



Fundación para la
Innovación Agraria

MINISTERIO DE AGRICULTURA

Proyecto AOP
FIC-NAC.

OFICINA DE PARTES 2 FIA
RECEPCIONADO
Fecha 12 JUN 2018
Hora 16:34
Nº Ingreso 49512

OFICINA DE PARTES 1 FIA
RECEPCIONADO
Fecha 07 MAY 2018
Hora 10:38
Nº Ingreso 48644

CONVOCATORIA NACIONAL TEMÁTICA

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

PLAN OPERATIVO

Nombre iniciativa:	Programa de manejo integrado para minimizar los impactos de la nueva enfermedad causada por <i>Sphaerulina musiva</i> (<i>Septoria musiva</i>) en el patrimonio forestal de variedades de álamo en Chile
Ejecutor:	Universidad de Talca
Código:	PYT-2018-0045
Fecha:	19/04/2018
Región(es) de ejecución	Maule
Región(es) de impacto	O'Higgins y Maule

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	2
I. Plan de trabajo.....	3
1. Configuración técnica del proyecto	3
2. Anexos	22
3. Costos totales consolidados	30
II. Detalle administrativo (Completado por FIA).....	33

I. Plan de trabajo

1. Configuración técnica del proyecto

1.1. Resumen ejecutivo

En el año 2015 se detectó el ataque del hongo *Septoria musiva* en plantaciones de álamo en Chile. El cambio climático pareciera haber favorecido la dispersión de la enfermedad (principal hipótesis científica), lo cual debe ser abordado mediante el reemplazo de variedades y cambios en los sistemas de manejo (principal hipótesis tecnológica). El proyecto combinará procedimientos de selección genética, y la adaptación y transferencia de procedimientos de manejo integrado de enfermedades utilizados en cultivos agrícolas.

Se implementará una estrategia de selección temprana de variedades de álamo tolerantes a *S. musiva*; se desarrollarán estrategias de control sobre fuentes de inóculo del patógeno de manera de reducir la diseminación de la enfermedad; se evaluará la eficacia de algunos bio-controladores sobre el crecimiento in vitro del patógeno y se desarrollará un programa de control químico para disminuir su diseminación en áreas no afectadas. Se incluirán variedades del Centro Tecnológico del Álamo, de la Universidad de Talca (CTA) y se importarán nuevas variedades tolerantes desde Canadá y otros países. Estas últimas serán sometidas a ensayos de vivero para evaluar, además, su adaptabilidad a las condiciones climáticas locales. Las primeras serán estudiadas intensivamente aprovechando los ensayos clonales ya establecidos en campo y la información generada por el CTA en proyectos previos.

Se espera obtener, un catálogo de variedades tolerantes a *Septoria musiva*; una estrategia de control de las fuentes de inóculos en plantaciones y viveros; una estrategia de control químico para plantaciones y viveros; además, se evaluarán potenciales controladores biológicos. Estos resultados serán transferidos a los beneficiarios mediante días de campo, manuales técnicos, cursos de capacitación y un seminario.

Los beneficiarios son los actuales y futuros propietarios agrícolas y forestales de plantaciones o viveros de álamos. El impacto económico será en la industria que procesa esta madera. En particular, la PYME maderera de la zona central de Chile. La información sobre medidas de control integrado permitirá reducir las actuales pérdidas por daños y mantener el porcentaje de aprovechamiento industrial de la madera. Quienes deseen establecer nuevas plantaciones podrán conocer cuales variedades de álamos son tolerantes a *S. musiva*. Esto permitirá planificar un flujo de ingresos con un menor grado de incertidumbre, debido a la probabilidad de ataque, y con un menor impacto negativo en los costos. Esto asegurará los rendimientos y calidad de madera que demanda la industria secundaria de procesamiento industrial.

1.2. Objetivos del proyecto

1.2.1. Objetivo general¹

Generar un programa de manejo integrado que minimiza los impactos de la nueva enfermedad causada por *Sphaerulina musiva* (*Septoria musiva*) en el patrimonio forestal de variedades de álamo en Chile.

1.2.2. Objetivos específicos²

Nº	Objetivos Específicos (OE)
1	Aplicar una estrategia de selección temprana de variedades de álamos tolerantes a <i>S. musiva</i> .
2	Desarrollar estrategias de control sobre fuentes de inóculo de <i>S. musiva</i> de manera de reducir la diseminación e infección en las actuales plantaciones y viveros comerciales
3	Evaluar la eficacia de bio-controladores sobre el crecimiento in vitro de <i>S. musiva</i> .
4	Desarrollar un programa de control químico para disminuir la diseminación de <i>S. musiva</i> en plantaciones y viveros sanos.

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 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: Aplicar una estrategia de selección temprana de variedades de álamos resistentes a *S. musiva*.

