CONVOCATORIA NACIONAL TEMÁTICA

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

PLAN OPERATIVO

Nombre iniciativa:	Generación de una nueva opción de forestación utilizando Híbridos de Roble x Raulí, como alternativa de alta productividad y adaptación sustentable frente a escenarios de Cambio Climático
Ejecutor:	Universidad Austral de Chile (UACh)
Código:	PYT-2017-0876
Fecha:	19 diciembre 2017
Región(es) de ejecución	Bio Bio, Araucanía, Los Ríos
Región(es) de impacto	Bio Bio, Araucanía, Los Ríos

Firma por Fundación para la Innovación Agraria

Conforme con Plan Operativo

Firma por Ejecutor
(Representante Legal o Coordinador Principal)

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos 2
I. Plan de trabajo 3
1. Configuración técnica del proyecto 3
2. Anexos 21
3. Costos totales consolidados 32
II. Detalle administrativo (Completado por FIA) 34

I. Plan de trabajo

1. Configuración técnica del proyecto

1.1. Resumen ejecutivo

Chile adquirió el compromiso internacional de apoyar la implementación de acciones que contribuyan a combatir los efectos del cambio climático y como consecuencia formuló la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV Chile) 2017 – 2025, la cual entre otros objetivos pretende: "proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de manera sostenible los bosques, combatir la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras, y frenar la pérdida de diversidad biológica"

En este sentido, la presente propuesta busca usar el potencial de desarrollo productivo de híbridos naturales de Roble x Raulí, con el fin de generar una alternativa que permita diversificar la oferta de especies para nuevas plantaciones forestales nativas, con potencial de adaptación a variadas condiciones de sitio, contribuyendo a la mitigación de los efectos del cambio climático y resiliencia de los ecosistemas.

Durante los últimos 20 años, en todos los países forestalmente emergentes ha venido generándose un gran impacto producto del desarrollo de híbridos gracias a que en ellos se ha logrado combinar crecimiento, adaptabilidad y propiedades de la madera, lo que habría demorado mucho tiempo en tratar de hacerse con las especies puras. En el caso chileno, Roble y Raulí hibridizan de forma natural en las áreas en que ambas especies se encuentran asociadas, lo cual es una oportunidad no aprovechada, existiendo el potencial para generar genotipos muy interesantes por sus propiedades de la madera (conferida por Raulí) y su adaptabilidad a una amplia variedad de sitios y condiciones ambientales futuras.

El desarrollo de esta tecnología permitirá utilizar estos híbridos en los programas de manejo forestal a través de la aplicación del Reglamento del Fondo de Conservación de la Ley 20.283 (Ley de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal). Además, será útil en programas de recuperación de áreas afectadas por incendios y reconversión de plantaciones exóticas a bosque nativo

1.2. Objetivos del proyecto

1.2.1. Objetivo general[1]

Desarrollar híbridos naturales de Roble x Raulí para diversificar la oferta de especies forestales con potencial de adaptación a diversos sitios, que contribuyan a mitigar los efectos del cambio climático y mejoren la resiliencia de los ecosistemas productivos.

1.2.2. Objetivos específicos[2]

Nº	Objetivos Específicos (OE)
1	Desarrollar un protocolo de identificación morfológica y molecular para híbridos naturales de Roble x Raulí para el reconocimiento de plantas híbridas en vivero.
2	Desarrollar un protocolo de propagación vegetativa para híbridos (formación y manejo de plantas madres, tipo de estacas, ambiente de propagación y manejo final para obtener plantas plantables de buena calidad).
3	Evaluar el potencial de propagación vegetativa de híbridos naturales de Roble x Raulí para la selección de los híbridos con buenas tasas de reproducción.
4	Establecer una red de ensayos genéticos para evaluar y seleccionar los mejores híbridos para variadas condiciones de sitio.
5	Difundir y transferir los resultados hacia actores claves y beneficiarios finales de la tecnología.

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

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

1.3. Método: Indique y describa detalladamente cómo logrará el cumplimiento de los objetivos plateados 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: Desarrollar un protocolo de identificación morfológica y molecular para híbridos naturales de Roble x Raulí para el reconocimiento de plantas híbridas en vivero.

La identificación visual se realizará evaluando diferentes características morfológicas del follaje aplicando el índice de hibridación (Anderson 1949), usado por Donoso et al. (1990), donde se asigna un valor 1 a cada característica típica de N. alpina y un valor 0 a cada característica de N. obliqua. Si una característica presenta una condición intermedia se le asigna un valor 0,5. De este modo cada individuo tendrá un valor determinado por la suma de los valores asignados a sus características y que es conocido como índice de hibridación total.

En la primera etapa se tomarán muestras de Roble, Raulí y el supuesto híbrido que se identifiquen en los viveros de la zona (10 Ro + 10 Ra + 10 RoRa). Dependiendo de los resultados de este número inicial podría ser necesario aumentar el muestreo al doble o al triple. Si en un solo vivero están todos los tipos de plantas solamente de ese se obtendrán las muestras para esta fase inicial.

