INFORME TECNICO FINAL

Cláusula de confidencialidad	NO
Nombre del proyecto	Programa de manejo integrado para minimizar los impactos de la nueva enfermedad causada por Sphaerulina musiva (Septoria musiva) en el patrimonio forestal de variedades de álamo en Chile
Código del proyecto	PYT-2018-0045
Nombre coordinador	FRANCISCO ZAMUDIO A. (PhD)
Firma coordinador	

Vinculo de acceso al informe

Informe_Final_FIA_PYT-2018-004

INSTRUCCIONES PARA COMPLETAR Y PRESENTAR EL INFORME

I. Todas las secciones del informe deben ser contestadas, utilizando caracteres tipo Arial, tamaño 11.

II. Sobre la información presentada en el informe

- Debe completar todas las secciones del documento según corresponda.
- Debe estar basada en la última versión del Plan Operativo aprobada por FIA.
- Debe ser resumida y precisa. Si bien no se establecen números de caracteres por sección, no debe incluirse información en exceso, sino solo aquella información que realmente aporte a lo que se solicita informar.
- Debe ser totalmente consiste en las distintas secciones y se deben evitar repeticiones entre ellas.
- Debe estar directamente vinculada a la información presentada en el informe financiero y ser totalmente consistente con ella.

III. Sobre los anexos adjuntos al informe

- Deben enumerar y nombrar los documentos adjuntados en la tabla de la sección 15 del informe.
- Deben incluir toda la información que complemente y/o respalde la información presentada en el informe, especialmente a nivel de los resultados alcanzados.
- Se deben incluir materiales de difusión, como diapositivas, publicaciones, manuales, folletos, fichas técnicas, entre otros.
- También se deben incluir cuadros, gráficos y fotografías, pero presentando una descripción y/o conclusiones de los elementos señalados, lo cual facilite la interpretación de la información.

IV. Sobre la presentación a FIA del informe

- La presentación de los informes técnicos se realizará mediante la entrega de 2 copias digitales idénticas y sus anexos, en la siguiente forma:

  a) Un documento “Informe Técnico Final”, en formato word.
  b) Un documento “Informe Técnico Final”, en formato pdf.
  c) Los anexos identificando el número y nombre, en formato que corresponda.

- La entrega de los documentos antes mencionados debe hacerse mediante correo electrónico dirigido al correo electrónico de la Oficina de Partes de FIA (oficina.partes@fia.cl). La fecha válida de ingreso corresponderá al día, mes y año en que es recepcionado el correo electrónico en Oficina de partes de FIA. Es responsabilidad del Ejecutor asegurarse que FIA haya recepcionado oportunamente los informes presentados.

- Para facilitar los procesos administrativos, se sugiere indicar en el "Asunto" del correo de envío: **"Presentación de Informe Técnico Final Proyecto Código PYT-XXXX-YYYY".**

- La fecha de presentación debe ser la establecida en la sección detalle administrativo del Plan Operativo del proyecto o en el contrato de ejecución respectivo.

- El retraso en la fecha de presentación del informe generará una multa por cada día hábil de atraso equivalente al 0,2% del último aporte cancelado.

CONTENIDO

1. ANTECEDENTES GENERALES 5
2. EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO 6
3. RESUMEN EJECUTIVO 7
4. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO 10
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE) 10
6. RESULTADOS ESPERADOS (RE) 11
7. CAMBIOS Y/O PROBLEMAS DEL PROYECTO **¡Error! Marcador no definido.**
8. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO 32
9. POTENCIAL IMPACTO 34
10. CAMBIOS EN EL ENTORNO 35
11. DIFUSIÓN 36
12. PRODUCTORES PARTICIPANTES 37
13. CONSIDERACIONES GENERALES 38
14. CONCLUSIONES 42
15. RECOMENDACIONES 44
16. ANEXOS 45
17. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 45

1. ANTECEDENTES GENERALES

Nombre ejecutor:	Universidad de Talca	
Nombre(s) asociado(s):	Agrícola y Forestal El Álamo (CAF El Álamo) Agrícola y Forestal Río Mataquito	
Fecha de Inicio iniciativa:	02 de mayo de 2018	
Fecha término iniciativa:	**7 de septiembre de 2022**	
Tipo de Informe:	FINAL	
Período a informar:	**desde**	Noviembre de 2021
	hasta	Septiembre de 2022

2. EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL PROYECTO

Costo total del proyecto	
Aporte total FIA	
Aporte Contraparte	Pecuniario
	No Pecuniario
	Total

Acumulados a la Fecha	
Aportes FIA del proyecto	
1. Aportes entregados	Primer aporte
	Segundo aporte
	Tercer aporte
	Cuarto aporte
	Quinto aporte
	Sexto aporte
	Septimo Aporte
	Octavo Aporte
2. Total de aportes FIA entregados (suma Nº1)	
3. Total de aportes FIA gastados	
4. Saldo real disponible (Nº2 – Nº3) de aportes FIA	
Aportes Contraparte del proyecto	
1. Aportes Contraparte programado	Pecuniario
	No Pecuniario
2. Total de aportes Contraparte gastados	Pecuniario
	No Pecuniario
3. Saldo real disponible (Nº1 – Nº2) de aportes Contraparte	Pecuniario
	No Pecuniario

3. RESUMEN EJECUTIVO

3.1 Resumen del período no informado

Informar de manera resumida las principales actividades realizadas y los principales resultados obtenidos durante el período comprendido entre el último informe técnico de avance y el informe final. Entregar valores cuantitativos y cualitativos.

En el periodo comprendido entre noviembre de 2021 y mayo de 2022 se realizaron las actividades resumidas a continuación:

1. Entre diciembre de 2021 y mayo de 2022 se realizaron los análisis estadísticos y genéticos que dieron como resultado la construcción del catálogo de variedades seleccionadas según el grado de susceptibilidad a Septoria musiva y su crecimiento. Este catálogo corresponde al resultado N° 2 del objetivo N° 1. El catálogo comprende 5 tablas. Cada tabla describe las variedades seleccionadas para edades y caracteres específicos, según los dos principales criterios de selección. El número de variedades seleccionadas varió desde 5 a 37, dependiendo del tipo de carácter seleccionado. El Apéndice N° 1 describe el catálogo.

2. El martes 24 de mayo de 2022 se realizó un seminario que unió dos resultados comprometidos: El resultado N° 10 (transversal a todos los objetivos), un curso de capacitación y el resultado N° 11 (transversal a todos los objetivos), un seminario informativo de los resultados obtenidos para el logro de los objetivos 2, 3 y4. De esta manera, se cumplió con diversos objetivos específicos a un “seminario de divulgación” y un “curso-taller”: (1) mostrar los principales resultados y conclusiones asociados a los objetivos 2, 3 y 4; (2) describir las principales métodos de control integrado de S.musiva en álamo sugeridos para Chile y (3) observar la experiencia de control y estudio de Septoria musiva desarrollada en Argentina.

3. El martes 6 de septiembre de 2022 se realizó el seminario de cierre del proyecto. Los objetivos específicos del seminario fueron: (1) Mostrar los principales resultados y conclusiones asociados específicamente al objetivo 1; (2) Resumir los resultados de los objetivos 2, 3 y 4 y (3) Comparar los resultados del proyecto con la situación en Europa y Norte América.

4. Los clones canadienses importados en el contexto del proyecto fueron mantenidos durante todo el período en el populetum “Las Bandurrias” en un predio de la empresa Forestal y Agrícola (CAF) “El Álamo”. El número total de variedades híbridas de álamo originarias de Canadá es de 18. Estas serán establecidas en ensayos clonales a partir de septiembre de 2022. Esta actividad está enmarcada dentro del objetivo N° 1.

5. Durante el periodo comprendido entre septiembre 2021 y abril 2022 se realizó el seguimiento a un ensayo establecido en un sector rodeado de álamos adultos infectados con Septoria musiva en dependencias de la Compañía Agrícola y Forestal CAF El Álamo. Este ensayo está asociado a los objetivos 1 y 2, fue establecido a fines de 2018 (ver Anexo N° 1 del informe N°3) e incluye 2004 variedades pertenecientes a 15 cruzamientos de 5 especies de álamos. Esta actividad está enmarcada dentro del objetivo N° 1.

3.2 Resumen del proyecto

Informar de manera resumida las principales actividades realizadas y los principales resultados obtenidos durante todo el período de ejecución del proyecto. Entregar valores cuantitativos y cualitativos.

Para alcanzar el **Objetivo 1**, se realizaron las siguientes actividades: (1) se evaluó anualmente un ensayo clonal, de 154 variedades de álamo de la Universidad de Talca, establecido en 2014, el cual comenzó a ser atacado por el patógeno en 2015; (2) se importo un set de 18 variedades de álamo desde Canadá, las cuales fueron seleccionadas como resistentes a S. musiva; (3) se estableció un ensayo de 2004 variedades de álamo de la Universidad de Talca en 2018, con el objeto de evaluar su susceptibilidad al patógeno; (4) se realizaron análisis estadísticos y genéticos de crecimiento en presencia del ataque de *S. musiva*.

Los principales **resultados del Objetivo 1** fueron: (1) un catálogo de variedades seleccionadas según su crecimiento y susceptibilidad al ataque del patógeno (compuesto de entre 5 y 37 variedades seleccionadas); (2) una escala que permite medir el grado de susceptibilidad de las variedades de álamo en Chile al ataque de *Septoria musiva* (su uso contribuyó a seleccionar las variedades del catálogo propuesto por el proyecto); (3) un ensayo de 2004 variedades de álamo de la Universidad de Talca que continuarán siendo evaluadas en los próximos años y (4) un set de variedades importadas desde Canadá para su ensayo en Chile. Los resultados (3) y (4) son una contribución del proyecto al continuo ensayo y selección de futuras variedades de álamo resistentes al ataque del hongo y de buen crecimiento.

Para alcanzar los **Objetivos 2, 3 y 4**, se realizaron las siguientes actividades: (1) se evaluó la presencia de inóculos del hongo en la hojarasca de plantaciones de álamo jóvenes (menos de 10 años de plantación); (2) se capturaron conidias del hongo mediante el uso de un caza esporas para evaluar su diseminación en el aire; (3) se evaluó la presencia de inóculos del hongo en los cancros observados en árboles atacados por el patógeno; (4) se evaluó la efectividad del uso de pastas fungicidas en el fuste de árboles atacados por el hongo; (5) se evaluaron diversos bio-controladores con capacidad de inhibir el desarrollo de *Septoria musiva* en condiciones *in-vitro*; se evaluaron diferentes productos químicos en condiciones de vivero para determinar el mejor tratamiento de fungicida, capaz de disminuir la incidencia del patógeno en viveros de propagación comercial de álamos.

Los principales **resultados de los Objetivos 2, 3 y 4** fueron: (1) un manual técnico con los métodos sugeridos para el control integrado al ataque de S. musiva en plantaciones de álamo en Chile y (2) un documento que describe el análisis de la factibilidad económica de diferentes estrategias de control químico de *S. musiva*. El manual incluye: (1) una estrategia para el control de inóculos del hongo en viveros y plantaciones y (2) una estrategia (con su respectiva metodología) para el control químico que lleve a disminuir la diseminación del hongo en plantaciones y viveros sanos.

Se realizó un primer seminario de divulgación de los resultados parciales del proyecto (octubre de 2021), un segundo seminario para divulgar los resultados finales asociados al cumplimiento de los objetivos N° 2, 3 y 4 (mayo de 2022) y un seminario de cierre del proyecto, en el cual se presentaron los resultados finales asociados al objetivo N° 1 y se realizó una síntesis final del proyecto (septiembre de 2022).

Se logró obtener una publicación científica en un Journal de corriente principal, en el cual se presentan resultados parciales del proyecto (publicado en junio de 2022).

4. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

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

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE)

5.1 Porcentaje de Avance

El porcentaje de avance de cada objetivo específico se calcula luego de determinar el grado de avance de los resultados asociados a éstos. El cumplimiento de un 100% de un objetivo específico se logra cuando el 100% de los resultados asociados son alcanzados.

Nº OE	Descripción del OE	% de avance al término del proyecto[1]
1	Aplicar una estrategia de selección temprana de variedades de álamos tolerantes a S. musiva.	**100.0 %**
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	**100.0 %**
3	Evaluar la eficacia de bio-controladores sobre el crecimiento in vitro de S. musiva.	**89.4 %**
4	Desarrollar un programa de control químico para disminuir la diseminación de S. musiva en plantaciones y viveros sanos.	**100.0 %**

[1] Para obtener el porcentaje de avance de cada Objetivo específico (OE) se promedian los porcentajes de avances de los resultados esperados ligados a cada objetivo específico para obtener el porcentaje de avance de éste último.

6. RESULTADOS ESPERADOS (RE)

Para cada resultado esperado debe completar la descripción del cumplimiento y la documentación de respaldo.

6.1 Cuantificación del avance de los RE al término del proyecto

El porcentaje de cumplimiento es el porcentaje de avance del resultado en relación con la línea base y la meta planteada. Se determina en función de los valores obtenidos en las mediciones realizadas para cada indicador de resultado.
El porcentaje de avance de un resultado no se define según el grado de avance que han tenido las actividades asociadas éste. Acorde a esta lógica, se puede realizar por completo una actividad sin lograr el resultado esperado que fue especificado en el Plan Operativo. En otros casos se puede estar en la mitad de la actividad y ya haber logrado el 100% del resultado esperado.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado[1] (RE)	Indicador de Resultados (IR)					Fecha alcance meta real[7]	% de cumplimiento
			Nombre del indicador[2]	Fórmula de cálculo[3]	Línea base[4]	Meta del indicador[5] (situación final)	Fecha alcance meta programada[6]		
1	1	Documento técnico para determinar el grado de susceptibilidad en variedades de álamo.	Escala de medición de la susceptibilidad de álamo a S.musiva	Escala de medición de la susceptibilidad de álamo a S.musiva.	1 (documento entregado)	1 (documento entregado)	12/2019	08/2019	100 %

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Escala que permite medir el grado de susceptibilidad de *Septoria musiva* en las variedades de álamo. Su uso contribuye a seleccionar variedades según su resistencia o tolerancia al patógeno.

La escala de susceptibilidad utilizada en los años 3 y 4 (2017 y 2018, respectivamente) fue modificada, en función de los análisis estadísticos realizados con los datos de crecimiento (diámetro del árbol y altura) de esas edades. Esta nueva escala (una propuesta como resultado del proyecto) describe de mejor manera la incidencia y severidad del ataque del patógeno. Esta nueva escala fue evaluada en las mediciones realizadas en los períodos de crecimiento 5 y 6 (2019 y comienzos de 2021).

[1] Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.
[2] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[3] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[4] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[5] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[6] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.
[7] Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra) Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.
El Anexo N° 1 del informe N° 7, de noviembre de 2021 entregó el diseño gráfico del tríptico que describe la propuesta de determinación del grado de susceptibilidad en variedades de álamo al ataque de Septoria musiva. El Anexo N° 8 del presente informe final nuevamente incluye el diseño gráfico del tríptico.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado[12] (RE)	Indicador de Resultados (IR)						% de cumplimiento
			Nombre del indicador[3]	Fórmula de cálculo[4]	Línea base[5]	Meta del indicador[6] (situación final)	Fecha alcance meta programada[7]	Fecha alcance meta real[8]	
1	2	Catálogo de variedades con menor susceptibilidad a S.musiva	Ranking de susceptibilidad a *S. musiva* de variedades de álamo ensayadas	Ranking de susceptibilidad a *S. musiva* de variedades de álamo ensayadas	2 variedades preseleccionadas	20 variedades	04/2022	04/2022	100 %

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

El catálogo de variedades seleccionadas consiste en una serie de tablas que describen las diversas variedades que fueron seleccionadas y los criterios con los cuales estas fueron seleccionadas.

Los dos principales criterios de selección fueron:

(1) La mejor predicción lineal insesgada del valor de cada variedad o, también denominada, BLUP (Best Linear Unbiased Prediction). Esta predicción se realiza mediante un tipo complejo de regresión lineal (por eso se denomina predicción lineal). La variable que se predice corresponde al valor clonal de cada variedad. El valor clonal es un promedio de cada variedad (clonada en los ensayos de selección) ajustado (corregido) por la diversidad de factores que afectan el desarrollo de cada una de ellas. En nuestro caso, esos "factores" fueron (a) la presencia o nivel de ataque del hongo *Septoria musiva* y (b) los múltiples factores microambientales que rodearon a cada variedad durante el año en que se realizó la predicción de su BLUP.

(2) El grado superior de inmunidad de cada variedad. Este valor de inmunidad corresponde al porcentaje de árboles de cada variedad que mostraron un nivel de ataque del patógeno igual a cero. Para ser considerado como de "grado superior", la variedad debió mostrar un porcentaje igual o superior al 80% de inmunidad. Debido a que cada variedad fue clonada, cada "árbol" dentro de cada clon corresponde a lo que se denomina un "rameto" o "vara". El mínimo porcentaje de inmunidad para ser incluido en esta lista fue fijado en 80% de las varas, por clon, con nivel de ataque cero o nulo.

