



CHILE LO  
HACEMOS  
TODOS



OFICINA DE PARTES 2<sup>da</sup> FIA  
RECEPCIONADO  
Fecha ..... 27 SEP 2018  
Hora ..... 18:00  
Nº Ingreso ..... 51829

*Manabres REP  
5/12  
FIC-NAE.*

## CONVOCATORIA NACIONAL TEMÁTICA

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

#### PLAN OPERATIVO

Nombre iniciativa:	Maqui, nutracéutico silvestre en un escenario de cambio climático. Bases para la identificación de variedades genéticas resistentes a la sequía, alta producción de antioxidantes y manejo sustentable.
Ejecutor:	Universidad de Concepción
Código:	PYT-2018-0138
Fecha:	22 de Agosto 2018
Región(es) de ejecución	Concepción, Coquimbo hasta Aysén
Región(es) de impacto	Coquimbo hasta Aysén



## Tabla de contenidos

Tabla de contenidos .....	2
I. Plan de trabajo .....	3
1. Configuración técnica del proyecto .....	3
2. Anexos .....	26
3. Costos totales consolidados .....	35
II. Detalle administrativo (Completado por FIA) .....	36

## I. Plan de trabajo

### 1. Configuración técnica del proyecto

#### 1.1. Resumen ejecutivo

El maqui es un producto silvestre con mercado internacional creciente y proyecciones mucho mayores. Esta propuesta apunta a apoyar iniciativas para la sustentabilidad del recurso y responder a las solicitudes crecientes del mercado.

Al ser una planta silvestre, es difícil predecir su comportamiento. Para avanzar hacia la domesticación de éste en un escenario de cambio climático global, proponemos evaluar, a escala nacional: resistencia al estrés hídrico y calidad y cantidad de producción de moléculas antioxidante. La primera característica la consideramos clave en un escenario de menos lluvia; la segunda es la causa de su valor en el mercado.

Nuestra propuesta de investigación aplicada se inicia con el estudio del rango de distribución de la especie en Chile para diseñar un muestreo sistemático, tomando muestras de procedencias cada un grado de latitud. Para delimitar las procedencias, evaluaremos la estructura poblacional usando SNPs (single nucleotides polymorphism), identificados mediante la secuenciación RAD (restriction-site associated DNA) o RADseq simple sequence repeat).

La resistencia al estrés hídrico será evaluada reconociendo su norma de reacción. Primero se estudiará la germinación de las semillas en diferente potencial hídrico y segundo, estudiando sobrevivencia de las plántulas en vivero a distintas condiciones de estrés hídrico. El contenido de moléculas antioxidante en los frutos será evaluado determinando el contenido total de compuestos fenólicos, el contenido de antocianina y la actividad antioxidante.

Los resultados serán analizados para reconocer relaciones estadísticamente significativas entre procedencias y caracteres evaluados, aportando información para programas de domesticación y mejoramiento genético.

Las plantas generadas que provengan de procedencias con cualidades superiores en cuanto a la resistencia al estrés hídrico o en cuanto a la cantidad y calidad de moléculas antioxidantes se entregarán a los programas de domesticación de la industria frutícola en una transferencia informada y formal.

## 1.2. Objetivos del proyecto

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

Buscar variedades de maqui, con base genética, con mayor productividad de antioxidantes y resistencia al estrés hídrico, dentro de un escenario de cambio climático global.

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

Nº	Objetivos Específicos (OE)
1	Modelar el rango actual de distribución del maqui y comparar con el rango de distribución potencial bajo un escenario de cambio climático.
2	Identificar agrupaciones genéticamente delimitadas de maqui en su rango de distribución nacional
3	Evaluar cuales son las procedencias de maqui con mayor tolerancia al estrés hídrico.
4	Estimación del contenido de moléculas antioxidantes en el fruto de maqui de distintas procedencias
5	Involucrar a la empresa privada y especialistas en domesticación de maqui en el diseño y seguimiento del proyecto.

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

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

- 1.3. Método: Indique y describa detalladamente cómo logrará el cumplimiento de los objetivos planteados en la propuesta. Considerar cada uno de los procedimientos que se van a utilizar, como análisis, ensayos, técnicas, tecnologías, entre otros. (Se debe incluir al final, las actividades de difusión y transferencia de los resultados del proyecto) (máximo 8.000 caracteres para cada uno).

**Método objetivo 1: Modelar el rango actual de distribución del maqui y comparar con el rango de distribución potencial bajo un escenario de cambio climático.**

Conocer la distribución del maqui a escala nacional, reconociendo las principales poblaciones, incluyendo toma de muestras para estudios moleculares de genética de poblaciones, muestras para evaluar el contenido de moléculas antioxidantes en el fruto y recolección de semillas para los ensayos de estrés hídrico.

La metodología de trabajo se inicia con la recopilación de información de las ocurrencias del maqui desde la literatura y herbarios para crear una base de datos que es depurada eliminando datos ambiguos o muy antiguos. Con estos datos se modelará la distribución potencial basada en variables bioclimáticas y restringida por uso de suelo. Para el modelamiento se probará distintos modelos y soportes estadísticos, con BIOMOD2 en R, usando las variables bioclimáticas corregidas para Sudamérica (Pliscoff et al. 2014) para producir un modelo de distribución general para la especie, para las plantas adaptadas a la aridez y uno para las condiciones futuras con cambio climático establecido.

Parámetros del cambio climático sobre los cuales se realizará el modelo de distribución futuro de la especie maqui. Los parámetros que se usarán para la caracterización del clima y estimación de cambio climático serán las 19 variables climáticas de Bioclim (<http://www.worldclim.org/bioclim>), que están basadas en datos de temperatura y precipitación, más la altitud. Las variables son Bio1 temperatura media anual, Bio2 rango medio diurno de temperatura, Bio3 Isotermalidad, Bio4 estacionalidad de la temperatura, Bio5 temperatura máxima del mes más cálido, Bio6 temperatura mínima del mes más frío, Bio7 rango anual de temperatura, Bio8 temperatura media del trimestre más húmedo, Bio9 temperatura media del trimestre más seco, Bio10 temperatura media del trimestre más cálido, Bio11 temperatura media del trimestre más frío, Bio12 precipitación anual, Bio13 precipitación del mes más húmedo, Bio14 precipitación del mes más seco, Bio15 estacionalidad de la precipitación, Bio16 precipitación del trimestre más húmedo, Bio17 precipitación del trimestre más seco, Bio18 precipitación del trimestre más cálido y Bio19 precipitación del trimestre más frío. Todas las variables serán evaluadas por auto correlación, distinguiendo las independientes con significado biológico y se realizará la modelación con un número reducido variables para no sobre parametrizar los modelos.

Para el modelamiento de la distribución potencial del maqui en el futuro frente a un escenario de cambio climático, se usarán proyecciones climáticas futuras (modelos de circulación general), a partir de datos de concentraciones futuras de gases de efecto invernadero para el año 2050 estimados en el quinto informe del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático de las Naciones Unidas (<https://www.ipcc.ch/report/ar5/>), proporcionados por WorldClim (<http://worldclim.org/CMIP5v1>). Específicamente, se utilizarán las mismas variables consideradas en la modelación de la distribución potencial actual. Se pondrá especial importancia a las procedencias que persistirán en su lugar a pesar del cambio climático y a las procedencias en los márgenes norte de la distribución, que en condiciones de mayor estrés y radiación solar tienden a producir más moléculas antioxidantes.

El muestreo se planificará para todo el rango latitudinal de distribución de la especie (Ovalle a Coyhaique), incorporando los vacíos de conocimiento. Se elegirán 15 procedencias seleccionadas de acuerdo a un gradiente de humedad y modelación de la distribución potencial, que considere zonas de mayor radiación ultravioleta, para tomar las muestras que serán evaluadas en este

proyecto. Las “procedencias” son las poblaciones silvestres de donde se tomarán las muestras, las cuales serán seleccionadas a partir, tanto de los resultados de las modelaciones de distribución descritos anteriormente, como por su posibilidad real de acceso luego de negociar y obtener el permiso del propietario

La planificación incluirá el reconocimiento de propiedades del hábitat y microhábitat que permitan hacer comparables las procedencias de las distintas regiones que serán muestreadas.

Parámetros se usarán para describir el hábitat y microhábitat y cómo se obtendrán. Por hábitat nos referimos a características mayores como vegetación zonal o azonal, pendiente y exposición. Por microhábitat nos referimos a características de escala menor, como tipo de suelo y variables vegetacionales, en este caso la densidad de plantas (distancia media entre individuos), altura de las plantas, sombreado y proporción de sexos en la población.

