

INFORME DE AVANCE TECNICO FINAL

NOMBRE DEL PROYECTO: Introducción de clones de alto rendimiento de álamo (*Populus spp.*) para diferentes zonas del país

CÓDIGO: C98-1- F - 017

REGIONES DE EJECUCIÓN: RM, VI, VII y VIII

AGENTE EJECUTOR:

Nombre : UNIVERSIDAD DE CHILE. FACULTAD DE CIENCIAS
FORESTALES, DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA.
Dirección : Santa Rosa # 11.315 La Pintana. Casilla 9206, Santiago.
RUT : 60 910 000 -1
Teléfono : 541 40 92
Fax : 541 79 55

AGENTES ASOCIADOS:

1. SWEDISH UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES, UPPSALA, SWEDEN.
2. CARLOS OSCAR RECKMANN ARCE
3. VIVEROS ÁLAMOS DEL SUR S.A.
4. LUIS ENRIQUE MATTHEI JENSEN
5. CONVENIO CONAF-CODELCO EL TENIENTE
6. COMPAÑÍA AGRICOLA Y FORESTAL EL ALAMO

Coordinador del proyecto: Angel Cabello L.

COSTO TOTAL DEL PROYECTO : 147.419.967

APORTE FIA : 61.952.007 (42%)

Período de ejecución del Proyecto: 01/10/1998 a 30/09/2002

Fecha de emisión del Informe Final: 10 de octubre de 2003

Investigadores Participantes:

Angel Cabello, Ingeniero Forestal
Iván Grez, Licenciado en Ciencias Forestales
Julio Torres, Ingeniero Forestal
M. Teresa Serra, Profesora de Biología
Ana Alvear, Técnico Forestal
Carlos Magni, Ingeniero Forestal

Ayudantes:

Mónica González, Ayudante de Investigación
Cynthia Bravo, Licenciado en Ciencias Forestales
Boris Zúñiga, Licenciado en Ciencias Forestales
Úrsula Partarrieu, Licenciado en Ciencias Forestales
Carolina Urtubia, Licenciado en Ciencias Forestales
José Alfonso Suárez, Licenciado en Ciencias Forestales
Roberto Chávez, Licenciado en Ciencias Forestales
María Julia Varela, Ayudante de Investigación

INTRODUCCION.....	6
OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	6
<i>Objetivo General</i>	6
<i>Objetivos Especificos</i>	6
<i>Cumplimiento de los Objetivos del Proyecto</i>	6
METODOLOGIA.....	8
CRITERIOS DE SELECCIÓN DE CLONES.....	8
SELECCIÓN DE CLONES.....	9
INGRESO DE CLONES.....	9
<i>Normativa Legal</i>	9
<i>Procedimiento de Internación de Estacas</i>	9
<i>Procedimiento para el Ingreso de Material Vegetal In Vitro</i>	10
MULTIPLICACIÓN DEL MATERIAL INTRODUCIDO.....	10
<i>Cultivo in vitro</i>	11
<i>Multiplicación en Invernadero mediante Estacas</i>	12
ENSAYOS DE COMPARACIÓN CON MATERIAL PRESENTE EN EL PAÍS.....	13
<i>Material</i>	13
<i>Lugares de Ensayo</i>	13
<i>Diseño de Plantación</i>	14
ENSAYOS CON MATERIAL INTRODUCIDO.....	14
<i>Instalación de un Cepario</i>	14
<i>Ensayos de Comparación con Material Introducido</i>	15
RESULTADOS.....	16
SELECCION PRELIMINAR DE CLONES.....	16
<i>Clones a Introducir</i>	16
LUGARES DE ENSAYO.....	17
<i>Caracterización de los sitios de Ensayo</i>	18
ENSAYOS DE COMPARACIÓN CON CLONES PRESENTES EN EL PAÍS.....	30
<i>Clones Probados</i>	30
<i>Instalación de los Ensayos</i>	31
<i>Control y Evaluación de los Ensayos Clonales</i>	32
INGRESO DE NUEVOS CLONES.....	50
MULTIPLICACIÓN IN VITRO DE LAS YEMAS INTRODUCIDAS DESDE SUECIA.....	51
MULTIPLICACIÓN IN VITRO DE <i>POPULUS DELTOIDES X MAXIMOWICZII</i> "ERIDANO".....	54
CLONES ITALIANOS EN CUARENTENA.....	55
TOTAL DE PLANTAS PRODUCIDAS DE LOS CLONES INTRODUCIDOS.....	56
ENSAYOS CON MATERIAL INTRODUCIDO.....	56
<i>Cepario</i>	56
<i>Ensayos de Comparación con Material Introducido</i>	58
<i>Control de los Ensayos de Comparación con Material Introducido</i>	59
BIBLIOGRAFIA.....	63
ANEXOS.....	67
ANEXO 1: CONTACTOS REALIZADOS CON CIENTÍFICOS Y/O ORGANIZACIONES RELACIONADAS CON LOS TEMAS DE INTERES.....	67
ANEXO 2: VIAJE A EUROPA.....	68
<i>Introducción</i>	68
<i>Cultivo del Álamo en España</i>	68
<i>Cultivo del Álamo en Italia</i>	70
<i>Cultivo del Álamo en Bélgica</i>	70
<i>Cultivo del Álamo en Suecia</i>	71
<i>Comentarios y Consideraciones para el Uso de Clones de Álamo</i>	72