Se seleccionarán 10 plántulas de cada tipo a comparar y se les extraerá de la zona media hojas bien desarrolladas y sanas. El número de hojas a extraer dependerá del tamaño de las plántulas que se seleccionen, no obstante, a lo menos deberán ser entre 3 y 6 hojas de planta. Las características foliares a evaluar serán: Superficie foliar (se medirá el largo, el ancho, el largo del pecíolo y la distancia del ancho máximo a la base de la hoja), el N° de nervios secundarios, N° de dientes y borde.

En una segunda etapa se obtendrán muestras de ADN (desde 1cm2 de una hoja) para aplicar marcadores genético-moleculares que permitan verificar que las plántulas obtenidos son efectivamente híbridas, validando así la metodología morfológica. Los marcadores a utilizar serán SNPs (Single Nucleotid Polimorfism) que permiten identificar individuos híbridos portadores de ambos alelos específicos de las especies parentales. Estos SNPs han sido identificados en el marco de una Tesis doctoral de la Universidad Austral de Chile, trabajo aún no publicado.

En una tercera etapa el protocolo morfológico se utilizará para elegir las 1500 plantas que se necesitan para el objetivo 2 y 3. Estas serán analizadas con SNPs en forma secuencial, es decir se analizan con SNPs grupos de 500 plantas, si la correlación entre ambos métodos es de un 100% no sería necesario hacer análisis de ADN a todas las plantas. Si por el contrario esto no ocurre será necesario aplicar análisis molecular a todas las plantas y aumentar el muestreo inicial de plantas para lograr las 1500 requeridas. En definitiva, esta última parte será una validación operacional del protocolo morfológico.

Método objetivo 2: Desarrollar un protocolo de propagación vegetativa para híbridos (formación y manejo de plantas madres, tipo de estacas, ambiente de propagación y manejo final) para obtener plantas plantables de buena calidad.

El protocolo inicial de referencia que se utilizará como testigo para todos los tratamientos será el desarrollado para Raulí (Droppelmann y Tocol, 2016) en el proyecto Fondef D10i1149. Sobre esta base se probarán una serie de nuevos tratamientos para ajustar a lo requerido para los híbridos.

Formación y manejo de plantas madres. Para cada tratamiento se usarán 96 plantas certificadas como híbridas con SNPs, repicadas a bolsas (tamaños indicados más adelante según los tratamientos) o suelo. Las variables a evaluar serán la producción de miniestacas de cada planta madre, porcentaje de enraizamiento de las miniestacas y sobrevivencia de plantas madres.

En total son 576 plantas madres (480 en invernadero y 96 en campo abierto). El testigo (T0) es común para para todos los ensayos. Este número de 96 plantas por tratamiento podría cambiar por mortalidad y evaluaciones de estadísticas que indiquen el número mínimo necesario.

Los ensayos que se realizarán son los siguientes:

- Altura de primer corte de formación: **T0**: 4 cm; **T1**: 8 cm
- Tamaño de bolsas: **T0**: 2,5 lt; **T1**: 4 lt; **T2**: en platabanda al aire libre
- Composición de sustrato. **T0**: 70% perlita + 15% turba + 15% arena; **T1**: 70% corteza + 30% perlita
- Longitud fotoperiodo y temperatura: **T0**: el actual sin luz artificial permite propagación entre octubre y marzo; **T1**: se aplica luz artificial para adelantar producción iniciando en septiembre.

Enraizamiento de miniestacas (producción de plantas). Se evaluará la calidad de las miniestacas generadas por cada planta madre, la capacidad de enraizamiento, el tiempo requerido de aclimatación y desarrollo alcanzado a fin de temporada. Para cada una de estas etapas se realizarán varios ensayos:

- Aplicación de hormona enraizante (AIB): **T0**: sin hormona; **T1**:1000 ppm; **T2**: 2000 ppm
- Tipo de estaca: **T0**: 1er orden; **T2**: 2° orden
- Sustrato de enraizamiento: **T0**: 50% turba + 50% perlita; **T1**: 50% corteza+ 50% perlita; **T2**: 80% corteza + 20% perlita
- Cama caliente: **T0**: sin cama caliente; **T1**: con cama caliente
- Volumen de tubetes para enraizamiento: **T0**: 140 cc; **T2**: 60 cc
- Fertilización: se probarán frecuencias y dosis. Se decidirán tratamientos luego de evaluar lo que se ha aplicado en Raulí

Los resultados de estos tratamientos permitirán diseñar otros que vayan en la dirección de optimizar procesos.