Las expediciones a terreno se harán coincidir con la madurez y dispersión de los frutos. En cada procedencia elegida se tomarán los siguientes datos de la vegetación y de los individuos: altura de la planta, número de vástagos, DAP (diámetro a la altura del pecho del vástago mayor), proporción de ramas reproductivas v/s ramas vegetativas, proporción de sexos, estructura de tamaño, densidad, cobertura, producción de frutos, tamaño de frutos y estado fenológico.

Método objetivo 2: Identificar agrupaciones genéticamente delimitadas de maqui en su rango de distribución nacional

La estructuración genética de las poblaciones ocurre cuando hay limitaciones al flujo genético mantenido en el tiempo, esto ocurre principalmente por distancia geográfica y por la ocupación de diferentes zonas climáticas. La detección de estructuración genética de poblaciones permite delimitar unidades evolutivas, sin embargo, en especies con alta capacidad de dispersión puede ser dificultosa, por ello, los evaluaremos mediante la genotipificación usando single nucleotides polymorphism (SNPs) que es una tecnología que entrega mayor especificidad y sensibilidad, detectando frecuencias bajas y secuencias simples. Los SNPs son identificados mediante la secuenciación RAD (restriction-site associated DNA) o RADseq es un método que permite acceder a una versión reducida del genoma de una especie mediante una digestión y amplificación selectiva (Mantley 2017). Además, se realizarán pruebas preliminares de secuenciación de ADN a través del uso algunos marcadores variables, que servirán para los posteriores análisis genéticos poblacionales como la estructura genética del maqui.

Se recolectarán 15-20 individuos provenientes de 15 procedencias muestreadas en la distribución geográfica del maqui. El ADN genómico será extraído de las hojas mediante un homogeneizador de tejidos y un kit de extracción de ADN (DNeasy Plant Mini Kit - QIAGEN). El trabajo desarrollado en nuestro laboratorio consistirá principalmente en la extracción de ADN genómico de alta concentración y pureza, para ello, consideramos la compra de un equipo de UV-Vis espectrofotómetro de microvolumen NanoDrop One de la marca Thermo Scientific que permite la cuantificación y determinación de la pureza de las muestras a enviar a secuenciar.

Para la obtención de secuencias de ADN, se realizará la amplificación de los genes mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Para ello se utilizará de 30 – 50 ng ADN extraído de los individuos muestreados, junto a una mezcla que contiene distintas cantidades de reactivos requeridos para la amplificación (Buffer de PCR, dNTPs, MgCl<sub>2</sub>, Taq polimerasa) dependiendo de los marcadores que se usarán (Bastías et al. 2016). Posteriormente, el ADN será amplificado en un termociclador, mediante la aplicación de distintas temperaturas de desnaturalización, alineamiento y elongación.

La secuenciación RAD realiza una digestión y amplificación selectiva del genoma, la endonucleasa que fragmentará el genoma del individuo debe ser elegida en función de características tal como el tamaño del genoma de la especie. El tamaño del genoma de una especie puede ser expresado como C-value, el cual significa un valor "constante" o "característico" del contenido haploide por núcleo. El C-value es generalmente expresado en picogramos (pg), donde 1 pg equivale a 1 Gigabase (=1000 Mb). De esta manera podemos tener una idea de qué tamaño tiene un genoma. El genoma de *Crinodendron patagua* es de 1,20 pg, al ser una especie cercana el tamaño del genoma de *A. chilensis* podría ser similar. Se construirá una genoteca RAD utilizando 190 muestras de ADN que representen la distribución de *A. chilensis* siguiendo los métodos descritos en Baird et al. (2008). Finalmente, la genoteca será secuenciada en un secuenciador de última generación Illumina en empresas especializadas como las instalaciones genómicas de la Universidad de Oregon (<https://gc3f.uoregon.edu/>).

La diferenciación o estructuración genética de las procedencias analizadas se evaluará usando el programa STRUCTURE, donde con una aproximación Bayesiana, se asigna de manera probabilística individuos a agrupaciones genéticamente subdivididas en grupos homogéneos. Luego se infiere el número de estas agrupaciones, sin una predefinición de las poblaciones. Luego, con el programa Structure Harvester se asigna el número real de grupos homogéneos o poblaciones.

Una vez caracterizadas genéticamente las procedencias, se podrá inferir si existe alguna relación de estas procedencias con caracteres fenotípicos de las plantas, como alta eficiencia al estrés hídrico o alto contenido de antioxidantes.

Método objetivo 3: Evaluar cuales son las procedencias de maqui con mayor tolerancia al estrés hídrico

Evaluación de tolerancia al estrés hídrico de plantas de maqui de 15 distintas procedencias.  
Determinación de norma de reacción a estrés hídrico.

Estrés hídrico en la germinación

Cada procedencia estará conformada por 20 árboles de la misma edad aparente (diámetro y altura) en cada población a los cuales se les recolectará frutos.

Se medirá la condición hídrica de los árboles (potencial hídrico de las hojas) al momento del muestreo de los frutos que se usarán para las evaluaciones de resistencia al déficit hídrico como de polifenoles y antioxidantes, y se utilizarán los mismos árboles de cada procedencia para todas las evaluaciones.

Cada uno de los árboles elegidos será marcado, georreferenciado y fotografiado. Las muestras de frutos para estudios de antioxidantes, las semillas para los ensayos de germinación y norma de reacción al stress hídrico y las muestras de hojas para estudio genéticos serán tomadas a cada uno de estos 20 individuos madres y esta marca será conservada hasta el final del estudio, permitiendo la trazabilidad hasta la planta madre. A cada una de las 20 plantas madres de las 15 procedencias (total 300 plantas madres) se le medirán variables dasométricas, (altura de la planta, número de vástagos, diámetro a la altura del pecho del vástago mayor, proporción de ramas reproductivas v/s ramas vegetativas) y una variable fisiológica que corresponderá al potencial hídrico de las hojas.

Con el objetivo de evaluar el efecto del estrés hídrico sobre la germinación se seleccionará aleatoriamente 12 plantas madres por procedencia y cada madre proporcionará 48 semillas (576 semillas por procedencia). Las semillas provenientes de cada madre serán subdivididas en cuatro grupos de 12 semillas cada uno, que serán utilizadas en cuatro niveles de potencial hídrico con

polietilen-glicol para simular potencial hídrico de 0, -0.2, -0.5 y -0.9 MPa. Considerando las 15 procedencias corresponde un total de 8640 semillas ensayadas.

Se mantendrá la rotulación de la procedencia y la madre en cada tratamiento para mantener la trazabilidad del origen de las semillas a la madre individual, para poder posteriormente obtener material vegetativo de los árboles en que las semillas presenten mayor resistencia al déficit hídrico, en caso de que los hubiera. Se evaluará el porcentaje final de germinación y la tasa de germinación. El experimento se realizará en cámaras de germinación con temperatura e iluminación controlada.

#### Norma de reacción al estrés hídrico en plántulas

Se producirán en almacigueras, a partir de semillas, 20 plántulas por madre para cada procedencia (20 semillas x 20 madres x 15 procedencias = 6000 plántulas). Estas 6000 plántulas se trasplantarán a bolsas de plástico negro de 1 litro de volumen y se dejarán crecer en un vivero protegido de la lluvia por tres o cinco meses para su crecimiento y estabilización. El sustrato de las bolsas será una mezcla de arena de río, tierra de hojas, y suelo franco en una razón de 1:1:1.

Una vez iniciado el experimento de estrés hídrico, la mitad de las plántulas de cada procedencia (10 plántulas x 20 madres x 15 procedencias = 3000 plántulas) serán sometidas a estrés hídrico dejándolas sin riego hasta alcanzar el 50% de mortalidad. Luego se reanuda el riego para evaluar la resiliencia de las sobrevivientes.

La otra mitad será la muestra control mantenidas sin estrés hídrico a temperatura ambiente por todo este tiempo.

Se evaluará sobrevivencia, tasa de crecimiento, biomasa radicular y biomasa total. La humedad del suelo se medirá con instrumentos y métodos gravimétricos. Al final del experimento se pesará la biomasa aérea y subterránea. Del número total de plántulas, se tomará una muestra estadísticamente significativa para evaluar su tasa fotosintética. La evaluación estadística se realizará con estadística paramétrica de ANOVA y se ordenarán en un ranking de resistencia al estrés hídrico por procedencia.