<i>Itinerario de Visitas</i>	72
<i>Personas Entrevistadas</i>	73
ANEXO 3. FICHAS DE CLONES.....	75
<i>Clones introducidos por el Proyecto</i>	75
<i>Clones Existentes en Chile</i>	83
ANEXO 4. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y FENOLÓGICA DE NUEVE CLONES DE <i>POPULUS SPP.</i> EN LA COMUNA DE RETIRO, VII REGIÓN.....	92
ANEXO 5. MICROPROPAGACIÓN DE <i>POPULUS DELTOIDES X MAXIMOWICZII</i> (ERIDANO) A PARTIR DE YEMAS AXILARES.....	93
ANEXO 6. DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA DE <i>POPULUS NIGRA</i> VAR <i>ITALICA</i> MEDIANTE ELECTROFORESIS EN GELES DE ALMIDÓN.....	93
ANEXO 7. INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL “PROSPECCIÓN FITOSANITARIA”.....	94
<i>Objetivos</i>	94
<i>Plan de trabajo</i>	94
<i>Método</i>	95
<i>Resultados</i>	96
<i>Conclusiones y Recomendaciones</i>	101
<i>Bibliografía</i>	101
ANEXO 8. ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN DEL PROYECTO.....	102
<i>Taller</i>	102
<i>Jornada Técnica en la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina</i>	102
<i>Participación en el Encuentro de Ejecutores de Proyectos de Innovación en el Sector Forestal</i>	102
<i>Página Web del Proyecto</i>	102
<i>Presentaciones en Congresos y Jornadas de Investigación</i>	102
<i>Memorias de Título</i>	103
<i>Publicaciones en Revistas Electrónicas</i>	103
<i>Artículos de Difusión</i>	104
<i>Boletín Informativo</i>	104
ANEXO 9. FONDOS COMPROMETIDOS POR EL PROYECTO Y PRESUPUESTO ANUAL DE CONTROL DE LOS LUGARES DE ENSAYO.....	105
<i>Fondos comprometidos</i>	105
<i>Presupuesto anual de control de ensayos y mantención del cepario</i>	105

RESUMEN

El proyecto "Introducción de clones de alto rendimiento de álamo (*Populus spp.*) para diferentes zonas del país", intenta actualizar el material presente en el país, con la finalidad de dar un impulso al cultivo de esta especie a través de una mejora del recurso. A pesar de una serie de contratiempos y atrasos que obstaculizaron la consecución de los objetivos inicialmente planteados, se logró introducir 11 nuevos clones, que están en etapa de evaluación. Además, se instalaron ensayos de comparación de los principales clones cultivados en Chile.

De los 11 nuevos clones, 6 se introdujeron desde Mendoza, Argentina, aunque ellos fueron originados en Italia. El resto de los clones provinieron de Suecia. Los primeros, llegaron al país como segmentos de ramas y fueron mantenidos en cuarentena, durante un año, en un invernadero, y luego multiplicados mediante estacas. Desde Suecia se trajeron yemas latentes *in vitro* y se cultivaron y se multiplicaron también *in vitro*; posteriormente, los brotes enraizados se llevaron a invernadero. Todos los clones, tuvieron una etapa de endurecimiento en vivero, posterior al periodo de invernadero.