Método objetivo 3. Evaluar el potencial de propagación vegetativa de híbridos naturales de Roble x Raulí para la selección de los híbridos con buenas tasas de reproducción
Se instalará un mínimo 1500 plantas híbridas en bolsas para ser convertidas en plantas madres. Inicialmente se instalarán en bolsas 2,5 lt usando el protocolo para Raulí (Droppelmann y Tocol, 2016), pero podrían cambiar su condición en la medida que se tengan resultados de los ensayos descritos en el objetivo 2. Ese total de plantas se instalarán en 3 viveros (Bopar, Piedra del Águila, Cefor – UACh (500 en cada uno), colocando además en cada vivero 24 clones de Raulí que actuarán como testigos de producción (estos serán la fuente de corrección de resultados que permitirá comparar el comportamiento relativo de los clones entre los distintos viveros. Adicionalmente, y conociendo el comportamiento de los viveros señalados, se incorporarán los viveros de CONAF en las pruebas utilizando plantas madres derivadas de propagación vegetativa de las producciones de la primera temporada. A cada planta madre se le registrará la productividad de estacas, el porcentaje de enraizamiento de las miniestacas y la calidad de plantas resultantes al final de la fase de endurecimiento. Esta evaluación contemplará 3 años de producción (temporadas 2018-2019; 2019 – 2020; 2020 – 2021), salvo que exista problema de mortalidad en algunos casos. El objetivo es seleccionar el 70% de los mejores clones según la evaluación indicada anteriormente.

Método objetivo 4. Establecer una red de ensayos genéticos para evaluar y seleccionar los mejores híbridos para variadas condiciones de sitio (crecimiento, forma, propiedades de madera, adaptabilidad).

En último año del proyecto se establecerán los primeros 6 ensayos clonales, distribuyéndose de a dos por zona geográfica establecida. En principio se desea que dos de estos ensayos se ubiquen en el valle central de la región de la Araucanía y uno en la precordillera de Los Andes de la misma región. Eso podría cambiar dependiendo del origen del material propagado, por cuanto se tratará de usar terrenos afines a los lugares de procedencia del material genético de las plantas madres. La experiencia indica que este tipo de ensayos tienen mejor resguardo y continuidad en terrenos de las empresas forestales, de preferencia pertenientes a la Cooperativa de Mejoramiento Genético Forestal. En años posteriores se establecerán más ensayos y las evaluaciones de los mismos, todo ello realizado en conjunto con CONAF dentro del marco de la Cooperativa de Mejoramiento Genético (CMGF).

Estos ensayos incluirán el siguiente material genético:

- 150 clones híbridos (los con mejores niveles según objetivo 3)
- Control 1. Plantas corrientes de Roble sector 1
- Control 2. Plantas corrientes de Roble sector 2
- Control 3. Plantas corrientes de Raulí (se usarán si el sitio es apto para Raulí)

El Control 1 y 2 deben ser de colectas de semillas representativas de los sitios en que se establecerán los ensayos, es decir, procedencia concordante.

El diseño de cada ensayo será:
- 10 bloques
- parcelas en hilera de 2 árboles por clon. Distribución al azar dentro de cada bloque.
- para el caso de las plantas de origen semilla se incluirán 2 parcelas dentro de cada bloque.
- espaciamiento: 2,8 x 2,5 m

Se espera que cada semilla convertida en una planta madre podrá ser multiplicada por lo menos por 12 a en la primera temporada, de esas se usarán 8 que serán convertidas en plantas madres* para que entre todas ellas se pueda disponer de por lo menos 40 plantas plantables por clon que se deben utilizar por cada pareja de ensayos anuales por zona geográfica. Esto constituye un riesgo en el proyecto, por cuanto no se saben las tasas efectivas de enraizamiento y multiplicación de cada planta madre. Si lo números resultantes fuesen distintos será necesario aumentar el número de setos por clon. Dependiendo de la facilidad de propagación se evaluará la factibilidad de realizar una mayor cantidad de ensayos.

(*) Inicialmente se había pensado en usar miniplantas o minisetos que se mantenían es tubetes, pero se ha decidido repicar a bolsas de 2,5 lt, con ello se disminuye el número de setos necesarios por clon y se podría aumentar el número de clones y número de ensayos a establecer en los 4 años del proyecto (set de ensayos establecidos en el año 2020 y 2021).

Método objetivo 5. Difundir y transferir los resultados hacia actores claves y beneficiarios finales de la tecnología.
Las actividades de transferencia tecnológica a los Socios se realizarán fundamentalmente en reuniones técnicas y jornadas de trabajo tanto en las instalaciones de la UACh como en las instalaciones de los viveros con módulos de propagación. Las que se realizan en la UACh tendrán por lo general carácter de reunión técnica en que se comparten conocimientos, se realizan pasos prácticos y se revisan nuevas opciones de tratamientos operacionales o de estudio. Las visitas a los módulos de propagación de los Socios tienen el carácter de supervisión de actividades, revisando estado de avance, eventuales problemas, para finalmente hacer las recomendaciones de corrección que sean necesarios. Con la finalidad de difundir los resultados del proyecto se realizarán distintas apariciones en prensa, seminarios con actores claves como lo son: tomadores de decisión, consultores, usuarios finales de la tecnología (viveros y forestadores) y días de campo con participación abierta. Además, se buscarán estrategias de acuerdo entre las entidades interesadas en adquirir la tecnología mediante la plataforma de la Universidad Austral de Chile (OTL), siendo la Cooperativa de Mejoramiento Genético Forestal el facilitador para generar los espacios de acuerdo una vez que se obtengan los resultados requeridos (mayor detalle sobre esto último se puede revisar en el Capítulo 20 Propiedad Intelectual).