1. Evaluación de ensayos clonales establecidos previos al inicio del proyecto. Para el estudio del ataque del patógeno en rodales en diferentes fases de desarrollo (plantaciones ya existentes), la evaluación del tipo y grado de ataque de *Septoria musiva* se realizará en dos ensayos de gran escala ya establecidos entre el CTA y la Compañía Agrícola y Forestal “El Álamo” (CAF El Álamo). El primero es una plantación demostrativa plantada en 2013. Esta incluye 8 híbridos del CTA y dos de CAF y que fue atacada en 2015 por el hongo. El segundo es un ensayo clonal de tipo denominado “de candidatos” (Zamudio et al 2012). Este cubre una superficie de 3,7 ha y fue plantado en 2014. Este mega-ensayo clonal Incluye 142 variedades del CTA, generadas a partir de 10 cruzamientos de 4 especies de *Populus*. Están dispuestas en 20 bloques, distribuidas al azar, con una planta por clon y bloque. El tipo y grado de ataque serán evaluados en los dos tipos de ensayos, durante los tres años del proyecto, para mejorar el conocimiento de la interacción entre el patógeno y las variedades plantadas. Luego, se elaborará un ranking de susceptibilidad a *S. musiva* en las variedades ensayadas. El grado de ataque se evaluará como:

Grado 0: sin presencia de canchros en el fuste.

Grado 1: presencia de exudaciones y hasta 3 canchros con diámetros menores a 10 cm.

Grado 2: presencia de más de 3 y/o presencia de canchros que abarquen más del 50% del contorno del individuo, lo que se describe como daño en forma de anillo.

El modelo lineal escalar asociado al diseño experimental del ensayo de candidatos es

$$y_{ijk} = \mu + P_i + C(P)_{ij} + B_k + Px B_{ik} + e_{ijk}, \quad [1]$$

donde y_{ijk} es la observación del fenotipo que es analizado; P_i es el efecto del i -ésimo cruzamiento; $C(P)_{ij}$ es el efecto anidado de la j -ésima variedad (clon) dentro del i -ésimo cruzamiento; B_k es el efecto del k -ésimo bloque y e_{ijk} es el efecto residual. Asumimos que el efecto del cruzamiento es fijo, pero los efectos de la variedad y del bloque son aleatorios; por lo tanto $C(P)_{ij} : (0, \sigma_c^2)$ y $B_k : (0, \sigma_B^2)$.

Ventaja de incluir estos ensayos en el proyecto. La inclusión de estos dos ensayos ya establecidos en CAF El Alamo nos permitirá avanzar más rápido en la búsqueda de una solución permanente a la amenaza de que el patógeno se pueda expandir a vastas regiones del país. Estos ensayos están siendo evaluados cada año y mediante este nuevo proyecto se agregarán las mediciones de resistencia o susceptibilidad al patógeno.

Método objetivo 1: Aplicar una estrategia de selección temprana de variedades de álamos resistentes a *S. musiva*.

2. Importación de nuevas variedades de álamos. Inicialmente el proyecto tenía contemplado sólo la introducción de nuevas variedades de álamo desde Canadá (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Quebec). Este set consiste de variedades ya seleccionadas por tolerancia a la enfermedad. La incorporación al proyecto de la empresa Compañía Agrícola y Forestal El Álamo (CAF El Álamo), permitirá mejorar el proyecto introduciendo más material genético desde otros programas de Europa y Estados Unidos, dónde se ha trabajado en el desarrollo de nuevas variedades resistentes a una diversidad de hongos.

Según investigadores de la Universidad de British Columbia, Canadá, la o las razas de *Septoria musiva* presentes en Chile podrían ser razas locales (generadas por selección natural en el ambiente local de la zona central del país), cuya virulencia debe ser estudiada. (lugar de distribución natural del hongo). Por lo tanto, se incorporará variedades de álamo de otras condiciones edafoclimáticas para incrementar la base genética desde la cual se realice la selección genética orientada a la tolerancia o resistencia al hongo y, por lo tanto, incrementar la probabilidad de encontrar (y seleccionar) nuevas variedades resistentes o tolerantes al patógeno.

En particular, se importará variedades de Europa. Se establecerán acuerdos de intercambio varietal con Belgica e Italia para la importación y ensayo. Como resultado de esta etapa, se espera obtener una “población base” para la selección compuesta por tres grupos de híbridos: (a) variedades de la Universidad de Talca que muestran buena adaptabilidad a condiciones locales; (b) variedades de Canadá que poseen un grado de resistencia a *Septoria*, pero de las cuales se desconoce su grado de adaptabilidad a nuestras condiciones locales y (c) variedades – principalmente de Europa – que no han sido ensayadas por su resistencia al patógeno pero con alta probabilidad de adaptabilidad a la zona de impacto del proyecto.