Las varetas de los clones cultivados en Chile fueron obtenidas de varios viveros nacionales y plantadas en los lugares de ensayo, ubicados en la Región Metropolitana (1), y en las Regiones VI (1), VII (2) y VIII (2). Los clones importados fueron plantados en los mismos lugares de ensayo, salvo uno de la VIII Región; además se instaló un cepario en la Región Metropolitana, para asegurar la obtención de material de propagación.

A la fecha, se tienen mediciones de altura y DAP de cuatro años de los clones nacionales plantados en uno de los ensayos de la VII Región y de un año de los clones importados, en el mismo lugar, y también del cepario.

Además, se desarrollaron tres Memorias de Título en el Departamento de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile y una Práctica Profesional de un Licenciado en Ciencias Forestales de la misma Facultad.

Una de las Memorias, "Multiplicación *in vitro* de *Populus deltoides x maximowiczii* (Eridano) a partir de yemas axilares", buscó mejorar la técnica empleada en la multiplicación mediante cultivo de tejidos de los clones. La segunda memoria, "Caracterización morfológica y fenológica de *Populus spp.* en la Comuna de Retiro, VII Región", caracterizó material adulto y juvenil de nueve clones de álamo de interés comercial en Chile, a través de 18 caracteres y estableció el grado de similitud que presentaban los clones (mediante registros de las fases de los eventos de foliación, floración y abscisión de hojas) y se construyó una clave de identificación de los clones estudiados. La tercera Memoria, "Determinación de la variabilidad genética de *Populus nigra var. italica* mediante electroforesis en geles de almidón", trataba de determinar si el clon Chile (o Álamo chileno) había sufrido una mutación desde que se introdujo al país, causando la permanencia del follaje durante el periodo de receso vegetativo y comparar los diferentes patrones genéticos de los individuos muestreados con otros clones de álamo presentes en el País.

INTRODUCCION

Aunque el cultivo del álamo tiene enormes potencialidades de crecimiento en Chile, carece de una estrategia definida acerca de la elección del mejor material para los objetivos de manejo y producción.

La utilización de clones de álamo poco productivos, o simplemente inadecuados, por parte de los productores nacionales, sumada al desconocimiento que presentan sobre las nuevas variedades creadas por institutos de investigación internacionales, ha sido la causa de que los resultados del manejo y aprovechamiento de ellos sean en gran medida decepcionantes. Esto, a su vez, ha originado a una disminución de la superficie cultivada y de los precios obtenidos por la madera.

Lo establecido en los párrafos anteriores, y considerando que el álamo es una especie multipropósito ampliamente plantada en el extranjero y que Chile cuenta con una superficie importante potencialmente reforestable (60.000 ha), resalta la necesidad de iniciar un proceso de actualización del material clonal presente en el país, importando clones que hayan resultado atractivos en otras latitudes, tanto por su tasa de crecimiento como por la calidad de su madera.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivo General

- Introducción de 20 clones de alto rendimiento de álamo (*Populus spp*), y evaluación del comportamiento de ellos en cuatro localidades del país.

Objetivos Específicos

- Caracterización del comportamiento respecto a la sobrevivencia, viverización, biomasa y crecimiento temprano de los clones introducidos en las zonas propuestas y del orden de 8 clones presentes en el país.
- Desarrollo de metodologías de identificación o caracterización botánica en terreno y laboratorio para evitar errores en la utilización de los clones.
- Identificación de agentes patógenos.
- Desarrollo de transferencia tecnológica a productores y profesionales en el uso y aprovechamiento de los clones seleccionados

Cumplimiento de los Objetivos del Proyecto

Aunque se realizaron varios intentos de introducción de material vegetativo de distintos clones, sólo dos fueron exitosos, perdiéndose el material de los restantes y provocando una serie de retrasos que fueron obstaculizando la consecución de los objetivos inicialmente planteados. La internación de material vegetal desde el extranjero es una actividad compleja, independiente de la especie que se trate.

En total fueron 19 los clones introducidos que lograron llegar a la fase de multiplicación. Los 6 ingresados desde Mendoza fueron todos propagados con éxito mediante estacas en el invernadero; pero de los 13 introducidos desde Suecia multiplicados *in vitro* a partir de yemas axilares, sólo 5 lograron multiplicarse y sobrevivir a la aclimatación. Además, se propagó y plantó

un clon (Eridano) que estando en Chile en poder de una empresa forestal, no estaba disponible para los cultivadores.