[2] Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.
[3] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[4] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[5] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[6] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[7] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.
[8] Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

El Anexo N° 1 describe las tablas que conforman el mencionado catálogo. Una breve descripción de las tablas incluidas en el Anexo N° 1 es la siguiente:

Tabla 1: Variedades de álamo seleccionadas a partir de datos obtenidos a la edad de plantación 3 (2017), según la mejor predicción lineal insesgada del valor de cada variedad (BLUP del valor clonal) y el grado de inmunidad al ataque de Septoria musiva (nivel de ataque cero). La selección se realizó el año 2019, para diámetro y altura, y el año 2022, para el volumen del fuste. En total, se seleccionaron 8 variedades.

Tabla 2: Variedades de álamo seleccionadas a partir de datos obtenidos a la edad de plantación 4 (2018), según la mejor predicción lineal insesgada del valor de cada variedad (BLUP del valor clonal) y el grado de inmunidad al ataque de Septoria musiva (nivel de ataque cero). La selección se realizó el año 2019, para diámetro y altura, y el año 2022, para el volumen del fuste. En total, se seleccionaron 10 variedades.

Tabla 3: Variedades de álamo seleccionadas a partir de datos obtenidos a la edad de plantación 5 (2019), según la mejor predicción lineal insesgada del valor de cada variedad (BLUP del valor clonal) y el grado de inmunidad al ataque de Septoria musiva (nivel de ataque cero). La selección se realizó el año 2019, para diámetro y altura, y el año 2022, para el volumen del fuste. En total, se seleccionaron 5 variedades.

Tabla 4: Variedades de álamo seleccionadas según el volumen del fuste, a partir de datos obtenidos a la edad de plantación 6,5 (2021). Nuevamente, la selección se realizó según la mejor predicción lineal insesgada del valor de cada variedad (BLUP del valor clonal) y el grado de inmunidad al ataque de Septoria musiva (nivel de ataque cero). La selección se realizó el año 2022. En total, se seleccionaron 7 variedades.

Tabla 5: Selección de variedades de álamo basada en la inmunidad al ataque de Septoria musiva (nivel de ataque cero). La selección se realizó los años 2019 y revisada nuevamente el año 2022. En total, se seleccionaron 37 variedades.

La meta del indicador se fijó en 20 variedades seleccionadas. El número de variedades finalmente seleccionadas al término del proyecto depende de uno de los dos criterios de selección y la edad de selección. Si tomamos como referencia el año 2022 y el volumen al año 6,5, como principal carácter seleccionado, observamos que se obtuvieron 7 variedades de las 20 buscadas como meta. Esto significa un porcentaje de logro de 35%

$$\frac{número\ de\ variedades\ seleccionadas}{número\ de\ variedades\ \ "objetivo"} = \frac{7}{20} = 35\%$$

Por otra parte, si tomamos como referencia el nivel de inmunidad al ataque del patógeno, y considerando simultáneamente los 4 años de avaluaciones sucesivas, se alcanzó una selección de 37 variedades. Esto significa un porcentaje de logro de 185%

$$\frac{número\ de\ variedades\ seleccionadas}{número\ de\ variedades\ \ "objetivo"} = \frac{37}{20} = 185\%$$

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra)
Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.

El apéndice N° 1 muestra y describe las tablas que conforman el catálogo de variedades seleccionadas luego de aplicar la estrategia de selección mencionada como objetivo N° 1.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado[1] (RE)	Indicador de Resultados (IR)						% de cumplimiento
			Nombre del indicador[2]	Fórmula de cálculo[3]	Línea base[4]	Meta del indicador[5] (situación final)	Fecha alcance meta programada[6]	Fecha alcance meta real[7]	
1, 2, 3, 4	3	Transferir conocimiento de los resultados generados	Originalmente: día de campo.	Webinar	0	1	04/2022	09/2022	100 %

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Originalmente, esta actividad fue diseñada o programada como un “día de campo”, en el cual se mostrarían los principales resultados asociados al objetivo N° 1. En esa actividad de campo se observaría algunos de las variedades seleccionadas por el proyecto. Debido a las condiciones de pandemia, derivadas de la presencia de COVID 19 en nuestro país, esta actividad fue rediseñada como un seminario “on-line” (webinar).

Este seminario o “webinar” correspondió al seminario (evento) de cierre del proyecto. Dos razones justificaron este cambio:

1). Puesto que la generación del catálogo de variedades fue el último resultado programado, en este webinar se explicó el origen del catálogo y se describieron las variedades seleccionadas.

2) En la descripción de los resultados N° 10 y 11, entregados abajo, se menciona que los principales resultados y conclusiones relacionados con los objetivos 2, 3 y 4 fueron descritos en el seminario (webinar) realizado en abril de 2022.

Por lo tanto, los objetivos del seminario de cierre fueron:

1) Mostrar los principales resultados y conclusiones asociados al objetivo 1.

2) Resumir los resultados de los objetivos 2, 3 y 4.

3) Comparar los resultados del proyecto con la situación en Europa y Norte América.

[1] Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.
[2] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[3] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[4] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[5] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[6] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.
[7] Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra) Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto.
En el Anexo N° 4 se entrega el diseño gráfico de la invitación a este seminario de cierre. También se incluyen las presentaciones ofrecidas en este evento.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado[1] (RE)	Indicador de Resultados (IR)						% de cumplimiento
			Nombre del indicador[2]	Fórmula de cálculo[3]	Línea base[4]	Meta del indicador[5] (situación final)	Fecha alcance meta programada[6]	Fecha alcance meta real[7]	
2, 3, 4	4	Estrategia de control de inóculos S.musiva en vivero y plantaciones	Documento impreso y digital	Un documento impreso	1	1	04/2021	11/2021	100 %

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Este resultado fue informado en noviembre de 2021. Consiste en un documento que describe la estrategia sugerida para el control de fuentes de inóculos de *Septoria musiva* en plantaciones y viveros de álamos.

La estrategia incluye los métodos sugeridos para realizar el control, de manera que la tasa de propagación del patógeno sea mínima e, idealmente, sea eliminadas.

El control de fuentes de inóculos de patógenos en bosques ya establecidos y viveros es una de las prácticas esenciales y más recomendadas por patólogos de plantas y árboles.

La "meta estratégica" es minimizar y, eventualmente, eliminar el ataque del hongo en los arboles que ya han sido establecidos en plantaciones. De esta manera, deseamos circunscribir el ataque a un área restringida y evitar que el o los patógenos sigan expandiéndose dentro de un patrimonio forestal. Mientras tanto, las nuevas variedades ya seleccionadas por su mayor grado de resistencia pueden ser multiplicadas y, posteriormente, establecidas en futuras plantaciones.

En los métodos incluidos en esta estrategia están involucradas todas las actividades del objetivo específico Nº2: Evaluación de inóculos en hojarascas; Captura de conidios con caza esporas; Evaluación de inóculos en cancros, y Evaluación de efectividad de pasta fungicidas.

[1] Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.
[2] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[3] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[4] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[5] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[6] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.
[7] Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra) Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto
El Anexo N° 3 del informe de noviembre, 2021, incluyó el diseño gráfico y estrategia de control dentro de un Manual de Manejo Integrado de *Septoria musiva.* El anexo N° 3 de este informe final nuevamente muestra el diseño gráfico del manual de control integrado.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado[1] (RE)	Indicador de Resultados (IR)						% de cumplimiento
			Nombre del indicador[2]	Fórmula de cálculo[3]	Línea base[4]	Meta del indicador[5] (situación final)	Fecha alcance meta programada[6]	Fecha alcance meta real[7]	
1, 2, 3, 4	5	Transferir conocimiento de los resultados generados	Originalmente: día de campo	Taller Webinar	0	1	12/2019	10/2021	100 %

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Al igual que el resultado N° 3, originalmente, esta actividad fue diseñada o programada como un "día de campo", en el cual se mostrarían los resultados parciales obtenidos hasta la fecha del evento y asociados a los objetivos N° 1, 2, 3 y 4.

La fecha de realización fue pospuesta inicialmente para inicios de 2020, pero, debido a las condiciones de pandemia, derivadas de la presencia de COVID 19 en nuestro país, esta actividad fue rediseñada como un seminario "on-line" (webinar) y realizada el jueves 14 de octubre de 2021.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra)
Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto

El Anexo N° 4 del informe de noviembre de 2021 entregó detalles sobre el seminario "on line" (webinar) realizado el jueves 14 de octubre de 2021.

El Anexo N° 6 de este informe final adjunta nuevamente el diseño gráfico de la invitación a ese webinar.

[1] Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.
[2] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[3] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[4] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[5] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[6] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.
[7] Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado[1] (RE)	Indicador de Resultados (IR)						% de cumplimiento
			Nombre del indicador[2]	Fórmula de cálculo[3]	Línea base[4]	Meta del indicador[5] (situación final)	Fecha alcance meta programada[6]	Fecha alcance meta real[7]	
3	6	Biocontroladores efectivos para el control de S.musiva	Porcentaje de inhibición del crecimiento de *S. musiva in vitro*	Porcentaje de inhibición del crecimiento de *S. musiva in vitro*	0	90	12/2020	10/2020	26 %

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Este resultado se obtuvo mediante ensayos en laboratorio (*in vitro*) de varias cepas de biocontroladores. El objetivo fue seleccionar aquel o aquellos biocontroladores capaces de inhibir significativamente el desarrollo del patógeno (*S. musiva*).

Los biocontroladores estudiados en los ensayos sólo lograron inhibir un 23,7% del crecimiento del patógeno incubado por 15 días previamente al enfrentamiento y un 18,8% para el de 30 días. Estos valores son insuficientes para concluir que existió un efecto promisorio de inhibición que permitiría seleccionar alguno de ellos para ser escalado a una etapa in situ.

Por lo tanto, el porcentaje de avance se estimó como: (23,7 / 90) = 26 %

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra)
Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto

El Anexo N° 3 del Informe N° 3 y el Anexo N° 3 del Informe N° 4 entregaron detalles de los resultados obtenidos en los ensayos con biocontroladores.Resultados finales fueron entregados en el Anexo N° 3 del Informe N° 5.

[1] Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.
[2] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[3] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[4] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[5] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[6] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.
[7] Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado[1] (RE)	Indicador de Resultados (IR)						% de cumplimiento
			Nombre del indicador[2]	Fórmula de cálculo[3]	Línea base[4]	Meta del indicador[5] (situación final)	Fecha alcance meta programada[6]	Fecha alcance meta real[7]	
4	7	Estrategia de control químico para S.musiva en álamo.	Porcentaje de disminución de incidencia	Porcentaje de disminución de incidencia	0	90	12/2020	04/2021	De 66,7% a 110%

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Este resultado consistió en un documento con las metodologías de control químico para disminuir la diseminación de *Septoria musiva* en plantaciones y viveros sanos.

La meta del indicador fue fijada en un 90 % de disminución en la incidencia. Previo al inicio del proyecto, la incidencia fue considerada como del 100%. Se esperó disminuirla a no más del 10%; es decir una disminución del 90%.

Se realizaron dos evaluaciones anuales en vivero y plantaciones y los resultados fueron comparados. En plantaciones juveniles de un año, la primera evaluación de control químico permitió disminuir la incidencia hasta un 1,8 %. Este fue el mejor resultado observado. Mientras que, en condiciones de vivero, en una segunda evaluación, el control químico solo logró disminuir la incidencia del patógeno hasta un 40%. Este fue el peor resultado observado. Por lo tanto, el porcentaje de logro asociado al resultado fue entre 66,7% y 110%, en comparación con la meta del indicador.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra)
Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto

Los detalles las dos evaluaciones realizadas para obtener este resultado fueron entregados en las páginas 17 y 18 del ANEXO N°4, incluido en el informe N° 6.

[1] Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.
[2] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[3] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[4] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[5] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[6] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.
[7] Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado[1] (RE)	Indicador de Resultados (IR)						% de cumplimiento
			Nombre del indicador[2]	Fórmula de cálculo[3]	Línea base[4]	Meta del indicador[5] (situación final)	Fecha alcance meta programada[6]	Fecha alcance meta real[7]	
4	8	Análisis de factibilidad económica de las estrategias de control químico	Documento impreso y digital	Documento digital	0	1	12/2020	04/2021	100%

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.
Este resultado consistió en un documento con el con análisis de la factibilidad económico de las estrategias de control químicos en plantaciones y viveros de álamo.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra) Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto
El análisis detallado de la factibilidad económica se entregó en el Anexo N° 5 del informe de noviembre de 2021 (Informe N° 7).

[1] Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.
[2] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[3] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[4] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[5] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[6] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.
[7] Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado[1] (RE)	Indicador de Resultados (IR)						% de cumplimiento
			Nombre del indicador[2]	Fórmula de cálculo[3]	Línea base[4]	Meta del indicador[5] (situación final)	Fecha alcance meta programada[6]	Fecha alcance meta real[7]	
2, 3, 4	9	Manual técnico "métodos de control integrado de *S.musiva* en álamo en Chile"	Manual impreso y digital	Manual digital	0	1	12/2020	05/2021	100%

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Este resultado consistió en un documento técnico que recopila todas las medidas de control de *Septoria musiva*, estudiadas y validadas por el proyecto.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra)
Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto

El diseño gráfico y el Manual de Métodos de Control Integrado fueron incluidos en el Anexo N° 3 del informe de noviembre de 2021 (Informe N° 7).

Aquí, nuevamente se entrega el diseño gráfico del manual en el Anexo N° 5.

[1] Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.
[2] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[3] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[4] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[5] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[6] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.
[7] Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado[1] (RE)	Indicador de Resultados (IR)						% de cumplimiento
			Nombre del indicador[2]	Fórmula de cálculo[3]	Línea base[4]	Meta del indicador[5] (situación final)	Fecha alcance meta programada[6]	Fecha alcance meta real[7]	
1, 2, 3, 4	10	Curso de capacitación sobre métodos de control integrado de S.musiva en álamo en Chile	Curso	Nº de cursos realizados	0	1	11/2020	05/2022	100%

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Originalmente, esta actividad fue planificada para ser desarrollada en sala de clases virtual (mediante ZOOM u otro software de videoconferencia) con el objetivo de capacitar sobre métodos de control integrado de Septoria musiva.

Finalmente, esta actividad fue combinada con el seminario descrito en el resultado N° 11 en un solo evento.

El seminario que combina los resultados 10 y 11 se realizó el día 24 de mayo de 2022.

Más detalles de este cambio se mencionan en el punto 6.2

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra)
Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto

El diseño gráfico de la invitación al evento finalmente realizado se entrega en el Anexo N° 6.

[1] Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.
[2] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[3] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[4] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[5] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[6] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.
[7] Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado[1] (RE)	Indicador de Resultados (IR)						% de cumplimiento
			Nombre del indicador[2]	Fórmula de cálculo[3]	Línea base[4]	Meta del indicador[5] (situación final)	Fecha alcance meta programada[6]	Fecha alcance meta real[7]	
1, 2, 3, 4	11	Seminario	Seminario	Nº de seminario realizados	0	1	12/2020	05/2022	100%

Descripción y justificación del cumplimiento de los resultados del proyecto.

Esta actividad fue combinada con la actividad del resultado N° 10, en un solo evento de divulgación. En este seminario tuvo tres objetivos:

(1) Mostrar los principales resultados y conclusiones asociados a los objetivos 2, 3 y 4.
(2) Describir las principales métodos de control integrado de S.musiva en álamo sugeridos para Chile y
(3) Observar la experiencia de control y estudio de *Septoria musiva* desarrollada en Argentina.

El seminario se realizó el día 24 de mayo de 2022.

Documentación de respaldo (indique en que nº de anexo se encuentra)
Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, material gráfico, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones y recomendaciones relevantes del desarrollo del proyecto

El diseño gráfico de la invitación al evento finalmente realizado se entrega en el Anexo N° 6.

[1] Resultado Esperado (RE): corresponde al mismo nombre del Resultado Esperado indicado en el Plan Operativo.
[2] Nombre del indicador: corresponde al mismo nombre del indicador del Resultado Esperado descrito en el Plan Operativo.
[3] Fórmula de cálculo: corresponde a la manera en que se calculan las variables de medición para obtener el valor del resultado del indicador.
[4] Línea base: corresponde al valor que tiene el indicador al inicio del proyecto.
[5] Meta del indicador (situación final): es el valor establecido como meta en el Plan Operativo.
[6] Fecha alcance meta programada: es la fecha de cumplimiento de la meta indicada en el Plan Operativo.
[7] Fecha alcance meta real: es la fecha real de cumplimiento al 100% de la meta. Si la meta no es alcanzada, no hay fecha de cumplimiento.

6.2 Análisis de brecha.

Cuando corresponda, justificar las discrepancias entre los resultados programados y los obtenidos.

A continuación, se describen las principales discrepancias entre los resultados programados y los obtenidos.

Situación del resultado esperado N° 6

Las actividades asociadas a este resultado tomaron más tiempo en desarrollarse debido a que el aislamiento e identificación molecular de distintas cepas de *S. musiva* tomó más tiempo del planificado.