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

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado[3] (RE)	Indicador[4]	Línea base del indicador (al inicio de la propuesta)	Meta del indicador (al final de la propuesta)	Fecha de alcance de la meta
1	1	Protocolo de identificación morfológica de híbridos Roble x Raulí	N° de protocolos (Es 1 protocolo que se establecerá, siendo verificada su efectividad con los SNPs) (plantas: 10 Ro + 10 Ra + 10 hibrid)	Existen sólo para las especies parentales.	Protocolo desarrollado	Marzo 2018
1	2	Plantas híbridas certificadas con SNPs, para ser transformadas en plantas madres	80% correlación con SNPs	Desarrollo de SNPs a escala de laboratorio.	1.500 plantas certificadas y formadas PM	Julio 2019
2	1	Plantas madres establecidas en invernaderos y formadas	100% correlación con SNPs	No existe	1.200 plantas madres seleccionadas	Septiembre 2019
2	2	Evaluación de ensayos de manejo de plantas madres	Evaluación anual por ensayo	Existe sólo para Raulí	4 Ensayos evaluados	Mayo 2020 Noviembre 2021
2	3	Protocolo de formación y manejo de plantas madres	N° de protocolos	Existe sólo para Raulí	Protocolo desarrollado	Diciembre 2021

[3] Considerar que el conjunto de resultados esperados debe dar cuenta del logro del objetivo general de la propuesta.
[4] Establecer cómo se medirá el resultado esperado.

2	4	Evaluación de ensayos enraizamiento de mini estacas	Evaluación anual por ensayo	Existe sólo para Raulí	6 Ensayos evaluados	Julio 2020 Julio 2021
2	5	Protocolo de enraizamiento de mini estacas	N° de protocolos	Existe sólo para Raulí	Protocolo desarrollado	Diciembre 2021
3	1	Híbridos con tasas de reproducción vegetativa evaluada	n° de estacas y % de enraizam x PM	No existe	1.200 híbridos evaluados	Noviembre 2021
4	1	Red ensayos genéticos establecidos en terreno	N° de ensayos (Ya indicado en método del objetivo 4)	No existe	6 Ensayos establecidos	Julio 2021
5	1	Apariciones en medios de comunicación tradicional y digital, Regional y Nacional	N° de apariciones	No existe	6 Apariciones	Diciembre 2021
5	2	Apariciones en revistas de divulgación técnica	N° de apariciones	No existe	2 Apariciones	Diciembre 2021
5	3	Seminarios de divulgación, jornadas de trabajo y talleres con actores	N° de eventos	No existe	10 eventos	Diciembre 2021
5	4	Protocolo de acuerdo para transferencia tecnológica con asociados al proyecto	N° acuerdos de transferencia tecnológica	No existe	1 Protocolo de acuerdo	Diciembre 2021

1.5. Indicar los hitos críticos para el proyecto.

Hitos críticos[5]	Resultado Esperado[6] (RE)	Fecha de cumplimiento (mes y año)
Invernaderos acondicionados	Transversal a todos los resultados	Abril 2018 y Julio 2019 (Efectivamente. El 2018 se hace configuración inicial de invernaderos (riego, mesas, iluminación, etc.). El 2019 se hacen ajustes luego del análisis de resultados de los ensayos 2018 y además mantenciones de infraestructura para siguiente temporada)
Plantas híbridas identificadas. Deben ser suficientes para alcanzar los números propuestos	750 setos identificados con 80% correlación SNPs 750 setos identificados con 80% correlación SNPs	Abril 2018 Abril 2019
Primeros ensayos de manejo de plantas madres y enraizamientos de miniestacas evaluados	600 setos año 2018 (750*0,8) evaluados en productividad (n° estacas y enraiz) 600 setos año 2019 (750*0,8) evaluados en productividad (n° estacas y enraiz)	Julio 2019, 2020, 2021 Julio 2020, 2021

[5] Un hito representa haber conseguido un logro importante en la propuesta, por lo que deben estar asociados a los resultados de éste. El hecho de que el hito suceda, permite que otras tareas puedan llevarse a cabo.
[6] Un hito puede estar asociado a uno o más resultados esperados y/o a resultados intermedios.

Número de plantas suficientes para ensayos clonales de terreno. Dependen de la sobrevivencia de las plantas madres, su productividad y % de enraizamiento de estacas	150 clones de mayor productividad instalados en 6 ensayos clonales en terreno	Julio 2021

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.