La mortalidad de una parte importante del material ingresado (8 de 19 clones), constituyó un gran revés en el desarrollo del Proyecto. Las pérdidas se produjeron sólo en los clones multiplicados *in vitro*. Por ello, y con el fin de mejorar el protocolo entregado por los investigadores suecos, se ejecutó una memoria de título, consiguiendo un buen factor de multiplicación para el clon Eridano pero con dificultades en la aclimatación.

Dentro de los resultados más relevantes, se encuentra la instalación de seis ensayos de comparación clonal con el material ya presente en el país y de interés comercial, cinco con el material proveniente del extranjero (2 ensayos un mismo lugar), y un cepario. Los ensayos fueron establecidos en las Regiones VI, VII y VIII y Metropolitana.

En un inicio los lugares de ensayo eran cuatro, pero en el transcurso del Proyecto se logró incluir La Hacienda Loncha, de CODELCO El teniente, y el Fundo Copihue de la Compañía Agrícola y Forestal El Alamo.

El cronograma de desarrollo de las actividades del Proyecto claramente sobrestimó la capacidad de crecimiento y multiplicación de las plantas de álamo ingresadas. Si bien los resultados observables al final del periodo de ejecución del Proyecto muestran una red de ensayos clonales de comparación, estos aun no han sido evaluados en su totalidad en cuanto a sus tasas de crecimiento. A la fecha sólo ha sido posible controlar los ensayos del Fundo Copihue, de manera que no existen resultados que permitan hacer recomendaciones a los productores. Sin embargo, debe considerarse que cualquier ensayo de introducción de especies, variedades o clones, sólo puede entregar resultados definitivos al término de una rotación, que en el caso del álamo, y del clon cultivado toma entre 12 y 16 años.

El retraso y la postergación de las correspondientes evaluaciones de crecimiento de cada ensayo, fueron originadas por los problemas en la internación en los clones, en el establecimiento de los ensayos, en destrucción de las plantaciones por problemas de clima, y por falta de presupuesto (debido al mayor gasto al realizar varias importaciones y más de una plantación en un mismo lugar).

Por esta misma razón no es posible aún hablar de impactos relevantes obtenidos gracias al desarrollo del proyecto. Estos deberán venir, de los resultados que se logren si se continua con la evaluación de los ensayos. Si alguno de los nuevos clones resulta superior a los actualmente cultivados por los productores de álamo, indudablemente llevará a un aumento en la rentabilidad del cultivo y, sobre todo, modificará la mentalidad actual del productor convenciéndolo de basar la elección de la especie a cultivar en información científica, entregada directamente o través de programas de difusión e innovación tecnológica.

En cuanto a los objetivos secundarios que se perseguían en el Proyecto, estos tuvieron una elevada tasa de cumplimiento, desarrollados como memorias de título práctica profesional.

Sin duda alguna, este esfuerzo debe ser de largo aliento y en lo posible, establecer un programa de introducción de clones de álamo continuo en el tiempo y el desarrollo de una red de ensayos a lo largo de todo el país. Es importante reiterar que el álamo puede satisfacer una amplia gama de necesidades como: madera aserrada, pulpa y papel, cortinas cortavientos y control de riberas, bioenergía o plantaciones dendroenergéticas, y otros productos de atractiva venta en el mercado externo (palitos de helados, fósforos, palitos chinos, etc.).

METODOLOGIA

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE CLONES

En la selección de los clones se consideraron aspectos propios de los lugares de establecimiento y de los clones en particular.

Las características del sitio utilizadas como criterio de selección (aspectos de clima, suelo, exposición, vientos, presencia de plagas y enfermedades, entre otros) estuvieron directamente relacionadas con las de los lugares de instalación de los ensayos los que, a su vez, se encuentran ubicados en la misma zona agroclimática que las plantaciones operacionales.

En el caso de los clones, las características consideradas al escogerlos, estuvieron directamente relacionadas con los usos actuales para la madera en el país y los productos más interesantes de comercializar, entre ellas: características fisiológicas, de crecimiento, de forma, de calidad de la madera, de resistencia a plagas y enfermedades.