La introducción de material genético de nuevas variedades consiste en la preparación del material in vitro desde las fuentes de origen, y su envío vía avión a Chile, desaduanaje e inspecciones por cuarentena realizadas por Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y sus pagos respectivos de aranceles. El proceso de cuarentena y desarrollo de plantas será desarrollado por un laboratorio especialista en el tema (servicio de un tercero) y supervisado por el SAG. Esta institución deberá fiscalizar el adecuado desarrollo de las cuarentenas de material vegetativo, según la legislación vigente y los tratados internacionales. La aclimatación y almacenamiento de plantas previo a su puesta en los ensayos de campo, se realizará en un invernadero a establecer en la UTALCA o el asociado CAF El álamo.

Finalmente, las plantas serán establecidas en los ensayos clonales de campo. Estas nuevas variedades deben ser consideradas como “*de carácter experimental*.” Si bien las variedades canadienses han sido seleccionadas como “tolerantes” a *Septoria m.* en su lugar de origen (región de Quebec), deben demostrar “primero” que muestran un grado adecuado de “adaptabilidad” a las condiciones edafoclimáticas del “área de impacto del proyecto” (regiones de O’Higgins y del Maule). Esta es la principal razón por la cual deben ser sometidas a una etapa de ensayo clonal que mezclará dos objetivos estratégicos para el proyecto: “seleccionar variedades adaptadas al ambiente local y tolerantes a la(s) raza(s) local(es) del patógeno.

Método objetivo 1: Aplicar una estrategia de selección temprana de variedades de álamos resistentes a *S. musiva*.

3. Establecimiento de nuevos ensayos de búsqueda de resistencia o tolerancia al patógeno. En una o más áreas de los predios de CAF, se establecerán dos nuevos ensayos clonales a densidades de plantación de 10000 plantas/ha. Para considerar la variación climática anual, un ensayo será establecido en el año 2018 y otro en 2019. Cada ensayo tendrá una combinación factorial de dos tratamientos de inoculación (con y sin inoculación asistida de *Septoria musiva*) y dos tratamientos de riego (con y sin estrés hídrico), lo cual corresponde a la parcela principal. Luego se aleatorizarán al menos mil híbridos, dependiendo de la disponibilidad en el banco clonal del CTA, lo cual corresponderá a la parcela dividida. Estos ensayos también incluirán las variedades importadas desde Canadá, o potencialmente de otros países, en la medida que haya material vegetativo disponible el año 2019, o en su caso el año 2020. Cada ensayo será replicado dos veces, e incluirá 1 planta/híbrido/replica.

Para realizar la inoculación asistida se realizará una recolección de inoculos de hojas infectadas para posteriormente ser masificadas en laboratorio. Se realizará una identificación molecular para asegurar la infección por *Septoria musiva* en los ensayos de campo. Estos aislados puros de *S. Musiva* también serán ocupados para desarrollar las actividades del objetivo N°3 sobre evaluación de biocontroladores

El nivel de estrés hídrico será monitoreado usando una bomba Scholander (PMS Instrument Inc, Albany OR, USA). En el tratamiento con estrés hídrico, el riego se repondrá cuando el potencial xilemático alcance -1.0 MPa. La intensidad de daño de *S. musiva* en cada variedad y el desarrollo de las plantas serán evaluados al final de cada período.

El modelo lineal escalar asociado al diseño experimental – de parcelas divididas (split plot) – de los dos ensayos clonales a diferentes densidades será

$$y_{ijk} = \mu + Trt_i + R_k + TrTxR_{ik} + Clon_j + TrtxClon_{ij} + e_{ijk}, \quad [2]$$

donde y_{ijk} es la observación del fenotipo que es analizado; Trt_i es el efecto de la i -ésimo tratamiento (tipo de inoculación + tipo de riego) o “parcela principal”; R_k es el efecto del k -ésima repetición; $Clon_j$ es el efecto de la j -ésima variedad o subparcela, aleatoriamente asignada a cada parcela principal o tratamiento combinado; $TrtxR_{ik}$ es el termino correcto del error para probar los efectos de la parcela principal; y e_{ijk} es el termino correcto para probar los efectos de las subparcelas. Asumimos que el efecto del tratamiento es fijo, pero los dos tipos de error y el efecto clonal son obviamente aleatorios, por lo tanto $TrtxR_{ik} : (0, \sigma_{TxR}^2)$, $Clon_j : (0, \sigma_C^2)$, $TrtxClon_{ij} : (0, \sigma_{TxC}^2)$ y $e_{ijk} : (0, \sigma_e^2)$, respectivamente.

