequeños y medianos productores, no cuentan con información actualizada y validada que les permita evaluar los riesgos de producción que asumen cuando deciden iniciar un proyecto agrícola. Los grandes productores suplen esta deficiencia recurriendo a asesorías profesionales, pero los estratos medios y pequeños necesitan de una información pública al respecto.

Una de las innovaciones importantes consistirá en dividir el territorio en distritos agroclimáticos introduciendo mejoras a la zonación actualmente existente de modo que se convierta en un instrumento eficaz para la adaptación al cambio climático, especialmente en áreas vulnerables y de pequeñas y mediana agricultura.

El proyecto reforzará las capacidades institucionales para abordar una estrategia nacional de cambio climático sobre bases sólidas y actualizadas. El atlas proveerá de información de referencia para las políticas públicas que los diferentes servicios del estado implementarán sobre los próximos decenios.

### 2.8.4. En función de los puntos señalados anteriormente describa:

Potenciales impactos y/o beneficios productivos, económicos y comerciales que se generarían con la realización de la iniciativa

La pequeña y mediana agricultura puede disminuir fuertemente su vulnerabilidad en la medida de que se conozca por anticipado los cambios climáticos a cuales quedara expuesta durante este siglo. Por lo anterior, el proyecto contribuirá significativamente a mejorar la eficacia dirigida a este segmento de la agricultura.

Por otra parte la capacidad exportadora (más de 15.000 millones de dólares anuales) del país puede verse fuertemente amenazada en la medida que no haya una reacción oportuna tanto en lo tecnológico como en la reconversión que probablemente será necesaria en el uso del suelo para aprovechar los nuevos escenarios climáticos, evitando las adversidades.

**2.8.5. Potenciales impactos y/o beneficios sociales que se generarían con la realización de la iniciativa**

Los sectores más beneficiados por una estrategia de adaptación al cambio climático son los segmentos de pequeña y mediana agricultura por cuanto son los menos resilientes frente a los cambios de escenarios físicos. Una información oportuna que permita al país direccionar adecuadamente las acciones de adaptación puede evitar la marginalización de una cantidad importante de agricultores que podrían salir de la actividad yendo a incrementar la pobreza urbana. Esto último presiona a los sistemas existenciales del estado transformándose en una carga como hay muchos ejemplos en el mundo.

**2.8.6. Potenciales impactos y/o beneficios medio ambientales que se generarían con la realización de la iniciativa**

La disponibilidad de información actual y confiable sobre las singularidades climáticas del territorio así como los cambios que estas pueden sufrir durante este siglo permitiría identificar los hotspots de amenazas a la biodiversidad por cuanto importantes ecosistemas se encontrarían amenazados por el cambio climático, requiriendo de planes de conservación que tiendan a resguardar el patrimonio nacional del país.

**2.9. Indicadores de impacto**

De acuerdo a lo señalado en la sección anterior, describa el o los indicadores a medir en la iniciativa y señale para el indicador seleccionado, lo que específicamente se medirá en la iniciativa.

Clasificación del indicador	Descripción del indicador	Fórmula del indicador	Línea base del indicador <sup>12</sup>	Meta del indicador al término de la iniciativa <sup>13</sup>	Meta del indicador a los 2 años de finalizado la iniciativa <sup>14</sup>
<i>Apoyo a iniciativas de inversión y desarrollo agrícola</i>	<i>Iniciativas públicas o privadas que se basan en la información proporcionada por el Atlas.</i>	<i>N° de consultas</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>300</i>

<sup>12</sup> La línea base consiste en la descripción detallada del área de influencia de un proyecto o actividad, en forma previa a su ejecución. Completar con el valor que tiene el indicador al inicio de la iniciativa.

<sup>13</sup> Completar con el valor del indicador, al cual se espera llegar, al final de la iniciativa.

<sup>14</sup> Completar con el valor del indicador, al cual se espera llegar, al cabo de 2 años de finalizado la iniciativa.