Manejo agronómico (fecha siembra, de sustrato a utilizar en bolsa, manejo sanitario, fertilización), a realizar en el ensayo de plántulas durante el año de ejecución, ubicación (predio) y condiciones (sombreadero, aire libre, etc) dónde mantendrán las plantas.

Las plantas serán aclimatadas antes de llevarlas al aire libre, en cualquier estación del año.

Este experimento se realizará en un vivero forestal ubicado en la comuna de Coronel y corresponde al aporte no pecuniario comprometido por la entidad asociada Cidere Biobío y que incluye al terreno para la ubicación de nuestro vivero protegido de las inclemencias del tiempo y dependencias de bodega y oficina. Esta actividad se formalizará con un contrato o convenio entre Cidere-Biobio, Norberto Garrido propietario del terreno y el ejecutor, la Universidad de Concepción. El convenio considerará asegurar el cumplimiento de las recomendaciones técnicas y el cuidado de la unidad de experimentación

El manejo agronómico incluye la germinación de semillas después de la recolección, y la fecha de siembra se estima en abril de 2019 para permitir llegar al número de plantas necesarias en condiciones homogéneas e iniciar el experimento al inicio de la temporada de crecimiento en la primavera de 2019. Se estima el inicio del experimento de estrés hídrico durante el mes de septiembre de 2019.

Durante todo el experimento las plantas se mantendrán en nuestro vivero, completamente protegidas de las lluvias y en condiciones semi controladas. Los parámetros de temperatura ambiental y humedad relativa serán registrados con datalogger iButton Hygrochron.

Método objetivo 4: Estimación del contenido de moléculas antioxidantes en el fruto de maqui de distintas procedencias

Contenido de antioxidante en los frutos. Los frutos recién recolectados serán congelados en nitrógeno líquido y almacenados a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Las muestras serán secadas a  $70^{\circ}\text{C}$  por 24 hrs, para almacenarlas a  $-80^{\circ}\text{C}$ . Las muestras serán preparadas para determinar el contenido total de compuestos fenólicos, el contenido de antocianina y la actividad antioxidante.

El contenido total de compuestos fenólicos se identificará con 0,1 ml del producto mezclado con 0,2 ml de 1:10 del reactivo Folin-Ciocalteu. Luego de 5 minutos se añadirá 0,8 ml de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  700 mM. Se incubará por una hora a temperatura ambiente en oscuridad y se le leerá la absorbancia. Los compuestos fenólicos serán expresados en (+) - catequina equivalentes (mg CE / ml). Este método se aplicará a por triplicado a 15 muestras por población colectada. Este método se aplicará por triplicado a 15 muestras por población (15) colectada, total 3 triplicado x 15 madres x 15 poblaciones = 675 análisis.

Cada muestra es de 10g de fruto fresco (sin considerar el peso de las semillas), esto es unos 90 a 120 frutos por árbol. El momento de la recolección de las semillas será el de mayor maduración del fruto, estimados por grados brix. Si una población no alcanza la completa maduración la recolección de semillas se debe reprogramar por unos días. Las muestras de frutos para estudios de antioxidantes serán tomadas de una muestra aleatoria de 15 árboles seleccionados entre los 20 indicados en el método de objetivo 3 y que están medidos, fotografiados y marcados, de modo de poder hacer trazabilidad a la planta madre, además de la estimación poblacional.

La cantidad de antocianinas será a partir de 3 g del extracto con 20 ml de ácido trifluoroacético 1% en metanol. La extracción se realizará tres veces, y las dos últimas se harán con metanol:ácido acético:agua (10:1:9 v/v/v). Se medirá el volumen de sobrenadante decantado y se filtrará. A los extractos se les medirá la absorbancia a 520 nm en un espectrofotómetro. El contenido total de antocianina se medirá con los datos de volumen, absorbancia y peso, y se medirá con una curva a distintas concentraciones en pelargonidina clorada.

Se evaluará la actividad antioxidante de los frutos del maqui basado en la reducción de los radicales libres DPPH (2,2 -difenil-1-picrilhidrazil). Se utilizarán 3,9 ml a 0,1 mM de DPPH y se medirá la absorbancia a 517 nm con un blanco. 0,1 ml del extracto se le medirá la absorbancia durante 15 minutos cada 1 minuto. Los resultados serán expresados en porcentaje de inhibición de radicales DPPH. Los extractos serán evaluados a concentraciones de 400, 200, 100, 50, 10 y 1 mg/ml. Se calculará la EC50. Este método se aplicará a por triplicado a 15 muestras por población. Si la absorbancia de la mezcla baja indicará una alta actividad antioxidante.

La evaluación estadística se realizará con estadística paramétrica de ANOVA y se ordenarán en un ranking por procedencia de los parámetros evaluados.

Método objetivo 5 Involucrar a la empresa privada y especialistas en domesticación de maqui en el diseño y seguimiento del proyecto.

Para integrar la experiencia acumulada en la academia y en la empresa privada consideramos incorporar a ambos participantes tanto en el diseño técnico del proyecto, como en la evaluación durante el proceso de ejecución del proyecto.

Consideramos la participación de tres especialistas en el diseño y evaluación de resultados y la entrega de los resultados a las empresas, universidades y entidades tecnológicas interesadas. Los especialistas, que ya está comprometidos (adjuntamos carta simple de compromiso de participación) son:

Dra. Benita González

La Dra. Benita González de la Universidad de Talca ha desarrollado proyectos asociados al maqui, donde destaca “Desarrollo de clones de maqui y su manejo productivo para la Región del Maule”, financiado por FIA y que ha resultado en la solicitud de inscripción de tres variedades vegetales de maqui, acumulando gran experiencia en el conocimiento, domesticación y estructura genética. Ese proyecto fue dirigido por la Dra. Hermine Vogel y la Dra. Benita González. En nuestro proyecto participará la Dra. Benita González, actual Gerente del Centro de Plantas Nativas de Chile.

El objetivo de su participación es involucrar a una especialista en domesticación de maqui en el diseño y seguimiento del proyecto, específicamente integrar su experiencia acumulada en la academia para mejorar y enriquecer la selección de parámetros que serán medidos en las plantas silvestres que se elijan en nuestro proyecto (selección de plantas plus).

El objetivo de contribuir al diseño técnico del plan operativo se materializará en la ejecución de dos reuniones de trabajo, una antes del inicio de la ejecución del proyecto y antes de comenzar el muestreo.

El objetivo de contribuir a la evaluación de avances y resultados (seguimiento del proyecto) se materializará en la ejecución de tres reuniones de trabajo, una finalizado el muestreo, otra al inicio de los experimentos de estrés hídrico y la tercera reunión será agendada al finalizar el experimento de estrés hídrico al final del proyecto.

Su participación se regirá como especialista y se elaborará una carta compromiso donde se indique su participación y compromiso de asistencia a las reuniones agendadas. La entidad postulante se compromete a pagar sus costos y gastos asociados a la participación en dichas reuniones.

Datos de contacto:

Dra. Benita González

Gerente Centro de Plantas Nativas de Chile

Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad de Talca

### Ingeniero Agrónomo Sr. Felipe Torti

Felipe Torti es Ingeniero Agrónomo encargado de Investigación y Desarrollo de la agroindustrial Surfrut Ltda., agroindustrial frutícola que ejecuta una línea de trabajo en desarrollo de productos e ingredientes a partir del maqui con fines agroindustriales. También es vicepresidente de CEAP (Centro de Estudios de Alimentos Procesados).

El objetivo de su participación es involucrar a un especialista en productos del maqui en el diseño y seguimiento del proyecto, específicamente integrar su experiencia acumulada en la empresa privada para mejorar y enriquecer la selección de parámetros que serán medidos en las plantas silvestres que se elijan en nuestro proyecto (selección de plantas plus).

El objetivo de contribuir al diseño técnico del plan operativo se materializará en la ejecución de dos reuniones de trabajo, una antes del inicio de la ejecución del proyecto y otra antes de comenzar el muestreo.

El objetivo de contribuir a la evaluación de avances y resultados (seguimiento del proyecto) se materializará en la ejecución de tres reuniones de trabajo, una finalizado el muestreo, otra al inicio de los experimentos de estrés hídrico y la tercera reunión será agendada al finalizar el experimento de estrés hídrico al final del proyecto.

Su participación se regirá como especialista y se elaborará una carta compromiso donde se indique su participación y compromiso de asistencia a las reuniones agendadas. La entidad postulante se compromete a pagar sus costos y gastos asociados a la participación en dichas reuniones.