Es necesario observar que ningún efecto aleatorio descrito en los modelos [1] y [2] está condicionado a seguir una distribución de probabilidades normal. Solo se insiste que siguen una distribución con esperanza cero y varianza que debe ser estimada a partir de los datos recopilados. De esta manera, estamos insistiendo que los modelos lineales asociados a los tres diseños experimentales incluidos en el proyecto son válidos para cualquiera sea el tipo de carácter fenotípico medido; sea este de naturaleza continua (y que siga una distribución normal

Método objetivo 1: Aplicar una estrategia de selección temprana de variedades de álamos resistentes a *S. musiva*.

o no), porcentual, categórica, o binomial. Lo que si vamos a asumir es que los datos estudiados deben seguir una distribución de probabilidades de la familia exponencial.

4. Análisis estadístico. El análisis estadístico de los datos estará basado en la teoría de modelos lineales mixtos (Searle, 1971; Searle et al, 1992). Se utilizará el software SAS (JMP Genomics). En el caso que la observación fenotípica no sea de naturaleza continua, sino más bien categórica (grado de ataque), porcentual, o binaria (presencia-ausencia de taque del patógeno), se utilizará los principios de la teoría de modelos lineales generalizados (Dobson, A. 2002; Jiang, J. 2007).

5. Análisis genético. El análisis genético de los datos buscará relacionar el valor fenotípico asociado al grado de susceptibilidad al ataque del patógeno con el posible control genético de dicha susceptibilidad. Para esto, se utilizará los principios de la genética cuantitativa, los cuales son descritos por Falconer y MacKay (1996). Para este efecto, se utilizará el software software SAS (JMP Genomics) y la base de datos (genómicos) de SNPs que posee el CTA de híbridos de álamo.

La construcción de uno o más índices de susceptibilidad al ataque de *Septoria* serán desarrollados en base a la teoría de mejor predicción lineal insesgada o BLP (best linear prediction). Para esto, se utilizará los principios teóricos descritos por Hogg y Craigg (1978) y aplicados al caso de la selección genética de árboles por White y Hodge (1989). Estos principios serán adaptados para construir la mejor predicción lineal del valor genético de las variedades o clones ensayados y relacionados con la resistencia al ataque del patógeno. Se utilizará el lenguaje de programación en SAS 9.4 para el desarrollo de los programas que permitirán obtener los índices.

Los resultados asociados a este objetivo como el de los otros serán presentados en un seminario de cierre y día de campo al final del proyecto.

Método objetivo 2: Desarrollar estrategias de control sobre fuentes de inóculo de *S. musiva* de manera de reducir la diseminación e infección en las actuales plantaciones y viveros comerciales

La principal fuente de inóculo para las infecciones de *S. musiva* en álamo, serían las hojas infectadas que caen al suelo y que permanecen sobre el piso de la plantación durante todo el invierno y primavera. Por ello, se realizarán aplicaciones dirigidas a la fuente de inóculo 'hojarasca' en subáreas de una plantación comercial ubicada en los predios de la empresa CAF El Álamo, con urea 10%, el bio-producto comercial Mamull (mezcla de *Bionectria ochroleuca* cepa Mitique, *Hypocrea virens* cepa Ñire y *Trichoderma gamsii* cepa Volqui; 100 g/hL; BioInsumos Nativa), y la combinación de ambos. Se mojará con estos tratamientos toda la superficie con hojarasca, utilizando para ello un tractor con barra para aplicación de herbicidas, usando 800 L de agua por ha. Cada aplicación será realizada en el mes de agosto 2018, y todo el ensayo se repetirá en el mes de agosto 2019. Las evaluaciones corresponderán al registro del N° promedio de cuerpos reproductivos o picnidios (inóculo) presentes en 100 hojas por repetición, de un total de 5 repeticiones por tratamiento, antes y luego de 15, 30 y 45 días de realizada la aplicación. La contabilización de los picnidios dependerá del grado de descomposición de la hoja, pero se prevén 3 oportunidades de medición. Complementariamente, se tratará de capturar conidias utilizando un instrumento cazaesporas (Captador de polen y esporas Burkard), de manera de medir el nivel de inóculo en la zona de estudio. Una de las subáreas de estudio corresponderá a un control sin aplicación de urea o biocontrolador, y que se usará para comparar la efectividad de los tratamientos en reducir el inóculo de *S. musiva*.