PROYECTO FIA (inicio en enero 2018 -término diciembre 2021)

Actividades	Nº RE	2018												2019												2020												2021											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Obj.1 Identificación morfológica y molecular de plantas híbridas																																																
Muestro de plantas	1	x	x																																													
Elaboración de patrones morfológicos	1	x	x	x																																												
Analisis con SNPs	2	x		x	x	x	x							x		x	x	x	x																													
Generación de protocolo morfológico y molecular	1,2			x																																												
Certificación de híbridos con marcadores moleculares	2						x												x												x	x											x	x				
Selección de plantas híbridas para objetivos 2, 3 y 4	2	x	x	x	x	x	x							x	x	x	x	x	x																													
Ob 2 Protocolo de propagación vegetativa de híbridos RoRa																																																
Plantas madres en bolsas	1		x												x																																
Formación de plantas madres (primer corte)	1			x	x											x	x																														
Ensayos de manejo de plantas madres y enraizamiento de estacas	2,4				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Protocolo formación plantas madres	3																																													x	x	x
Protocolo enraizamiento mini estacas	5																																													x	x	x
Obj. 3 Evaluación potencial de propagación de plantas madres híbridas																																															
Acondicionamiento de invernadero	todos	x	x															x	x												x																	
Establecimientos de plantas madres y formación	1		x	x	x									x	x	x																															
Evaluaciónes de productividad de estacas	1										x	x	x	x	x	x							x	x	x	x	x	x							x	x	x	x	x	x					x	x	x
Evaluaciones de enraizamiento	1												x	x	x	x	x	x	x						x	x	x	x	x	x							x	x	x	x	x	x	x					x
Obj. 4 Red de ensayos genéticos en terreno																																															
Selección de sitios para ensayos	1																						x	x	x	x	x	x							x	x	x	x	x	x								
Preparación de terreno	1																										x												x								
Plantación de ensayos	1																									x	x													x	x						
Obj. 5 Difusión y transferencia																																															
Apariciones en medios de comunicación y revistas técnicas	1,2			x							x						x						x			x												x					x			x
Seminario de divulgación	3										x																												x								
Talleres, jornadas de trabajo	3	x									x			x									x			x												x					x			
Protocolo de transferencia tecnológica y licenciamiento	4																																														
Informe Final																																															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.
En Chile, los bosques de *N. alpina* y *N. obliqua* ocupan en total una superficie de 1.682.685 hectáreas (Araya y Oyarzún 2000). Ambas especies se encuentran en el 16,7% de dicha superficie. En el 10,1% es posible encontrar *N. alpina* sin *N. obliqua*. En el 73,2 % restante, es posible encontrar *N. obliqua*, sin *N. alpina*. El 74% de todos estos bosques corresponde a renovales. En consecuencia, el potencial de utilización del material híbrido se situaría al menos dentro del rango de distribución actual de ambas especies, lo que claramente es una oportunidad que difícilmente se encuentre en otras especies de interés económico en el país. En el último decenio se han plantado en promedio anual 110.755 ha. Las principales especies plantadas corresponden a pino radiata y eucalipto (40,6%), con tasas de plantación promedio que bordean las 56 y 45 mil hectáreas, respectivamente (INFOR, 2011). Las plantaciones con especies forestales nativas alcanzan en este mismo período una superficie de 5.837 ha, un 0,5% de total forestado, monto que puede verse incrementado si se considera que existe un total de 42.148 ha de plantaciones que no cuentan con registros en cuanto a origen o tipo de especies (CONAF, 2012). Entre las principales especies se encuentran araucaria, coigüe, algarrobo chileno y quillay, con el 72% de la superficie. En menor medida se forestó con raulí, algarrobo blanco, tamarugo, ciprés de las Guaitecas, y roble, 22% en su conjunto. De acuerdo a la estadística de los últimos 20 años, la producción media ha sido de alrededor de 270 millones de plantas en 310 viveros. Esta producción se ha centrado entre las regiones de O'Higgins y la Araucanía, concentrando al 72,4 % de los viveros y el 82,2 % de la producción (184 millones de plantas). La producción de plantas nativas es variable, se estima una producción anual entre 2 a 3 millones de plantas, las que se producen principalmente en viveros pequeños y medianos. Respecto del origen de las semillas tanto nativas como exóticas, la colecta efectuada por los mismos productores de plantas y la venta informal son las fuentes primarias del material genético (EMG, 2005). En estos últimos años la producción de plantas nativas aparece como un negocio con potencial en alza, debido principalmente a los compromisos internacionales adquiridos por Chile y la necesidad de forestación de 100.000 hectáreas de bosque nativo que se deberían concretar de aquí al año 2030, la reforestación de áreas devastadas por incendios forestales en la zona central y las oportunidades que se generan con la ley de Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal.
b) Describa quiénes son los clientes potenciales y cómo se relacionará con ellos.
Los clientes potenciales de la tecnología a desarrollar corresponden a: productores de plantas de especies nativas (viveros forestales) y propietarios forestales, distribuidos a lo menos en el rango de distribución de las especies parentales. Es decir, para el producto **a) Plantas de Híbridos Roble x Raulí propagadas vegetativamente.** El mercado son todos los propietarios de bosques nativos y propietarios de tierras forestales en las zonas de crecimiento del híbrido. **b) Protocolo de propagación vegetativa del hibrido**