Datos de contacto:

Sr. Felipe Torti

Ingeniero Agrónomo Investigación y desarrollo

Agroindustrial SurFrut Ltda.

Romeral

Mail: ftorti@ceap.cl

### Ingeniero Agrónomo Sr. Andrés Chávez

Andrés Chávez es gerente de la Agrícola Ana María y está a cargo de la domesticación de maqui y producción de ecotipos. Agrícola Ana María es una agroindustria frutícola del holding Surfrut que desarrolla una línea de trabajo en domesticación de maqui con fines agroindustriales.

El objetivo de su participación es involucrar a un especialista en domesticación de maqui en el diseño y seguimiento del proyecto, específicamente integrar su experiencia acumulada en la empresa privada para mejorar y enriquecer la selección de parámetros que serán medidos en las plantas silvestres que se elijan en nuestro proyecto (selección de plantas plus).

El objetivo de contribuir al diseño técnico del plan operativo se materializará en la ejecución de dos reuniones de trabajo, una antes del inicio de la ejecución del proyecto y otra después de iniciado el proyecto y antes de comenzar el muestreo.

El objetivo de contribuir a la evaluación de avances y resultados (seguimiento del proyecto) se materializará en la ejecución de tres reuniones de trabajo, una finalizado el muestreo, otra al inicio de los experimentos de estrés hídrico y la tercera reunión será agendada al finalizar el experimento de estrés hídrico al final del proyecto.

Datos de contacto:

Sr. Andrés Chávez

Ingeniero Agrónomo Gerente Área Agrícola  
Agrícola Ana María S.A.

Romeral

Mail: achavez@surfrut.com

Al inicio del proyecto se organizarán reuniones donde se espera contribuir al diseño técnico del plan operativo, de modo de incorporar en la planificación las opiniones y necesidades del mundo productivo y mejoradores. Considerando que el inicio del proyecto se estima en agosto de 2018, se realizará una reunión antes del inicio del proyecto, en julio en fecha a convenir con los colaboradores y otras dos reuniones luego de iniciado el proyecto, una en agosto y otra en septiembre, en fecha a convenir con los colaboradores. No se considerarán más reuniones antes del inicio del proyecto por un tema de costos y de una planificación que incorpora su participación dentro de los límites del proyecto. No obstante, se está realizando, actualmente, una activa comunicación vía correo electrónico y teléfono con los tres especialistas colaboradores.

Durante la ejecución del proyecto, también se organizarán reuniones técnicas de evaluación de avances y resultados. Se considera realizar dos reuniones, una entre mayo y junio de 2019 y otra entre diciembre de 2019 y enero de 2020, en fecha a convenir con los colaboradores de acuerdo con su agenda y disponibilidad. Los costos de todas estas reuniones, excepto la primera (antes del inicio del proyecto), serán cubiertos por el ejecutor e incluyen movilización, manutención y honorarios.

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

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado <sup>3</sup> (RE)	Indicador <sup>4</sup>	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	Mapa actualizado de la distribución del Maqui en el país	Registro de presencia del Maqui en su rango de distribución	Registro desactualizado de la distribución del Maqui	Registro de la distribución completa del Maqui	Noviembre 2018
1	2	Modelación de nicho climático actual y modelación de nicho en un escenario de cambio climático	Modelamiento de nicho en base a los registros de presencia del Maqui, variables bioclimáticas y restricciones de uso de suelo	Distribución geográfica del Maqui basado sólo por registros de colecta	Modelación de la distribución potencial del Maqui actualizada y en un escenario de cambio climático futuro (2050)	Diciembre 2018
1	3	Muestras de semillas para experimentos de stress hídrico. Muestras de hojas para análisis de diversidad genética. Muestras de frutos para evaluar cantidad de antioxidantes y actividad antioxidante.	Recolección de 2.000 semillas según protocolo	no existe	muestra de 2.000 semillas, hojas y frutos	Marzo 2019
2	1	Extraer ADN de buena calidad para estudiar los patrones de genética poblacional del Maqui en Chile y secuenciación.	Muestras de ADN de buena calidad de todas las procedencias	Estimaciones de diversidad genética en algunas procedencias	Estimaciones de diversidad genética con SNPs en todas las poblaciones de la distribución completa del Maqui	Octubre 2019

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

<sup>4</sup> Establecer cómo se medirá el resultado esperado.

2	2	Determinación de la estructura genética poblacional usando SNPs.	Índice de estructuración genética inter - poblacional desde método SNPs	Estimaciones de diferenciación genética en algunas procedencias	Estimaciones de diferenciación genética en la distribución completa del Maqui. Asignación de individuos a poblaciones estimadas	Enero 2020
3	1	Evaluación de tolerancia de stress hídrico en la germinación.	Evaluación de sobrevivencia, tasa de crecimiento, biomasa radicular, biomasa total y tasa fotosintética	No hay	Norma de reacción de la germinación de semillas de maqui al estrés hídrico. Identificación de las procedencias con mayor resistencia al déficit hídrico de las poblaciones muestreadas con trazabilidad a los árboles de dicha procedencia.	Febrero 2020
3	2	Evaluar tolerancia al stress hídrico de plántulas de Maqui en invernadero	Evaluación de fotosíntesis, tasa de transpiración, tasa de crecimiento y sobrevivencia. Peso de biomasa aérea y subterránea	No hay	Norma de reacción de las plántulas de maqui al estrés hídrico. Identificación de las procedencias con mayor resistencia al déficit hídrico de las poblaciones muestreadas con trazabilidad a los árboles de dicha procedencia.	Abril 2020
4	1	Evaluar el contenido total de moléculas antioxidantes (antocianina y compuestos fenólicos).	El contenido de antocianina con datos de volumen, absorbancia y peso. El contenido total de compuestos fenólicos	Contenidos totales de moléculas antioxidantes en algunas procedencias	Contenidos totales de moléculas antioxidantes de cada procedencia muestreada de la distribución completa	Septiembre 2020

			en (+) - catequina equivalente (mg CE/ml) y absorbancia.	de la distribución del Maqui	del Maqui	
4	2	Evaluar la actividad antioxidante de los frutos de Maqui de distintas procedencias	Medición de la reducción de los radicales libres DPPH y absorbancia	Evaluación de la actividad antioxidantes de algunas poblaciones de la distribución del Maqui	Evaluación de la actividad antioxidante de cada procedencia muestreada de la distribución completa del Maqui	Diciembre 2020
5	1	Reuniones para contribuir al diseño técnico del plan operativo.	Realización de 3 reuniones	Sin reuniones	3 reuniones ejecutadas	Septiembre 2018
5	2	Reuniones técnicas de evaluación de avances y resultados.	Realización de 3 reuniones	Sin reuniones	3 reuniones ejecutadas	Enero 2020
5	3	Análisis estadísticos, informes y cierre de proyecto.	Informe final y presentación	No hay	Entrega de informe final y presentación del desarrollo y resultados del proyecto	Julio 2020
5	4	Evento de cierre de proyecto	Evento realizado con lista de asistentes y fotografías	No hay	Evento ejecutado	Julio 2020

1.5. Indicar los hitos críticos para el proyecto.

Hitos críticos <sup>5</sup>	Resultado Esperado <sup>6</sup> (RE)	Fecha de cumplimiento (mes y año)
Elaboración de mapa de distribución actualizado de maqui, modelación de nicho climático actual y en un escenario de cambio climático.	Mapa con datos de presencia actuales de maqui, mapa con modelamiento de nicho actual y mapa de la proyección del modelamiento de nicho para el año 2050.	Noviembre 2018
Planificación de muestreo.	Selección de 15 sitios para muestreo.	Noviembre 2018
Presentación de propuesta de las poblaciones a muestrear.	Reunión con FIA y colaboradores para la presentación de las 15 procedencias que se van a muestrear.	Noviembre 2018
Recolección de frutos y semillas año 1.	Frutos, semillas y hojas recolectadas en 15 procedencias.	Marzo 2019
Extracción de ADN para SNPs y secuenciación.	Resultados obtenidos de la secuenciación de última generación de la genoteca.	Enero 2020
Diversidad y estructura genética de poblaciones.	Nivel de diversidad genética intrapoblacional y estructura genética de las procedencias (interpoblacional).	Enero 2020
Establecimiento de ensayos de tolerancia al estrés hídrico de la germinación. Norma de reacción.	Experimento de germinación en condiciones controladas para semillas de las 15 procedencias.	Marzo 2019
Experimento de ensayos de tolerancia al estrés hídrico de las plántulas. Norma de reacción.	Experimento de norma de reacción al estrés hídrico de plántulas.	Agosto 2019
Inicio de la evaluación de contenido total de antioxidantes y actividad antioxidantes de frutos de maqui.	Contenidos totales de moléculas antioxidantes y actividad antioxidante de frutos de las 15 procedencias	Abril 2019

<sup>5</sup> 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.