### 3. Costos totales consolidados

#### 3.1. Estructura de financiamiento.

		Monto (\$)	%
FIA	Ejecutor		
	Asociados(s)		
	Total FIA		
Contraparte	Pecuniario		
	No Pecuniario		
	Total Contraparte		
Total			

### 3.2. Costos totales consolidados.



*Handwritten signature in blue ink*

*Handwritten signature in blue ink*



#### 4. Anexos

##### Anexo 1. Ficha identificación del postulante ejecutor

Nombre completo o razón social	Universidad de Chile	
Giro / Actividad	Educación	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	X
	Otras (especificar)	
Banco y número de cuenta corriente <b>del postulante ejecutor</b> para depósito de aportes FIA		
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)		
Dirección <b>postal</b> (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web	<a href="http://www.uchile.cl">www.uchile.cl</a>	
Nombre completo representante legal	Flavio Salazar Onfray	
RUT del representante legal		
Profesión del representante legal	Biólogo	
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Vicerrector de Investigación y Desarrollo	
Firma representante legal		



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

Nombre completo o razón social	Sociedad Nacional de Agricultura	
Giro / Actividad	Servicios Agrícolas	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	Asociación Gremial
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web	<a href="http://www.sna.cl">www.sna.cl</a>	
Nombre completo representante legal	Luis Patricio Crespo Ureta	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Empresario Agrícola	
Firma representante legal		



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

Nombre completo	Fernando Santibáñez Quezada
RUT	
Profesión	Ingeniero Agrónomo / Docteur Ingenieur in Bioclimatology / Docteur d'Etat Es Sciences Naturelles
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Centro de Agricultura y Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesor Titular. Director del Centro de Agricultura y Medioambiente.
Dirección <b>postal de la empresa/organización donde trabaja</b> (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Carolina Caroca Torres
RUT	
Profesión	Ingeniero Civil / Magister en Geomática
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Centro de Agricultura y Medio Ambiente
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Coordinación Técnica. Cartografía y Geomática.
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Paula Santibáñez Varnero
RUT	
Profesión	Ingeniero Civil / Doctor en Ciencias Silvoagropecuarias
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Centro de Agricultura y Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Asesoría Técnica. Modelación de Datos Agroclimáticos.
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Hugo Sierra Golberg
RUT	
Profesión	Ingeniero Agrónomo / Doctor Ciencias Silvoagropecuarias
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Centro de Agricultura y Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Revisión y Edición. Análisis de Información Agroclimática e Impacto en la Agricultura.
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Paulina González Mendoza
RUT	
Profesión	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Centro de Agricultura y Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Apoyo Modelación de Datos Agroclimáticos y Sistemas de Información Geográfica.
Dirección <b>postal de la empresa/organización donde trabaja</b> (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Pablo Perry Cavieres
RUT	
Profesión	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Centro de Agricultura y Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Apoyo Geomática y Sistemas de Información Geográfica
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Felipe Huiza Contreras
RUT	
Profesión	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Centro de Agricultura y Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Proceso de Datos Cartográficos. Base de Datos
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Cecilia María Melillán Furicoyan
RUT	
Profesión	Diseñador Gráfico
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesional
Dirección <b>postal de la empresa/organización donde trabaja</b> (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

## II. Detalle administrativo (Completado por FIA)

- Los Costos Totales de la Iniciativa serán (\$):

<b>Costo total de la Iniciativa</b>		
<b>Aporte FIA</b>		
<b>Aporte Contraparte</b>	<b>Pecuniario</b>	
	<b>No Pecuniario</b>	
	<b>Total Contraparte</b>	

- Período de ejecución.

<b>Período ejecución</b>	
<b>Fecha inicio:</b>	01.03.2016
<b>Fecha término:</b>	30.04.2017
<b>Duración (meses)</b>	14

- Calendario de Desembolsos

Nº	Fecha	Requisito	Observación	Monto (\$)
1		Firma de contrato		
2	11/07/2016	Aprobación informe de saldo N° 1 (gastos en el SDGL más carta oficial de FIA).		
3	20/09/2016	Aprobación informes de avance técnico y financiero N°1		
4	09/01/2017	Aprobación informe de saldo N° 2 (gastos en el SDGL más carta oficial de FIA).		
5	16/02/2017	Aprobación informes de avance técnico y financiero N°2		
6	18/07/2017	Aprobación informes de avance técnico y financiero Final	hasta	
<b>Total</b>				

(\*) El informe financiero final debe justificar el gasto de este aporte

- Calendario de entrega de informes

<b>Informes Técnicos</b>	
Informe Técnico de Avance 1:	14/07/2016
Informe Técnico de Avance 2:	15/12/2016

**Informes Financieros**

Informe Financiero de Avance 1:	14/07/2016
Informe Financiero de Avance 2:	15/12/2016

**Informes de Saldos**

Informe de Saldo 1:	04/07/2016
Informe de Saldo 2:	02/01/2017

<b>Informe Técnico Final:</b>	15/05/2017
<b>Informe Financiero Final:</b>	15/05/2017

- Además, se deberá declarar en el Sistema de Declaración de Gastos en Línea los gastos correspondientes a cada mes, a más tardar al tercer día hábil del mes siguiente.