El patógeno *S. musiva* presenta un crecimiento *in vitro* muy lento y debido a que sucede lo opuesto con los aislados de los biocontroladores ensayados (*Trichoderma* y *Clonostachys*), se dejó que creciera en períodos de 15 y 30 días sin enfrentarse al antagonista. De esta forma, se permitió que el patógeno de estableciera y luego creciera libre de interferencias. Una vez cumplido ese tiempo de incubación, los aislados de *S. musiva* fueron enfrentados a los aislados biocontroladores. Es así como el conjunto de biocontroladores estudiados sólo logró inhibir un 23,7% del crecimiento del patógeno incubado por 15 días previamente al enfrentamiento y un 18,8% para el de 30 días. Estos valores son insuficientes para concluir que existió un efecto promisorio de inhibición que permitiría seleccionar alguno de ellos para ser escalado a una etapa *in situ*, en donde plantas de álamo son protegidas por este biocontrolador y posteriormente desafiadas con inoculaciones artificiales o naturales del hongo *S. musiva* causante de cancros en álamo, motivo de este estudio. El uso potencial de microorganismos antagonistas a *S. musiva* merece seguir siendo estudiado, de manera de complementar las estrategias de manejo fitosanitario de esta severa enfermedad en los álamos.

Situación del resultado esperado N° 7

El estudio de aplicaciones de fungicidas en vivero y plantaciones fue repetido en dos temporadas. En una primera temporada de evaluación de ensayos de control químico en plantaciones juveniles se evidenció un bajo ataque de Septoria musiva, tanto en hojas como fustes. Por lo anterior no fue posible realizar una adecuada evaluación del control químico en plantaciones.

La meta del indicador fue fijada en un 90 % de disminución en la incidencia. Previo al inicio del proyecto, la incidencia fue considerada como del 100%. Por lo tanto, se esperó disminuir esta a no más del 10%; es decir una disminución esperada del 90%.

En una primera evaluación en hojas y condiciones de vivero, el mejor tratamiento de fungicida (denominado LUNA) logró disminuir la incidencia a un 8%. Esto significa una disminución del 92%, respecto a la meta. En una segunda evaluación, este fungicida (LUNA) obtuvo solo un 40% de incidencia; es decir una disminución de solo 50% respecto a la meta. En el caso de varas de álamo, el fungicida LUNA fue capaz de disminuir la incidencia en un rango promedio de 4% y 11%. Es decir, en un 86% y un

79% respecto a la meta.

En plantaciones juveniles de un año, el fungicida LUNA fue capaz de disminuir el porcentaje de incidencia a valores entre 1,8% y 4%. Esto significa, una disminución de 98,2% y 96%, en comparación con la meta del indicador.

Por lo tanto:

El porcentaje de logro alcanzado por el resultado en el "***mejor escenario***" fue de

$$\frac{porcentaje\ de\ disminución\ observado}{porcentaje\ de\ disminucion\ "objetivo"} = \frac{100\% - 1.8\%}{90\%} = \frac{98.2\%}{90\%} = 110\%$$

Mientras que el porcentaje de logro alcanzado por el resultado en el "***peor escenario***" fue de

$$\frac{porcentaje\ de\ disminución\ observado}{porcentaje\ de\ disminucion\ "objetivo"} = \frac{100\% - 40\%}{90\%} = \frac{60\%}{90\%} = 66,7\%$$

Situación del resultado esperado N° 2

La meta del indicador se fijó en 20 variedades seleccionadas. El número de variedades finalmente seleccionadas al término del proyecto depende del tipo de criterio utilizado para realizar la selección y la edad en que se realizó la selección. Estos fueron:

(1). El valor promedio del efecto de cada variedad, corregido por la presencia o efecto del patógeno y los efectos del ambiente, estimado según la técnica BLUP (mejor predicción linear insesgada). Este valor promedio se calculó para diámetro, altura y volumen.

(2) El grado superior de inmunidad de cada variedad. Este valor de inmunidad corresponde al porcentaje de árboles de cada variedad que mostraron un nivel de ataque del patógeno igual a cero. Para ser considerado como de "grado superior", la variedad debió mostrar un porcentaje igual o superior al 80% de inmunidad. Debido a que cada variedad fue clonada, cada "árbol" dentro de cada clon corresponde a lo que se denomina un "rameto" o "vara". El mínimo porcentaje de inmunidad para ser incluido en esta lista fue fijado en 80% de las varas, por clon, con nivel de ataque cero o nulo.

Si tomamos como referencia el año 2022 y el volumen al año 6,5, como principal carácter seleccionado, observamos que se obtuvieron 7 variedades de las 20 buscadas como meta. Esto significa un porcentaje de logro de 35%

$$\frac{número\ de\ variedades\ seleccionadas}{número\ de\ variedades\ \ "objetivo"} = \frac{7}{20} = 35\%$$

Por otra parte, si tomamos como referencia el nivel de inmunidad al ataque del patógeno, y considerando simultáneamente los 4 años de avaluaciones sucesivas, se alcanzó una selección de 37 variedades. Esto significa un porcentaje de logro de 185%

$$\frac{número\ de\ variedades\ seleccionadas}{número\ de\ variedades\ \ "objetivo"} = \frac{37}{20} = 185\%$$

7. CAMBIOS Y/O PROBLEMAS DEL PROYECTO

Especificar los cambios y/o problemas enfrentados durante el desarrollo del proyecto. Se debe considerar aspectos como: conformación del equipo técnico, problemas metodológicos, adaptaciones y/o modificaciones de actividades, cambios de resultados, gestión y administrativos.

Describir cambios y/o problemas	Consecuencias (positivas o negativas), para el cumplimiento del objetivo general y/o específicos	Ajustes realizados al proyecto para abordar los cambios y/o problemas
En mayo de 2019 se reportó un retraso en la importación de variedades de álamo desde Canadá.	No tuvo consecuencias en el plan de trabajo. El origen del atraso se debió a las dificultades técnicas en la propagación en vitro realizada en Canadá	Las variedades canadienses debieron arribar a Chile en diciembre de 2018. Finalmente, arribaron en febrero de 2019 (Anexo N°1 del informe N°3)
En mayo de 2020 se modificó la descripción de los hitos del proyecto. hito Nº3, "Establecimiento de un ensayo clonal con variedades canadienses".	El atraso de la importación de las variedades de álamos introducidas desde Canadá generó un atraso en el desarrollo del material para el establecimiento del ensayo de campo, inicialmente programado para septiembre de 2019.	El ensayo se estableció en septiembre de 2021. Ver Anexo N° 2 del Informe N° 7, de noviembre de 2021
No realización de día de campo	Como resultado Nº3, del plan de trabajo original, estaba comprometido un día de campo para el 12/2019. Inicialmente, se suspendió por los temas de movimientos sociales, reprogramándose para principios de marzo de 2020. La actividad ha sido nuevamente suspendida debido a la situación sanitaria ocasionada por COVID-19.	El día de campo fue cambiado al seminario de cierre del proyecto, el cual se realizó el martes 6 de septiembre de 2022.
Bajo ataque de de Septoria en fuste de plantaciones juveniles	Este año se presentó un bajo ataque de Septoria en plantaciones juveniles, tanto en hojas como fuste. Por lo anterior no fue posible realizar una adecuada evaluación del control químico en plantaciones. Ver Anexo Nº4 del informe de noviembre de 2019	Se realizaron nuevas evaluaciones en 2020, las cuales fueron reportadas en los anexo N° 4 del Informe 5 Ver páginas 17 y 18 del ANEXO N°4 del Informe N° 6. El logro del resultado N° 7 del objetivo N° 4, asociados a esta evaluación doblemente realizadas fue reportado en el informe N° 7 de noviembre 2021.

Describir cambios y/o problemas	Consecuencias (positivas o negativas), para el cumplimiento del objetivo general y/o específicos	Ajustes realizados al proyecto para abordar los cambios y/o problemas
La última medición del principal ensayo de variedades no se realizó entre noviembre y diciembre de 2020. Las condiciones de pandemia derivada del ataque de COVID-19 realizadas en la zona de Parral-Retiro en 2020	Esto provocó un atraso en la sexta y última medición del ensayo de variedades (fundo “La Viña”)	La sexta y última medición del principal ensayo de variedades adscrito al proyecto se realizó en marzo de 2021, a la edad 6,5.
El resultado N° 5, del objetivo N° 2 consistía inicialmente en un día de campo. Fue inicialmente pospuesto para inicios de 2020. Luego, debido al COVID19, fue cambiado a un webinar.	El atraso y posterior cambio de un día de campo a un webinar no produjo alteraciones finales en el logro del objetivo, el cual fue “transferir conocimientos de los resultados generados por el proyecto”	El webinar fue finalmente realizado el día 14 de octubre de 2021 y fue reportado en el Anexo N° 4 del informe N° 7 de noviembre de 2021.
Las condiciones de aislamiento regional en 2021, debido a la pandemia de COVID19, continuaron afectando el deslazamiento de personas en la Región del Maule y la Universidad, aunque en menor grado que en 2020	Las actividades asociadas al resultado 10 (curso de capacitación sobre métodos de control integrado de S. musiva en álamo en Chile) y al resultado N° 11 (seminario webinar para mostrar los avances y resultados del proyecto) estaban agendadas para junio de 2021. Posteriormente, ambas fueron aplazadas para diciembre de 2021.	Finalmente, las actividades de ambos resultados fueron fusionadas en un solo evento, un seminario “on-line”, el cual fue finalmente realizado el martes 24 de mayo de 2022.

8. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO

8.1 Actividades programadas en el plan operativo y realizadas durante el período de ejecución para la obtención de los objetivos.

En el periodo comprendido entre noviembre de 2021 y mayo de 2022 se realizaron las actividades resumidas a continuación:

1. Entre diciembre de 2021 y mayo de 2022 se realizaron los análisis estadísticos y genéticos que dieron como resultado la construcción del catálogo de variedades seleccionadas según el grado de susceptibilidad a *Septoria musiva* y su crecimiento. Este catálogo corresponde al resultado N° 2 del objetivo N° 1. El catálogo comprende 5 tablas. Cada tabla describe las variedades seleccionadas para edades y caracteres específicos, según los dos principales criterios de selección. El número de variedades seleccionadas varió desde 5 a 37, dependiendo del tipo de carácter seleccionado. El Apéndice N° 1 describe el catálogo.

2. El martes 24 de mayo de 2022 se realizó un seminario que unió dos resultados comprometidos: El resultado N° 10 (transversal a todos los objetivos), un curso de capacitación y el resultado N° 11 (transversal a todos los objetivos), un seminario informativo de los resultados obtenidos para el logro de los objetivos 2, 3 y4. De esta manera, se cumplió con diversos objetivos específicos a un "seminario de divulgación" y un "curso-taller": (1) mostrar los principales resultados y conclusiones asociados a los objetivos 2, 3 y 4; (2) describir las principales métodos de control integrado de S.musiva en álamo sugeridos para Chile y (3) observar la experiencia de control y estudio de Septoria musiva desarrollada en Argentina.

3. El martes 6 de septiembre de 2022 se realizó el seminario de cierre del proyecto. Los objetivos específicos del seminario fueron: (1) Mostrar los principales resultados y conclusiones asociados específicamente al objetivo 1; (2) Resumir los resultados de los objetivos 2, 3 y 4 y (3) Comparar los resultados del proyecto con la situación en Europa y Norte América.

4. Los clones canadienses importados en el contexto del proyecto fueron mantenidos durante todo el período en el populetum "Las Bandurrias" en un predio de la empresa Forestal y Agrícola (CAF) "El Álamo". El número total de variedades híbridas de álamo originarias de Canadá es de 18. Estas serán establecidas en ensayos clonales a partir de septiembre de 2022. Esta actividad está enmarcada dentro del objetivo N° 1.

5. Durante el periodo comprendido entre septiembre 2021 y abril 2022 se realizó el seguimiento a un ensayo establecido en un sector rodeado de álamos adultos infectados con *Septoria musiva* en dependencias de la Compañía Agrícola y Forestal CAF El Álamo. Este ensayo está asociado a los objetivos 1 y 2, fue establecido a fines de 2018 (ver Anexo N° 1 del informe N°3) e incluye 2004 variedades pertenecientes a 15 cruzamientos de 5 especies de álamos. Esta actividad está enmarcada dentro del objetivo N° 1.

8.2 Actividades programadas y no realizadas durante el período de ejecución para la obtención de los objetivos.

No aplica

8.3 Analizar las brechas entre las actividades programadas y realizadas durante el período de ejecución del proyecto.

No hay brechas en el período informado

9. POTENCIAL IMPACTO

9.1 Resultados intermedios y finales del proyecto.

Descripción y cuantificación de los resultados obtenidos al final del proyecto, y estimación de lograr otros en el futuro, comparación con los esperados, y razones que explican las discrepancias; ventas y/o anuales ($), nivel de empleo anual (JH), número de productores o unidades de negocio que pueden haberse replicado y generación de nuevas ventas y/o servicios; nuevos empleos generados por efecto del proyecto, nuevas capacidades o competencias científicas, técnicas y profesionales generadas.

Por tratarse de proyecto del área silvícola, plantaciones forestales con rotaciones sobre 10 años, los impactos del proyecto se verán en un mediano plazo, entres 4 a 5 años, cuando se puedan verificar los efectos del control Septoria musiva, en el desarrollo de las plantaciones actuales y futuras de variedades de álamos. El proyecto tuvo como foco generar información técnica sobre medidas de control de Septoria musiva, lo que permitirá reducir las pérdidas por daños que se produzcan en plantaciones actuales y futuras, 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 económicos sin incrementar significativamente los costos por el control del hongo.

Respecto a futuros propietarios o empresas que deseen establecer nuevas plantaciones con variedades de álamos dispondrán de información sobre cuales variedades de álamos son más tolerantes a *Septoria musiva*, permitiéndoles 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.

10. CAMBIOS EN EL ENTORNO

Indique si existieron cambios en el entorno que afectaron la ejecución del proyecto en los ámbitos tecnológico, de mercado, normativo y otros, y las medidas tomadas para enfrentar cada uno de ellos.

La pandemia derivada del ataque de COVID-19 generó un atraso en la recolección de datos de los ensayos del proyecto. Esto debió haber sido hecho entre noviembre y diciembre de 2020; sin embargo, se pudo realizar en marzo de 2021. También generó atrasos de algunos meses en las actividades de divulgación (días de campo, webinar, taller). Algunos de ellos debían realizarse entre diciembre de 2020 y mayo de 2021. En general, la pandemia sólo generó retrasos en las actividades operacionales y de difusión, las cuales, se pudieron reagendar y ejecutar.

El día jueves 28 de enero de 2020, la Secretaria General de la Universidad de Talca envió una carta al Vicerrector de Innovación y Transferencia Tecnológica comunicándole lo resuelto por la Junta Directiva de la Universidad de Talca en una reunión realizada pocos días antes. En dicha carta se comunica al vicerrector el inmediato cierre de los tres centros tecnológicos que dependían de la Facultad de Ciencias Forestales de dicha Universidad. Uno de esos centros era el Centro Tecnológico del Álamo (CTA).

El cierre del CTA fue un evento más de una serie de acciones que la Universidad de Talca adoptó para la total erradicación de toda actividad académica y de investigación relacionada con los bosques. En el año 2015 procedió al cierre de la admisión a la carrera de Ingeniería Forestal. En septiembre de 2020, se cerró la Facultad de Ciencias Forestales. Por lo tanto, el cierre de los centros tecnológicos fue una etapa que temíamos podía ocurrir.

Durante los meses de marzo y abril de 2021, se debió elaborar el plan de cierre del Centro Tecnológico. De igual manera, durante gran parte de 2021, se vivió un ambiente de profunda preocupación y incertidumbre por el futuro, entre aquellos que trabajaron en el centro tecnológico.

Como parte del plan de cierre del ex CTA, todo el equipamiento, la infraestructura y vehículo del centro fueron transferidos al equipo de investigación en crecimiento y estrés hídrico de plantas que dirige el profesor Cesar Acevedo, de la Facultad de Ciencias Agrarias. Este grupo humano se encargará de continuar con el trabajo iniciado a través de este proyecto FIA-PYT-2018-0045. Esto incluye la supervisión del ensayo de variedades importadas desde Canadá, el seguimiento al manejo del control integrado del patógeno.

Lo que respecta a la transferencia futura de las variedades de álamos seleccionadas por su resistencia a Septoria musiva (catálogo de variedades), estas estarán disponibles al mercado a través de la empresa Agrícola y Forestal El Álamo, a la cual, se le transfirió todo el material genético para su propagación y establecimiento en sus viveros y patrimonio forestal.

11. DIFUSIÓN

Describa las actividades de difusión realizadas durante la ejecución del proyecto. Considere como anexos el material de difusión preparado y/o distribuido, las charlas, presentaciones y otras actividades similares.

	Fecha	Lugar	Tipo de Actividad	Nº participantes	Documentación Generada
1	14 de octubre de 2021	Modalidad online	Seminario	40	Ver anexo N°5 para obtener el vínculo de acceso a las presentaciones
2	24 de mayo de 2022	Modalidad online	Curso-Seminario	40	Ver anexo N°5 para obtener el vínculo de acceso a las presentaciones
3	6 de septiembre de 2022	Modalidad online	Seminario de cierre	15	Ver anexo N°3 para obtener el vínculo de acceso a las presentaciones
4					
5					
n					
			Total participantes	**95**	

12. PRODUCTORES PARTICIPANTES

Complete los siguientes cuadros con la información de los productores participantes del proyecto.

12.1 Antecedentes globales de participación de productores

Debe indicar el número de productores para cada Región de ejecución del proyecto.