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

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

N° OE	N° RE	Actividades	Año 2018 -2019											
			Trimestre											
			Ago-Oct			Nov-Ene			Feb-Abr			May-Jul		
1	1	Mapa actualizado de la distribución del maqui en Chile	X	X	X	X								
1	2	Modelo de nicho climático actual y futuro	X	X	X	X	X							
1	3	Muestreo de semillas, hojas y frutos				X	X	X	X	X				
2	1	Extracción de ADN para SNPs y secuenciación							X	X	X	X	X	X
2	2	Diversidad y estructura genética de poblaciones												X
3	1	Tolerancia estrés hídrico en germinación							X	X	X	X	X	X
3	2	Tolerancia estrés hídrico en plántulas							X	X	X	X	X	X
4	1	Contenido de moléculas antioxidantes							X	X	X	X	X	X
4	2	Actividad antioxidante											X	X
5	1	Reuniones para contribuir al diseño técnico del plan operativo	X	X										
5	2	Reuniones de evaluación de avances y resultados.										X	X	
5	3	Informes y cierre de proyecto												
5	4	Evento de cierre de proyecto												

N° OE	N° RE	Actividades	Año 2019-2020																			
			Trimestre																			
			Ago-Oct			Nov-Ene			Feb-Abr			May-Jul										
1	1	Mapa actualizado de la distribución del maqui en Chile																				
1	2	Modelo de nicho climático actual y futuro																				
1	3	Muestreo de semillas, hojas y frutos																				
2	1	Extracción de ADN para SNPs y secuenciación	X	X	X																	
2	2	Diversidad y estructura genética de poblaciones	X	X	X	X	X	X														
3	1	Tolerancia estrés hídrico en germinación	X	X	X	X	X	X	X													
3	2	tolerancia estrés hídrico en plántulas	X	X	X	X	X	X	X	X	X											
4	1	contenido de moléculas antioxidantes	X	X																		
4	2	actividad antioxidante	X	X	X	X	X															
5	1	Reuniones para contribuir al diseño técnico del plan operativo																				
5	2	Reuniones de evaluación de avances y resultados						X	X													
5	3	Informes y cierre de proyecto																X	X	X		
5	4	Evento de cierre de proyecto																				X

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

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

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

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

1.7.1. Modelo de Negocio
a) Describa el mercado al cual se orientarán los productos generados en la propuesta.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos
b) Describa quiénes son los clientes potenciales y cómo se relacionará con ellos.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos
c) Describa cuál es la propuesta de valor.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos
d) Describa cómo se generarán los ingresos y los costos del negocio.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos

1.7.2. Modelo de Extensión y Sostenibilidad
Completar SÓLO si no se completó la sección 17.1
e) Identificar y describir a los beneficiarios de los resultados de la propuesta.
Comunidad de participantes en el rubro del maqui, con exportaciones de 4.5 U\$M y mayor desarrollo en el futuro.
Universidad de Talca, desarrollo de líneas plus, cooperación en uso de herramientas moleculares y cuantificación de antioxidantes y actividad antioxidante para desarrollar variedades en conjunto o independientes.
Surfruit, agroindustria especializada en berries, produce manzana deshidratada y cereza marrasquino
Agrícola Ana María, ha desarrollado dos proyectos financiados por FIA en cosecha mecanizada y propagación de ecotipos de maqui.
Hortifrut agroindustria especializada en berries frescos y desarrollo de variedades, incluyendo maqui.
Vilkun agroindustria orientada a los frutos secos, congelados y polvo liofilizado.
Arauco Nutrientes Naturales, compañía spin off de Arauco, con proyecciones de exportación para el 2020 de 80 toneladas de polvo liofilizado.

Agrícola ganadera y forestal Queñi Ltda. de Panguipulli, quienes participaron como colaboradores en el proyecto "Screening de material genético y desarrollo de clones y técnicas de manejo de maqui (*Aristotelia chilensis*) para mejorar la oferta de materia prima exportable y agroindustrial" ejecutado por la Universidad de Talca y financiado por Fondef.

Valles del Sur, agroindustria asociada con Vilkun con iniciativas de domesticación del maqui.

Recolectores y productores de fruto seco de Aysén, 200 toneladas fruto seco o 20 toneladas polvo liofilizado para exportación con incorporación organizada de recolectores.

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

Búsqueda de variedades silvestres con características fenotípicas con base genética adecuadas para un escenario de menores precipitaciones y mayor estrés hídrico a causa del cambio climático global.

Las procedencias silvestres con sus características asociadas quedarán disponibles para las empresas frutícolas interesadas en obtener este material para sus programas de mejoramiento genético.

Propagación vegetativa de los ecotipos de maqui mejor evaluados para la resistencia al déficit hídrico para entregar a las empresas y entidades interesadas. Adicionalmente, en el muestreo se tomará como esquejes 5 ramas de cada una de las 20 madres de las 15 procedencias = 1500 esquejes. Estos 1500 clones, adecuadamente rotulados para mantener la trazabilidad a la madre y a los ensayos de evaluación de resistencia a la sequía y antioxidantes, serán mantenidos en bolsas hasta el final del proyecto, donde serán puestos a disposición de las empresas o entidades interesadas con un contrato de acceso al material genético, que al menos, permita retribuir a los dueños de los predios que permitieron el acceso a muestras de maqui durante la ejecución del proyecto FIA, bajo una lógica de "comercio justo" y a la institución ejecutora, la Universidad de Concepción.

Disponer de procedencias resistentes a condiciones más secas y cálidas

Disponer de procedencias con mejor tasa de germinación o crecimiento

Disponer de procedencias con mayor contenido de antioxidantes y poder antioxidante

Generar experiencia en establecimiento de plantas como recurso productivo en un contexto sustentable de bajo impacto y facilitación del ciclo del agua.

Mapa actualizado de la distribución del Maqui en el país (a evaluar por FIA su entrega a las empresas, entidades tecnológicas y universidades vinculadas al tema)

Generar un mapa actualizado de la distribución del maqui en el país, donde se indiquen también las procedencias evaluadas en este proyecto.

g) Describa qué herramientas y métodos se utilizará para que los resultados de la propuesta lleguen efectivamente a los beneficiarios identificados, quiénes la realizarán y cómo evaluará su efectividad.

Incorporación de empresas agroindustriales (SurFrut, Agrícola Ana María) y de otra Universidad (Universidad de Talca) en el desarrollo del proyecto, a través de reuniones técnicas sobre el diseño, en la ejecución del proyecto.

Contacto directo con los principales participante en el mercado del maqui descritos en este proyecto y los que se reconozcan en el desarrollo. Esta actividad se evaluará con carpeta de resultados indicando los contactos, fecha y resultados.

Política de transparencia de información y métodos para los interesados.

Participación en encuentros, reuniones y eventos de exportadores de maqui o de agencias estatales interesadas en el tema. Esta actividad se evaluará con informe de actividades realizadas.

Hasta el momento hemos participado en dos eventos relacionados con el tema. El 28 de mayo en Chillán participamos en el evento Seminario de clausura del proyecto FIA "Desarrollo de nuevo método para la obtención de concentrado microencapsulado de antocianinas a partir de maqui (*Aristotelia chilensis*) para la obtención de un deshidratado con alto contenido de compuestos funcionales", ejecutado por la Universidad del Bío Bío. Posteriormente, el 31 de mayo, participamos en el segundo seminario de producción de maqui en el Maule, en el marco del proyecto FIC Regional "Desarrollo de clones de maqui y su manejo productivo para la Región del Maule", ejecutado con recursos del Fondo de Innovación para la Competitividad FIC-R.

Adicionalmente, mantendremos informado de nuestro proyecto y participaremos en los eventos y reuniones que nos inviten, con el Comité Maqui-Chile que preside Sebastián Monckeberg, director de Vilkun QFD; con Chilealimentos la Asociación de Empresas de Alimentos de Chile, cuyo gerente es Guillermo Gonzales G.; y con el Centro de Estudios en Alimentos Procesados Región del Maule CEAP, cuyo vicepresidente, Felipe Torti, participa como colaborador en nuestro proyecto.