Roble x Raulí. El mercado para este protocolo son todos los viveros que se dedican a la propagación de especies nativas y tengan interés en incluir en su oferta el híbrido. Actualmente en Chile no existe oferta de plantas del híbrido Roble x Raulí, mucho menos protocolos de propagación vegetativa de este. Tampoco se tiene noticia de que se encuentre en desarrollo algún de tipo alternativa a la que aquí se plantea, por tanto, la situación sin proyecto corresponde a la situación actual donde no se comercializan plantas del hibrido Roble x Raulí y mucho menos propagadas vegetativamente. Las mejores alternativas disponibles son: plantas de Roble propagadas a partir de semillas sin mejoramiento genético para todos aquellos sitios potenciales para Roble y plantas de Raulí propagadas a partir de semillas sin mejoramiento para los sitios potenciales de Raulí y la pronta oferta de plantas Raulí mejoradas genéticamente y propagadas vegetativamente fruto del proyecto FONDEF D10I1149.
c) Describa cuál es la propuesta de valor.
De acuerdo a la experiencia internacional con otras especies híbridas, la propuesta de valor del desarrollo de híbridos de Roble x Rauli, radica en su capacidad para generar mayores crecimientos, productividad y plasticidad en cuanto a sitio, respecto de las especies puras, lo que representa una clara ventaja frente a un escenario de cambio climático, ya que estos bosques responderían de mejor manera que las especies parentales, por ejemplo, a condiciones de climas más extremos y cambiantes, generando una alternativa forestal productiva de mayor resiliencia que las actuales, incluso en algunas zonas de sitios con mejores características de crecimiento y adaptación que especies exóticas tradicionales. Es posible esperar que después de 10 a 15 años, una vez iniciadas las plantaciones comerciales de este híbrido, se genere una nueva industria insipiente asociada a la transformación de madera proveniente de estos bosques, con impactos económicos, sociales y ambientales evidentes.
d) Describa cómo se generarán los ingresos y los costos del negocio.
La Universidad Austral de Chile desarrollará la tecnología de propagación de Híbridos de Roble x Raulí, para empaquetarla y transferirla al mercado. La transferencia del paquete tecnológico estará a cargo de la Oficina de Transferencia y Licenciamiento de la Universidad (OTL- UACh). En primero instancia, se espera generar ingresos mediante la firma de acuerdos de licenciamiento para la explotación comercial de la tecnología con las empresas de viveros forestales asociadas al proyecto, para luego ofrecerla a otras empresas del área que pudiesen estar interesadas. Paralelamente, se propone generar un acuerdo especial de transferencia para el uso gratuito de la tecnología a CONAF, con la idea de impactar en sus programas de reforestación a pequeños productores forestales. Por otro lado, se podrán prestar servicios de tipificación de híbridos mediante los marcadores moleculares que se propone desarrollar en este proyecto. Dichos servicios podrían constituirse en una fuente adicional de ingresos para el laboratorio o empresa que se interese en licenciarlos. También los viveristas generarán ingresos que se obtendrán de las ventas de estas plantas a los productores forestales y estos mejorarán sus ingresos de la venta de la madera que se pueda cosechar de estos bosques una vez masificada la tecnología.

1.7.2. Modelo de Extensión y Sostenibilidad Completar SÓLO si no se completó la sección 17.1
. Identificar y describir a los beneficiarios de los resultados de la propuesta.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos
. Explique cuál es el valor que generará para los beneficiarios identificados.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos

. Describa qué herramientas y métodos se utilizará para que los resultados de la propuesta lleguen efectivamente a los beneficiarios identificados, quiénes la realizarán y cómo evaluará su efectividad.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos
. Describa con qué mecanismos se financiará el costo de mantención del bien o servicio generado de la propuesta una vez finalizado el cofinanciamiento.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos

1.8. 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.
Máximo 500 caracteres, espacios incluidos. El proyecto permitirá ofrecer al mercado un producto inexistente, plantas del Híbrido Roble x Raulí propagadas vegetativamente, de origen conocido y de procedencias adecuadas para cada condición de sitio. Este hibrido presenta tasas de crecimiento mayores que las especies puras dado su vigor híbrido, lo que redundará en mayores crecimientos de las plantaciones establecidas o de los bosques nativos enriquecidos con estas plantas respecto plantaciones establecidas o de los bosques nativos enriquecidos con las especies puras. Por otro lado, la propagación vegetativa permite masificar genotipos que combinan las mejores características de ambas especies (crecimiento, calidad de madera, forma, adaptabilidad a condiciones más diversas). Además, disminuir los costos de producción de plantas en comparación con los métodos tradicionales, se estima que está reducción es de por lo menos un 30%. En base a lo anterior se proyecta la situación con proyecto en función de valorar el mayor crecimiento de los bosques establecidos con las plantas del híbrido que aumentarían su productividad en a lo menos un 30%, considerando que la experiencia internacional señala aumentos por sobre un 50% luego de seleccionar híbridos. No obstante, considerando la realidad del estado de los bosques nativos y la calidad de las plantas de roble y raulí disponibles en el mercado, es altamente probable que los incrementos en productividad y valor sean muy superiores a los porcentajes anteriormente señalados. Además, las plantas serían menor costo con una mayor eficiencia de producción de los viveros, las otras actividades y costos son iguales para la situación sin y con proyecto. Así las diferencias entre sin y con proyecto, estarán dadas por la disminución del costo de producción de plantas y la mayor productividad de los bosques dadas las mayores tasas de crecimiento del híbrido, quedando ceteris paribus el resto. También en su componente social el desarrollo del proyecto favorecerá la diversificación forestal, impactará las políticas públicas, contribuirá a la formación de capital humano y acortará las brechas de conocimiento en el mejoramiento forestal de las especies nativas. En un sentido más amplio, la incorporación de estos híbridos favorecerá la variabilidad de los sistemas boscosos, producto de recombinaciones genéticas nuevas, haciendo más resiliente estos bosques, por ejemplo, frente a eventos de cambio climático y con ello una mayor plasticidad para su uso comercial en diferentes condiciones de sitio. Una vez finalizado el financiamiento del programa FIA, se contará con un material genético que, en algunas zonas, más restrictivas respecto de sus condiciones de sitio, será una opción comercial que pudiera incluso competir con plantaciones tradicionales de *Pinus radiata* y *Eucalyptus sp.,* con mejores precios finales de venta y provocando una disminución de presión por