Una vez definidos los criterios por sitio y clon, éstos fueron contrastados para llegar a las mejores combinaciones que optimicen el crecimiento.

Tanto en álamo como en varias otras especies forestales, aún no están completamente descifradas las relaciones entre las características morfológicas y fisiológicas y un rápido crecimiento. Pese a esto, existen algunas características de interés que deben ser consideradas en un programa de introducción de clones de alto rendimiento.

En la búsqueda clones se tomó en consideración una amplia adaptabilidad ambiental (es decir, aquellos que respondían a distintos climas), o bien un criterio de especificidad (es decir, el mejor clon para un sitio o micrositio dado), aprovechando de esta manera la interacción genotipo x ambiente.

En cuanto al rendimiento, los clones deberían alcanzar volúmenes mínimos de 300 m³/ha, con diámetros a la altura del pecho de 40 cm, en rotaciones de 6 a 12 años. Como a menudo un rápido crecimiento implica densidad de la madera demasiado baja, lo cual no es conveniente para los objetivos productivos de las empresas, se buscaron clones con una moderada a alta densidad (330 kg/m³) y que a su vez presentaran un rápido crecimiento.

Los clones a introducir debieran presentar fustes rectos, cilíndricos y resistentes a las deformaciones por viento o competencia, con copas anchas y saludables, con pocas y pequeñas ramas. Lo anterior, debido a que: la forma del fuste está relacionada directamente con la calidad de la madera (fustes poco rectos implican madera tensionada); las características de la copa están íntimamente relacionadas a las tasas de crecimiento y al efecto de la competencia; el número y diámetro de las ramas influyen en la calidad de la madera (trozas, madera debobinada para chapas, etc.) y en los costos de manejo (podas).

Para cada clon el volumen obtenido a la edad de rotación y el tiempo de rotación logrado, depende de su calidad genética individual y de la eficiencia con que pueda aprovechar las ventajas ambientales del sitio. Por lo tanto, los mejores clones serán aquellos que posean una alta eficiencia en el aprovechamiento del agua y de los nutrientes y una elevada eficiencia fotosintética.

Además de los objetivos de producción, los cultivos de álamos, al igual que los de algunas otras especies forestales, contribuyen a la estabilización y recuperación de riberas, valorizando suelos sin uso, logrando un retorno económico. Para adaptarse a estas condiciones y cumplir con las funciones de protección, los clones deben presentar buen crecimiento en zonas húmedas y, por lo tanto, soportar períodos de inundación en invierno y en verano. Además, deben poseer raíces trazantes, caracterizadas por un crecimiento plagiótropo, es decir, crecimiento en dirección horizontal, y un gran desarrollo de copa (gran cantidad de hojas).

SELECCIÓN DE CLONES

Basándose en los criterios indicados en el punto anterior, se realizó una búsqueda bibliográfica, que culminó con una primera aproximación: un listado de clones potencialmente interesantes de introducir según las características que presentaban. Este listado fue presentado a la consideración de expertos nacionales e internacionales (Anexo 1), en forma personal (Anexo 2) mediante una visita a importantes centros de cultivos europeos y a través de correspondencia.

De dicha forma se llegó a determinar el listado final de los clones a introducir. En el caso de los clones introducidos desde Suecia, como consecuencia de las sugerencias, se incluyeron algunos clones que no estaban en el listado.

INGRESO DE CLONES

El ingreso de material vegetal desde el extranjero es una actividad sumamente compleja, ya que está sometida a regulaciones tendientes a evitar el ingreso de plagas cuarentenarias al territorio nacional. Esta es, sin duda, una de las principales razones por la que la dinámica de ingreso de nuevas variedades forestales o agrícolas no es todo lo ágil que se pudiera desear. Por esta razón, se han introducido informalmente innumerables especies, clones y variedades, ya que de esta manera se evitan los engorrosos procedimientos de ingreso, especialmente el referido a la cuarentena pos entrada, que puede durar de uno a dos años.

Sin embargo, aunque el procedimiento en general es engorroso, es la única manera de evitar la entrada de plagas cuarentenarias, que podrían afectar enormemente la productividad de los distintos cultivos y su rentabilidad.

