



**UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**Evaluación de la resistencia varietal entre familias de clones de híbridos de
Populus spp. frente al daño de la polilla del álamo *Leucoptera sinuella*.**

MEMORIA DE TÍTULO

CAMILA MARGARITA FRANCISCA SUAZO ÁLVAREZ

TALCA, CHILE

2021

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2021

APROBACIÓN:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'E. Fuentes', with a large, sweeping flourish extending to the left.

Profesor Guía: Eduardo Fuentes Contreras, Lic. Biol. Dr.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'S. Yáñez', with a large, sweeping flourish extending to the left.

Profesor informante: Sebastián Gonzalo Yáñez Segovia, Ing. Agr. Mag.

Fecha de presentación de Memoria de Título: 30-04-2021

RESUMEN

La polilla del álamo, *Leucoptera sinuella* (Reutti), es una plaga minadora de las hojas de los árboles de la familia salicáceas, produciendo daños de importancia económica en plantaciones del género *Populus*. Esta plaga se detectó en Chile en el año 2015 y se distribuye entre las Regiones de Coquimbo y Bío Bío. Aunque esta polilla no se desarrolla en árboles frutales, se han producido rechazos cuarentenarios por la presencia de pupas en las cavidades de la fruta fresca de exportación a países que no presentan esta plaga. Con el propósito de evaluar alternativas que disminuyan las pérdidas económicas causadas por la polilla del álamo, se estudió la resistencia varietal frente a *L. sinuella* de familias de clones de híbridos de *Populus* spp pertenecientes al cruzamiento (*P. trichocarpa* x *P. deltoides*) x *P. deltoides* (TDxD). Se registró la incidencia, severidad y minas.hoja⁻¹ entre 90 clones pertenecientes a 16 familias del cruzamiento de álamos TDxD para las tres generaciones sucesivas de *L. sinuella*. Se realizó un ranking de las medias para la incidencia, severidad y minas.hoja⁻¹, observando una alta variabilidad en la incidencia, severidad y minas.hoja⁻¹ dentro de las familias de híbridos evaluados. El clon 16599 fue el menos afectado perteneciente a la familia 782, seguido por los clones 16056 y 16786 pertenecientes a las familias 749 y 750 respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre las familias para la incidencia, mientras que para la severidad y minas.hoja⁻¹ la familia 749 presenta menores valores que la familia 746 solamente para la primera fecha de muestreo.

ABSTRACT

The poplar moth, *Leucopetera sinuella* (Reutti), is a leaf-mining pest of trees of the Salicaceae family, causing damage of economic importance in plantations of the *Populus* genus. This pest was detected in Chile in 2015 and is distributed between the Coquimbo and Bío Bío Regions. Although this moth does not develop in fruit trees, there have been quarantine rejections due to the presence of pupae in the cavities of fresh fruit for export to countries that do not have this pest. In order to evaluate alternatives to reduce the economic losses caused by the poplar moth, we studied the varietal resistance to *L. sinuella* of families of *Populus* spp. hybrid clones belonging to the cross (*P. trichocarpa* x *P. deltoides*) x *P. deltoides* (TDxD). Incidence, severity and mines.leaf⁻¹ were recorded among 90 clones belonging to 16 families of the TDxD poplar cross for the three successive generations of *L. sinuella*. A ranking of the means for incidence, severity and mines.leaf⁻¹ was performed, observing a high variability in incidence, severity and mines.leaf⁻¹ within the hybrid families evaluated. The clone 16599 was the least affected belonging to family 782, followed by clones 16056 and 16786 belonging to families 749 and 750, respectively. No significant differences were found between families for incidence, while for severity and mines.leaf⁻¹ family 749 presented lower values than family 746 only for the first sampling date.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente quiero agradecer a mis dos angelitos que me cuidan desde el cielo a mi abuela Teresa y a mi tata Hugo quienes fueron las personas que me incentivaron a luchar por mis sueños de estudiar en la Universidad de Talca y llegar a convertirme en una agrónoma a pesar de todas las dificultades que esto pudo traer.

A mis padres que fueron un pilar fundamental en este proceso, pero mayormente a mi mamá por su paciencia y ayuda en cada momento que lo necesite, siempre dándome una palabra de aliento para seguir adelante y llegar donde estoy hoy.

A mi hija por la fuerza que me da día a día para no rendirme, con sus sonrisas y abrazos cuando más los necesitaba.

A mis compañeros y amigos por apoyarme en los momentos más difíciles, siempre preocupados por mí, por su ayuda cuando las cosas se me hacían complicadas, por las noches de estudios y conversaciones que nos han ayudado a estar donde estamos ya terminando esta etapa de nuestras vidas.

Y por último y no menos importante a mi profesor guía Eduardo Fuentes por estar siempre presente, en cada momento que lo necesitaba para poder seguir con mi tesis hasta el final, además de mi profesor co-guía Sebastián Yáñez, quien estuvo ayudándome en las labores de campo, gracias por sus enseñanzas y aprendizajes.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 HIPÓTESIS.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 Objetivo general.....	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Antecedentes generales del álamo.....	3
2.2 Introducción del álamo en Chile.....	3
2.2.1 <i>Populus deltoides</i> Marshall y <i>Populus trichocarpa</i> Hook en Chile.....	3
2.3 Alternativas del álamo en Chile.....	4
2.3 Detección de <i>Leucopetra sinuella</i> en Chile.....	4
2.4.1 Característica de la plaga.....	5
2.4.2 Daño que produce.....	6
2.4 Plaga cuarentenaria.....	7
2.5 Manejo de la polilla del álamo.....	7
2.6 Resistencia varietal.....	8
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
3.1 Ubicación del estudio.....	9
3.2 Evaluación del ensayo.....	10

3.2.1	Marcación de los arboles	10
3.2.2	Evaluaciones de incidencia, severidad y minas.hojas ⁻¹	10
3.3	Análisis de datos	11
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
4.1	Análisis exploratorio.	12
4.1.1	Incidencia	12
4.1.2	Severidad	13
4.1.3	Minas.hojas ⁻¹	14
4.2	Análisis estadístico	15
4.2.1	Incidencia	15
4.2.2	Severidad	16
4.2.3	Minas.hojas ⁻¹	17
5.	CONCLUSIONES.....	19
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
7.	ANEXO.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Página