la corta de bosques nativos de Roble y Raulí.

N°	Indicador impacto productivo, económico y/o comercial	Línea base del indicador[7]	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta[8]
1	Ingresos anuales por venta de plantas híbridas después del 2° año de desarrollo del proyecto (1.000.000 de plantas producidas).	No existe	$720.000.000 al año.
2	Aumento de la oferta de plantas híbridas para establecimiento de plantaciones operacionales.	No existe	3.600.000 plantas al año.
3	Aumento de las actividades asociadas a la producción de plantas (servicios, insumos, otros).	No determinada	50% de aumento condición actual y según volumen de producción anterior.

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.

Máximo 500 caracteres, espacios incluidos.

a) Mejoramiento del acceso a desarrollo tecnológico, Con el desarrollo del proyecto se pondrá a disposición, de acuerdo a la estrategia de transferencia planteada en los capítulos anteriores, un desarrollo tecnológico inexistente en pequeños y medianos productores forestales.

b) Fortalecimiento de la asociatividad y cadena de valor. Con el desarrollo de las actividades del proyecto, se espera se mejore la cadena de valor del ciclo forestal en cuanto a: la producción de plantas, establecimiento de plantaciones y comercialización de productos proveniente del bosque nativo. Lo anterior a su vez favorecerá la asociatividad en pequeños y medianos productores, para optar a mejores precios de sus productos

N°	Indicador impacto social	Línea base del indicador[9]	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta[10]
1	Aumento de empleabilidad del subsector producción de plantas.	50 personas contratadas en viveros asociados a la propuesta.	Aumento del 200%.

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

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

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

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

2	Aumento ingreso per cápita de familias vinculadas al subsector producción de plantas.	$400.000 pesos promedio por cada jefe de hogar, en viveros asociados a la propuesta.	Aumento de 10% a 20%
n	Oportunidades de formación de capital humano.	Sin personal con competencias para propagación vegetativa de híbrido Roble X Raulí	Entre 80 y 100 personas

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.

a. Aseguramiento de la Variabilidad genética. Actualmente las malas condiciones de calidad y bajos crecimientos de las poblaciones puras de Roble y Raulí, provocados en gran medida por manejos inadecuados y malas prácticas como la aplicación de floreos sucesivos, ha ocasionado un desmedro de la variabilidad genética, especialmente en la pérdida de combinaciones genéticas. La incorporación del híbrido Roble x Raulí en poblaciones naturales, provocará un aumento de la variabilidad y una mayor probabilidad de mejorar las condiciones genotípicas de las especies puras. Es importante destacar que por lo demás, este proceso de hibridación ocurre naturalmente en las zonas de contacto de las poblaciones de Roble y Raulí, reportándose mejores crecimiento que las especies puras.
b. Conservación del Patrimonio Forestal, La incorporación de nuevos genotipos mejorará la estabilidad de rodales de los bosques naturales, al poder contar con recombinaciones genéticas nuevas, y mayor todavía su impacto en traer nuevamente a estos bosques degradados un pool genético enriquecido.

N°	Indicador impacto medio ambiental	Línea base del indicador[11]	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta[12]
1	Aumento de la superficie de plantaciones con especies nativas.	336 ha el año 2015 (fuente CONAF).	Aumento de 2500 ha anuales.
2	Aumento de la superficie dedicada a reconversión exótica a nativo.	40 mil ha comprometidas.	A lo menos 1000 ha anuales.

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.

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

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

Con el desarrollo de la "Tecnología de Propagación de Híbridos de Roble x Raulí" y su posterior transferencia hacia los beneficiarios finales y asociados del proyecto, se espera impactar positivamente en los siguientes aspectos económicos y productivos:

a) Aumento de la superficie potencial productiva forestal en zonas donde las especies introducidas no están bien adaptadas o simplemente donde los propietarios prefieren usar especies nativas.

b) Aumento de la Oferta de Madera, La utilización comercial de las plantaciones del híbrido Roble x Raulí, generará una mayor oferta de maderas de alta calidad de especies nativas, con lo cual se podrá satisfacer la demanda de este tipo de productos en el sector, especialmente en la industria de muebles de alta calidad, debobinable y construcción de puertas y ventanas, por ejemplo.