Realización de un taller de fin de proyecto donde se presente los resultados y proyecciones en torno a los avances logrados que apuntan a la domesticación del maqui. Este evento se realizará en Concepción y se invitará a las empresas agroindustriales, universidades y a todo interesado en el maqui y su domesticación. Esta actividad se evaluará por su realización y convocatoria.

Video con el proceso, resultados y proyecciones del proyecto. Este video en formato de capsula de 3 minutos, con imágenes y música original describe el proyecto y presenta las proyecciones para los interesados en domesticación del maqui. Se evaluará con el producto video de 3 minutos.

Se compromete la publicación de un artículo científico publicado en revista especializada con los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto. Se evaluará contra presentación del manuscrito enviado.

Se generará una publicación de difusión técnica que incluya el proceso y los resultados de nuestro proyecto con las características de las procedencias, poblaciones y los ecotipos de maqui recolectados y evaluados, y también, que incluya el mapa actualizado de la distribución del maqui en Chile. Esta publicación de difusión técnica incluye su construcción, diseño y diagramación en

PDF, no incluye impresión del documento. La publicación de difusión técnica será distribuida como archivo .pdf. Esta publicación se evaluará con el documento terminado y distribuido.

Durante la realización del proyecto y por dos años después de terminado se mantendrá una página con los avances y luego con los resultados y los datos de contacto en redes sociales (Facebook y Twitter).

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

Las plantas producidas y consideradas con características favorables y apropiadas para ser usadas en programas de domesticación, serán entregadas a las agroindustrias y/o universidades que ya están invitadas a participar en este proyecto y que desarrollen selección de variedades o ecotipos y programas de domesticación del maqui, y también a empresas que trabajan en la domesticación del maqui y que no están incorporadas al proyecto. Estos programas desarrollados por empresas tienen sus propios modos de financiamiento. Además, a empresas que trabajan en la domesticación del maqui y que no están incorporadas al proyecto.

El video será subido a las principales redes sociales, YouTube, Facebook, Instagram entre otras. Su versión en alta definición será compartida gratuitamente a cualquiera persona que lo solicite. Este servicio es de uso gratuito y su actualización es conveniente para el laboratorio que desarrolla este proyecto

## 1.8. Potencial de impacto

1.8.1. 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.

Los actores de esta actividad económica deben orientarse hacia lograr una actividad sustentable que considere los cambios ambientales mediados por el cambio climático. Este proyecto incorpora plantas resistentes a estas condiciones y con mayor cantidad de antioxidantes detectadas en el rango completo de distribución de la especie en Chile.

El principal impacto de la propuesta apunta a proveer el material para el mejoramiento genético y la domesticación e incorporar al maqui al sector productivo como planta domesticada.

N°	Indicador impacto productivo, económico y/o comercial	Línea base del indicador <sup>7</sup>	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta <sup>8</sup>
1	Procedencias resistentes a la sequía	No existe evaluación de estrés hídrico	Procedencias identificadas con plantas resistentes al estrés hídrico
2	Procedencias con alto contenido antioxidante	No existe evaluación a escala nacional del contenido de antioxidantes en las plantas silvestres	Procedencias a nivel nacional identificadas con plantas con alto contenido de antioxidantes
3	Procedencias con alta tasa de crecimiento	No existe evaluación a escala nacional de las tasas de crecimiento en las plantas silvestres	Procedencias a nivel nacional identificadas con plantas con mayores tasas de crecimiento.

1.8.2. 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 es avanzar hacia el manejo sustentable de un recurso silvestre. Estos recursos implican estabilidad laboral e ingresos económicos para la gran cantidad de recolectores, productores y exportadores.

Tendrá también impacto social a mayor plazo el disponer de variedades de maqui más eficientes en el uso del agua, esto es mayor producción con igual monto de agua, y el disponer de variedades con mayor valor potencial en el mercado (más y mejores antioxidantes), que implica potencial mayor precio e ingresos por igual superficie cosechada e igual cantidad de agua usada.

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

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

N°	Indicador impacto social	Línea base del indicador <sup>9</sup>	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta <sup>10</sup>
1	Disponer de procedencias de mejor desempeño para programas de mejoramiento genético	Existen procedencias de escala regional. No existen procedencias de mejor desempeño a escala nacional	Disponer de procedencias de mejor desempeño a escala nacional para programas de mejoramiento genético
2			
n			

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

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

El principal impacto medio ambiental corresponde a anticiparse a las condiciones del cambio climático en la zona centro-sur de Chile y buscar genotipos eficientes para tolerar el estrés hídrico y con alto contenido de antioxidantes. Nuestra propuesta proveerá de insumos para programas de mejoramiento genético y domesticación para desarrollar un manejo sustentable de un producto nutraceutico.

Tiene impacto medio ambiental el disponer de variedades de maqui más eficientes en el uso del agua, que permite obtener mayor producción con igual monto de agua, y el disponer de variedades con mayor valor potencial en el mercado (más y mejores antioxidantes), que implica potencial mayor precio e ingresos por igual superficie cosechada e igual cantidad de agua usada.

N°	Indicador impacto medio ambiental	Línea base del indicador <sup>11</sup>	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta <sup>12</sup>
1	Disponer de plantas con alta eficiencia en el uso del agua	No se dispone de linajes evaluados en la eficiencia del uso del agua	Disponer de procedencias con mayor eficiencia en el uso del agua
2	Disponer de plantas con más y mejores antioxidantes	No se dispone de linajes evaluados en la cantidad y calidad de antioxidantes a nivel nacional	Disponer de procedencias con mayor cantidad y calidad de moléculas antioxidantes
n			

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

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

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

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

1.8.4. 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.

Este proyecto busca acercar el desarrollo tecnológico y científico ejecutado por la Universidad de Concepción en su actividad de investigación a la búsqueda de respuestas aplicadas a las necesidades económicas actuales de Chile y la región.

En este caso, usaremos metodologías de biogeografía, moleculares y experimentos de normas de reacción para identificar variedades silvestres de maqui con características mejoradas en cuanto a la resistencia al estrés hídrico y con más y mejores moléculas de antioxidantes para incorporar en programas de domesticación que apunten a desarrollar variedades comerciales de maqui.

N°	Indicador de otros impactos	Línea base del indicador <sup>13</sup>	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta <sup>14</sup>
1	Relación entre investigadores, productores y otros actores	Escasas reuniones de investigadores en el desarrollo del Maqui	Al menos dos reuniones con los exportadores, productores y otros investigadores
2	Difusión de los resultados y los productos	Escasa difusión de los resultados y metodologías	Difusión de la totalidad de los resultados y metodologías. Compartir ubicación de las procedencias
3	Incorporar métodos de secuenciación masiva en estudios de variedades agronómicas	Uso de microsatélites y métodos de secuenciación tradicional en estudios de variedades agronómicas	Difusión de las metodología y resultados moleculares con los especialistas agronómicos

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

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

## 2. Anexos

### Anexo 1. Ficha identificación del postulante ejecutor

Nombre completo o razón social	Universidad de Concepción	
Giro / Actividad	Educación Superior	
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)	NO	
Dirección <b>postal</b> (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	CARLOS ENRIQUE SAAVEDRA RUBILAR,	
RUT del representante legal		
Profesión del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Rector	
Firma representante legal		

Nombre completo o razón social	Cidere Bio Bio Corporación Industrial para el desarrollo regional Bio Bio	
Giro / Actividad	Actividades de otras asociaciones N. C. P.	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	Agrupación de empresas
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US\$)		
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)		
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Pedro Ramírez Glade	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Gerente	
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	Pablo Guerrero Martin <b>Coordinador</b>
RUT	
Profesión	Biólogo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Concepción
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesor Asistente
Dirección <b>postal de la empresa/organización donde trabaja</b> (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Cristian Hernández Ulloa <b>Coordinador Alterno</b>
RUT	
Profesión	Biólogo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Concepción
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesor Asociado
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Marcelo Rosas Cerda
RUT	
Profesión	Biólogo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Concepción
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Asistente de Investigación
Dirección <b>postal de la empresa/organización donde trabaja</b> (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



CHILE LO  
HACEMOS  
TODOS



Fundación para la  
Innovación Agraria

Nombre completo	Tania Coronado Jerez
RUT	
Profesión	Biólogo
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Concepción
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Asistente de Investigación
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	Evelyn Bustos Concha
RUT	
Profesión	Químico
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Concepción
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Asistente de Investigación
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