Figura 2.1 Huevos recién ovipositados, al transcurso de unos días y larvas de la polilla del álamo (MUNDOAGRO, 2020; INIA Cruz, 2019; Lab. Sanidad Vegetal Universidad de Talca y CTA, 2020).....	5
Figura 2.2 Pupas con capullo de seda, pupa desnuda y adulto de polilla del álamo (INIA Cruz, 2019; Lab. Sanidad Vegetal Universidad de Talca y CTA, 2020; Departamento de Sanidad Vegetal Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile, 2017).....	6
Figura 2.3 Daño en las hojas con pupas, larvas y hoja completamente dañada (Lab. Sanidad Vegetal Universidad de Talca y CTA, 2020)	6
Figura 2.4 Presencia de capullos de seda con pupas de <i>Leucoptera sinuella</i> en frutos de manzano y nogal en huertos comerciales (Red Tecnológica para el Agro 2017; INIA Cruz, 2019).....	7
Figura 3.1 Marcación del terreno utilizado en ensayo de evaluación de resistencia varietal (Google Earth Pro, modificado por Camila Suazo Álvarez).....	9
Figura 3.2 Fotografía de larvas de <i>Leucoptera sinuella</i> a través del programa Labscope con mediciones de sus capsulas cefálicas (Camila Suazo Álvarez).....	11
Figura 4.1.1 Grafico de incidencia media de las tres diferentes fechas de evaluación, para los 90 clones del cruzamiento TDXD, pertenecientes a las 16 familias.....	14
Figura 4.1.2 Grafico de severidad media de las tres diferentes fechas de evaluación, para los 90 clones del cruzamiento TDXD, pertenecientes a las 16 familias.....	15
Figura 4.1.3 Grafico de las medias de minas.hoja ⁻¹ para las tres diferentes fechas de evaluación, en los 90 clones del cruzamiento TDXD, pertenecientes a las 16 familias.....	16
Cuadro 4.2.1 Tabla de incidencia para las 9 familias con más de tres clones por cada una de ellas del cruzamiento TDXD, con sus valores medios para las tres diferentes fechas de mediciones.....	17
Cuadro 4.2.2 Tabla de severidad para las 9 familias con más de tres clones por cada una de ellas del cruzamiento TDXD, con sus valores medios para las tres diferentes fechas de mediciones...	18
Cuadro 4.2.3 Tabla de número de minas.hoja ⁻¹ para las 9 familias con más de tres clones por cada una de ellas del cruzamiento TDXD, con sus valores medios para las tres diferentes fechas de mediciones.....	19

1. INTRODUCCIÓN

El álamo, es un árbol caducifolio con varias especies del género *Populus*, de la familia de las Salicáceas. Su origen está en Europa, Asia, Norteamérica y norte de África. Sus características principales hacen que su utilización tenga varios enfoques tanto en el área de producción de madera, por ser ligera, de secado rápido y fibrosa o como también en el área medicinal (Ojeda *et al.*, 2013; CTA, 2014).

El género *Populus* es el tercer género forestal de mayor valor económico en el mundo. A través de selección genética, se ha logrado crear variedades con genotipos que cuentan con un crecimiento rápido y a su vez también se han podido adaptar a diversas condiciones ambientales, por lo que han sido capaces de responder eficientemente a la silvicultura de precisión y producir madera de notables características (CTA, 2014).

En Chile, en los últimos años se ha generado un creciente interés en el potencial forestal de las especies e híbridos del género *Populus*. Chile cuenta con aproximadamente 6.500 hectáreas de plantaciones del género *Populus* (Zamudio *et al.*, 2011).

Los árboles del género *Populus* son atacados por una amplia diversidad de insectos y fitopatógenos. Entre ellos se destaca, la polilla del álamo (*Leucoptera sinuella* Reutti), perteneciente al orden Lepidóptera, familia Lyonetiidae. Es una plaga que se distribuye en gran parte de Europa, China, Japón y el norte de África. El ingreso al país de esta plaga ocurrió en el año 2015, encontrándose en la actualidad desde la IV hasta la VIII región provocando daños tanto en los álamos como en los sauces (Cisternas y Morales, 2019; Sandoval *et al.*, 2019).

Las larvas de la polilla del álamo se alimentan de las hojas de los álamos y de los sauces, removiendo el mesófilo y dejando la cutícula intacta para formar minas foliares. Este daño provoca la defoliación de los árboles al comprometer toda la superficie foliar. Una vez completado su estado larval salen de las hojas para buscar sitios donde pupar. En este estado, indirectamente producen daños económicos en el área frutícola; ya que migran desde cortinas cortaviento de álamos hacia los huertos frutales para ubicarse en las cavidades de frutas de exportación provocando importantes rechazos cuarentenarios, al ser detectadas en embarques de frutas destinadas a países donde esta plaga no está presente (González, 2017).

Las investigaciones sobre resistencia y susceptibilidad varietal al ataque de plagas y patógenos, pueden ser usadas como herramientas que orienten la toma de decisiones en cuanto al manejo de plantaciones forestales. La identificación de híbridos de álamos con niveles de resistencia o tolerancia a plagas puede contribuir al manejo fitosanitario (Zamudio *et al.*, 2011).

En la actualidad aún no hay componentes de control disponibles para el manejo de esta plaga, por lo que en la presente memoria se propone evaluar si la resistencia varietal frente a la polilla del álamo podría ser incluida en su manejo integrado en el futuro. En particular, se evaluaron familias y clones de híbridos de cruzamiento (*P. trichocarpa* x *P. deltoides*) x *P. deltoides* (TDxD) con el objetivo de identificar los que presenten un mayor nivel de resistencia. Este ensayo se realizó en el Banco Clonal del Centro Tecnológico del Álamo de la Universidad de Talca, en donde se comparó la infestación de la polilla del álamo en 100 árboles de las diversas familias y clones de híbridos TDxD de álamo disponibles.

1.1 HIPÓTESIS

Existen diferencias en la resistencia al ataque de *Leucoptera sinuella* entre diferentes familias de clones de híbridos TDxD.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Establecer el daño de larvas de *L. sinuella* entre familias de clones de híbridos de *Populus* spp. pertenecientes al cruzamiento (*P. trichocarpa* x *P. deltoides*) x *P. deltoides* (TDxD) disponibles en el Banco Clonal del Centro Tecnológico del Álamo de la Universidad de Talca.

1.2.2 Objetivos específicos

Evaluar la incidencia, severidad y minas.hoja⁻¹ de larvas de *L. sinuella* en las hojas de familias de clones del cruzamiento TDxD de *Populus* spp.

Evaluar diferencias en la incidencia, severidad y minas.hoja⁻¹ de larvas en las hojas de familias de clones del cruzamiento TDxD de *Populus* spp. entre tres generaciones sucesivas de *L. sinuella*.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Antecedentes generales del álamo.

En el mundo se encuentran cinco secciones del género *Populus*, estos son: *Turanga* este se encuentra en la cuenca mediterránea; *Leucooides* el cual está localizado mayormente por todo el hemisferio norte; *Tacamahaca* en donde se da con mayor facilidad en Asia y América del Norte; *Leucoindes*, este crece en la parte sureste de América del Norte y en el extremo oriente y por último *Aigeiros*, que se encuentra en la zona templada del hemisferio norte. Tres de estos subgéneros *Leuce*, *Tacamahaca*, *Aegirus*, incluyen a los tiemblos y álamos blancos, árboles balsámicos y álamos negros respectivamente desempeñan un papel importante en la economía mundial (Pourtet, 1951; Suárez, 1999).

2.2 Introducción del álamo en Chile.

Esta especie proviene de Italia, donde posteriormente fue llevada a España y luego traída a América. El álamo negro *Populus nigra* L. *var italica* corresponde a la primera variedad introducida en Chile, donde en nuestra flora en forma natural no hay ningún representante del género *Populus*. Hoy en día se encuentra distribuida desde la región de Tarapacá hasta la región de Magallanes en las cercanías de Punta Arenas, lo que evidencia capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales (Serra *et al.*, 2002).

2.2.1 *Populus deltoides* Marshall y *Populus trichocarpa* Hook en Chile.

Populus deltoides Marshall es un álamo de habito caducifolio dioico que puede alcanzar hasta los 30 metros de altura, es resistente al frío, originario del este de América del Norte, en Chile se utiliza como cortinas cortaviento, además de usarse en avenidas y en el área forestal. Es un árbol con una copa amplia, corteza lisa de color grisácea con grietas longitudinales, con un follaje muy frondoso (Macaya *et al.*, 2018).