Región	Tipo productor	N° de mujeres	N° de hombres	Etnia (Si corresponde, indicar el N° de productores por etnia)	Totales
	Productores pequeños				
	Productores medianos-grandes		1	No aplica	1
	Productores pequeños				
	Productores medianos-grandes		1	No aplica	1
	Totales				

12.2 Antecedentes específicos de participación de productores

Nombre	Ubicación Predio			Superficie Há.	Fecha ingreso al proyecto
	Región	Comuna	Dirección Postal		
CAF El Álamo	Maule	Retiro		2.300 ha	2018
Agrícola y Forestal Río Mataquito	Maule	Talca		Contratos con terceros	2018

13. CONSIDERACIONES GENERALES

13.1 ¿Considera que los resultados obtenidos permitieron alcanzar el objetivo general del proyecto?

Si. Efectivamente. Los principales resultados obtenidos permiten señalar que el objetivo de Generar un programa de manejo integrado, que minimice los impactos del ataque del hongo *Septoria musiva* en el patrimonio forestal de variedades de álamo en Chile, efectivamente se logró.

Los principales resultados que justifican esta opinión son:

1) Se obtuvo un documento técnico que describe la escala desarrollada por el proyecto para evaluar el grado de susceptibilidad en variedades de álamo al ataque del hongo *S. musiva*. Ver Anexo N° 7.

2) Se obtuvo un catálogo de variedades con menos susceptibilidad al ataque del hongo *S. musiva*. Ver Anexo N° 1. A su vez,

3) Se obtuvo un manual de control integrado, el cual incluye una estrategia de control de inóculos del hongo en viveros y plantaciones y una estrategia de control químico para combatir el hongo.

13.2 ¿Cómo fue el funcionamiento del equipo técnico del proyecto y la relación con los asociados, si los hubiere?

Las principales actividades realizadas en terreno estuvieron bajo la coordinación y ejecución de Javier Urzua. Estas actividades incluyeron la toma de datos de los ensayos clonales, el establecimiento del ensayo clonal establecido en 2018 y las actividades de recolección de esporas y material vegetativo contaminado por *Septoria musiva* dentro de las áreas de plantaciones y ensayos atacados por el patógeno.

Las actividades relacionadas con los objetivos 2, 3 y 4 fueron planificadas y dirigidas por Mauricio Lolas y su asistente de laboratorio, Paulina Gonzalez. Estas actividades incluyeron la supervisión en la toma de muestras del patógeno desde un vivero, las plantaciones y los ensayos clonales adscritos al proyecto. También incluyó el establecimiento y seguimiento de los ensayos asociados a los objetivos N° 2, los cuales derivaron en el diseño de una estrategia de control de inóculos de *S. musiva* en viveros y plantaciones; al objetivo N° 3, en los cuales se probaron diferentes biocontroladores que fuesen efectivos para el control del patógeno y del objetivo N° 4, los cuales derivaron en una estratégia de control químico para *S. musiva* en los álamos de Chile.

La gestión tecnológica (coordinación en la aplicación de las diferentes tecnologías del proyecto) fue realizada por Cristian Espinosa. Al mismo tiempo, Cristian tuvo un rol fundamental en la coordinación de actividades del proyecto con Jaime Venegas, gerente foretal de la compañía CAF “El Álamo”, y Luis Retamal, jefe de investigación y desarrollo

forestal de la empresa CAF “El Álamo”. Cristian también estuvo a cargo del análisis de factibilidad económica de las diferentes estrategias de control químico, con la colaboración de la gerencia forestal de la compañía CAF “El Álamo”. Finalmente, Cristian estuvo a cargo de supervisar la gestión financiera del proyecto junto a Francisco Zamudio y la Sra Carolina Villar.

Francisco Zamudio tuvo la misión de realizar todos los análisis genético-estadísticos que dieron por resultado el catálogo de variedades seleccionadas (resultado N°2, del objetivo N° 1). Estos se realizaron anualmente, durante todo el desarrollo del proyecto. A su vez, realizó el diseño de una escala para determinar el grado de susceptibilidad de las variedades de álamo de Chile al ataque del patógeno, *Septoria musiva*. También fue responsable de la importación de variedades de álamo desde Canadá y el diseño del ensayo de clones establecido en 2018. Finalmente, junto a Cristian Espinosa y la Sra Carolina Villar, superviso la ejecución financiera del proyecto.

La Sra Carolina Villar estuvo a cargo de la gestión financiero-contable del proyecto y fue la persona de enlace con la fundación FIA en todos los temas contables, incluyendo las declaraciones de gastos del proyecto.

La empresa CAF “El Álamo” realizó un aporte muy significativo al proyecto, en lo relacionado con: (1) la disponibilidad de un terreno para el establecimiento del ensayo de variedades de 2018, (2) el seguimiento del ensayo clonal que dio origen al catálogo de variedades de álamo seleccionadas por el proyecto, (3) la disponibilidad de rodales juveniles atacados por el patógeno, para su estudio y (4) la disponibilidad de un vivero y un populetum (banco clonal de variedades de álamo) para el establecimiento de las variedades de álamo importadas desde Canadá. Todo este apoyo técnico fue directamente coordinado or Don Luis Retamal, jefe de investigación y desarrollo forestal de la empresa CAF “El Álamo”, bajo la supervisión de Don Jaime Venegas, gerente forestal de la compañía CAF “El Álamo”.

13.3 A su juicio, ¿Cuál fue la innovación más importante alcanzada por el proyecto?

La innovación más importante del proyecto es la propuesta de un manejo integrado para el ataque del hongo *S. musiva* para el caso de Chile. El manejo integrado de una enfermedad es la práctica habitualmente recomendada para minimizar el grado de daño del patógeno. Este manejo incluye estrategias de selección genética de nuevas variedades menos susceptibles al patógeno y estrategias de control biológico y químico, tanto en viveros como en plantaciones.

En el caso del proyecto que finaliza, se propone:

1) un catálogo de variedades que, en presencia del patógeno, aun muestran un crecimiento (volumen y sus variables asociadas de diámetro del fuste y altura) estadística y genéticamente superior al promedio de todas las variedades ensayadas por el proyecto. Este catálogo deberá incluir nuevas variedades en el futuro, puesto que aun deben ser evaluadas las variedades canadienses que fueron importadas por el proyecto. Estas serán establecidas en ensayos clonales en este año 2022 y evaluadas en el futuro. También en un futuro, nuevas variedades de álamo que sean importadas y ensayadas podrán ser sometidas al mismo método de análisis genético y estadístico utilizado por el proyecto. Luego, nuevas selecciones genéticas podrán ser incluidas en el mencionado catálogo.

2) una estrategia de control de inóculos del hongo en viveros y plantaciones, particularmente jóvenes de álamo, y una estrategia de control químico para combatir el hongo. Estas estrategias combinadas tienen como meta controlar o minimizar la expansión del patógeno en ambos tipos de ambientes (viveros y plantaciones). De manera que el hongo quede restringido a áreas físicas específicas y no pueda continuar una explosiva propagación hacia árboles ya establecidos y cuya extracción o eliminación podría provocar un daño económico a los propietarios de esas plantaciones.

Con estos dos tipos de estrategia no se pretende eliminar el hongo del lugar o regiones en los cuales ya se encuentra establecido (eso es prácticamente imposible); sino que restringir y minimizar su impacto en la economía de una región y, gradualmente, reemplazar las variedades mas susceptibles al patógeno, por aquellas nuevas variedades más resistentes o mejor adaptadas a la presencia del hongo.

13.4 Mencione otros aspectos que considere relevante informar, (si los hubiere).

Por gestión y aportes de la empresa CAF El Álamo, se tiene contemplado en el corto plazo continuar con las gestiones de introducción de nuevo material genético de variedades de álamo desde programas de mejoramiento de Europa, principalmente Italia y Bélgica, donde se ha estado trabajando en el desarrollo de variedades más resistente a problemas de enfermedades, principalmente hongos. Si bien Septoria musiva no está presente en Europa, estos desarrollos son interesantes de probar en Chile ya que permitirían ampliar la base genética del catálogo desarrollado por el proyecto. Esta introducción se tiene previas iniciar dentro del año 2023 a 2024, donde la empresa CAF El Álamo se encargará de la introducción y posterior establecimiento y trabajo de ensayos de campo.

Sobre la información generada de las medidas de control, el proyecto realizó charlas y seminarios técnicos donde la información fue trasmitida a los participantes, dentro de los cuales participó profesionales del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), CONAF y la Comisión Nacional del Álamo. Como complemento, posterior al cierre del proyecto, se preparará un dosier técnico para entregar formalmente a estas instituciones, toda la información generada por el proyecto para que la puedan transferida a terceros, en el futuro.

14. CONCLUSIONES

Realice un análisis global de las principales conclusiones obtenidas luego de la ejecución del proyecto.

En la investigación científico-tecnológica, y siguiendo los principios de la "filosofía de la investigación y del método científico", los objetivos (en infinitivo) son preguntas. La metodología del proyecto fue aplicada para obtener las respuestas a esas preguntas. A continuación, se entregan las "respuestas" (conclusiones) a las preguntas del proyecto.

Objetivo 1: ¿Es posible aplicar una estrategia de selección temprana que ayude a seleccionar álamos tolerantes a *S. musiva*? Si, es posible, pero su aplicación tiene costos biológicos y económicos. Estos son los siguientes:

(1) El patógeno muestra en Chile un nivel particularmente virulento. Resultará imposible su erradicación del país. Sin embargo (recomendación), se debe estudiar las áreas dentro de las cuales su presencia es más relevante y su daño económico sea más significativo.
(2) No existe inmunidad al ataque del hongo. Todas las variedades estudiadas presentaron "algún grado de ataque". Sin embargo, se logró determinar aquellas que, en presencia del patógeno, logran crecer con un mínimo grado de ataque. Algunas variedades mostraron un mínimo nivel de ataque un año y al siguiente no presentaron ataque.
(3) Se logró determinar que el patógeno prefiere atacar aquellas variedades que tienen un rápido crecimiento. En otros términos, se puede concluir que "a mayor velocidad de crecimiento con la edad, el grado de ataque aumenta", independientemente del tipo de pedigrí (tipo de cruzamiento). Una hipótesis razonable es que a mayor crecimiento, la corteza tiende a ser más delgada y el patógeno puede, con mayor facilidad, penetrar hacia el tejido vegetal biológicamente activo (cambium) y comenzar su ataque rápidamente.
(4) Por lo tanto, en el corto plazo, se sugiere ocupar aquellas variedades que se incluyen en el catálogo. Sin embargo, ellas no fueron las que presentaron el mayor crecimiento volumétrico. Por lo tanto, es necesario establecerlas en plantaciones piloto, observarlas crecer y realizar un análisis de costo-beneficio para responder la pregunta: ¿Cuánto estamos dispuestos a perder en volumen de manera de minimizar el ataque del hongo? A nivel de la hectárea.
(5) Se sugiere que aquellas variedades con el mayor grado de resistencia deberían ser utilizadas para construir cortinas de o barreras biológicas a la diseminación del patógeno. Es decir, rodear rodales productivos con estas variedades menos susceptibles al ataque del hongo.
(6) nuevas variedades deberán ser ensayadas para continuar el proceso de selección utilizado por el proyecto. Esto será desarrollado por la empresa CAF "El Álamo" con las variedades canadienses y otras que sean importadas y ensayadas posteriormente.

Objetivo 2: ¿Es posible 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? Sí, es posible. De acuerdo con los resultados obtenidos en la captura de esporas de S. musiva diseminadas por el aire, se pudo concluir que los momentos críticos en donde encontramos inóculo del hongo son los meses de verano y otoño para conidias y los de invierno para ascosporas. Lo anterior coincide con la presencia de las fuentes de cada uno de los inóculos de S. musiva, siendo los picnidios presentes en las hojas del crecimiento del año (verano y otoño) para conidias, y los peritecios desarrollados en las hojarascas infectadas ubicadas sobre el suelo (invierno) para ascosporas. La definición de los momentos críticos de presencia y por ende de infección de S. musiva a permitido validar las fechas oportunas para las medidas de control de fuentes de inóculo en hojarasca, la cual se ha determinado que se debe realizar desde el mes de junio de cada año, uno o dos meses antes de la diseminación aérea de las ascosporas del hongo (inóculo primario).

Respecto a las evaluaciones de aplicaciones de productos dirigidas a la hojarasca de las plantaciones de álamos, para reducir la descarga de esporas (ascosporas) o inóculo primario, los resultados mostraron que la aplicación de la mezcla de Urea + Mamull el rastreo de la hojarasca, realizados desde el mes de junio, tenderían a disminuir el número de ascosporas descargadas 45 días después, y por ello, disminuiría el riesgo de infecciones y expresión masiva de la enfermedad en los álamos. Por consiguiente, el manual de control integrado elaborado por el proyecto entrega la prescripción más adecuada para el control de las fuentes de inóculo en hojarasca de plantaciones de álamos.

Objetivo 3: ¿Es posible utilizar bio-controladores sobre el crecimiento in vitro de *S. musiva*? Los ensayos en laboratorio los bio-controladores estudiados sólo lograron inhibir un 23,7% del crecimiento del patógeno. Estos valores son insuficientes para concluir que existió un efecto promisorio de inhibición que permitiría seleccionar alguno de ellos para ser escalado a una etapa in situ

Objetivo 4: ¿Es posible desarrollar un programa de control químico para disminuir la diseminación de S. musiva en plantaciones y viveros sanos? Si, es posible. Sin embargo, los resultados del proyecto indican que el mejor tratamiento de control químico podría producir distintos niveles de reducción en la “incidencia” del ataque del hongo, dependiendo del tipo del material vegetativo al cual se aplica el control químico. Es decir, en condiciones de vivero en plantaciones juveniles. Se observaron dos escenarios de aplicaciones. En plantaciones jóvenes, el porcentaje de reducción en la incidencia fue superior al 100% esperado. Mientras que, en vivero, la aplicación del control químico solo arrojó una disminución del 67% en la incidencia.

La aplicación práctica de los diferentes resultados relacionados con el control químico está descrita en el manual de control integrado. Se proponen una serie de prácticas de manejo anual en viveros de álamos, desde la fecha de cosecha de varas, y en plantaciones juveniles, de hasta tres años, desde la fecha de preparación del sitio de plantación.

15. RECOMENDACIONES

Señale si tiene sugerencias en relación a lo trabajado durante el proyecto (considere aspectos técnicos, financieros, administrativos u otro).

No hay recomendaciones.

16. ANEXOS

ANEXO N° 1. Resultado N° 2: Catálogo de variedades con menos susceptibilidad a *Septoria musiva*. Tablas & Gráficos

ANEXO N° 2. Resultado N° 2: Catálogo de variedades con menos susceptibilidad a *Septoria musiva*. Estatus del establecimiento del ensayo de variedades de álamo originarias de Canadá.

ANEXO N° 3. Resultado N° 2: Catálogo de variedades con menos susceptibilidad a *Septoria musiva*. Hito crítico N° 4: Establecimiento de dos ensayos clonales con variedades de la Universidad de Talca, con control del riego e inoculación con el patógeno. Estatus del ensayo de variedades de álamo establecidas en el predio “la viña”,dentro del patrimonio de la empresa CAF “El Álamo”.

ANEXO N° 4. Resultado N° 3: Transferir conocimiento de los resultados generados. Actividades de Divulgación. Seminario de cierre del proyecto.

ANEXO N° 5. Resultado N° 4: Estrategia de control de inóculos de *Septoria musiva* en viveros y plantaciones. Resultado N° 7: Estrategia de control químico para *Septoria musiva* en álamo. Resultado N° 9: Manual técnico “Métodos de Control Integrado de *Septoria musiva* en Álamo en Chile”. Manual tecnico de control integrado. Incluye las estrategias de control

ANEXO N° 6. Resultado N° 5: Transferir conocimiento de los resultados generados. Resultado N° 10: Curso de capacitación sobre métodos de control integrado de *Septoria musiva* en álamo en Chile. Resultado N° 11: Seminario. Seminarios de divulgación de los resultados del proyecto

ANEXO N° 7. Resultado N° 3: Transferir conocimiento de los resultados generados. Resultado N° 5: Transferir conocimiento de los resultados generados. Artículo de divulgación de los resultados del proyecto.

ANEXO N° 8. Resultado N° 1: Documento técnico para determinar el grado de susceptibilidad en variedades de álamo. Diseño gráfico.

17. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ANEXO N° 1

Resultado N° 2: Catálogo de variedades con menos susceptibilidad a *Septoria musiva*

TABLAS & GRÁFICOS

El catálogo de variedades seleccionadas consiste en una serie de tablas que describen las diversas variedades que fueron seleccionadas.

Los dos principales criterios de selección utilizados en la obtención del catálogo fueron:

(1) La mejor predicción lineal insesgada del valor de cada variedad o, también denominada, BLUP (Best Linear Unbiased Prediction). Esta predicción se realiza mediante un tipo complejo de regresión lineal (por eso se denomina predicción lineal). La variable que se predice corresponde al valor clonal de cada variedad. El valor clonal es un promedio de cada variedad (clonada en los ensayos de selección) ajustado (corregido) por la diversidad de factores que afectan el desarrollo de cada una de ellas. En nuestro caso, esos "factores" fueron (a) la presencia o nivel de ataque del hongo *Septoria musiva* y (b) los múltiples factores micro ambientales que rodearon a cada árbol de cada variedad durante el año en que se realizó la predicción de su BLUP.