El inóculo proveniente de los canchros en el fuste de los árboles, será estudiado utilizando un sistema de recolección del agua de lluvia que previamente haya mojado y chorreado desde la superficie de los canchros. Esta agua de lluvia, será colectada, centrifugada, y luego sembrada en medio de cultivo, para la contabilización de las unidades formadoras de colonia (UFC) de *S. musiva* presentes. Al mismo tiempo, se observarán alícuotas de agua de lluvia bajo microscopio óptico y se contabilizarán el N° de esporas de *S. musiva* presentes. Se establecerá un ensayo para evaluar la efectividad de las pastas fungicidas Podastik Pro (tebuconazol/clorotalonilo, Arysta LifeSciences Chile), Pasta Poda Full (tebuconazol/kresoxim-metilo, ANASAC Chile), y la pasta biocontroladora Coraza (mezcla de *Bionectria ochroleuca* cepa Mitique, *Hypocrea virens* cepa Ñire y *Bacillus licheniforme* cepa Copihue, BioInsumos Nativa) en reducir la liberación de inóculo desde los canchros después de una lluvia. Para ello, 10 canchros homogéneos, de una misma variedad, edad y a una misma altura en el árbol, serán seleccionados y tratados con estas pastas, y luego la liberación de inóculo después de una lluvia, será registrada y comparada con el tratamiento control, cuyos canchros no recibieron tratamiento alguno en su superficie. Se utilizarán métodos estadísticos paramétricos y no paramétricos para estimar la significancia de los tratamientos y su comparación con el tratamiento Testigo o control.

En primavera de 2019 se realizará un día de campo para difundir los resultados de los experimentos asociados al objetivo.

Método objetivo 3: Evaluar la eficacia de bio-controladores sobre el crecimiento in vitro de *S. musiva*.

Aislados puros de *S. musiva* (n=10) serán contrastados a través de cultivos duales con las cepas nativas biocontroladoras *Trichoderma virens* cepa Sherwood, *T. harzianum* cepa Queule y *Bacillus subtilis* cepa Vilcún, de la Colección de Biocontroladores del Laboratorio de Fitopatología Frutal de la UTALCA obtenidos de los Proyectos FIA C98-1-A-072 y FIA FIA-PI-C- 2002-1. El procedimiento consistirá en medir la capacidad antagónica de las distintas cepas biocontroladoras sobre *S. musiva*, enfrentado discos de micelio o suspensión bacteriana en una placa Petri con medio de cultivo. La distancia avanzada y el grado de colonización de la placa Petri serán utilizados como parámetros de medición. Para llevar a cabo estos ensayos, discos de micelio de 7 mm de diámetro serán colectados desde los márgenes de las colonias de ambos *Trichoderma* en crecimiento activo. Asimismo, una suspensión bacteriana de 10⁶ UFC será preparada. Posteriormente, un disco de cada aislado de *S. musiva* será puesto frente a frente con una distancia de separación de 5 cm en la placa Petri. Las placas (n=10 por cada aislado de *S. musiva* y cepa biocontroladora), serán incubadas a 20°C hasta 30 días, para realizar las mediciones de avance. Un set fotográfico del avance y antagonismo presentado será confeccionado. Todas las pruebas serán repetidas dos veces. El o los aislados con mayor capacidad antagónica del estudio previo serán seleccionados, para luego determinar su efecto estando ya presentes (efecto protector) en el medio de cultivo sobre el crecimiento de *S. musiva*, el cual será incorporado después de la siembra de placas Petri con las cepas biocontroladoras. Las diferentes concentraciones del biocontrolador serán incorporadas al medio de cultivo en estado líquido y posteriormente se llenarán placas Petri para su solidificación. Una suspensión de conidias de *S. musiva*, será depositada al centro de la placa. Las placas así tratadas (n=10 para cada aislado de *S. musiva* y concentración de la cepa biocontroladora) serán incubadas a 20°C hasta 30 días en una cámara de crecimiento. Diariamente se registrará el crecimiento radial del *S. musiva* sobre el medio que ya contenía al biocontrolador y se estimará el efecto inhibitorio de la cepa biocontroladora.

Método objetivo 4: Desarrollar un programa de control químico para disminuir la diseminación de *S. musiva* en plantaciones y viveros sanos.

Se establecerá un programa de aplicaciones fungicidas 'a calendario' en viveros y plantaciones. Los programas incluirán fungicidas del grupo de los Inhibidores de Esteroles (IBE's); Estrobilurinas (Qol's) y Carboxamidas (SDHI's) utilizados en Chile para controlar otras especies de *Septoria*. Para esta evaluación, se propone realizar aplicaciones fungicidas cada 10 días, desde el momento de la brotación, septiembre 2018 hasta mediados de noviembre 2018 y de ahí en adelante, luego de un evento de lluvia sobre los 30 mm, hasta caída de hojas. Una vez que las plantas control, sin protección fungicida, muestren síntomas en hojas o canchros en ramas, se inician las evaluaciones, determinando la incidencia y severidad de la enfermedad en las parcelas experimentales. En el año 2019, utilizando el o los fungicidas más efectivos del 2018, se evaluarán programas fungicidas, con alternación de productos o sus mezclas, en un esquema similar al del año anterior. La información será analizada y compilada el último año del proyecto de manera que sea transferible a pequeños propietarios a través de un manual y un curso de capacitación en noviembre de 2020.