#### Anexo 4. Beneficiarios directos de la propuesta

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

Cuadro : Beneficiario Directos	
Nombres	Universidad de Talca
Apellidos	
RUT	
Dirección personal	
Ciudad o Comuna	Talca
Región	Región del Maule
Fono /Celular	
Email personal	

Cuadro : Beneficiario Directos	
Nombres	AGROINDUSTRIAL SURFRUT LTDA
Apellidos	
RUT	
Dirección personal	
Ciudad o Comuna	Providencia, Santiago
Región	Región Metropolitana
Fono /Celular	
Email personal	

Cuadro : Beneficiario Directos	
Nombres	AGRICOLA ANA MARIA S.A.
Apellidos	
RUT	
Dirección personal	
Ciudad o Comuna	Romeral
Región	Maule
Fono /Celular	
Email personal	

Cuadro : Beneficiario Directos	
Nombres	HORTIFRUT S.A.
Apellidos	
RUT	
Dirección personal	
Ciudad o Comuna	Huechuraba
Región	Región Metropolitana
Fono /Celular	
Email personal	

<b>Cuadro : Beneficiario Directos</b>	
<b>Nombres</b>	Procesos Naturales Vilcún S.A.
<b>Apellidos</b>	
<b>RUT</b>	
<b>Dirección personal</b>	
<b>Ciudad o Comuna</b>	Vilcún
<b>Región</b>	Región de La Araucanía
<b>Fono /Celular</b>	
<b>Email personal</b>	

<b>Cuadro : Beneficiario Directos</b>	
<b>Nombres</b>	Arauco Nutrientes Naturales
<b>Apellidos</b>	
<b>RUT</b>	
<b>Dirección personal</b>	
<b>Ciudad o Comuna</b>	
<b>Región</b>	
<b>Fono /Celular</b>	
<b>Email personal</b>	

## ANEXO

### Anexo Plan Operativo (respuesta a carta FIA de adjudicación y de acta de acuerdos de reunión de negociación)

**1. Con respecto al N° 1 y N° 2 de la carta de adjudicación,** se señala que no es posible presentar el consentimiento previo (al inicio del proyecto Maqui\_UdeC) de los propietarios de los predios donde se colectará, debido los lugares propuesta para recolección es uno de los productos del objetivo 1, que indica que las primeras acciones, una vez iniciado el proyecto, es obtener información de las presencias de la especie en estudio en su área completa de distribución, para posteriormente realizar la modelación de la distribución potencial, en base a la información bioclimática de Chile y las presencias documentadas de maqui. Una vez cumplido este objetivo se seleccionarán las poblaciones a colectar para obtener las muestras. Con esta información, y previo al período de colecta durante la época de maduración de los frutos (fines del 2018 y principios del 2019), se realizarán las visitas de prospección para identificar las poblaciones adecuadas para nuestro estudio. De estas poblaciones adecuadas se seleccionará una para recolectar las muestras de frutos y será aquella de la cual se obtenga el permiso de acceso, descartando aquellas donde se niegue el permiso o no sea posible ubicar al dueño o representante legal.

Con respecto al punto N° 1 de acta de acuerdos, los formatos de CONAF están descritos en el “Manual de procedimientos, requisitos y obligaciones para proyectos de investigación científica en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado – SNSPE” (adjuntos) y apuntan al cuidado y conservación de los parques nacionales y otras áreas protegidas. Sin embargo nuestro proyecto no considera colectar en ninguna área del SNASPE. Otros alcances relacionados con nuestro proyecto están en el punto II. 2. 9. que señala “Si, como fruto de la investigación, se detectan o identifican algunas moléculas, subproductos o componentes, o se realizan mejoramientos genéticos de especies que tengan importancia comercial de cualquier índole y éstas o sus derivados se comercializan, el Gobierno de Chile se reserva el derecho de exigir y percibir los correspondientes beneficios que se estipulen en el Convenio sobre la Diversidad Biológica u otra normativa internacional, o en los textos legales nacionales que lo complementen”, esta observación está incluida en el protocolo de permiso de acceso anotado en el siguiente párrafo:

Se solicitarán los permisos de acceso y colecta a través de una carta que se hará llegar a los propietarios, y donde se señalará lo siguiente:

- Nombre del proyecto adjudicado
- Nombre del investigador responsable
- Entidad que financia el proyecto (FIA)
- Objetivos principales del proyecto

- Señalar expresamente “sólo se recogerá del terreno frutos y hojas de maqui, sin dañar o cortar los árboles”
- Fecha de colecta

Además, con respecto al punto N°1 de las condiciones de adjudicación y punto 1 de los acuerdos, se considerará establecer mecanismos de distribución de los futuros beneficios con los tenedores del material genético original. En este sentido, si los resultados de los programas de domesticación del maqui que lleven a cabo los receptores de los materiales entregado por la Universidad de Concepción al finalizar el proyecto FIA resultan positivos, y éstos quisieran hacer un uso comercial de dichos resultados, entonces la UdeC estará disponible para negociar de buena fe un contrato de licencia con dichas entidades. En dicho contrato se deberá considerar que la retribución económica que reciba la UdeC debe, al menos, permitir retribuir a los dueños de los predios que permitieron el acceso a muestras de maqui durante la ejecución del proyecto FIA, bajo una lógica de “comercio justo”.

**2. Sobre el punto 3 del acta de acuerdos, se incorporan tres especialistas de tres entidades interesadas en condición de colaboradores.** La respuesta detallada a esta observación está en el Método objetivo 5 del Plan Operativo:

Consideramos la participación de tres especialistas en el diseño y evaluación de resultados y la entrega de los resultados a las empresas, universidades y entidades tecnológicas interesadas. Los especialistas, que ya está comprometidos (adjuntamos carta simple de compromiso de participación) son:

Dra. Benita González

La Dra. Benita González de la Universidad de Talca ha desarrollado proyectos asociados al maqui, donde destaca “Desarrollo de clones de maqui y su manejo productivo para la Región del Maule”, financiado por FIA y que ha resultado en la solicitud de inscripción de tres variedades vegetales de maqui, acumulando gran experiencia en el conocimiento, domesticación y estructura genética. Ese proyecto fue dirigido por la Dra. Hermine Vogel y la Dra. Benita González. En nuestro proyecto participará la Dra. Benita González, actual Gerente del Centro de Plantas Nativas de Chile.

El objetivo de su participación es involucrar a una especialista en domesticación de maqui en el diseño y seguimiento del proyecto, específicamente integrar su experiencia acumulada en la academia para mejorar y enriquecer la selección de parámetros que serán medidos en las plantas silvestres que se elijan en nuestro proyecto (selección de plantas plus).

El objetivo de contribuir al diseño técnico del plan operativo se materializará en la ejecución de dos reuniones de trabajo, una antes del inicio de la ejecución del proyecto y antes de comenzar el muestreo.

El objetivo de contribuir a la evaluación de avances y resultados (seguimiento del proyecto) se materializará en la ejecución de tres reuniones de trabajo, una finalizado el muestreo, otra al inicio de los experimentos de estrés hídrico y la tercera reunión será agendada al finalizar el experimento de estrés hídrico al final del proyecto.

Su participación se registrará como especialista y se elaborará una carta compromiso donde se indique su participación y compromiso de asistencia a las reuniones agendadas. La entidad postulante se compromete a pagar sus costos y gastos asociados a la participación en dichas reuniones.

Ingeniero Agrónomo Sr. Felipe Torti

Felipe Torti es Ingeniero Agrónomo encargado de Investigación y Desarrollo de la agroindustrial Surfrut Ltda., agroindustrial frutícola que ejecuta una línea de trabajo en desarrollo de productos e ingredientes a partir del maqui con fines agroindustriales. También es vicepresidente de CEAP (Centro de Estudios de Alimentos Procesados).

El objetivo de su participación es involucrar a un especialista en productos del maqui en el diseño y seguimiento del proyecto, específicamente integrar su experiencia acumulada en la empresa privada para mejorar y enriquecer la selección de parámetros que serán medidos en las plantas silvestres que se elijan en nuestro proyecto (selección de plantas plus).

El objetivo de contribuir al diseño técnico del plan operativo se materializará en la ejecución de dos reuniones de trabajo, una antes del inicio de la ejecución del proyecto y otra antes de comenzar el muestreo.