(2) El grado superior de inmunidad de cada variedad. Este valor de inmunidad corresponde al porcentaje de árboles de cada variedad que mostraron un nivel de ataque del patógeno igual a cero. Para ser considerado como de "grado superior", la variedad debió mostrar un porcentaje igual o superior al 80% de inmunidad. Debido a que cada variedad fue clonada, cada "árbol" dentro de cada clon (variedad) corresponde a lo que se denomina un "rameto" o "vara". El mínimo porcentaje de inmunidad para ser incluido en esta lista fue fijado en 80% de las varas, por clon, con nivel de ataque cero o nulo.

Las principales características utilizadas en el proceso de selección fueron:

(1) Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), es decir a los 1.3 m, en centímetros

(2) Altura total del fuste, en metros.

(3) Volumen del fuste (una función del DAP y la altura total), en metros cúbicos

(4) Grado de susceptibilidad al ataque del patógeno, medido según el número de individuos que presentan diferentes niveles del ataque del patógeno. Se recomienda ver la descripción del resultado N° 1 y el Anexo N°1 del informe N°7, de noviembre de 2021.

Observación: El valor de un BLUP puede ser negativo, igual a cero o positivo, dependiendo si es mayor, igual o menor al promedio ajustado de todas las variedades incluidas en la predicción del valor clonal. Por lo tanto, todas las variedades seleccionadas tienen un valor de BLUP superiores a cero.

Tablas

Tabla 1. Número de variedades híbridas por cruzamiento establecidas en el ensayo clonal “las Lenguas”. El lugar donde se realizó la selección y construcción del catálogo de variedades.

Código del Taxon	Descripción del cruzamiento	Número de variedades híbridas (clones)
DXN	*P.deltoides* × *P.nigra*	14
T	*P. Trichocarpa*	2
TDXD	*(P. Trichocarpa* × *P.deltoides)* × *P.deltoides*	24
TDXT	*(P. Trichocarpa* ×*P.deltoides)* × *P.trichocarpa*	1
TDXTD	*(P. Trichocarpa* × *P.deltoides)* × *(P. Trichocarpa x P.deltoides)*	5
TMXT	*(P. Trichocarpa* × *P. maximowiczii)* × *P. maximowiczii*	1
TXD	*P. Trichocarpa* × *P.deltoides*	71
TXM	*P. Trichocarpa* × *P. maximowiczii*	2
TXN	*P. Trichocarpa* × *P.nigra*	4
TXT	*P. Trichocarpa* × *P. trichocarpa*	1

Nota: el código del taxón corresponde al código botánico utilizado para describir el cruzamiento. La(s) primera(s) letra(s) identifica(n) al taxón del árbol madre y la(s) segunda letra(s) identifica(n) al taxón del árbol que aporta el polen, separados por una letra “x”. El número total de variedades estudiadas fue de 124.

Tabla 2. Variedades de álamo seleccionadas a partir de datos obtenidos a la edad de plantación 3 (2017), según la mejor predicción lineal insesgada del valor de cada variedad (BLUP del valor clonal) y el grado de inmunidad al ataque de Septoria musiva (nivel de ataque cero). La selección se realizó el año 2019, para diámetro y altura, y el año 2022, para el volumen del fuste. En total, se seleccionaron 8 variedades.

Número de la selección	Cruzamiento	Variedad	Característica de selección	BLUP	Desviación estándar del BLUP	Unidad de medición	Año de selección
1	TDxD	13613	Altura	2.58	0.33	m	2019
2	TDxD	13822	Diámetro	1.19	0.36	cm	2019
3	TXD	15216	Diámetro	0.81	0.21	cm	2019
	TXD	15216	Altura	0.94	0.18	m	2019
	TXD	15216	Volumen	0.38	0.13	m^3	2022
4	TXD	15300	Altura	2.02	0.19	m	2019
5	TXD	15479	Diámetro	1.93	0.21	cm	2019
	TXD	15479	Volumen	0.60	0.13	m^3	2022
6	TXD	15512	Altura	0.25	0.19	m	2019
7	TXD	16842	Diámetro	3.43	0.26	cm	2019
	TXD	16842	Volumen	0.80	0.13	m^3	2022
8	TDXD	16855	Volumen	0.04	0.15	m^3	2022

Tabla 3. Variedades de álamo seleccionadas a partir de datos obtenidos a la edad de plantación 4 (2018), según la mejor predicción lineal insesgada del valor de cada variedad (BLUP del valor clonal) y el grado de inmunidad al ataque de Septoria musiva (nivel de ataque cero). La selección se realizó el año 2019, para diámetro y altura, y el año 2022, para el volumen del fuste. En total, se seleccionaron 10 variedades.

Número de la selección	Cruzamiento	Variedad	Característica de selección	BLUP	Desviación estándar del BLUP	Unidad de medición	Año de selección
1	TDXD	13613	Altura	2.54	0.36	m	2019
2	TXD	14662	Volumen	0.47	0.13	m^3	2022
3	TXD	14670	Diámetro	2.42	0.28	cm	2019
	TXD	14670	Volumen	0.57	0.13	m^3	2022
4	TXD	15216	Diámetro	1.04	0.26	cm	2019
	TXD	15216	Altura	1.15	0.19	m	2019
	TXD	15216	Volumen	0.39	0.12	m^3	2022
5	TXD	15300	Altura	2.06	0.21	m	2019
6	TXD	15322	Volumen	0.30	0.13	m^3	2022
7	TXD	15479	Diámetro	2.08	0.27	cm	2019
8	TDXD	16150	Diámetro	1.37	0.45	cm	2019
	TDXD	16150	Altura	1.48	0.34	m	2019
9	TXD	16842	Diámetro	4.53	0.31	cm	2019
	TXD	16842	Altura	1.78	0.22	m	2019
	TXD	16842	Volumen	0.90	0.13	m^3	2022
10	TDXD	16855	Diámetro	0.48	0.44	cm	2019

Tabla 4. Variedades de álamo seleccionadas a partir de datos obtenidos a la edad de plantación 5 (2019), según la mejor predicción lineal insesgada del valor de cada variedad (BLUP del valor clonal) y el grado de inmunidad al ataque de Septoria musiva (nivel de ataque cero). La selección se realizó el año 2019, para diámetro y altura, y el año 2022, para el volumen del fuste. En total, se seleccionaron 5 variedades.

Número de la selección	Cruzamiento	Variedad	Característica de selección	BLUP	Desviación estándar del BLUP	Unidad de medición	Año de selección
1	TXD	14670	Volumen	0.40	0.17	m^3	2022
2	TXD	14703	Volumen	0.12	0.18	m^3	2022
3	TXD	15483	Volumen	0.13	0.17	m^3	2022
4	TXD	16815	Volumen	0.05	0.20	m^3	2022
5	TDXD	16855	Volumen	0.23	0.17	m^3	2022
	TDXTD	16955	Volumen	0.06	0.18	m^3	2022

Tabla 5. Variedades de álamo seleccionadas según el volumen del fuste, a partir de datos obtenidos a la edad de plantación 6,5 (2021). Nuevamente, la selección se realizó según la mejor predicción lineal insesgada del valor de cada variedad (BLUP del valor clonal) y el grado de inmunidad al ataque de Septoria musiva (nivel de ataque cero). La selección se realizó el año 2022. En total, se seleccionaron 7 variedades.

Número de la selección	Cruzamiento	Variedad	Característica de selección	BLUP	Desviación estándar del BLUP	Unidad de medición	Año de selección
1	TXD	197	Volumen	0.19	0.13	m^3	2022
2	TDXD	13583	Volumen	0.41	0.16	m^3	2022
3	TXD	14662	Volumen	0.58	0.13	m^3	2022
4	TXD	14703	Volumen	0.09	0.13	m^3	2022
5	TXD	15207	Volumen	0.18	0.13	m^3	2022
6	TXD	15483	Volumen	0.13	0.14	m^3	2022
7	TXD	720030/7	Volumen	0.51	0.13	m^3	2022

Tabla 6. Selección de variedades de álamo basada en la inmunidad al ataque de Septoria musiva (nivel de ataque cero). La selección se realizó los años 2019 y revisada nuevamente el año 2022. En total, se seleccionaron 37 variedades.

Número de selección	Cruzamiento	Código de la Variedad	Número de árboles inmunes (1)	Número de árboles vivos (2)	Porcentaje de inmunidad (1) / (2)	Edad desde la fecha de plantación	Año d selecci
1	DXN	CAPPA BIGLIONA	17	19	89.5	6.5	2022
2	TDXD	13797	15	20	75	3	2019
3	TDXD	16855	15	20	75	3	2019
	TDXD	16855	18	20	90	4	2019
4	TDXTD	12102	18	19	94.7	4	2019
5	TXD	14649	18	20	90	4	2019
6	TXD	14654	17	18	94.4	4	2019
	TXD	14654	16	18	89	5	2022
	TXD	14654	18	18	100	6.5	2022
7	TXD	14657	18	20	90	3	2019
	TXD	14657	17	20	85	4	2019
	TXD	14657	16	19	84	6.5	2022
8	TXD	14662	17	19	89.5	4	2019
9	TXD	14670	17	19	89.5	4	2019
10	TXD	14689	18	19	94.7	4	2019
	TXD	14689	16	20	80	5	2022
	TXD	14689	16	19	84.2	6.5	2022
11	TXD	14695	15	19	78.9	3	2019
	TXD	14695	17	19	89.5	4	2019
	TXD	14695	17	19	89.5	5	2022
12	TXD	14702	18	19	94.7	4	2019
	TXD	14702	19	19	100	5	2022
13	TXD	14703	19	19	100	4	2019
	TXD	14703	17	19	89.5	5	2022
14	TXD	15196	15	18	83.3	3	2019
	TXD	15196	17	18	94.4	4	2019
15	TXD	15207	18	19	94.7	4	2019
16	TXD	15209	18	18	100	4	2019
17	TXD	15213	16	20	80	3	2019
	TXD	15213	19	20	95	4	2019

Tabla 6. Selección de variedades de álamo basada en la inmunidad …. Continuación

Número de selección	Cruzamiento	Código de la Variedad	Número de árboles inmunes (1)	Número de árboles vivos (2)	Porcentaje de inmunidad (1) / (2)	Edad desde la fecha de plantación	Año d selecci
18	TXD	15214	17	19	89.5	3	2019
	TXD	15214	17	19	89.5	4	2019
	TXD	15214	17	19	89.5	5	2022
	TXD	15214	17	18	94.4	6.5	2022
19	TXD	15215	15	18	83.3	3	2019
	TXD	15215	17	18	94.4	6.5	2022
20	TXD	15216	18	20	90	3	2019
	TXD	15216	19	20	95	4	2019
21	TXD	15240	15	19	78.9	3	2019
	TXD	15240	17	19	89.5	4	2019
	TXD	15240	16	19	84.2	5	2022
	TXD	15240	18	19	94.7	6.5	2022
22	TXD	15247	17	17	100	4	2019
23	TXD	15277	15	17	88.2	3	2019
24	TXD	15283	17	19	89.5	3	2019
	TXD	15283	18	19	94.7	4	2019
	TXD	15283	16	18	88.9	5	2022
	TXD	15283	17	18	94.4	6.5	2022
25	TXD	15302	15	20	75	3	2019
26	TXD	15320	16	18	88.9	5	2022
	TXD	15320	16	18	88.9	6.5	2022
27	TXD	15321	15	18	83.3	3	2019
	TXD	15321	17	18	94.4	4	2019
28	TXD	15322	18	19	94.7	4	2019
29	TXD	15465	18	18	100	4	2019
	TXD	15465	16	18	88.9	6.5	2022
30	TXD	15478	17	20	85	3	2019
	TXD	15478	20	20	100	4	2019
	TXD	15478	18	20	90	5	2019
	TXD	15478	17	20	85	6.5	2022
31	TXD	15512	16	19	84.2	3	2019
	TXD	15512	18	19	94.7	4	2019

Tabla 6. Selección de variedades de álamo basada en la inmunidad …. Continuación

Número de selección	Cruzamiento	Código de la Variedad	Número de árboles inmunes (1)	Número de árboles vivos (2)	Porcentaje de inmunidad (1) / (2)	Edad desde la fecha de plantación	Año d selecci
32	TXD	15548	19	19	100	4	2019
	TXD	15548	17	19	89.5	5	2022
	TXD	15548	17	19	89.5	6.5	2022
33	TXD	15549	17	19	89.5	4	2019
34	TXD	16815	17	17	100	4	2019
	TXD	16815	16	17	94.1	5	2022
	TXD	16815	16	17	94.1	6.5	2022
35	TXD	16842	17	18	94.4	4	2019
36	TXD	197	16	20	80	3	2019
	TXD	197	20	20	100	4	2019
	TXD	197	17	20	85	6.5	2022
37	TXD	720030/7	16	20	80	6.5	2022

Leyenda: (1): Número de árboles del clon (variedad) con nivel de ataque 0; es decir, no presentaron signos de la presencia o ataque del patógeno.
(2): Total de árboles vivos de cada clon (variedad) al momento de realizar la evaluación.

Breve análisis

La meta del indicador se fijó en 20 variedades seleccionadas. El número de variedades finalmente seleccionadas al término del proyecto depende de uno de los dos criterios de selección y la edad de selección. Si tomamos como referencia el año 2022 y el volumen al año 6,5, como principal carácter seleccionado, observamos que se obtuvieron 7 variedades de las 20 buscadas como meta. Esto significa un porcentaje de logro de 35%

$$\frac{número\ de\ variedades\ seleccionadas}{número\ de\ variedades\ \ "objetivo"} = \frac{7}{20} = 35\%$$

Por otra parte, si tomamos como referencia el nivel de inmunidad al ataque del patógeno, y considerando simultáneamente los 4 años de avaluaciones sucesivas, se alcanzó una selección de 37 variedades. Esto significa un porcentaje de logro de 185%

$$\frac{número\ de\ variedades\ seleccionadas}{número\ de\ variedades\ \ "objetivo"} = \frac{37}{20} = 185\%$$

Graficos

Los siguientes gráficos muestran la relación espacial entre la predicción de valor (medio) de cada variedad (predicho mediante la técnica de la mejor predicción linear insesgada o BLUP) y el número de varetas (árboles) de cada variedad ensayada por el proyecto con sin ataque del patógeno *Septoria musiva*. Es decir con un nivel de ataque cero o sin signos de resencia del patógeno.

El eje horizontal de cada gráfico indica efectivamente el número de rametos (arboles) sin ataque del patógeno. Mientras que el eje vertical indica el BLUP del volumen correspondiente a cada año de análisis (3, 4, 5 y 6.5 años). Los valores de los BLUP pueden ser positivos, negativos o iguales a cero, dependiendo si el valor predicho se ubica sobre, bajo o es igual al promedio ajustado de todas las variedades ensayadas.

Las líneas continuas de color rojo (en ambos ejes) corresponden al primer y tercer cuartil de la distribución de valores, para el número de varas sin ataque y BLUP del volumen. Mientras que la línea roja punteada, en ambos ejes, corresponde al valor promedio de todas las variedades para el número de rametos sin ataque y del BLUP del volumen.

Cada punto graficado corresponde al valor BLUP de cada variedad versus el correspondiente número de rametos sin signos de ataque del patógeno.

La selección varietal se focalizó – entonces – en aquellas variedades con el mayor valor de BLUP y mayor número de varetas sin ataque del patógeno. Es decir, en el cuadrante superior derecho de cada gráfico.

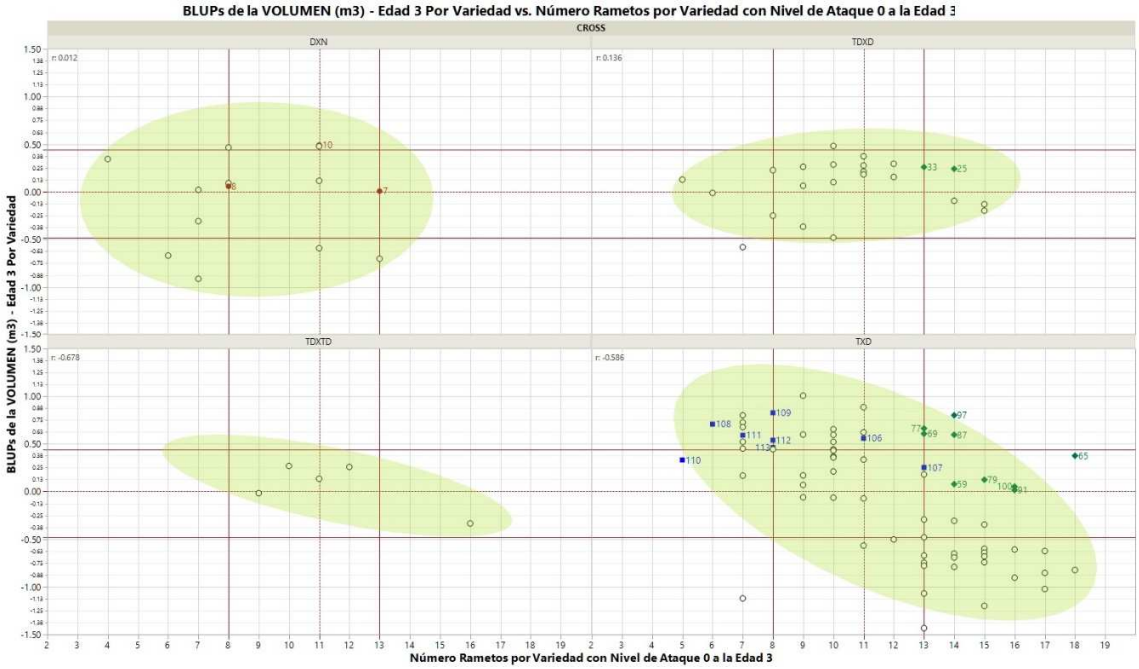

Figura 1. Gráfico de dispersión mostrando la relación espacial entre el valor de BLUP de cada variedad para el volumen a la edad de 3 años y el número de rametos de cada variedad sin signos del ataque de *Septoria musiva*. El grafico está dividido en cuatro sub-gráficos de acuerdo con cada tipo de cruzamiento estudiado (DxN, TDxD, TDxTD y TxD). El código de cada taxon híbrido está explicado en la Tabla N°1. Las líneas rojas continuas verticales y horizontales marcan el primer y tercer cuartil. Las líneas rojas punteadas marcan los valores promedios para cada variable (horizontal y vertical) considerando todos los datos medidos a la edad 3.