Para evaluar la factibilidad operacional del control químico en el control de *S. musiva*, se realizará una evaluación económica de esta actividad, separadamente para viveros y plantaciones comerciales. La factibilidad económica se basará en dos temporadas de crecimiento, cuyos resultados serán presentados al final de cada temporada (abril de 2019, abril 2020). Los resultados finales de la evaluación se presentarán al final del proyecto.

La información técnica generada por el proyecto será entregada en su totalidad vía informes, manual técnico y otros (en formato digital e impreso) al SAG y la Comisión Nacional del Álamo, para que apoyen la difusión de los resultados a través de sus programas y actividades de difusión. Su finalidad es de masificar los resultados e información generada por el proyecto a todos los potenciales beneficiarios. NOTA: La Corporación Nacional Forestal forma parte de la Comisión Nacional del Álamo.

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	Documento técnico para determinar el grado de susceptibilidad en variedades de álamo.	Escala de medición de la susceptibilidad de álamo a <i>S.musiva</i> .	0	1	12/2019
1	2	Catálogo de variedades con menor susceptibilidad a <i>S.musiva</i>	Ranking de susceptibilidad a <i>S.musiva</i> de variedades de álamos ensayadas	2	20	10/2020
1	3	Transferir conocimiento de los resultados generados	día de campo	0	1	12/2019
2	4	Estrategia de control de inóculos <i>S.musiva</i> en vivero y plantaciones	Documento impreso y digital	0	1	11/2020
2	5	Transferir conocimiento de los resultados generados	día de campo	0	1	12/2019
3	6	Biocontroladores efectivos para el control de <i>S.musiva</i>	Porcentaje de inhibición del crecimiento de <i>S.musiva in vitro</i>	0	90	12/2020
4	7	Estrategia de control químico para <i>S.musiva</i> en álamo.	Porcentaje de disminución de incidencia	0	90	12/2020

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

⁴ Establecer cómo se medirá el resultado esperado.

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
4	8	Análisis de factibilidad económica de las estrategias de control químico	Documento impreso y digital	0	1	12/2020
1,2,3,4	9	Manual técnico "métodos de control integrado de <i>S.musiva</i> en álamo en Chile"	Manual impreso y digital	0	1	12/2020
1,2,3,4	10	Curso de capacitación sobre métodos de control integrado de <i>S.musiva</i> en álamo en Chile	Curso	0	1	11//2020
1,2,3,4	11	Seminario de cierre de proyecto + día de campo	Seminario	0	1	12/2020

1.5. Indicar los hitos críticos para el proyecto.

Hitos críticos ⁵	Resultado Esperado ⁶ (RE)	Fecha de cumplimiento (mes y año)
Evaluación económica del control químico	8	04/2019 04/2020
Importación de variedades de álamo canadienses	2	12/2018
Establecimiento de un ensayo clonal de determinación inicial, con variedades canadienses	1,2	09/2019
Establecimiento de dos ensayos clonales con variedades del CTA, con control del riego e inoculación con el patógeno	1,2	09/2018
Análisis ensayos control inóculos	4	08/2018
Análisis ensayos biocontroladores en campo	6	01/2020
Análisis ensayos de control químico en viveros	7,8	10/2019
Ranking de susceptibilidad a <i>S.musiva</i> de variedades de álamos ensayadas	1,2	01/2021
Documentos manejo integrado de <i>S.musiva</i> (compilado en manual técnico)	9,10,11	12/2020
Curso + día de campo	10	11/2020
Seminario + día de campo	11	12/2020

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

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

1.7. 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
La propuesta es de interés público.
b) Describa quiénes son los clientes potenciales y cómo se relacionará con ellos.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos
La propuesta es de interés público.
c) Describa cuál es la propuesta de valor.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos
La propuesta es de interés público.
d) Describa cómo se generarán los ingresos y los costos del negocio.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos
La propuesta es de interés público.
1.7.2. Modelo de Extensión y Sostenibilidad
Completar SÓLO si no se completó la sección 17.1
e) Identificar y describir a los beneficiarios de los resultados de la propuesta.
Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos
La propuesta es de interés público. Los beneficiarios son los actuales o futuros propietarios agrícolas y forestales de plantaciones o viveros de variedades álamos, que en caso de Chile están concentrados en pequeños y medianos propietarios. Aquí se incluye también a los propietarios que poseen cortinas cortaviento u otro tipo de plantaciones de álamo, los cuales también son potenciales afectados con <i>S.musiva</i> . Según datos de la Comisión Nacional del Álamo (CNA), estos propietarios bordean los 450 beneficiarios.
El impacto del proyecto es clave en los beneficiarios que procesan la madera de variedades de álamo. La industria secundaria y en particular la pyme maderera de la zona central de Chile que actualmente obtiene productos generados por el debobinado de la madera de álamos, como fosforós, palos de helado, paletas para pintura, tableros contrachapados. Además, productos de madera dimensionada como muebles, perfiles, molduras, basas, bins, pallets, cajas para frutas, embalajes de lujo, entre otros (18 empresas según estadísticas de la CNA).