El *Populus trichocarpa* Hook al igual que *P. deltoides* es un árbol caducifolio dioico con corteza grisácea y agrietada, originario del oeste de América del Norte, en Chile es poco conocido pudiéndose encontrar en el jardín botánico de la Universidad Austral en Valdivia, esta variedad es la más grande de los álamos nativos de Norte América alcanzando hasta 35 metros o más en su lugar de origen (Macaya *et al.*, 2018).

2.3 Alternativas del álamo en Chile.

Desde la llegada de el álamo a Chile este se ha utilizado principalmente como un árbol ornamental tanto en la ciudad para crear alamedas o en orillas de camino, al igual que protectores de predios en función de cortinas cortaviento, también tiene una gran importancia en el mercado que consume madera para el desarrollo de base debobinable y aserrío, otro mercado de enorme potencial para el álamo es el energético, productos industriales y como energía limpia para calefaccionar, teniendo al álamo como recurso forestal de importancia económica para el país (Cornejo, 2016).

El álamo es un cultivo varietal, el cual se propaga vegetativamente de clones de un mismo individuo, esta característica ayuda a acceder a grandes ventajas competitivas en relación con otras especies. El Centro Tecnológico del Álamo de la Universidad de Talca, introdujo más de 2000 nuevas variedades de híbridos las que se originaron con el cruzamiento de 5 especies las cuales se pudieron importar a través de un convenio de intercambio genético con centros de hibridación del extranjero (Cornejo, 2016).

En Chile su plantación se encuentra principalmente en la localidad de Retiro y Región de O'Higgins, el resto mayormente corresponde entre regiones del Maule, Biobío y Los Ríos (Cornejo, 2016).

2.3 Detección de *Leucoptera sinuella* en Chile.

En el año 2015 el Servicio Agrícola y Ganadero de Chile detectaron hojas de álamos con minas y larvas en su interior, así como adultos de una pequeña polilla blanca, la cual fue identificada como *Leucoptera sinuella* (Reutti). Esta plaga inicialmente se encontraba dispersa en algunos lugares de la Región Metropolitana y la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. En el año 2016 abarco todo el valle central de ambas regiones, dispersándose además a zonas precordilleranas con presencia de álamos y hacia la región de Valparaíso. Posteriormente en el año 2017 se desplazó llegando hasta la Región del Maule, mientras que el año 2018 se detectaron ejemplares hasta la Región del Biobío (Sandoval, 2019).

2.4.1 Característica de la plaga.

Las larvas de la polilla del álamo son minadoras de hojas, con minas grupales que se originan principalmente a partir de la nervadura central de la hoja. Es una plaga con metamorfosis completa: huevo, larva, pupa y adulto. Las hembras ponen sus huevos en la superficie del haz de las hojas, de manera alineada o a veces en varias filas juntas. Los huevos son de forma ovalada aplanados de 0,35-0,38 mm de largo, de color blanco (Figura 2.1). Las larvas de color blanquecino, al emerger de los huevos, penetran debajo de la epidermis alimentándose del mesofilo, dejando la cutícula intacta, hasta que salen completando su ciclo larvario el que consta de cinco estadios. Estas larvas se alimentan una al lado de la otra, formando largas filas aún más cuando minas diferentes se fusionan, sus fecas son pequeños gránulos negros ligeramente alargados, las cuales adhieren a la pared interna, dejando una franja marginal igual al ancho de su cuerpo, esto se puede observar en la hoja por su color más claro en esta área, ya que la parte de la hoja con fecas tiene un color oscuro. Una vez alcanzada la madurez, las larvas abandonan la mina a través de una abertura en la epidermis. El capullo se forma por una serie de hilos de seda plateados, los cuales están dispuestos en forma de "H", bajo de él se encuentra la larva en una envoltura ligeramente alargada la cual pronto se convertirá en pupa (Figura 2.2). Estas se suelen encontrar tanto en hojas, ramas, troncos, como también en otros lugares (Arru, 1966; González, 2017).



Figura 2.1 Huevos recién ovipositados, huevos con capsula cefálica y larvas de la polilla del álamo (MUNDOAGRO, 2020; INIA Cruz, 2019; Lab. Sanidad Vegetal Universidad de Talca y CTA, 2020).



Figura 2.2 Pupas en capullo de seda, pupa sin seda y adulto de polilla del álamo (INIA Cruz, 2019; Lab. Sanidad Vegetal Universidad de Talca y CTA, 2020; Departamento de Sanidad Vegetal Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile, 2017).

2.4.2 Daño que produce.

Produce minas en las hojas de los álamos y sauces, provocando que estas se caigan durante todo el periodo primaveral-estival, ya que al eclosionar la larva se introduce en la hoja, en donde realizan galerías al alimentarse del parénquima de la hoja, provocando que estas no realicen fotosíntesis (Figura 2.3). Estos daños se comienzan a observar en octubre con la primera generación de esta plaga, en los meses siguientes los daños aumentan pudiendo producir una defoliación total en los árboles afectados. Los adultos se observan desde octubre a marzo, mientras que su estado de pupa se encuentra durante todo el año, incluyendo los meses de otoño e invierno en que se encuentra en estado fisiológico de diapausa, para poder retomar su desarrollo al aumentar las temperaturas en primavera (Sandoval et al., 2019).



Figura 2.3 Hojas con pupas en el envés de las hojas con presencia de daño parcial y total de larvas *L. sinuella* (Lab. Sanidad Vegetal Universidad de Talca y CTA, 2020).

2.4 Plaga cuarentenaria.

Los álamos en el área agrícola son utilizados como cortinas corta viento, por lo que esta práctica en la actualidad representa un riesgo con respecto a esta plaga, ya que las pupas de la polilla del álamo se pueden fijar en los frutos de los huertos, esto ocurre debido que en su último estadio las larvas abandonan las hojas del álamo pudiendo trasladarse por el viento hasta los árboles frutales cercanos, donde pupan y forman sus capullos (Figura 2.4). Aunque la polilla del álamo no produce ningún tipo de daño, se pueden generar rechazos cuarentenarios en las inspecciones fitosanitarias de la fruta de exportación. En el año 2017 se rechazaron 54345 cajas de diferentes tipos de frutas por la presencia de esta plaga, considerando su estado invernal (pupa) el de mayor riesgo, para los mercados de destino en Norteamérica en que esta plaga no está presente. Por lo tanto, es importante investigar esta plaga para definir estrategias de manejo que reduzcan las pérdidas económicas en los fruticultores chilenos (González, 2017).



Figura 2.4 Presencia de pupas de *Leucoptera sinuella* en frutos de manzano y nogal en huertos comerciales (Red Tecnológica para el Agro 2017; INIA Cruz, 2019).

2.5 Manejo de la polilla del álamo.

El Laboratorio de Sanidad Vegetal en conjunto con el Centro Tecnológico del Álamo de la Universidad de Talca, están evaluando distintas alternativas de manejo de esta plaga en Chile. Se están realizando ensayos en distintas localidades para evaluar el efecto de distintos insecticidas, monitoreo con feromona sexual, controladores biológicos y control cultural, los que se integraran con los resultados de esta memoria sobre resistencia varietal de distintos clones de híbridos ubicados en el Banco Clonal de la Universidad de Talca (UTALCA, 2020).