Con el objeto de dar a conocer los mecanismos por los cuales se interna material de origen vegetal de álamo al país, se han incluido las disposiciones vigentes que deben ser consideradas al momento de proyectar una internación de este tipo de material.

Normativa Legal

Para permitir el ingreso a Chile de estacas de álamos y de mimbres libres de plagas cuarentenarias, el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) promulgó en 1996, la Resolución Exenta N° 2311, que fija los siguientes requisitos fitosanitarios:

Cada partida de estacas o plantas de los géneros *Populus* y *Salix* que ingresen al país, deberán venir amparadas por el "Certificado Fitosanitario Oficial" del país de origen, en el cual se deberá señalar el cumplimiento de las declaraciones adicionales y/o tratamientos cuarentenarios dispuestos caso a caso por el SAG, mediante Resolución Exenta.

El material vegetal deberá someterse a cuarentena por un mínimo de un periodo vegetativo, establecida en un invernadero.

Procedimiento de Internación de Estacas

- Se debe presentar al SAG la "Solicitud de Internación de Productos de Origen Vegetal", indicando en ella el lugar de cuarentena propuesto (invernadero).
- El SAG visitará el lugar de cuarentena propuesto y determinará si cumple con las condiciones de seguridad fitosanitaria. De aprobarse éste, se emitirá un "Informe de Aislamiento".
- El importador deberá cancelar en la Oficina Sectorial del SAG, donde se establezca la cuarentena, la tarifa correspondiente.

- El SAG emitirá una "Resolución Exenta", en la cual autorizará el ingreso de las estacas y/o plantas e indicará los "requisitos fitosanitarios", dependiendo de la especie de Salicácea a internar y su país de origen.
- Una vez cumplido lo anterior se puede concretar el ingreso al país del material vegetal, el cual deberá cumplir con los requisitos indicados en la "Resolución Exenta" referida en el punto d.
- Durante el período vegetativo de cuarentena de post-entrada, el material será sometido a visitas periódicas por parte del personal del SAG, para observar si existen plagas. Para ello colectan muestras que son analizadas en los laboratorios del SAG y de considerarse necesario se dispondrán las medidas de control fitosanitario necesarias.
- Una vez finalizado el período de cuarentena se levantará ésta, a través de una "Resolución Exenta", quedando las plantas a disposición del importador para los efectos que estime conveniente.

Procedimiento para el Ingreso de Material Vegetal In Vitro

- El puerto de ingreso realizará una inspección física y documental de la partida.
- Si la inspección es aprobada, se procederá a captar una muestra por cada variedad presentada a inspección.
- La muestra se enviará a laboratorio y la partida a la oficina del SAG que corresponda, según el depósito particular declarado por el importador.
- La partida será sellada por el inspector del puerto de ingreso. El importador no podrá romper los sellos y deberá informar a la oficina del SAG correspondiente y solicitar la recepción oficial de la partida.
- Una vez recibido el material, este quedará bajo control oficial del SAG. El material deberá estar identificado, separado por variedad y aislado respecto a otros materiales.
- Si el importador desea multiplicar el material mientras dure este régimen de depósito, puede hacerlo y debe comunicar al SAG el detalle del recuento del material resultante.
- Está prohibido sacar material del recinto, incluyendo el desecho.
- Si el resultado de los análisis es:
 - Negativo a todos los patógenos analizados, el SAG comunicará por escrito al importador que el material está liberado.
 - Positivo a cualquier patógeno analizado, la Dirección Regional correspondiente del SAG emitirá una resolución que ordena la destrucción total del material, en conformidad al Decreto Ley N° 3557/80 y Res N° 1717/98. La destrucción se realizará en presencia de un inspector del SAG.

MULTIPLICACIÓN DEL MATERIAL INTRODUCIDO

Para la multiplicación del material introducido se emplearon dos técnicas de propagación vegetativa: el cultivo *in vitro* para las yemas traídas desde Suecia y el enraizamiento de estacas para los segmentos de ramas ingresados de Argentina.

Cultivo *in vitro*

Multiplicación *in vitro* de las yemas introducidas desde Suecia

Las yemas obtenidas de álamos cultivados en Suecia, fueron traídas por el Prof. Carlos Magni desde dicho país, en marzo de 1999. Las yemas colectadas fueron previamente desinfectadas en una solución de hipoclorito de sodio comercial al 10% con unas gotas de Tween 20, por 20 a 25. Luego, en la Cámara de Flujo Laminar, fueron enjuagadas en tres oportunidades con agua destilada estéril y posteriormente se aislaron los meristemas, y se dispusieron en cápsulas Petri con medios de cultivo para su traslado a Chile. La metodología empleada en el cultivo *in vitro* fue recomendada por los especialistas suecos.