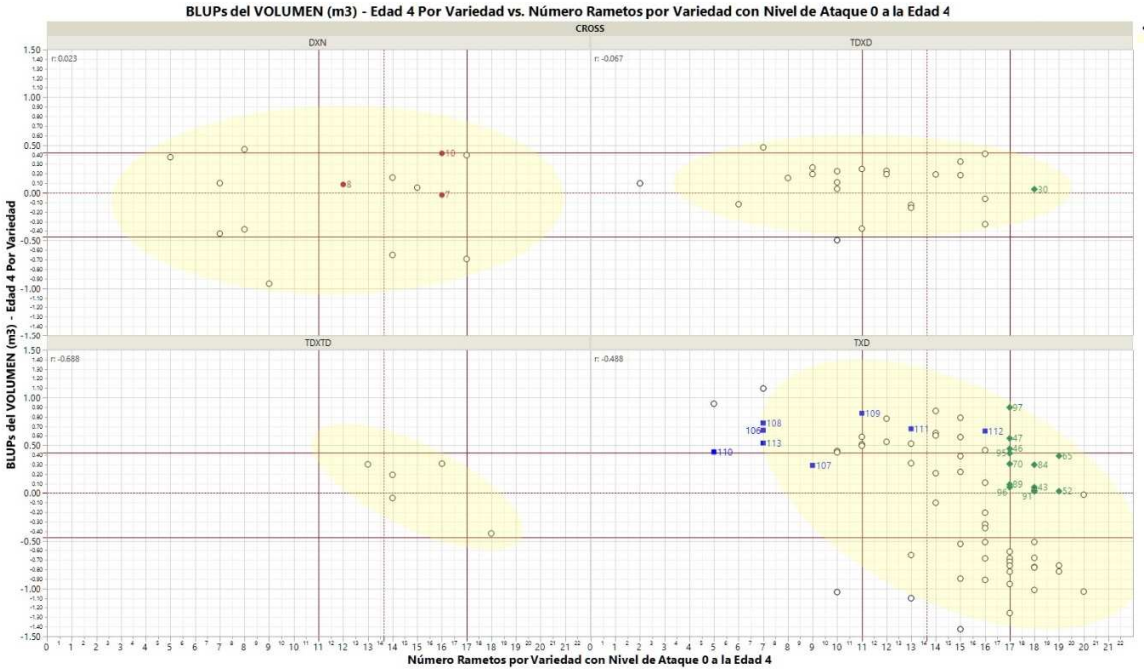

Figura 2. Gráfico de dispersión mostrando la relación espacial entre el valor de BLUP de cada variedad para el volumen a la edad de 4 años y el número de rametos de cada variedad sin signos del ataque de *Septoria musiva*. El grafico está dividido en cuatro sub-gráficos de acuerdo con cada tipo de cruzamiento estudiado (DxN, TDxD, TDxTD y TxD). El código de cada taxon híbrido está explicado en la Tabla N°1. Las líneas rojas continuas verticales y horizontales marcan el primer y tercer cuartil. Las líneas rojas punteadas marcan los valores promedios para cada variable (horizontal y vertical) considerando todos los datos medidos a la edad 4.

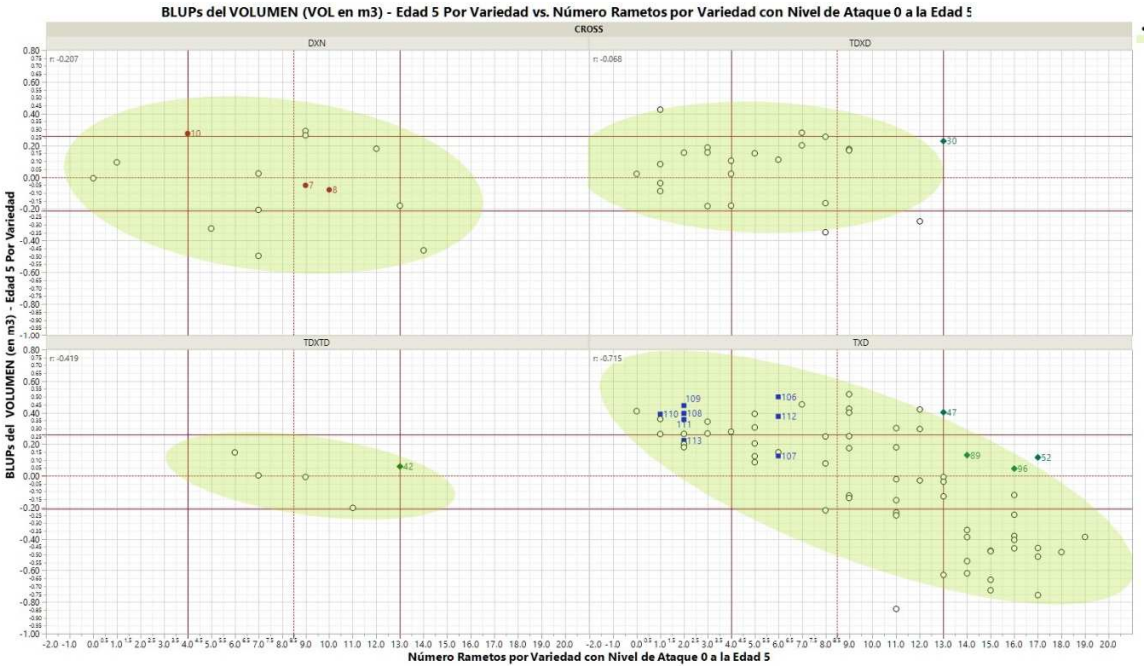

Figura 3. Gráfico de dispersión mostrando la relación espacial entre el valor de BLUP de cada variedad para el volumen a la edad de 5 años y el número de rametos de cada variedad sin signos del ataque de *Septoria musiva*. El grafico está dividido en cuatro sub-gráficos de acuerdo con cada tipo de cruzamiento estudiado (DxN, TDxD, TDxTD y TxD). El código de cada taxon híbrido está explicado en la Tabla N°1. Las líneas rojas continuas verticales y horizontales marcan el primer y tercer cuartil. Las líneas rojas punteadas marcan los valores promedios para cada variable (horizontal y vertical) considerando todos los datos medidos a la edad 5.

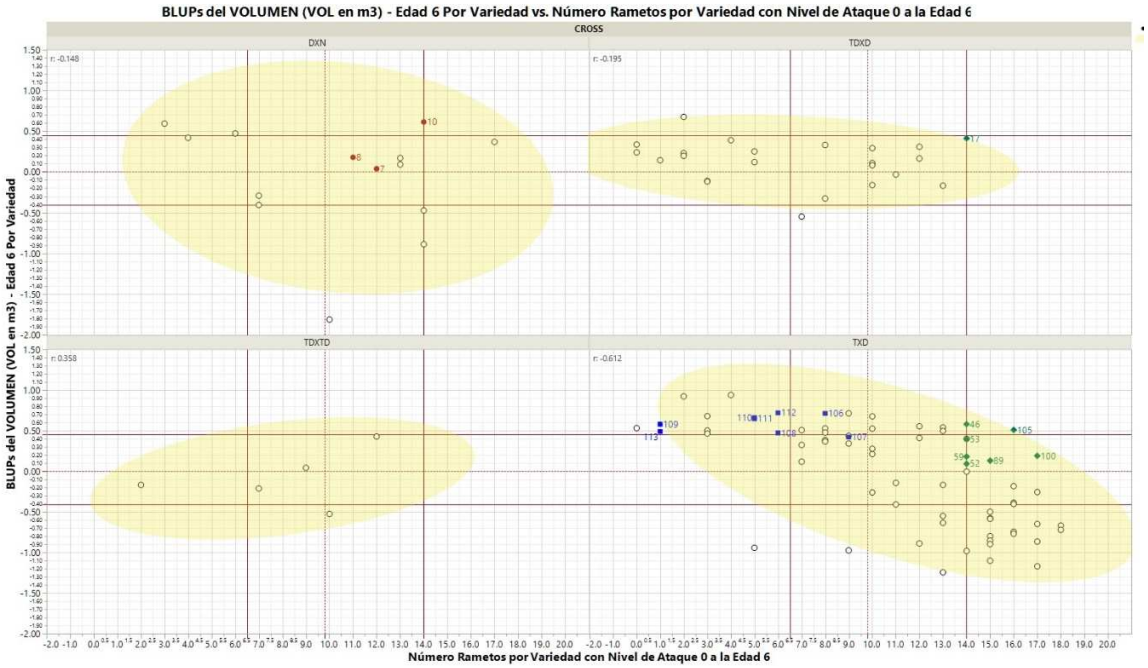

Figura 4. Gráfico de dispersión mostrando la relación espacial entre el valor de BLUP de cada variedad para el volumen a la edad de 6,5 años y el número de rametos de cada variedad sin signos del ataque de *Septoria musiva*. El grafico está dividido en cuatro sub-gráficos de acuerdo con cada tipo de cruzamiento estudiado (DxN, TDxD, TDxTD y TxD). El código de cada taxon híbrido está explicado en la Tabla N°1. Las líneas rojas continuas verticales y horizontales marcan el primer y tercer cuartil. Las líneas rojas punteadas marcan los valores promedios para cada variable (horizontal y vertical) considerando todos los datos medidos a la edad 6,5.

ANEXO N° 2

Resultado N° 2: Catálogo de variedades con menor susceptibilidad a *S. musiva*

ESTATUS DEL ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO DE VARIEDADES DE ÁLAMO ORGINARIAS DE CANADÁ

A continuación se describe el estatus de las variedades de álamo importadas desde Canadá y establecidas en vivero por la empresa Forestal y Agrícola (CAF) “El Alamo”

Traslado de variedades y establecimiento en vivero

El día 10 de septiembre del 2020 se realizo el primer traslado de plantas de álamo a la Compañía Agrícola y Forestal El Álamo. Posteriormente, el 15 de junio de 2021 se realizó una nueva entrega de material vegetativo. El material fue recibido por personal de vivero y supervisado por Luis Retamal, jefe forestal de la empresa.

Parte del detalle del material enviado se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Cantidad de material entregado a CAF para su establecimiento en ensayo clonal de “*determinación inicial*”.

Ítem	N° Clon	N° Individuos disponibles	N° Individuos entregados a CAF	N° Individuos que permanecen en vivero CTA
1	**102216 (MxB)**	18	10	8
2	**915311 (MxB)**	34	10	24
3	**103133 (MxN)**	13	10	3
4	**102377 (MxN)**	16	10	6
5	**915508 (DNxM)**	3	2	1
6	**3586 (DxN)**	4	2	2
7	**102022 (MxN)**	3	2	1
8	**102380 (MxN)**	14	10	4
9	**915302 (MxB)**	4	2	2
10	**625915 (DxM)**	1	0	1
11	**102228 (MxB)**	1	0	1
12	**102016 (MxN)**	3	2	1
13	**131 (DxN)**	0	0	0
14	**625914 (DxM)**	0	0	0
15	**915303 (MxB)**	0	0	0
16	**103709 (MxN)**	0	0	0
17	**3585 (DxN)**	0	0	0
18	**103719 (MxN)**	0	0	0
Total		**389**	**60**	**54**

En Canadá, se presentaron problemas para propagar y enviar un material in vitro de calidad, lo que retraso la llegada de los clones a Chile. No todos los Clones pudieron ser propagados con éxito en dependencias de la Universidad de Talca. Esto se puede observar en la tabla 1 con la pérdida total del material genético de 6 clones (Ítem 13 al 18).

Archivo fotográfico de las variedades de canada en vivero de la universidad de talca

A continuación se entregan fotografias de algunas de las variedades canadienses durante el proceso de preparación para su traslado al vivero de la empresa CAF “El Alamo”.

Más detalles de esta entrega fueron reportados en el Anexo N° 2, del Informe N°7, de Noviembre de 2021.

Clon: 102216 (MxB)

Clon: 915311 (MxB)

Clon: 103133 (MxN)

Traslado de las variedades al vivero de CAF “El Alamo”

Variedades de álamo de canadá establecidas en condiciones de vivero – ubicación: vivero compañía agrícola y forestal “el álamo” (6 septiembre 2021)

Estatus del desarrollo de las variedades de álamo de Canadá en el vivero "La Cruz", de Forestal y Agrícola (CAF) "El Álamo"

A continuación se entrega una cronología de las principales actividades de establecimiento de las variedades de álamo canadienses en el vivero "La Cruz", de la empresa CAF "El Álamo", en la localidad de Retiro, Región del Maule.

Cronología

6 de septiembre de 2020: Se recepcionaron plantas en macetas desde la universidad de Talca.

14 de septiembre de 2020: Se establecieron plantas y estacas.

2 de marzo de 2021: Se realizo inventario. Durante el primer año, las plantas en terreno sufrieron un ataque de conejos lo que provoco el descortezamiento de algunas en su parte inferior.

20 de agosto de 2021: Dado el escaso desarrollo en el crecimiento vegetativo y la presencia de conejos en el sector del vivero "La Cruz", la empresa decidio trasladar las plantas al populetum denominado "Las Bandurrias", en el predio Santa Rosa, dentro del patrimonio forestal de la empresa.

Julio de 2022: Las Clones se encuentran en el populetum "Las Bandurrias", 10 plantas x Clon. El populetum será cosechado a fines del invierno de 2022 para su posterior establecimiento en un ensayo clonal de variedades.

Archivo fotográfico de las variedades canadienses establecidas en el populetum “Las Bandurrias”

ANEXO N° 3

Hito crítico N° 4: Establecimiento de dos ensayos clonales
con variedades de la Universidad de Talca,
con control del riego e inoculación con el patógeno

Resultado N° 2: Catálogo de variedades con menor
susceptibilidad a *S. musiva*

ESTATUS DEL ENSAYO DE VARIEDADES DE ÁLAMO ESTABLECIDAS EN EL PREDIO "LA VIÑA", DENTRO DEL PATRIMONIO DE LA EMPRESA CAF "EL ÁLAMO"

A continuación se describe el estatus del ensayo establecido en 2018 con variedades de álamo de la Universidad de Talca.

Este ensayo se estableció durante el desarrollo del proyecto FIA PYT-2018-0045.

El logro de este Hito crítico N° 4, del objetivo N° 2, fue informado en el Anexo N° 1, del Informe N° 3.

El ensayo incluye variedades híbridas de 15 pedigris diferentes.

Se realizarán evaluaciones anuales del ensayo por un período no superior a 6 años. Por lo tanto, se espera terminar este ensayo en 2024. Las mejores variedades observadas en este ensayo serán seleccionadas y establecidas en ensayos-plantaciones con características similares a una plantación comercial de álamo.

Descripción del Ensayo

Durante el periodo comprendido entre septiembre 2021 y abril 2022 se realizó el seguimiento a un ensayo establecido en un sector rodeado de álamos adultos infectados con *Septoria musiva* en dependencias de la Compañía Agrícola y Forestal CAF El Álamo.

Este ensayo (Imagen 1) se instaló a fines del año 2018 y cuenta con un total de 2004 individuos en forma de estaca, pertenecientes a 15 cruzamientos diferentes. Se adoptó un diseño experimental completamente al azar; es decir, las plantas fueron dispuestas de manera aleatoria.

Este ensayo se estableció con la finalidad de observar el comportamiento de diferentes híbridos de Álamo en un ambiente contaminado con *Septoria* y determinar si hay variedades que presenten algún grado de resistencia al ataque de este patógeno.

Inicialmente, se consideró realizar una inoculación artificial con cepas del hongo; sin embargo, el sector predial en el cual fue establecido sufrió un ataque severo del patógeno y se optó por no realizar la inoculación y observar – en condiciones naturales – como las variedades expresan su susceptibilidad o resistencia al ataque del patógeno. Es decir, dejamos que actue la “selección natural”.