Mayor diversificación de la oferta de productos forestales, con lo cual surgirán nuevos emprendimientos relacionados con la industrialización de la madera que se originen de estos nuevos bosques y de los bosques recuperados

Sustentabilidad y regulación del mercado

a) Mayor Sustentabilidad y Formalidad del Mercado de Productos Forestales, Estos híbridos contribuirán a una mayor disponibilidad de volumen de madera, con calidad sostenida con constancia en el mercado y aprecio competitivo.
b) Mayor regulación y formalidad en el mercado de producción de plantas, En las actuales condiciones el mercado de producción de plantas presenta grandes limitaciones en cuanto a la disponibilidad de semillas de calidad y procedencia conocida, lo que provoca en definitiva una gran heterogeneidad en cuanto a los resultados finales respecto a la planta producida y más todavía respecto a los resultados productivo del establecimiento de estas plantas con fines comerciales. Lo anterior será resuelto en gran medida al contar con plantas híbridas de Roble x Raulí, de genética y procedencia conocida, pudiéndose recomendar diferentes genotipos adaptados a diferentes condiciones de sito.

N°	Indicador de otros impactos	Línea base del indicador[13]	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta[14]
1	Generación de una nueva industria de transformación de la madera de alto valor.	No existe.	Generación de las bases para la generación de una Industria de alto valor.
2	Impacto en políticas públicas relacionadas a sector forestal.	Ley de recuperación y fomento del bosque nativo.	Mejoramiento del reglamento asociados a la Ley.
n			

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

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

2. Anexos

Anexo 1. Ficha identificación del postulante ejecutor

Nombre completo o razón social	**Universidad Austral de Chile (UACh)**	
Giro / Actividad	Universidades	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	X
	Otras (especificar)	
Banco y número de cuenta corriente **del postulante ejecutor** para depósito de aportes FIA		
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)	NO APLICA	
Exportaciones, último año tributario (US$)	NO APLICA	
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)	NO APLICA	
Dirección **postal** (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular	-	
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Oscar Alejandro Galindo Villarroel	
RUT del representante legal		
Profesión del representante legal	Licenciado en Letras y Profesor de la Universidad Austral de Chile y Doctor en Filología Hispánica por la Universidad Complutense de Madrid.	
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Rector	
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	**CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAF)**	
Giro / Actividad	Corporación	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	Corporación
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)	No Aplica	
Exportaciones, último año tributario (US$)	No Aplica	
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)	No Aplica	
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular	-	
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Aaron Cavieres Cancino	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Director Ejecutivo CONAF	
Firma representante legal		

Nombre completo o razón social	**FORESTAL Y AGRÍCOLA PIEDRA DEL ÁGUILA**	
Giro / Actividad	Forestal y Agrícola	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	X
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US$)	No Aplica	
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)	No	
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular	No Aplica	
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Mauricio Leonelli Cantergiani	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Gerente General	
Firma representante legal		

Nombre completo o razón social	**AGROMEN Ltda**	
Giro / Actividad	Forestal y Agrícola	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	X
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US$)	No Aplica	
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)	No	
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax	-	
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	José Manuel Contreras	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Gerente General	
Firma representante legal		

Nombre completo o razón social	**PROPLANTAS Ltda**	
Giro / Actividad	Forestal y Agrícola	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	X
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US$)	No Aplica	
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)	No	
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax	-	
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Leopoldo Quezada Jara	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Gerente General	
Firma representante legal		

Nombre completo o razón social	**BOPAR S.A.**	
Giro / Actividad	Forestal y Agrícola	
RUT		
Tipo de organización	Empresas	X
	Personas naturales	
	Universidades	
	Otras (especificar)	
Ventas en el mercado nacional, último año tributario (UF)		
Exportaciones, último año tributario (US$)	No Aplica	
Número total de trabajadores		
Usuario INDAP (sí / no)	No	
Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax	-	
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Leopoldo Quezada Jara	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Gerente General	
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 Droppelmann Felmer**
RUT	
Profesión	Ingeniero Forestal / Doctor
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad Austral de Chile (UACh)
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Académico
Dirección **postal de la empresa/organización donde trabaja** (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	Campus Isla Teja. Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad austral de Chile.
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	-
Email	
Firma	

Nombre completo	**Erika Perez Peña**
RUT	
Profesión	Técnico Forestal
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad Austral de Chile (UACh)
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Técnico Académico CMGF
Dirección **postal de la empresa/organización donde trabaja** (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	Campus Isla Teja. Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad austral de Chile.
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	-
Email	
Firma	

Nombre completo	**Ricardo Riegel**
RUT	
Profesión	Ingeniero Agrónomo / Doctor
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Consultor independiente
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	
Dirección **postal de la empresa/organización donde trabaja** (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Nombre completo	**Angélica Tocol Peralta**
RUT	
Profesión	Técnico Forestal
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad Austral de Chile (UACh)
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Técnico (Proyectos)
Dirección **postal de la empresa/organización donde trabaja** (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	Campus Isla Teja. Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad austral de Chile.
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Anexo 4. Beneficiarios directos de la propuesta

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

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