2.6 Resistencia varietal.

Existen mecanismos que pueden estar involucrados en la resistencia y/o tolerancia de las plantas a las plagas estos son la antixenosis y antibiosis. En el caso de la antixenosis repelen a los insectos, evitando de esta manera que las polillas ovipositen o se alimenten de las hojas de los álamos. La antibiosis se basa en que la planta produce compuestos tóxicos que disminuyen la sobrevivencia y reproducción de la plaga, de este modo los álamos pueden afectar el crecimiento, logrando que las larvas no se desarrollen (Saldúa *et al.*, 2011).

Algunos tipos de álamos tienen un buen crecimiento, pero, a menudo pueden tener otras desventajas, exhibiendo poca resistencia al estrés y alta susceptibilidad a patógenos, insectos y herbívoros vertebrados. En América del Norte, hay 300 especies de insectos y ácaros que se encuentran comúnmente en las 12 especies de *Populus*. En Europa, el número total registrado es casi el doble, alrededor de 525 especies de insectos y ácaros. Los patógenos son igualmente numerosos, hay más de 250 especies de hongos de descomposición solo en *Populus*. Los álamos están expuestos a ser atacados por diversos fitopatógenos, aunque algunas especies pueden compensar la mayoría del daño de las hojas hasta que exceda un determinado umbral, es por esto que los productores deben pensar en estrategias de manejo para mantener el daño de las plagas por debajo de los límites del umbral de compensación de la planta o de daño económico, los cuales varían dependiendo del cultivo, el suelo, sitio y las condiciones climáticas (Mattson *et al.*, 2001).

Para reducir los daños de los insectos en los álamos los factores como el origen y el tipo de clon son importantes, es así como en ensayos con clones de híbridos procedentes de Italia, Bélgica y los Países Bajos, se ha encontrado que su resistencia frente a larvas de lepidópteros es variable dependiendo de los clones, orígenes, especies e individuos parentales. Sin embargo, los clones con las mismas especies parentales tienden a tener niveles de resistencia parecidos. Los híbridos de *P. deltoides x nigra* muestran una gran variabilidad en su resistencia, mientras que aquellos con material genético de *P. trichocarpa* son generalmente más resistentes al daño frente a larvas de lepidópteros (Tomescu y Nef, 2007). Una de las plagas más habituales en el álamo son los minadores de hojas, los cuales reducen la superficie fotosintética y provocan la caída prematura de las hojas, lo que interfiere con la acumulación de biomasa y la preparación de la planta para el periodo de latencia. En el caso de la polilla del álamo, existen genotipos de álamo negro que presentan niveles variables de tolerancia frente a esta plaga en un estudio realizado en Serbia (Poljaković-Pajnik *et al.*, 2012).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del estudio

Este ensayo se llevó a cabo en el Banco Clonal del Centro Tecnológico del Álamo, en el campus Lircay de la Universidad de Talca en la Región del Maule. La superficie utilizada para la investigación es de 0,73 ha, con alrededor de dos mil clones de diferentes especies e híbridos interespecíficos de *Populus* (Figura 3.1). Los clones fueron plantados el año 2005, obtenidos desde Estados Unidos, Francia y Bélgica. Algunos de los clones se han perdido con el paso del tiempo, ya que en la actualidad este banco clonal no cuenta con riego para poder mantenerse en buenas condiciones.



Figura 3.1 Marcación del terreno utilizado en ensayo de evaluación de resistencia varietal (Google Earth Pro, modificado por Camila Suazo Álvarez).

3.2 Evaluación del ensayo

3.2.1 Marcación de los arboles

En el Banco Clonal del Centro Tecnológico del Álamo, se seleccionaron 100 clones al azar de TDxD. Estas marcaciones comenzaron el día primero de octubre de 2019, con árboles que presentaban sus primeras hojas, estos fueron marcados con cinta roja, al igual que los de la semana siguiente con fecha de 8 de octubre de 2019. Estas marcaciones comenzaron la primera semana de octubre concluyendo la primera semana de noviembre del mismo año.

3.2.2 Evaluaciones de incidencia, severidad y minas.hojas⁻¹

Se evaluaron los daños ocasionados por la polilla del álamo en 100 árboles, algunos de ellos presentando réplicas, con una totalidad de 16 familias distintas correspondientes al cruzamiento TDxD, ya que se observa una gran variabilidad en el nivel de daño entre clones de este cruzamiento. Además, el cruzamiento TDxD es uno de los híbridos con mejores características y mayor potencial para producir variedades de álamos comerciales, ya que posee hojas hasta cuatro veces más grandes que los individuos parentales, presentando un mejor crecimiento en altura y en diámetro (Zamudio *et al.*, 2003; Zamudio *et al.*, 2008).

Para las evaluaciones los árboles se dividieron en tres estratos: bajo, medio y alto, en los cuales se analizaron cinco hojas de cada estrato, obteniendo un total de 15 hojas por árbol, de ellas se evaluó el ataque de *L. sinuella* a través de su incidencia con 0 si no hay presencia de minas y 1 si hay presencia de estas. La incidencia se calculó como el porcentaje de hojas con presencia de daño de *L. sinuella*. También se evaluó la severidad del daño foliar de las minas en la siguiente escala ordinal: 0 sin daño, 1 hasta 25 %, 2 entre 26% y 50%, 3 entre 51% y 75% y 4 superior al 75% de la superficie foliar dañada

Semanalmente se tomaron muestras de hojas con presencia de minas frescas, de quince plantas de álamos del Banco Clonal de la Universidad de Talca, las que se llevaban al laboratorio para analizarlas. En el laboratorio las larvas se sacaban de las hojas removiendo la lámina superior de estas con ayuda de una pinza y se añadían en un recipiente para su conservación con alcohol al 70%, luego de unos minutos se colocaban en un porta objetos y se observaban a la lupa (Estereomicroscopio ZEISS Stemi 305 Trinocular con Cámara de microscopía Axiocam 208 color 4K, anillo de iluminación K LED segmentable - 48 LED en 2 filas), esto se realizaba para hacer seguimiento a la biología de la larva a través de mediciones de sus capsulas cefálicas con el programa Labscope (Figura 3.5), el cual da la facilidad de sacar fotografías de estas

mediante la lupa que se encuentra incorporada con una cámara en donde se toman fotos de las larvas, para luego ser medidas (um) en el mismo programa. Cuando las mediciones indicaban que el 75% de las larvas correspondía al tercer estadio, se realizaba la evaluación de incidencia, severidad y minas.hoja⁻¹ para cada generación de la plaga en el Banco Clonal. Las evaluaciones de incidencia y severidad se realizaron para cada generación de la plaga, el día 12 de noviembre de 2019, 30 de diciembre de 2019 y 20 de febrero de 2020 siguiendo la metodología de Yáñez-Segovia, 2020 (datos no publicados).



Figura 3.2 Fotografía de larvas de *Leucoptera sinuella* a través del programa Labscope con mediciones de sus capsulas cefálicas (Labscope, Camila Suazo Álvarez).

3.3 Análisis de datos

El análisis de la información obtenida se realizó a través de un ranking de la media de incidencia, severidad y minas.hoja⁻¹ para los 90 clones distintos con 16 familias diferentes promediando los estratos bajo, medio y alto de cada árbol. Este análisis se realizó considerando la media de las tres evaluaciones realizadas. Para 9 familias que presentaron por lo menos tres clones distintos se realizó un ANDEVA de medidas repetidas para la variable incidencia transformada como $\text{Arcseno } \sqrt{(x/100)}$, la cual cumplió con los supuestos del análisis. En el ANDEVA se usaron los factores de familia y fechas de evaluación como independientes y la incidencia como variable dependiente. Para la severidad y el número de minas.hoja⁻¹ no se cumplió el supuesto de homogeneidad de varianzas, por lo que se realizó un análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis con la familia como factor independiente para cada fecha de muestreo. Para los análisis se utilizó el programa STATISTICA.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis exploratorio.