Imagen 1: Vista general del ensayo “La viña”

Manejo del ensayo

El ensayo fue manejado con desmalezado y raleos periódicos durante las tres temporadas, (Imagen 2), dejando 2 cepas por estaca, las que fueron monitoreadas semanalmente, observando tallos y hojas para buscar síntomas y signos atribuibles a *Septoria musiva*.

Imagen 2: Manejo de cepas en ensayo “La Viña” CAF.

Evaluación de estado fitosanitario del ensayo

Para evaluar el estado fitosanitario del ensayo, se realizaron monitoreos visuales periódicos, observándose principalmente manchas circulares necróticas en hojas (Imagen 3). Este síntoma se presentó de manera generalizada en todas las variedades establecidas. Por otro lado, los tallos en general no presentan cancros ni exudaciones salvo en algunos individuos.

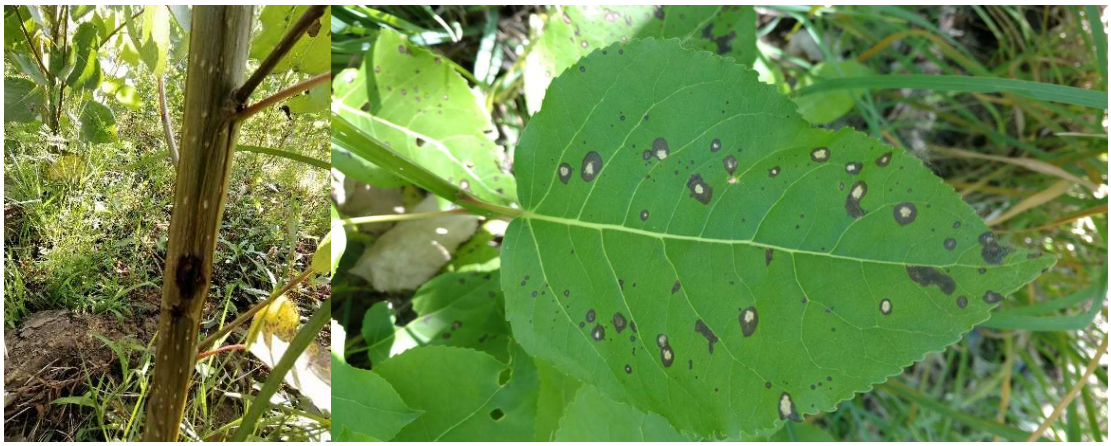

Imagen 3: Daño por *Septoria musiva* en fuste y hojas dentro del ensayo.

Para evaluar el grado de susceptibilidad de las variedades de álamo establecidas en el ensayo, se tomó como referencia la escala desarrollada durante la ejecución del proyecto (Resultado N° 1):

- Valor 0. El fuste del individuo presenta ningún tipo de daño visible, activo y externo, ocasionado por el patógeno. Este valor también se aplica a aquellos individuos que muestran signos de ataque durante el período de crecimiento del año anterior, pero que dicho ataque no se encuentra activo al momento de la evaluación. Es muy probable que el individuo generó un *periderma necrofilactico*, es decir un nuevo periderma, diferente al original, a partir del *felógeno* (el cambium de la corteza) que rodeo al tejido muerto por el patógeno. Este nuevo tejido es una reacción de recuperación que tiende a aislar al patógeno, o el daño y muerte de tejido, y recubrir y secar el área dañada.

- Valor 1a. Se presenta una sola exudación activa y visible en el fuste, al momento de la evaluación. Esta exudación puede ser muy pequeña o perceptible como "*punto*" negro; lo cual implica que habrá exudación. Esta exudación o "*punto*" visible se origina en un área redondeada o más bien vertical, rasgada pero lisa en el fuste. De tamaño pequeño.

- Valor 1b. Se presenta más de una exudación activa y visible en el fuste, al momento de la evaluación. Estas exudaciones pueden ser muy pequeñas o perceptibles como “puntos” negros; lo cual implica que habrá exudaciones. Al igual que en el nivel 1a, estas exudaciones o “*puntos*” visibles se originan en áreas redondeadas o más bien verticales, rasgadas pero lisas en el fuste. De tamaño pequeño.

- Valor 2a. Se presenta una herida abierta, inflamada, de necrosis local, rodeada por un margen levantado de células corticales (alrededor y en los bordes de la herida), cancro activo en el fuste que puede o no tener exudaciones. Puede haber presencia o no de una o más exudaciones extras, tal como describe los valores 1a y 1b (pequeño(s) cancro(s) de tamaño(s) pequeño(s) y superficie de la corteza lisa). El fuste podría verse limpio y libre de daños en todo el resto de su extensión, pero basta la presencia de una herida abierta o cancro activo, con o sin exudación, para recibir este valor.

- Valor 2b. Se presentan dos o más heridas abiertas, de necrosis local activa (cancros) en el fuste, como se describen en la valorización 1a al menos uno, o más. O bien, se presenta uno o más cancros activos que anillan el fuste. El o los anillamientos del fuste se observan fácilmente por el masivo desarrollo de una necrosis que genera un sobre-levantamiento de células corticales, en los bordes de rasgaduras abiertas en el tejido cortical. Estas rasgaduras cubren parcial o totalmente el fuste.

Resultados

El ensayo cuenta con un total de 2004 individuos, los que se establecieron en 4 bloques de 501 estacas cada uno. Las variedades fueron establecidas de manera aleatoria en cada bloque y considera los cruzamientos que se detallan en la tabla 1.

Durante la evaluación se observó gran cantidad de mortalidad en los individuos, esto se debe a diversos factores independientes del ataque de *Septoria musiva*. Las condiciones en las que se encontraba el ensayo al momento de realizar las mediciones se presentan a continuación en la tabla 2.

Tabla 1: Cruzamientos utilizados en el ensayo y la cantidad de individuos por familia.

CRUZAMIENTO	CANTIDAD POR FAMILIA
A	1
D	2
DxN	14
T	12
TDxD	186
TDxT	22
TDxTD	63
TDxTN	9
TMxM	2
TMxT	4
TMXTM	15
TxD	56
TxM	15
TxN	57
TxT	43
TOTAL	501

Tabla 2: resumen de estado de ensayo la viña.

Bloque	Vivas	Muertas	Individuos con daño en fuste
A	326	175	4
B	298	203	14
C	299	202	21
D	305	196	1

La evaluación arrojo una baja cantidad de individuos con cancros y/o exudaciones atribuibles a *Septoria musiva*, esto se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Grado de ataque observado en variedades de álamo por bloque.

Bloque	Sin ataque	Ataque bajo	Ataque medio	Ataque moderado	Ataque alto	Individuos con daño en fuste
	0	1a	1b	2a	2b	
A	322	3	0	1	0	4
B	284	9	1	3	1	14
C	278	9	4	3	5	21
D	304	0	0	1	0	1

En la tabla 4 se presentan el porcentaje de individuos por bloque que fueron afectados por el fitopatógeno y su grado de ataque.

Tabla 4: Grado de ataque de S. musiva por bloque.

Bloque	Sin ataque	Ataque bajo	Ataque medio	Ataque moderado	Ataque alto	Individuos con daño en fuste
A	99%	1%	0%	0%	0%	1%
B	96%	3%	0%	1%	0%	4%
C	93%	3%	1%	1%	2%	7%
D	100%	0%	0%	0%	0%	0%

Finalmente, de la cantidad variedades de álamo establecidas se observó que 5 cruzamientos (Tabla 5) no presentaron ataque en el fuste después de 3 temporadas.

Tabla 5: Cruzamientos con y sin ataque en el fuste.

TCRUZAM	CANTIDAD FAM	Estado
T	12	Sin ataque en fuste
TDxTN	9	Sin ataque en fuste
TMxM	2	Sin ataque en fuste
TMxT	4	Sin ataque en fuste
TxM	15	Sin ataque en fuste
A	1	Con ataque en fuste
D	2	Con ataque en fuste
DxN	14	Con ataque en fuste
TDxD	186	Con ataque en fuste
TDxT	22	Con ataque en fuste
TDxTD	63	Con ataque en fuste
TMXTM	15	Con ataque en fuste
TxD	56	Con ataque en fuste
TxN	57	Con ataque en fuste
TxT	43	Con ataque en fuste

La clasificación anterior se refiere a individuos sin ataque a nivel de fuste, sin embargo, todos los individuos presentaron infección a nivel foliar.

Conclusiones parciales

1. El ensayo presento un 37% de mortalidad de los individuos establecidos lo que se traduce en un total de 776 plantas muertas, esto debido a diferentes factores ambientales que no están necesariamente relacionados con el ataque del fitopatógeno estudiado.

2. Todas las variedades establecidas presentaron daño a nivel foliar; sin embargo, existe un grupo de cruzamientos (T, TDxTN, TMxM, TMxT y TxM) que en un lapso de tres temporadas no presento cancros ni exudaciones atribuibles a *Septoria musiva*.

3. Los niveles de ataque observado fueron muy bajos, de un total de 1228 plantas vivas, solo 40 individuos presentaron algún grado de daño por *Septoria musiva,* lo que se traduce en un 3% de los individuos supervivientes; sin embargo, el ataque afecto a 10 de los 15 cruzamientos estudiados, lo que se traduce en un 66% de los cruzamientos.

4. Este ensayo no considero mediciones que permitan caracterizar los individuos en términos de forma, crecimiento, volumen y densidad por lo que es necesario realizar más ensayos para determinar si los cruzamientos que resultaron menos afectados pueden llegar a ser candidatos para su establecimiento con fines comerciales.

ANEXO N° 4

ACTIVIDADES DE DIVULGACION

Resultado N° 3: transferir conocimiento de los resultados generados

SEMINARIO DE CIERRE DEL PROYECTO

Vínculo de acceso al video del seminario

Video_Seminario-de-cierre_FIA-PYT-2018-0045

PROGRAMA DEL SEMINARIO DE CIERRE DEL PROYECTO FIA-PYT-2018-0045

"Programa de manejo integrado para minimizar los impactos de la nueva enfermedad causada por Sphaerulina musiva (Septoria musiva) en el patrimonio forestal de variedades de Álamo en Chile"

Fecha y horas de inicio y término

Día: martes 6 de septiembre, 2022.
Hora: 11 a 13:30 hrs.

Lugar de realización

Mediante la modalidad online, utilizando la plataforma ZOOM-REUNA

El vinculo ZOOM-REUNA es el siguiente:

Unirse a la reunión Zoom
https://reuna.zoom.us/j/89851568227?pwd=NG5SZWdnSWY5ZHdMZTkwWkpPbVNHQT09

ID de reunión: 898 5156 8227
Código de acceso: 036378
Sala: DTI

Programa

1. Palabras de bienvenida de Robert Giovanetti, representante regional de O´Higgins y Maule de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

2. Presentación 1:"The influence of climatic changes on the spread of diseases and pests in Europe and consequently on breeding". Dra. Marijke Steenackers. Research Institute Nature and Forest (INBO). Flanders, Bélgica. En idioma Ingles.

3. Presentación 2: "Novel approaches to improve our understanding of the Septoria canker of poplar. Richard C. Hamelin, PhD . Professor and Head. Faculty of Forestry. Department of Forest & Conservation Sciences. The University of British Columbia. Canada. En idioma Ingles.

4. Presentación 3: "Principales resultados. Selección genética y conclusiones". Francisco Zamudio, PhD. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Talca. En idioma Español.

INVITACION

Seminario Online - Taller Internacional
TALCA UNIVERSIDAD CHILE
2022
Cierre del Proyecto FIA – PYT-2018-0045: "Programa de manejo integrado para minimizar los impactos de la nueva enfermedad causada por Sphaerulina musiva (Septoria musiva) en el patrimonio forestal de variedades de Álamo en Chile"
Carlos Torres , Rector de la Universidad de Talca y el representante Regional de O'Higgins Y Maule de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Robert Giovanetti y el académico de la Universidad de Talca y director del proyecto, Francisco Zamudio invitan a usted al seminario de cierre de la iniciativa apoyada por FIA "Programa de manejo integrado para minimizar los impactos de la nueva enfermedad causada por Sphaerulina musiva (Septoria musiva) en el patrimonio forestal de variedades de Álamo en Chile", en el que se presentarán sus principales resultados y se compararán con la situación en Europa y Norteamérica.
Presentaciones
1.- "The influence of climatic changes on the spread of diseases and pests in Europe and consequently on breeding". Dra. Marijke Steenackers. Research Institute Nature and Forest (INBO). Flanders. Bélgica.
2.- "Novel approaches to improve our understanding of the Septoria canker of poplar". Richard C. Hamelin, PhD . Professor and Head. Faculty of Forestry. Department of Forest & Conservation Sciences. The University of British Columbia. Canada.
3.- "Principales resultados. Selección genética y conclusiones". Francisco Zamudio, PhD. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Talca
Unirse a la reunión Zoom:
https://reuna.zoom.us/j/89851568227?pwd=NG5SZWdnSWY5ZHdMZTkwWkpPbVNHQT09
ID de reunión: 898 5156 8227
Código de acceso: 036378
Sala: DTI
COMPAÑIA AGRICOLA Y FORESTAL EL ÁLAMO LTDA.
Comprometidos con el medio ambiente
La actividad es gratuita, y se realizará a través de la plataforma ZOOM el día
Martes 06 de Septiembre a las 11:00 horas.
Esperamos contar con su participación, enviando su inscripción al e-mail ayuda.eto@utalca.cl

ANEXO N° 5

MANUAL TECNICO DE CONTROL INTEGRADO. INCLUYE LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL

Resultado N° 4: Estrategia de control de inóculos de *Septoria musiva* en viveros y plantaciones

Resultado N° 7: Estrategia de control químico para *Septoria musiva* en álamo

Resultado N° 9: Manual técnico "Métodos de Control Integrado de *Septoria musiva* en Álamo en Chile"

Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

FIA
Fundación para la Innovación Agraria

PROYECTO FIA: PYT-2018-0045

COMPAÑÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL
EL ÁLAMO LTDA.
Comprometidos con el medio ambiente

Editor

Javier Urzúa Baeza (IF)

Colaboradores

Francisco Zamudio Arancibia. (PH.D)

Mauricio Lolas Caneo. (Ph.D)

Cristian Espinosa. (M)

Marco Yañez Arce. (PH.D)

Paulina Gonzalez Sepulveda. (IF)

Compañía Agricola y Forestal CAF el Álamo Ltda.

Fundacion para la innovación agraria (FIA).

Fotografia

Javier Urzúa (IF)

Paulina Gonzalez (IF)

Este Documento fue realizado en el contexto del proyecto FIA titulado “Programa de manejo integrado para minimizar los impactos de la nueva enfermedad causada por *Sphaerulina musiva* (Peck). En el patrimonio forestal de variedades de álamo en Chile”. Con la colaboración de Compañía Agrícola y forestal CAF el Álamo LTDA. y La Fundación para la Innovación agraria (FIA). Proyecto FIA codigo PYT-2018-0045.

ANEXO N° 6

SEMINARIOS DE DIVULGACION DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

Resultado N° 5: Transferir conocimiento de los resultados generados

Resultado N° 10: Curso de capacitación sobre métodos de control integrado de *Septoria musiva* en álamo en Chile

Resultado N° 11: Seminario

Resultado N° 5: Transferir conocimiento de los resultados generados

DISEÑO GRÁFICO
SEMINARIO ON – LINE "WEBINAR"
JUEVES 14 DE OCTUBRE, 2021

Vínculo para acceder al registro audiovisual del webinar:

https://udetalca-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/franzamudio_utalca_cl/EomxsU-NM7JCvPd-r6I-6WUB79hhKk8Qst2XuymhsenGqw?e=3iS2lC

Vínculo para acceder a las presentaciones y material gráfico del webinar:

https://udetalca-my.sharepoint.com/:f:/g/personal/franzamudio_utalca_cl/El0gg00a3NxKp_QEI5pS5EoB_3L4S8_-Z_gKW26yuR673g?e=n7Q4TC

AFICHE

JUEVES 14/10 **12 hrs.**

UNIRSE A LA REUNIÓN ZOOM
https://reuna.zoom.us/j/89270892022?pwd=ZnRxRk9YWGtiNDNXWFNnNWhsN1REdz09

ID DE REUNIÓN: 892 7089 2022
CÓDIGO DE ACCESO: 659041

COMPAÑÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL EL ÁLAMO LTDA.
Comprometidos con el medio ambiente

Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

FIA
Fundación para la Innovación Agraria

Francisco Zamudio, académico de la Universidad de Talca y Director del proyecto FIA y el representante macrozonal de O'Higgins y Maule de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), **Robert Giovanetti**, tienen el agrado de invitar a usted a participar del Seminario del **Proyecto FIA – PYT-2018-0045**: "Avances del Proyecto FIA: manejo integrado para minimizar los impactos de la nueva enfermedad causada por *Sphaerulina musiva (Septoria musiva)* en el patrimonio forestal de variedades de álamo en Chile"

Cristian Espinosa
INVESTIGADOR
"Estrategias de importación de nuevas variedades de álamos"

Mauricio Lolas
INVESTIGADOR
UNIVERSIDAD DE TALCA
Septoriosis del Álamo: Epidemiología y alternativas de control preventivo

Francisco Zamudio
DIRECTOR PROYECTO FIA
"Respuesta genética del crecimiento de variedades de álamo al ataque de *Septoria musiva*. Periodo 2017 – 2019"

INVITACION

TALCA
UNIVERSIDAD
CHILE
UNIRSE A LA REUNIÓN ZOOM
ID DE REUNIÓN: 892 7689 3022
CÓDIGO DE ACCESO: 659a1t
PROGRAMA DE MANEJO INTEGRADO PARA MINIMIZAR LOS IMPACTOS DE LA NUEVA ENFERMEDAD CAUSADA POR SPHAERULINA MUSIVA (SEPTORIA MUSIVA) EN EL PATRIMONIO FORESTAL DE VARIEDADES DE ÁLAMO EN CHILE
Francisco Zamudio, académico de la Universidad de Talca y Director del Proyecto FIA y el representante macrozonal de O'Higgins y Maule de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Robert Giovanetti, tienen el agrado de invitar a usted a participar del Seminario del Proyecto FIA – PYT-2018-0045: "Avances del Proyecto FIA: manejo integrado para minimizar los impactos de la nueva enfermedad causada por Sphaerulina musiva (Septoria musiva) en el patrimonio forestal de variedades de álamo en Chile"
COMPAÑÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL
EL ÁLAMO LTDA.
Comprometidos con el medio ambiente
La actividad es gratuita, y se realizará a través de la plataforma ZOOM el día jueves 14 de octubre a las 12:00 horas.
Esperamos contar con su participación, enviando su inscripción al e-mail mavillar@utalca.cl

Resultado N° 10: Curso de capacitación sobre métodos de control integrado de *Septoria musiva* en álamo en Chile

Resultado N° 11: Seminario

DISEÑO GRÁFICO
CURSO - SEMINARIO ON – LINE "WEBINAR"
MARTES 24 DE MAYO, 2022

AFICHE

Presentaciones & Expositores

1. *"Situación actual de Sphaerulina musiva (Septoria musiva) en Argentina. Perspectivas futuras en su control"*
   Dra. Ing. Agr. Gabriela S. Lucero
   Profesora Adjunta - Cátedra de Fitopatología
   Facultad de Ciencias Agrarias – UNCuyo, Argentina.