1.7.2. Modelo de Extensión y Sostenibilidad
 Completar SÓLO si no se completó la sección 17.1

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

Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos

De interés público: La información generada sobre medidas de control de *S.musiva* será de gran valor porque permitirá reducir las pérdidas por daños que se produzcan en plantaciones actuales y que sufran ataque. El manejo integrado permitirá mantener el porcentaje de aprovechamiento y procesamiento industrial de la madera, por lo tanto los flujos de beneficios que fueron previamente incluido en el análisis económico sin incrementar significativamente los costos por el control del hongo.

De interés para clientes potenciales: Los propietarios o empresas que deseen establecer nuevas plantaciones dispondrán de información sobre cuales variedades de álamos son tolerantes a *S.musiva* (ranking de susceptibilidad). Esto les permitirá planificar un flujo de ingresos con un menor grado de incertidumbre, debido a la probabilidad de ataque, y con un menor impacto negativo en los costos. Esto asegurará rendimientos del cultivo y precio de venta de madera rolliza sin daños por deformidad, con la calidad que demanda la industria secundaria de procesamiento de la madera rolliza.

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

Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos

En el corto plazo, y durante la ejecución del proyecto, se realizará cursos de capacitación, un seminario y dos días de campo, a profesionales del SAG, CONAF, empresas y propietarios forestales, relacionados directamente con el cultivo de variedades de álamos en Chile. La entrega de información se enfocará en los métodos de control *S. musiva*. La evaluación de esta difusión será vía asistencia efectiva a las actividades descritas.

En las últimas etapas del proyecto, toda la información generada será compilada en un documento técnico el cual será publicado en formato impreso y digital. Su distribución será a través de los medios que disponen la Comisión Nacional del Álamo (CNA) y el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), con el objeto de llegar al máximo de potenciales beneficiarios y público en general. La evaluación de esta difusión será realizada mediante la formalización de convenios entre la Universidad de Talca, la CNA y SAG, en donde se incluirán cláusulas de compromiso de apoyo en la difusión de los resultados del proyecto (NOTA: La Corporación Nacional Forestal forma parte de la CNA).

Respecto a las variedades de álamos, de propiedad de la Universidad de Talca, que sean identificadas como tolerantes a *S. musiva*, post proyecto, serán protegidas intelectualmente por esta institución la cual licenciará a viveros comerciales para su propagación y venta a interesados en establecer plantaciones.



1.7.2. Modelo de Extensión y Sostenibilidad
Completar SÓLO si no se completó la sección 17.1

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

Máximo 1.500 caracteres, espacios incluidos

La información generada por el proyecto será mantenida y distribuida por los Colaboradores (Comisión Nacional del Álamo y el Servicio Agrícola y Ganadero). Los costos asociados serán asumidos por estas instituciones. Estos costos no serán de gran magnitud ya que los resultados del proyecto es información que se compilará en un documento en formato digital e impreso.

Respecto a las variedades de álamo tolerantes a *S.musiva*, estas serán de propiedad de la Universidad de Talca. Una vez que las variedades con mayor potencial comercial sean identificadas, la Universidad iniciará el proceso de protección intelectual, mediante la solicitud de inscripción al Registro de Variedades Protegidas, regulado en Chile por el SAG. La Universidad de Talca financiará el proceso de protección intelectual. Las variedades serán licenciadas a viveros comerciales para su propagación y venta a potenciales interesados en establecer nuevas plantaciones con variedades de álamos tolerantes a *S.musiva*.

Actualmente, la Universidad de Talca está en proceso de licenciar variedades de álamos que mantiene en el Registro de Variedades Vegetales Protegidas, a viveristas de la región de O'Higgins y del Maule. Este mecanismo permitirá asegurar el acceso a material vegetal de álamo tolerante a *S.musiva* al público en general.

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.

Productividad de las plantaciones (IMA). Se espera que los resultados del proyecto permitan mejorar la productividad a un escenario sin *S.musiva*. En un escenario con *S.musiva* y sin medidas de control como las planteadas en la propuesta se produciría una reducción importante de la productividad y aprovechamiento de la madera (al menos de 35%).

NOTA: Línea base, por perdidas de ataque de septoria.