4.1.1 Incidencia

Los valores de la media de la incidencia van entre un mínimo de 18% para el clon 16599 de la familia 782 y máximo de 98% para el clon 11688 y 16431 de las familias 499 y 746 respectivamente. Se observa una alta variabilidad en la incidencia dentro de las familias de híbridos evaluados presentes en la Figura 4.1.1.

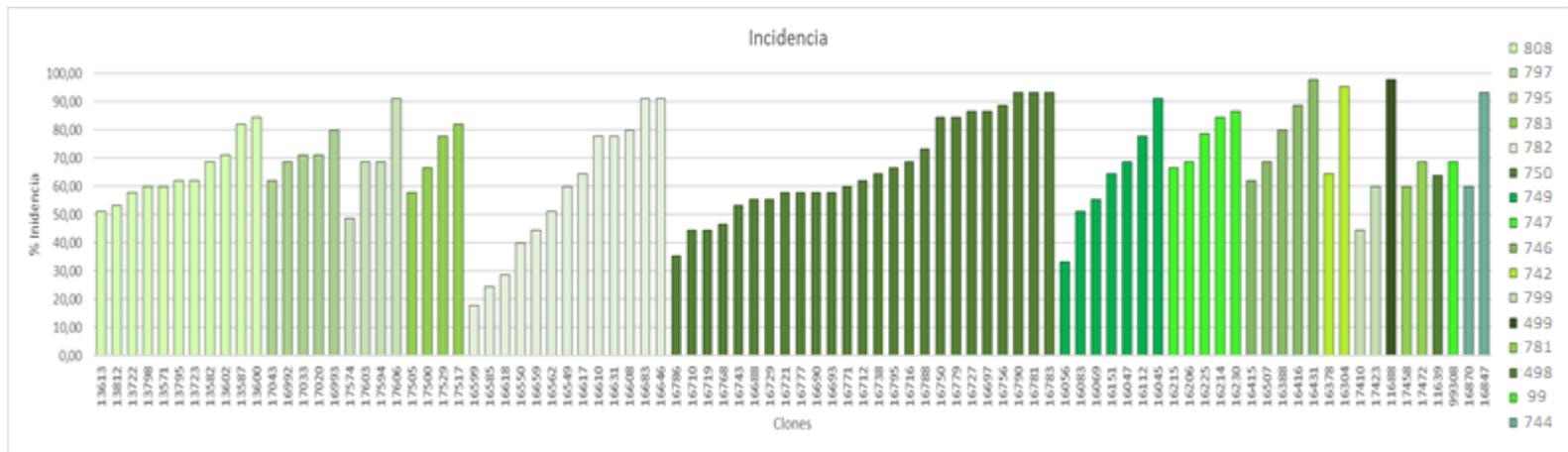
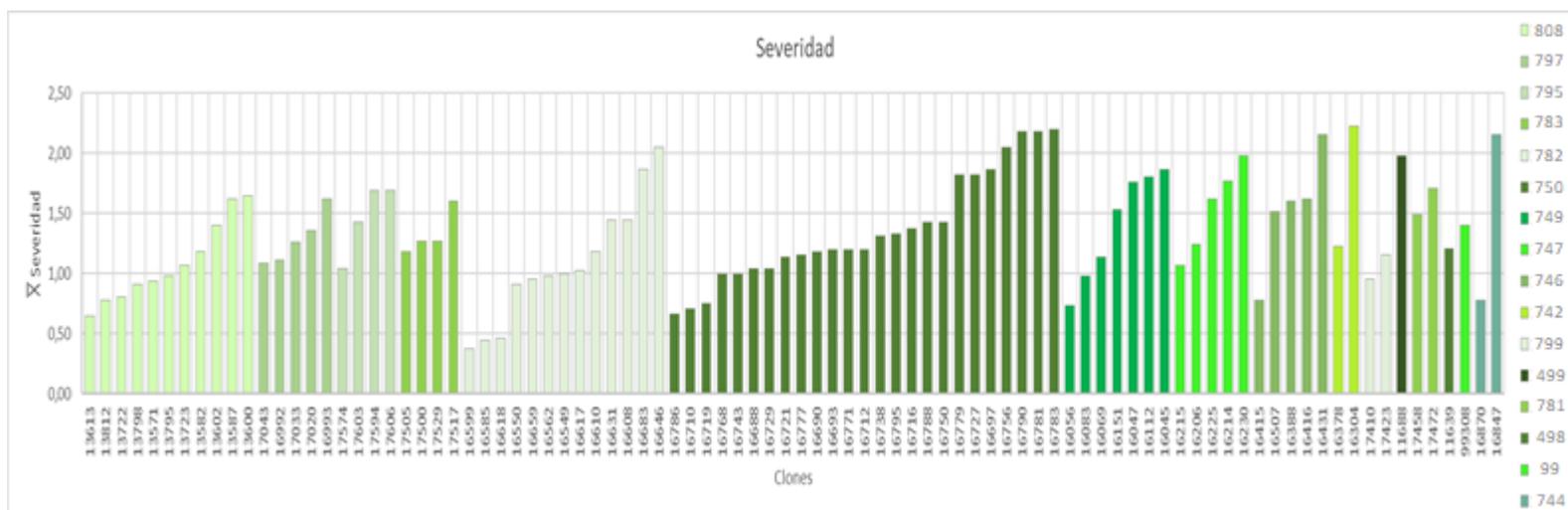


Figura 4.1.1 Grafico de incidencia media de las tres generaciones sucesivas, para los 90 clones del cruzamiento TDxD, pertenecientes a las 16 familias.

4.1.2 Severidad

La menor severidad registrada se observó en el clon 16599 correspondiente a la familia 782 con una media de 0,38 (escala de 0-4) de daño por la polilla del álamo, mientras que el clon que obtuvo la severidad media mayor fue el 16304 perteneciente a la familia 742 con un valor de 2,22 (escala de 0-4). Se observa una alta variabilidad en la severidad dentro de las familias de híbridos evaluados (Figura 4.1.2).



4.1.3 Minas.hojas⁻¹

Se observa que el menor número de minas.hoja⁻¹ se presentó en el clon 16599 perteneciente a la familia 782 con una media de 0,24 minas.hoja⁻¹, mientras que el clon 13600 correspondiente a la familia 808, tuvo el mayor valor con una media de 2,44 minas.hoja⁻¹. Se observa una alta variabilidad en el número de minas.hoja⁻¹ dentro de las familias de híbridos evaluados (Figura 4.1.3).