El objetivo de contribuir a la evaluación de avances y resultados (seguimiento del proyecto) se materializará en la ejecución de tres reuniones de trabajo, una finalizado el muestreo, otra al inicio de los experimentos de estrés hídrico y la tercera reunión será agendada al finalizar el experimento de estrés hídrico al final del proyecto.

Su participación se registrará como especialista y se elaborará una carta compromiso donde se indique su participación y compromiso de asistencia a las reuniones agendadas. La entidad postulante se compromete a pagar sus costos y gastos asociados a la participación en dichas reuniones.

Ingeniero Agrónomo Sr. Andrés Chávez

Andrés Chávez es gerente de la Agrícola Ana María y está a cargo de la domesticación de maqui y producción de ecotipos. Agrícola Ana María es una agroindustria frutícola del holding Surfrut que desarrolla una línea de trabajo en domesticación de maqui con fines agroindustriales.

El objetivo de su participación es involucrar a un especialista en domesticación de maqui en el diseño y seguimiento del proyecto, específicamente integrar su experiencia acumulada en la

empresa privada para mejorar y enriquecer la selección de parámetros que serán medidos en las plantas silvestres que se elijan en nuestro proyecto (selección de plantas plus).

El objetivo de contribuir al diseño técnico del plan operativo se materializará en la ejecución de dos reuniones de trabajo, una antes del inicio de la ejecución del proyecto y otra después de iniciado el proyecto y antes de comenzar el muestreo.

El objetivo de contribuir a la evaluación de avances y resultados (seguimiento del proyecto) se materializará en la ejecución de tres reuniones de trabajo, una finalizado el muestreo, otra al inicio de los experimentos de estrés hídrico y la tercera reunión será agendada al finalizar el experimento de estrés hídrico al final del proyecto.

**3. Banco de germoplasma.** Efectivamente, la Universidad de Concepción no generará un banco de germoplasma dentro de los alcances de este proyecto, que busca evaluar a escala nacional la diversidad de dos parámetros fenotípicos (antioxidantes y resistencia al estrés hídrico) y su estructuración genética del maqui, como insumo básico y necesario para desarrollar programas de domesticación que trabajan sobre la selección de la varianza detectada para seleccionar características de valor comercial.

Sin embargo incluimos, a solicitud de FIA, producir 1500 plantas de esquejes de todas las madres evaluadas en este proyecto, para facilitar el acceso de las empresas, universidades o empresas tecnológicas a los individuos evaluados. Esta metodología está descrita en el punto 1.7.2.f) del Plan Operativo. Estos 1500 clones, adecuadamente rotulados para mantener la trazabilidad a la madre y a los ensayos de evaluación de resistencia a la sequía y antioxidantes, serán mantenidos en bolsas hasta el final del proyecto, donde serán puestos a disposición de las empresas o entidades interesadas con un **contrato de acceso** al material genético, que al menos, permita retribuir a los dueños de los predios que permitieron el acceso a muestras de maqui durante la ejecución del proyecto FIA, bajo una lógica de “**comercio justo**” y a la institución ejecutora, la Universidad de Concepción.

**4. Presentar la evidencia científica que respalde que los resultados a obtener en el comportamiento de los ecotipos al déficit hídrico a nivel de plántulas (ensayo) se correlacionan con el comportamiento a obtener a nivel de campo**

La correlación entre los experimentos de norma de reacción para evaluar plasticidad fenotípica y el comportamiento en el campo (o éxito en el crecimiento a largo plazo) está ampliamente documentada (Schlichting, C. & Pigliucci 1998) y la evaluación de adaptaciones específicas para seleccionar material genético adecuado a las condiciones esperadas es de uso habitual en

restauración y mejoramiento de variedades silvestres (García et al. 2007). La plasticidad fenotípica se considera el principal medio por el cual las plantas hacen frente a la heterogeneidad ambiental (Gianoli, E. & González-Teuber 2005). En la naturaleza, la plasticidad fenotípica real está lejos de ser máxima. Por esta razón, el rasgo seleccionado se evalúa en condiciones estándar de jardín común.

Un carácter fenotípico de alto interés para plantas es la resistencia al estrés hídrico, ya sea sequía o anegamiento, y ha sido evaluado en Chile en árboles con fines forestales o restauración ecológica. Las especies estudiadas para obtener el comportamiento de ecotipos (o poblaciones) al déficit hídrico en ensayo con plántulas son: quillay, maitén, canelo,

**Bustos-Salazar, A. et al. 2017** en canelo, *Drymis chilensis*, evalúan cuales orígenes de semillas entregan mejor tolerancia a la inundación y a la sequía para las condiciones esperadas de cambio climático global. Las semillas fueron tomadas de todo el rango de distribución de la especie con amplio gradiente de precipitaciones. Las plántulas de 7 meses fueron sometidas a sequía durante 2 meses en jardín común. Sus resultados muestran que las plantas de origen más seco muestran más tolerancia al tratamiento de sequía (y también mas tolerancia al tratamiento de anegamiento). Ellos recomiendan usar estas procedencias para restauración y recomiendan usar estudios de jardín común para recomendar que procedencia usar (además de estudio de campo para evaluar la adaptación a condiciones locales).

#### **Smith Ramírez, C. 2013 en proyecto FONDECYT 1100941**

Fueron ensayados *Quillaja saponaria* y *Maytenus boaria* en experimento de estrés hídrico de plantas bajo condiciones estándar en jardín común, para quillay Se usaron 6 procedencias, tomadas de Ovalle a Chillan para quillay y de Huasco a Castro para maitén. Usaron, en invernadero, 200 plántulas por procedencia, de una temporada y 75 días de experimento de estrés hídrico. Recomendamos usar material genético de plantas adaptadas a las condiciones esperadas, sequía.

#### Autores citados

Bustos-Salazar, A, C Smith-Ramírez, A Zuñiga-Feest, F Alves y R Ivanovich 2017. Which seed origin provides better tolerance to flooding and drought when restoring to face climate change? *Austral Ecology* 42 (8): 934-946.

Gianoli, E. & González-Teuber 2005. Environmental heterogeneity and population differentiation in plasticity to drought in *Convolvulus chilensis* (Convolvulaceae). *Evolutionary Ecology* 19: 603-613.

Schlichting, C. & Pigliucci 1998 *Phenotypic evolution: A reaction norm perspective*. Sinauer Associates. 386 p.

Smith-Ramírez, C. 2013 Evaluation, for restoration purposes, of seed and seedling tolerance to hydric stress conditions -drought and flooding- using sclerophyllous and temperate forest species FONDECYT 1100941.

#### Otros trabajos referentes al tema

Alvarado P. (2010) Efecto de la sequía en dos especies nativas con requerimientos lumínicos contrastantes: *Aextoxicon punctatum* R. et Pav. y *Embothrium coccineum* J. R. et. G. Forster. Bachelor Thesis, Universidad Austral de Chile, Chile, 67 pp.

García-Sánchez F., Syversten J. P., Gimeno V., Botía P. & Perez-Perez J. G. (2007) Responses to flooding and drought stress by two citrus rootstock seedlings with different water-use efficiency. *Physiol. Plant.* 130, 532–42.

Loreti J. & Oesterheld M. (1996) Intraspecific variation in the resistance to flooding and drought in populations of *Paspalum dilatatum* from different topographic positions. *Oecologia* 108, 279–84.

#### **5. Punto N°8 de la carta de adjudicación y N°8 del acta de acuerdos Funciones del equipo técnico, profesionales de apoyo y técnicos**

Las funciones del equipo técnico, profesionales de apoyo y técnicos están detalladas en el libro Excel Memoria de cálculo, hoja “aportes FIA al Ejecutor”, en la columna “Respuesta / aclaración del ejecutor”, indicando expresamente el objetivo al que se dedicará, su rol o responsabilidades específicas y el periodo de tiempo en que ejecutará las funciones descritas.

#### **6. Punto N°9 especificar los roles de las entidades participantes**

La entidad participante es el **ASOCIADO** “Cidere Bio Bio” cuyo representante legal es el Sr Pedro Ramírez (indicado en el Anexo 2 del Plan Operativo) y el profesional responsable es el Sr. Dante Barbato, cuya función se explica en el libro Excel Memoria de cálculo, hoja “aportes de asociado 1”, en la columna “Respuesta / aclaración del ejecutor”, indicando su función específica.

También participa en nuestro proyecto en calidad de **colaboradores** los tres profesionales indicados en el punto dos de esta misma carta, donde se detalla sus funciones y roles específicos.