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	Incremento medio anual de plantaciones comerciales	25 m ³ /ha/año	35 m ³ /ha/año
2	Porcentaje de aprovechamiento de madera en pie al momento de la cosecha	65%	85%
n			

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.

Porcentaje de empleos asociados a la populicultura. Se espera que los resultados del proyecto permitan mantener la actividad (número de empleos) asociada al cultivo y transformación de la madera de álamos. En un escenario con S.musiva y sin medidas de control como las planteadas en la propuesta se produciría una reducción importante de la productividad, aprovechamiento de la madera, y área cultivada, con sus efectos en el empleo.

N°	Indicador impacto social	Línea base del indicador ⁹	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta ¹⁰
1	Porcentaje empleos asociados al cultivo de álamos	100%	100%
2			
n			

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.

1.8.3. Describa los potenciales impactos medio ambientales que se generarán 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.

Máximo 500 caracteres, espacios incluidos.

El deterioro de las plantaciones actuales debido al ataque de *Septoria musiva* podría impactar fuertemente la sustentabilidad del recurso. A diferencia de otras especies, los álamos son visibles en todo el país con beneficios más allá de la producción de madera. Ejemplos son los fines estéticos (ornamentales, alamedas), cortinas corta viento (disminuir efectos del viento en cultivos agrícolas y ganado), recuperación de riberas de ríos (con efectos en la absorción de contaminantes, disminución de la erosión, recuperación de suelos). Además, existe un enorme potencial de los álamos para el desarrollo de plantaciones dendroenergéticas, fitorremediación, etc. Si se afecta el recurso se afectan todo este tipo de externalidades ambientales.

Nº	Indicador impacto medio ambiental	Línea base del indicador ¹¹	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta ¹²
1	Porcentaje del área plantada con álamos con fines estéticos, cortavientos, riveras de ríos, plantaciones dendroenergéticas, etc., con sus respectivas externalidades ambientales.	100%	100%
2			
n			

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.

Máximo 500 caracteres, espacios incluidos.

El concepto de manejo integrado de plagas no ha sido desarrollado para arboles forestales. Los resultados del proyecto podrían ser el primer paso para su posible adaptación a otras especies forestales de importancia comercial.

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.

N°	Indicador de otros impactos	Línea base del indicador ¹³	Impacto esperado dos años después del término de la propuesta ¹⁴
1	No aplica	No aplica	No aplica
2			
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	Nombre: Universidad de Talca	
Giro / Actividad	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	No aplica	
Usuario INDAP (sí / no)	no	
Dirección postal (calle, comuna, ciudad, provincia, región)		
Teléfono fijo		
Fax		
Teléfono celular		
Email		
Dirección Web		
Nombre completo representante legal	Álvaro Rojas.	
RUT del representante legal		
Profesión del representante legal	Ingeniero Agrónomo PhD.	
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	Compañía Agrícola y Forestal Rio Mataquito	
Giro / Actividad	Agrícola y Forestal	
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	
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	Claudio Vidal Mendoza	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Gerente Operaciones	
Firma representante legal		

Nombre completo o razón social	Compañía Agrícola y Forestal El Álamo	
Giro / Actividad	Explotación de bosques, silvícola, otros.	
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	
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	Jaime Venegas Norambuena	
RUT del representante legal		
Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la organización postulante	Gerente Forestal	
Firma representante legal		

Anexo 3.1. Ficha identificación coordinador principal.

Nombre completo	FRANCISCO ZAMUDIO ARANCIBIA
RUT	
Profesión	Ingeniero Forestal (PhD).
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Talca
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesor Titular Director Centro Tecnológico del Álamo
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Anexo 3.2. Ficha identificación coordinador alterno.

Nombre completo	Mauricio Lolas Caneo
RUT	
Profesión	Ingeniero Agrónomo PhD.
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Talca
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Profesor Titular
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Anexo 3.3. Ficha identificación del equipo técnico. Esta ficha debe ser llenada por cada uno de los demás profesionales del equipo técnico.

Nombre completo	Cristian Espinosa Ackerknecht
RUT	
Profesión	Ingeniero Forestal, Magister en Gestión Tecnológica
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Talca
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Encargado de gestión y transferencia tecnológica
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	



Nombre completo	Marco Aliro Yáñez Arce
RUT	
Profesión	Ingeniero Forestal PhD.
Nombre de la empresa/organización donde trabaja	Universidad de Talca
RUT de la empresa/organización donde trabaja	
Cargo que ocupa en la empresa/organización donde trabaja	Investigador Asociado, Profesor conferenciante
Dirección postal de la empresa/organización donde trabaja (calle, comuna, ciudad, provincia, región)	
Teléfono fijo	
Fax	
Teléfono celular	
Email	
Firma	

Anexo 4. Beneficiarios directos de la propuesta

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

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