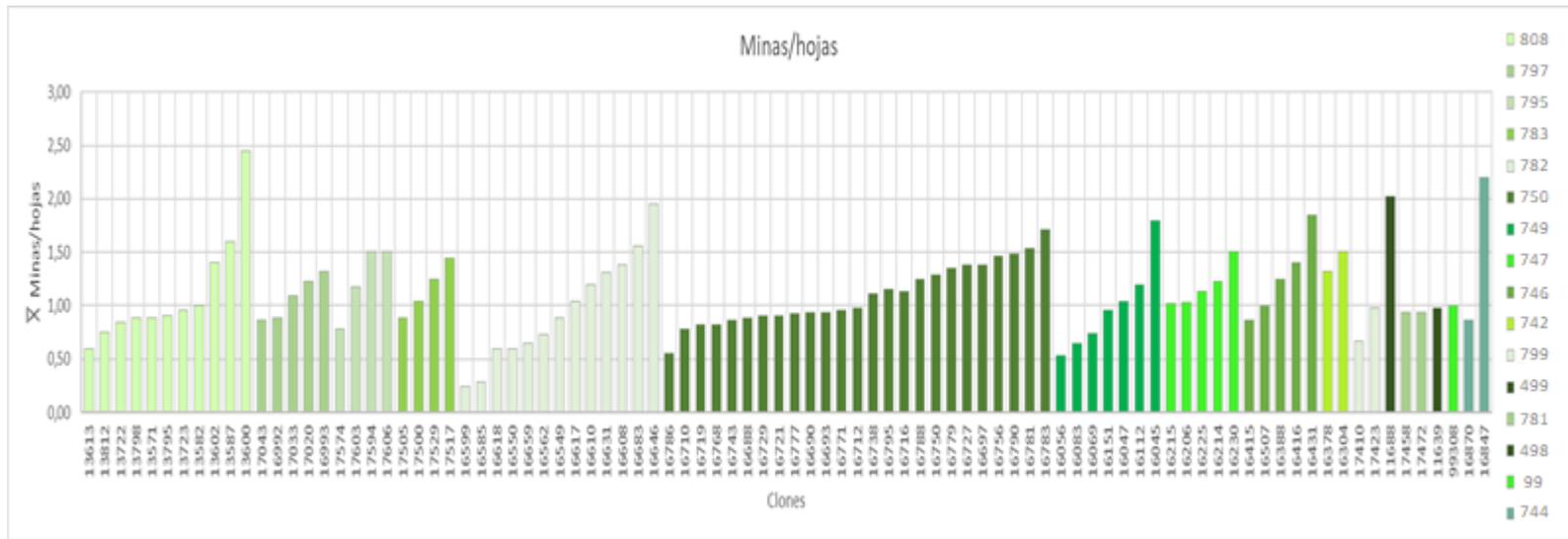


Figura 4.1.3 Grafico de las medias de minas.hoja⁻¹ para las tres generaciones sucesivas, en los 90 clones del cruzamiento TDxD, pertenecientes a las 16 familias.

4.2 Análisis estadístico

4.2.1 Incidencia

Los resultados del ANDEVA de medidas repetidas en el tiempo indican que no hay diferencias significativas entre familias ($MS = 0,18$; $F_{8,70} = 1,05$; $P = 0,41$), hay diferencias entre fechas de evaluación ($MS = 1,62$; $F_{2,140} = 21,56$; $P < 0,001$) y en la interacción entre factores ($MS = 0,25$; $F_{16,140} = 3,29$; $P < 0,001$). Esta interacción se explica por un mayor porcentaje de incidencia en la familia 746 en comparación con las familias 749, 750 y 782 para la primera fecha de medición (Cuadro 4.2.1). Los Porcentajes de incidencia fueron significativamente mayores en la tercera fecha de evaluación comparada con las dos anteriores, así como la segunda fecha de evaluación también es mayor que la primera.

Cuadro 4.2.1 Porcentaje de incidencia para las 9 familias con tres o más clones distintos por cada una de ellas del cruzamiento TDxD, con sus valores medios para las tres generaciones sucesivas y sus respectivas desviaciones estándar.

Familia	Nº de clones	Fecha evaluación					
		12-11-2019	(σ)	30-12-2019	(σ)	20-02-2020	(σ)
808	11	63,03ab	23,16	63,64	18,71	67,88	23,63
797	5	65,33ab	24,68	64,00	12,11	82,67	11,16
795	4	55,00ab	30,49	73,33	22,44	80,00	9,43
783	4	63,33ab	8,61	70,00	22,11	80,00	14,40
782	13	43,59b	36,37	55,90	26,88	73,33	24,94
750	25	39,87b	35,73	74,00	20,46	86,93	12,09
749	7	25,24b	27,21	77,62	25,00	86,67	15,87
747	5	64,67ab	14,45	74,00	18,62	92,67	8,30
746	5	89,33a	15,35	62,67	31,83	86,67	12,47

4.2.2 Severidad

Los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis indican que hubo diferencias significativas en la severidad para la primera fecha del 12 de noviembre del año 2019 ($H_{8, 79} = 16,05$; $P < 0.05$) entre las familias la 746 y 749 (comparación múltiple $P < 0.05$).

Cuadro 4.2.2 Severidad para las 9 familias con tres o más clones distintos por cada una de ellas del cruzamiento TDxD, con sus valores medios para las tres generaciones sucesivas y sus respectivas desviaciones estándar.

Familia	Nº de clones	Fecha evaluación					
		12-11-2019	(σ)	30-12-2019	(σ)	20-02-2020	(σ)
808	11	0,88 ab	0,41	0,88	0,31	1,50	0,60
797	5	0,97 ab	0,65	1,06	0,26	1,83	0,32
795	4	0,70 ab	0,49	1,70	0,49	1,98	0,25
783	4	0,82 ab	0,38	1,38	0,38	1,78	0,16
782	13	0,63 ab	0,56	1,07	0,56	1,57	0,66
750	25	0,64 ab	0,62	1,47	0,62	2,00	0,60
749	7	0,28 a	0,34	1,60	0,59	2,32	0,71
747	5	1,04 ab	0,47	1,32	0,65	2,25	0,61
746	5	1,36 b	0,57	1,27	0,94	1,97	0,54

4.2.3 Minas.hojas⁻¹

Los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis indican que hubo diferencias significativas en el número de minas.hoja⁻¹ para la primera fecha del 12 de noviembre del año 2019 ($H_{8, 79} = 20,55$; $P < 0.01$) entre las familias la 746 y 749 (comparación múltiple $P < 0.05$).

Cuadro 4.2.3 Número de minas.hoja⁻¹ para las 9 familias con tres o más clones distintos por cada una de ellas del cruzamiento TDxD, con sus valores medios para las tres generaciones sucesivas y sus respectivas desviaciones estándar.

Familia	Nº de clones	Fecha evaluación					
		12-11-2019	(σ)	30-12-2019	(σ)	20-02-2020	(σ)
808	11	0,87 ab	0,35	0,94	0,41	1,54	1,34
797	5	0,80 ab	0,32	1,09	0,50	1,34	0,37
795	4	0,85 ab	0,41	1,43	0,59	1,45	0,41
783	4	0,80 ab	0,17	1,20	0,54	1,47	0,19
782	13	0,52 ab	0,45	0,86	0,59	1,49	0,78
750	25	0,52 ab	0,50	1,33	0,46	1,46	0,38
749	7	0,27 a	0,71	1,40	0,77	1,29	0,37
747	5	0,81 ab	0,61	1,19	0,36	1,55	0,46
746	5	1,27 b	0,44	1,00	0,52	1,55	0,48

El clon 16599 perteneciente a la familia 782 fue el menos afectado por la polilla del álamo, tanto para incidencia, severidad y minas.hoja⁻¹, pudiendo ser una alternativa dependiendo de otros factores, para reemplazar las cortinas cortaviento en las plantaciones frutícolas. De esta forma se podría disminuir la infestación de *L. sinuella* en álamos cercanos a los cultivos frutícolas, lo que podría disminuir la probabilidad de que se produzcan rechazos cuarentenarios en fruta de exportación.