2. *"Situación Sphaerulina musiva (Septoria musiva) en Chile"*
   Ing. For. Cristian Espinosa A.
   ERDE Tecnología e Ingeniería Aplicada SpA

3. *"Avances en el control de Sphaerulina musiva (Septoria musiva) en Chile"*
   Dr. Ing. Agr. Mauricio Lolas
   Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad de Talca, Chile.

Ministerio de Agricultura
COMPAÑÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL EL ÁLAMO LTDA.
Comprometidos con el medio ambiente
FIA
Fundación para la Innovación Agraria

INVITACION

TALCA
UNIVERSIDAD
CHILE
Unirse a la reunión Zoom:
https://reuna.zoom.us/j/85396941069?pwd=eEtkN2JlZnlKbGVLNHpaNHBGZUJBUT09
ID de reunión: 853 9694 1069
Código de acceso: 458206
2022
Seminario- Taller Internacional
"SITUACIÓN DEL HONGO Sphaerulina musiva (Septoria musiva) EN CHILE Y ARGENTINA, INVESTIGACIÓN Y AVANCES EN SU CONTROL"
Francisco Zamudio, Director del Proyecto FIA: "Programa de manejo integrado para minimizar los impactos de la nueva enfermedad causada por Sphaerulina musiva (Septoria musiva) en el patrimonio forestal de variedades de Álamo en Chile" y el representante macrozonal de O'Higgins y Maule de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Robert Giovanetti, tienen el agrado de invitar a usted a participar del Seminario del Proyecto FIA – PYT-2018-0045: " Situación del hongo Sphaerulina musiva (Septoria musiva) en Chile y Argentina, Investigación y avances en su control
COMPAÑÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL
EL ÁLAMO LTDA.
Comprometidos con el medio ambiente
Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile
FIA
Fundación para la Innovación Agraria
La actividad es gratuita, y se realizará a través de la plataforma ZOOM el día:
Martes 24 de mayo a las 10:00 horas.
Esperamos contar con su participación, enviando su inscripción al e-mail
ayuda.eto@utalca.cl

ANEXO N° 7

ARTICULO DE DIVULGACION DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

Resultado N° 3: Transferir conocimiento de los resultados generados

Resultado N° 5: Transferir conocimiento de los resultados generados

Tree Genetics & Genomes (2022) 18:30
https://doi.org/10.1007/s11295-022-01557-8

ORIGINAL ARTICLE

Modeling the genetic response of diameter growth in poplar hybrids growing in the center of Chile in the presence of *Septoria* canker

Francisco Zamudio[1] · Marco Yañez[1] · Richard Hamelin[2] · Mauricio Lolas[3] · Javier Urzua[1]

Received: 18 July 2021 / Revised: 12 April 2022 / Accepted: 20 May 2022
© The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2022

Abstract
A clonal trial, including 124 hybrid poplars, was planted in the center of Chile in 2014 and Septoria canker was detected in 2016. We propose a new approach to analyzing the relationship between fungi attack and growth. As an example, we report the analysis of the diameter of trees growing in the presence of Septoria canker for three consecutive years. We modeled two linear models. The original (*reduced*) model of the trial and an alternative (*full*) model added the level of attack effect. We compared variances of additive random effects and their interaction with the level of fungi attack, genetic parameters (heritability and environmental variances), and BLUPs of the clonal values. The focus was on modeling the intra-clonal covariation that depends on the interaction between the genetic and micro-environmental effects. Our results show that the most severe fungi attack occurred in trees with the largest growth in diameter. Including the *level of attack* effect into the full model produced significant changes in the estimation of genetic parameters at age 5. We observed a genotype-by-micro-environment interaction at ages 3 and 4. We conclude that including the level of Septoria attack in the modeling of genetic parameters for diameter growth of poplar hybrids is a way to correct the prediction of the clonal value of each hybrid planted in a trial. Using a full model that included the pathogen effect allowed a better prediction (BLUP) of the clonal worth.

Keywords Heritability · Septoria canker · Poplar hybrids · Linear mixed models · BLUP genetic values

Introduction

Septoria musiva (syn.: *Sphaerulina musiva*, *Mycosphaerella populorum*) causes the most serious disease affecting hybrid poplar production in North America (Feau et al. 2010). It is endemic to Central and Eastern North America (Feau et al. 2010) and reported for the first time in Asia in 1987 (Teterevnikova-Babayan 1987). Subsequently, it was detected in Argentina (EPPO 2018), the Pacific Northwest of North America (Callan et al. 2007), and in Brazil (Santos et al. 2010). The pathogen causes leaf spots and stem cankers in poplar trees. In susceptible hosts, the disease can lead to premature defoliation, reduce tree growth and wood quality, and predispose the trees to wind damage and attacks from secondary species (Feau et al. 2010). Defoliation, branch, and stem breakage can lead to a complete loss of highly susceptible clones (Ostry et al. 2014). Particularly, tree death from girdling and stem breakage usually occurs within four years of planting (Ostry and McNabb 1983).

In natural poplar stands of North America, the pathogen does not cause severe injuries in trees. On native *P. trichocarpa* and *P. deltoides*, the disease causes a minor leaf disease, resulting in necrotic spots (Ostry et al. 2014). However, on commercial plantations and nurseries, interspecific hybrids (such as *P. deltoides*×*P. trichocarpa* and *P. deltoides*×*P. nigra*) are susceptible to the leaf spots and canker disease (Heralt et al. 2016). Apart from the endemic host *P. deltoides*, the native species *P. balsamifera* and *P. trichocarpa* are minor hosts (EPPO 2018), and *P. tremuloides* are rarely infected (Callan et al. 2007). Of the poplars grown in Europe, the native *P. nigra* and the hybrid *P. canadensis* (*P. deltoides*×*P. nigra*) are susceptible hosts (EPPO 2018), although *P. nigra var italica* is resistant (EPPO 1997). *Populus tremula* is susceptible when planted

Communicated by V. Decroocq

✉ Francisco Zamudio
franzamudio@utalca.cl

[1] Talca University, 1 Poniente, 1141 Talca, Chile

[2] Faculty of Forestry, The University of British Columbia, Vancouver, Canada

[3] Faculty of Agricultural Science, Talca University, Talca, Chile

Published online: 09 June 2022

ANEXO N° 8

Resultado N° 1: Documento técnico para determinar el grado de susceptibilidad en variedades de álamo.

DISEÑO GRÁFICO

VALOR 2A. Se presenta una herida abierta, inflamada, de necrosis local, rodeada por un margen levantado de células corticales (alrededor y en los bordes de la herida), cancro activo en el fuste que puede o no tener exudaciones. Puede haber presencia o no de una o más exudaciones extras, tal como describe los valores 1a y 1b (pequeño(s) cancro(s) de tamaño(s) pequeño(s) y superficie de la corteza lisa). El fuste podría verse limpio y libre de daños en todo el resto de su extensión, pero basta la presencia de una herida abierta o cancro activo, con o sin exudación, para recibir este valor.

VALOR 2B. Se presentan dos o más heridas abiertas, de necrosis local activa (cancros) en el fuste, como se describen en la valorización 1a al menos uno, o más. O bien, se presenta uno o más cancros activos que anillan el fuste. El o los anillamientos del fuste se observan fácilmente por el masivo desarrollo de una necrosis que genera un sobre-levantamiento de células corticales, en los bordes de rasgaduras abiertas en el tejido cortical. Estas rasgaduras cubren parcial o totalmente el fuste.

TABLA. RESUMEN DE LA PAUTA DE EVALUACIÓN DEL DAÑO POR SEPTORIA MUSIVA

VALOR 0	El fuste del individuo presenta ningún tipo de daño visible, activo y externo, ocasionado por el patógeno. Este valor también será aplicado a aquellos individuos que muestran signos de ataque durante el período 2018-19, pero que dicho ataque no se encuentra activo al momento de ser evaluados. O bien, el fuste realizó una reacción de recuperación tal como, aislación del daño o muerte, recubrimiento y secamiento del área dañada.
VALOR 1A	Se presenta una sola exudación o rasgadura activa y visible en el fuste, al momento de la evaluación. Esta exudación puede ser muy pequeña o perceptible como "punto" negro; lo cual implica que habrá exudación.
VALOR 1B	Se presenta más de una exudación y/o rasgadura activas y visibles en el fuste, al momento de la evaluación. Estas exudaciones pueden ser muy pequeñas o perceptibles como "puntos" negros; lo cual implica que habrá exudaciones.
VALOR 2A	Se presenta un cancro activo en el fuste, en presencia o no de una o más exudaciones o rasgaduras. El fuste podría verse limpio y libre de daños en todo el resto de su extensión, pero basta la presencia de un cancro para recibir esta calificación.
VALOR 2B	Se presenta uno o más anillamientos del fuste producidos por sobre-crecimiento de uno o más cancros; o bien, se presentan dos o más cancros activos en el fuste.

TALCA UNIVERSIDAD CHILE

Documento técnico para determinar el grado de susceptibilidad en variedades de álamo.
PROYECTO FIA: PYT-2018-0045

Ministerio de Agricultura
FIA Fundación para la Innovación Agraria
COMPAÑÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL EL ÁLAMO LTDA.
Comprometidos con el medio ambiente

El hongo Septoria musiva *(syn.: Sphaerulina musiva, Mycosphaerella populorum)* es el causante de la enfermedad más seria que ataca y afecta el crecimiento y productividad de los híbridos de álamo en Norte América. El patógeno puede producir infecciones foliares o en el fuste, donde ocasiona cancros; su síntoma de ataque más reconocido.

EN UN **HOSPEDANTE SUSCEPTIBLE AL ATAQUE** DEL HONGO, LA ENFERMEDAD PUEDE:

1. Conducir a una defoliación prematura,
2. Reducir el crecimiento del árbol, la calidad de la madera y
3. Predisponer al árbol al daño producido por el viento o al ataque de especies patógenas secundarias (hongos, insectos, etc.)

El análisis de este tipo de enfermedades y los síntomas de su severidad son particularmente importantes para tomar decisiones rápidas de manejo. Particularmente cuando el patógeno (la enfermedad en si misma) está estrechamente relacionada con la pérdida de productividad.

En la selección de variedades vegetales, los cultivares en ensayo deben ser ordenados o clasificados en relación con su resistencia y susceptibilidad a enfermedades. Tradicionalmente, la medición de la presencia de una enfermedad – con un grado aceptable de seguridad y precisión – a menudo ha sido realizada mediante una escala visual de ataque. Esto consiste en el reconocimiento de síntomas visuales y es considerado esencial en la diagnosis de enfermedades en plantas. Sin embargo, este tipo de método es muy subjetivo. Por esta razón, una de las actividades fundamentales del proyecto FIA PYT-2018-0045 consistió en generar una escala de diagnosis mediante sucesivas aproximaciones.

En el año 2015, la presencia del hongo S. musiva fue detectada en arboles de álamo, en la zona de San Carlos, Chillan. Luego, en 2016, se observaron signos del ataque del hongo en predios de la Compañía Agricola y Forestal (CAF) "El Alamo". Posteriormente, en 2017 se comenzó a observar los signos del ataque del patógeno en árboles ubicados en uno de los ensayos de variedades de álamo de la empresa (predio "Las Lenguas"). Por este motivo, se comenzó a medir el grado de ataque del hongo S. musiva desde ese año. Los signos del ataque fueron medidos en el fuste de cada rameto de cada híbrido, en cada bloque del ensayo, durante los meses de primavera. La primera escala cualitativa – visual – de evaluación del patógeno incluyó los valores:

GRADO 0: sin presencia de cancros en el fuste.

GRADO 1: presencia de exudaciones y hasta 3 cancros con diámetros menores a 10 cm.

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

En el año 2018, la escala fue modificada tomando en consideración la experiencia de haber trabajado en terreno con la evaluación numérica del año anterior. Los criterios de clasificación incorporaron las diferencias visuales observadas en los árboles. La clasificación nuevamente se enfocó en los signos ubicados en el fuste. La nueva escala dividió el "Grado 2" en dos categorías. Los nuevos valores de clasificación fueron:

GRADO 0: sin presencia de ataque del hongo en el fuste.

GRADO 1: presencia de exudaciones y hasta 3 cancros con diámetros menores a 10 cm.

GRADO 2: presencia de más de 3 cancros.

GRADO 3: presencia de cangros que abarquen más del 50% del contorno del individuo, lo que se describe como daño en forma de anillo.

En el año 2019, la escala de ataque del patógeno fue nuevamente revisada. A medida que los árboles crecian, la presencia del patógeno volvió a aparecer. Pocos cambios ocurrieron en su manifestación (signos); pero, estos ocurrieron. La nueva escala, preparada a fines de 2019, intentó incorporar la amplitud de signos del ataque y mejorar la calidad de la descripción del ataque del patógeno. La nueva escala se describe a continuación.

PROPOSICIÓN Y DESCRIPCION DE UNA ESCALA DE EVALUACIÓN DEL ATAQUE DE SEPTORIA MUSIVA

El Valor 0 se registra en forma independiente a si el individuo tuvo o no ataque del patógeno la temporada de crecimiento anterior. Lo relevante a ser medido es que, al momento de la evaluación visual, el individuo no presenta signos de actividad del patógeno.

La valoración del nivel "1" estará relacionada con la presencia de exudaciones. Es decir, cancros a inicios de su desarrollo o que están siendo inhibidos en su desarrollo por el hospedante.

La valoración del nivel "2" estará relacionada con la presencia de cancros. Es decir, cancros que ya manifiestan su presencia.

Como resultado de tres años de evaluación en terreno de los signos del ataque de Septoria musiva, el proyecto FIA PYT-2018-0045 propone o sugiere la siguiente escala con el objeto de ser utilizada para determinar el grado de susceptibilidad al ataque del patógeno en las variedades de álamo cultivadas en Chile:

VALOR 0. El fuste del individuo presenta ningún tipo de daño visible, activo y externo, ocasionado por el patógeno. Este valor también se aplica a aquellos individuos que muestran signos de ataque durante el periodo de crecimiento del año anterior, pero que dicho ataque no se encuentra activo al momento de la evaluación. Es muy probable que el individuo generó un periderma necrofilactico, es decir un nuevo periderma, diferente al original, a partir del felógeno (el cambium de la corteza) que rodeo al tejido muerto por el patógeno. Este nuevo tejido es una reacción de recuperación que tiende a aislar al patógeno, o el daño y muerte de tejido, y recubrir y secar el área dañada.

VALOR 1A. Se presenta una sola exudación activa y visible en el fuste, al momento de la evaluación. Esta exudación puede ser muy pequeña o perceptible como "punto" negro; lo cual implica que habrá exudación. Esta exudación o "punto" visible se origina en un área redondeada o más bien vertical, rasgada pero lisa en el fuste. De tamaño pequeño.

VALOR 1B. Se presenta más de una exudación activa y visible en el fuste, al momento de la evaluación. Estas exudaciones pueden ser muy pequeñas o perceptibles como "puntos" negros; lo cual implica que habrá exudaciones. Al igual que en el nivel 1a, estas exudaciones o "puntos" visibles se originan en áreas redondeadas o más bien verticales, rasgadas pero lisas en el fuste. De tamaño pequeño.