Todas las actividades de micropropagación se realizaron en el Laboratorio de Semillas del Departamento de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Dicho laboratorio, además del equipamiento propio de análisis de semillas, cuenta con autoclave, cámara de flujo laminar, material de vidrio, pHmetro, destilador de agua y una pieza de cultivo con control de la temperatura y de la iluminación.

El material vegetal ingresado fue subcultivado en frascos de 38 ml de capacidad, con 12 a 13 ml de medio MS (Murashige y Skoog) o WPM (Woody Plant Medium), con 3% de sacarosa, 0,6% de agar, y pH 5,8 (Bergman, *et al.*, 1984; Grönroos, 1989). Se adicionó 44 μ M BAP (6-bencilaminopurina), para favorecer la activación de las yemas axilares (que se encontraban en receso) y aumentar la multiplicación de los brotes. En una segunda etapa, luego de tres a cuatro semanas, los meristemas fueron subcultivados en los mismos medios, pero sin BAP, para favorecer el crecimiento y la elongación de los brotes. Estos últimos, fueron separados, seccionados y cultivados aisladamente en un medio sin regulador de crecimiento, para estimular el desarrollo de nuevos brotes.

Una vez que los brotes alcanzaron un desarrollo considerado adecuado (3 a 5 cm), fueron puestos a enraizar en cajas plásticas, transparentes, con sustrato estéril y húmedo (corteza de pino y vermiculita en iguales proporciones), selladas. Al cabo de un mes, luego que los brotes hubieron desarrollado un sistema radical adecuado, fueron transplantados a tubetes, llenos con el mismo sustrato empleado en el enraizamiento. Los tubetes con las plantas se ubicaron en las celdillas de speedlings de poliestiereno expandido, y se trasladaron al invernadero, con riego frecuente.

Multiplicación *in vitro* de *Populus deltoides x maximowiczii* "Eridano"

Paralelo al trabajo de multiplicación de los clones traídos desde Suecia, se inició un ensayo de propagación *in vitro* con el clon "Eridano" que se encontraba en fase de prueba en los terrenos de la Compañía Agrícola y Forestal El Álamo.

La metodología que se utilizó en esta investigación, desarrollada como memoria de Pregrado en la Escuela de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile, correspondió a una versión mejorada de la que había empleado el Proyecto hasta ese momento (recomendada por investigadores del Departamento de Genética Forestal de la Universidad Sueca de Ciencias Agrícola). Los cambios en la metodología provinieron de las observaciones realizadas en el desarrollo de los primeros cultivos del material introducido de Suecia.

El material de propagación (ramas con yemas axilares inactivas) se obtuvo de ejemplares del clon "Eridano" cultivados en el Populeto de la Compañía Agrícola y Forestal "El Álamo" (Fundo Copihue, ubicado en Parral, VII Región).

En el laboratorio, con un bisturí, se extrajeron las yemas de las ramas, y se sumergieron por 20 minutos en una solución al 10 % de hipoclorito de sodio con un par de gotas de un detergente

líquido comercial, y luego en etanol al 96% durante algunos segundos y se enjuagaron en agua destilada estéril.

El medio de cultivo utilizado fue el MS sin modificar, con 3% de sacarosa, 0,3% de agar y pH 5,8. Al medio se adicionó BAP en 3 concentraciones distintas (0,22 μM ; 0,44 μM y 0,66 μM), obteniéndose así 3 tratamientos y se agregó un testigo. Tanto el medio de cultivo como el material de vidrio, las tapas de aluminio y el instrumental utilizado, fue esterilizado en un autoclave durante 20 minutos a 120° C con una presión de 1 kg/cm².

El ensayo tuvo una duración de 240 días, dividido en 12 subcultivos de 20 días cada uno. Se cultivaron 20 yemas por cada tratamiento (80 tubos en total). Los tubos de ensayo con las yemas sobre el medio de cultivo, permanecieron en una pieza de cultivo a una temperatura que varió entre 22° C (+/- 2° C) (noche) y 26° C (+/-2° C) (día), con un fotoperíodo de 16 horas.