Con respecto a los clones más susceptibles se puede mencionar el 11688 y el 16431 perteneciente a las familias 750 y 746 respectivamente, los cuales presentaron las mayores incidencias. Para la severidad el clon 16304 perteneciente a la familia 742 fue el más afectado y por último el clon 13600 perteneciente a la familia 808 fue el que presentó mayor número de minas.hoja⁻¹. Estos clones muy susceptibles se podrían utilizar como cultivos cebo o trampa en grandes plantaciones forestales policlonales, para atraer la plaga hacia estos rodales y disminuir la adaptación de la plaga a los clones más resistentes (Poljaković-Pajnik, 2012).

Al evaluar diferentes familias formadas por distintos clones del cruzamiento TDxD no hay diferencias significativas entre ellas. La familia 782 presenta gran variabilidad en el daño de la polilla del álamo, por lo que no presentó diferencias en comparación con otras familias a pesar de tener el clon 16599 como el más resistente. Otros estudios de resistencia de clones de diferentes cruzamientos frente a diferentes plagas del álamo, también indican que los clones del mismo cruzamiento tienden a tener niveles de resistencia variables (Tomescu y Nef, 2007).

Según investigaciones realizadas anteriormente en Serbia entre clones de álamo negro si hay diferencias estadísticas significativas en la elección del hospedero por la polilla del álamo, al igual que hay más preferencia sobre diferentes clones de álamo blanco, mientras que existen genotipos del álamo negro que presentan niveles variables de tolerancia frente a esta plaga al igual que en nuestra investigación. La elección de clones puede reducir significativamente el daño causado por *L. sinuella* en el manejo del álamo si se utilizan clones más resistentes (Poljaković-Pajnik *et al.*, 2012).

Con los resultados obtenidos se propone que se debe realizar otros estudios, en donde se comparen clones individuales en forma más controlada y replicada para poder establecer si se mantiene esta resistencia varietal. En particular, los clones 16599 y 16585, pertenecientes a la familia 782 presentaron resultados promisorios que ameritan un estudio más detallado.

5. CONCLUSIONES

Los clones 16599 y 16585 pertenecientes a la familia 782 presentaron menores niveles de daño por larvas de *Leucoptera sinuella*, tanto para incidencia, severidad y minas por hoja.

Al evaluar la incidencia se obtuvo que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las familias de clones de álamos del cruzamiento TDxD, aunque si hubo diferencias en el tiempo y la interacción entre estos factores. En particular, las familias 749, 750 y 782 presentaron menor porcentaje de incidencia que la familia 746 para la primera fecha de evaluación. En tanto para la severidad y número de minas.hoja⁻¹ se encontró que la familia 749 presentó menos daño que la familia 746 en la primera evaluación.

La incidencia aumenta a lo largo de la temporada, mientras que la severidad y número de minas.hoja⁻¹ presentaron diferencias solo en la primera generación de la polilla.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arru, G. (1966). I più importante Insetti minatori delle foglie di Pioppo nell' Italia settentrionale. Bolletino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura. s.II, v.8. 19966-67. 42-74p.

Centro Tecnológico del álamo (CTA). 2014. *Los álamos en el Mundo*. Universidad de Talca, Chile. Recuperado en: < http://ctalamo.otalca.cl/html/hibridos_alamo/alamos_mundo.html> Consultado el: 18 de mayo 2020.

Cisternas, E., & Morales, A. 2019. *Polilla minadora del álamo*. INIA La Cruz, Valparaíso, Chile. 2p. Recuperado en: < <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/FichasT/NR41501.pdf>> Consultado el: 18 de mayo 2020.

Cornejo, R. 2016. *ÁLAMO: ALTERNATIVA PARA LA DIVERSIFICACIÓN MADERERA*. Sustainability, Agri, Food and Environmental Research 4(2). ISSN: 0719-3726. Colegio Ingenieros Forestales. Santiago. Chile. 2p.

González, R. 2017. *Polilla del Álamo – Leucoptera Sinuella*. INIA Rayentué. Red Tecnológica para el Agro. Región de O' Higgins. Chile. 12-19p.

González, R. 2017. *Polilla del álamo, Nueva plaga cuarentenaria en fruta de exportación*. Facultad de ciencias agronómicas Universidad de Chile, Santiago, Chile. Recuperado en:<<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/143807/Presentaciones%20Leucoptera%200%28abril%2027%293.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Consultado el: 18 de mayo 2020.

Macaya, J. Teillier, S., & Serra, M. 2018. *Populus deltoides* Marshall. Enciclopedia ilustrada de las especies exóticas que se cultivan en Chile. Recuperado en: <<http://www.chlorischile.cl/enciclopedia%20macaya/enciclopedia-angiospermas/Salicaceae/Populus%20deltoides%20ST.htm>> Consultado el: 18 de marzo 2020.

Macaya, J. Teillier, S., & Serra, M. 2018. *Populus trichocarpa* Hook. Enciclopedia ilustrada de las especies exóticas que se cultivan en Chile. Recuperado en: <<http://www.chlorischile.cl/enciclopedia%20macaya/enciclopedia-angiospermas/Salicaceae/Populus%20trichocarpa%20web.htm>> Consultado el: 18 de marzo 2020.

Mattson, W. Hart, E., & Volney, W. 2001. Insects pests of *Populus*: coping with the inevitable. Chapter 7. Poplar Culture in North America. 219-248p.

Ojeda, A. Baldini, A., & Becchi, F. 2013. *PROGRAMA DE ARBORIZACIÓN: UN CHILENO, UN ÁRBOL*. ISBN 978-956-7669-30-1. 2.ª ed., Vol. 1. Corporación Nacional Forestal, Gerencia Forestal, Departamento de Arborización. Santiago. Chile. 380p.

Poljaković-Pajnik, L. Drekić, M. Kovacevic, B., & Vasić, V. 2012. Variability of characteristics of tolerance to *Leucoptera sinuella* Rtti. (Lepidoptera: Leucopteridae) in black poplars' clones. *Topola/Poplar* 189/190: 153-161p.

Pourtet, J. 1951. *Silvicultura y Productos Forestales*. Unasylyva – ISSN 0251-1584. Vol. 5, No. 2. Italia.

Saldúa, V., & Castro, A. 2011. Expresión de la antibiosis y de la antixenosis contra el pulgón negro de los cereales (*Sipha maydis*) en cultivares comerciales de trigos. *Revista de la Facultad de Agronomía*. Vol 110 (1): 1- 11. La Plata, Argentina. 2p.

Sandoval, A. Rothmann, S. Zuñiga, E. Bosch, P. Ide, S., & Peragallo, M. 2019. *Detección de Leucoptera sinuella (Reutti) (Lepidoptera: Lyonetiidae) en Chile, con la identificación de algunos parasitoides asociados*. *Revista Chilena de Entomología* 45: 65-77p.

Serra, M. Torres, J. & Grez, I. 2002. Breve historia de la introducción en Chile del álamo (*Populus nigra* L. var. *italica* (Moench.) Koehne) y el desarrollo de ejemplares siempre verdes. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago. Chile. 11 p.

Suárez, J. 1999. Proyecto FIA “instrucción de clones de alto rendimiento de álamo (*Populus* spp.) para diferentes zonas del país. Anexo 7 “Principales Tasa de interés forestal actual y potencial en Chile”. Universidad de Chile. Santiago. Chile. 11-14p.

Tomescu, R., & Nef, L. 2007. Leaf eating insect damage on different poplar clones and sites. *Annals of Forest Science* 64: 99-108.

UTALCA. 2020. Científicos estudian manejo de nueva plaga que está generando millonarias pérdidas en Región de O’ Higgins. Universidad de Talca. Talca. Chile. Recuperado en:

<<https://www.otalca.cl/noticias/cientificos-estudian-manejo-de-nueva-plaga-que-esta-generando-millonarias-perdidas-en-region-de-ohiggins/?platform=hootsuite>> Consultado el: 03-08-2020.

Zamudio, F. Ramírez, C., & Rubio-Meléndez, M. 2011. *Susceptibilidad de híbridos de Populus spp. al ataque de áfidos y roya en tres localidades de Chile*. ISSN 0717-9200. Vol. 32, No. 2. Valdivia, Chile. 8p.

Zamudio, F. Baetting, R., & Guerra, F. 2008. Origen y futuro del cultivo del Alamo en Chile. Centro Tecnológico del Alamo. Talca. Chile. 29p.

Zamudio, F. Guerra, F. Vergara, A. Yañez, M., & Pinon, J. 2003. Crecimiento y adaptabilidad de nuevos híbridos de alamaos a las condiciones locales de Talca VII region, Chile. Universidad de Talca. Talca. Chile.53-54p.

7. ANEXO

Cuadro 1. Tabla de análisis de prueba de homogeneidad de varianza, para las 9 diferentes familias de clones del cruzamiento TDxD en las mediciones de incidencia.

Tests of Homogeneity of Variances (Insevmi.sta)					
Effect: Familia					
	Hartley F-max	Cochran C	Bartlett Chi-Sqr.	df	p
t1	29,39753	0,235235	14,69914	8	0,065266
t2	7,92691	0,175415	5,82206	8	0,667156
t3	9,90321	0,200402	7,96288	8	0,437105

Cuadro 2. Tabla de ANOVA, para las 9 diferentes familias de clones del cruzamiento TDxD en las mediciones de incidencia.

Repeated Measures Analysis of Variance (Insevmi.sta)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	175,6524	1	175,6524	1021,644	0,000000
Familia	1,4428	8	0,1803	1,049	0,408667
Error	12,0352	70	0,1719		
TIME	3,2528	2	1,6264	21,558	0,000000
TIME* Familia	3,9730	16	0,2483	3,291	0,000072
Error	10,5620	140	0,0754		

Cuadro 3. Tabla de análisis no paramétrico Kruskal-Wallis para las 9 diferentes familias de clones del cruzamiento TDxD, en la fecha 12 de noviembre del 2019 en las mediciones de severidad.

Multiple Comparisons p values (2-tailed); S1 (Insevmi.sta)									
Independent (grouping) variable: Familia									
Kruskal-Wallis test H (8, N= 79) =16,04453 p =,0418									
Depend.:	F808	F797	F795	F783	F782	F750	F749	F747	F746
S1	R:46,455	R:48,600	R:39,375	R:45,500	R:35,731	R:34,820	R:20,143	R:54,900	R:63,200
F808		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,638091	1,000000	1,000000
F797	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F795	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F783	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F782	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	0,825546
F750	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	0,417359
F749	0,638091	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		0,349000	0,048756
F747	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,349000		1,000000
F746	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,825546	0,417359	0,048756	1,000000	

Cuadro 4. Tabla de análisis no paramétrico Kruskal-Wallis para las 9 diferentes familias de clones del cruzamiento TDxD, en la fecha 30 de diciembre del 2019 en las mediciones de severidad.

Multiple Comparisons p values (2-tailed); S2 (Insevmin.sta) Independent (grouping) variable: Familia Kruskal-Wallis test H (8, N= 79) =17,27547 p =,0274									
Depend.:	F808	F797	F795	F783	F782	F750	F749	F747	F746
S2	R:22,455	R:30,100	R:57,500	R:44,875	R:30,231	R:47,220	R:53,571	R:42,400	R:38,500
F808		1,000000	0,320807	1,000000	1,000000	0,102896	0,181487	1,000000	1,000000
F797	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F795	0,320807	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F783	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F782	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F750	0,102896	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
F749	0,181487	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
F747	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
F746	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	

Cuadro 5. Tabla de análisis no paramétrico Kruskal-Wallis para las 9 diferentes familias de clones del cruzamiento TDxD, en la fecha 20 de febrero del 2020 en las mediciones de severidad.

Multiple Comparisons p values (2-tailed); S3 (Insevmin.sta) Independent (grouping) variable: Familia Kruskal-Wallis test H (8, N= 79) =13,48140 p =,0963									
Depend.:	F808	F797	F795	F783	F782	F750	F749	F747	F746
S3	R:25,364	R:39,600	R:46,750	R:37,250	R:28,423	R:44,280	R:52,929	R:53,800	R:46,200
F808		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,817807	0,467347	0,777554	1,000000
F797	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F795	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F783	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F782	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	0,818747	1,000000	1,000000
F750	0,817807	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
F749	0,467347	1,000000	1,000000	1,000000	0,818747	1,000000		1,000000	1,000000
F747	0,777554	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
F746	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	

Cuadro 6. Tabla de análisis no paramétrico Kruskal-Wallis para las 9 diferentes familias de clones del cruzamiento TDxD, en la fecha 12 de octubre del 2019 en las mediciones de minas.hoja¹.

Multiple Comparisons p values (2-tailed); M1 (Insevmin.sta) Independent (grouping) variable: Familia Kruskal-Wallis test H (8, N= 79) =20,54707 p =,0085									
Depend.:	F808	F797	F795	F783	F782	F750	F749	F747	F746
M1	R:50,955	R:49,300	R:51,250	R:47,125	R:33,692	R:32,520	R:19,929	R:48,400	R:65,400
F808		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,950743	0,186153	1,000000	1,000000
F797	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F795	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F783	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F782	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	0,311450
F750	0,950743	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	0,124186
F749	0,186153	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	0,025730
F747	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
F746	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,311450	0,124186	0,025730	1,000000	

Cuadro 7. Tabla de análisis no paramétrico Kruskal-Wallis para las 9 diferentes familias de clones del cruzamiento TDXD, en la fecha 30 de diciembre del 2019 en las mediciones de minas.hoja¹.

Multiple Comparisons p values (2-tailed); M2 (Insewmin.sta)									
Independent (grouping) variable: Familia									
Kruskal-Wallis test H (8, N= 79) =9,825580 p =,2775									
Depend.:	F808	F797	F795	F783	F782	F750	F749	F747	F746
M2	R:31,000	R:35,100	R:49,875	R:44,875	R:27,692	R:47,480	R:45,571	R:42,700	R:37,000
F808		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F797	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F795	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F783	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F782	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		0,420554	1,000000	1,000000	1,000000
F750	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,420554		1,000000	1,000000	1,000000
F749	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
F747	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
F746	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	

Cuadro 8. Tabla de análisis no paramétrico Kruskal-Wallis para las 9 diferentes familias de clones del cruzamiento TDxD, en la fecha 20 de febrero del 2020 en las mediciones de minas.hoja¹.

Multiple Comparisons p values (2-tailed); M3 (Insewmin.sta)									
Independent (grouping) variable: Familia									
Kruskal-Wallis test H (8, N= 79) =4,499717 p =,8095									
Depend.:	F808	F797	F795	F783	F782	F750	F749	F747	F746
M3	R:29,409	R:38,100	R:42,250	R:45,750	R:40,885	R:42,880	R:32,786	R:46,800	R:45,400
F808		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F797	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F795	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F783	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F782	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
F750	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
F749	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
F747	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000
F746	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	