El ensayo se inició sometiendo las yemas a la acción de la citoquinina, salvo el testigo, y luego se subcultivaron dos veces sin aplicación de regulador de crecimiento. Luego se volvió a aplicar citoquinina. Este proceso se repitió tres veces; en los subcultivos siguientes no se aplicó citoquinina. Después de cada subcultivo, cada brote nuevo fue cortado en trozos de aproximadamente 1 cm y trasladado a otro tubo de ensayo, con un medio nutritivo fresco.

Al cabo de 240 días, los brotes se transplantaron por 20 días a cajas plásticas, primero cerradas y luego entreabiertas para que se aclimataran, dentro de la misma pieza de cultivo, con sustrato estéril compuesto por arena, vermiculita y corteza humificada de Pino insigne (1:1:1). Posteriormente se transplantaron a tubetes colocados en speedlings, y luego de 60 días bajo estas condiciones, fueron trasladados al invernadero.

Multiplicación en Invernadero mediante Estacas

Los segmentos de ramas de los distintos clones ingresados desde Mendoza, Argentina, fueron trasladados al invernadero autorizado por el SAG para cumplir el período de cuarentena. Dicho invernadero es parte de la infraestructura del Vivero Antumapu de la Facultad de Ciencias Forestales, y se encuentra ubicado dentro del Campus del mismo nombre, de la Universidad de Chile.

De las ramas ingresadas se cortaron estacas de aproximadamente 25 cm de largo y 8 -10 mm de diámetro. Una vez dimensionadas, las estacas fueron plantadas en bolsas de polietileno de 20 x 30 cm, llenas con una mezcla de turba y vermiculita.

Las estacas enraizadas, una vez superada la cuarentena fueron sometidas a una masificación rápida con el objeto de alcanzar un número adecuado de individuos para establecerlos en las parcelas de ensayo de terreno. Para ello, se seccionaron brotes de las estacas enraizadas, en la mayor cantidad posible, y se plantaron en tubetes ubicados dentro las celdillas de "speedlings". Cuando las estacas produjeron raíces se traspasaron a bolsas de 20 x 30 cm y, una vez que alcanzaron un desarrollo adecuado, se trasladaron a platabandas del vivero, sombreadas con malla Raschel (50% de sombra) para su aclimatación al ambiente exterior, antes de ser llevadas a terreno.

Durante la cuarentena, las estacas enraizadas se regaron diariamente, se desmalezaron, se les aplicó fertilizante una vez por semana (Nitrofoska foliar) y se les eliminaron las hojas secas. Cuando fueron trasladadas al vivero, se les proporcionaron los mismos cuidados, pero los riegos fueron más distanciados para endurecer las plantas.

ENSAYOS DE COMPARACIÓN CON MATERIAL PRESENTE EN EL PAÍS

Se establecieron pruebas de campo con distintos clones de interés comercial presentes en Chile, con el fin de entregar información sistematizada sobre el comportamiento de los clones de álamo, en diferentes zonas de crecimiento, a los productores de álamo. Hasta ahora la elección de un clon a utilizar se basa en criterios absolutamente subjetivos que no llevan a resultados óptimos desde el punto de vista de la rentabilidad de los cultivos. Zonas de gran potencial para el álamo, como es la comuna de Coltauco, aun es forestada con clones de álamo que han sido superados por otros nuevos, disponibles en el mercado. De esta manera los ensayos constituirán evidencias directas de las diferencias en crecimiento que se obtienen al utilizar distintos clones para distintas situaciones edafoclimáticas.

Material

El material clonal provino de los viveros de los mismos involucrados en el Proyecto (Cuadro 1) intercambiando el material que alguno de ellos no poseía. El material de plantación correspondió a varetas de álamo de un año de crecimiento en vivero.

Cuadro 1: Origen del material probado en los ensayos de rendimiento clonal.

PRODUCTOR	VIVERO
Sr. Enrique Matthei Jensen	Vivero Experimental de Yumbel
Sr. Carlos Reckmann Arce	Vivero San José
Sr. Aurelio Crovo	Vivero Los Alamos del Sur
Compañía Agrícola y Forestal El Alamo	Vivero CAF El Alamo
Fac. de Ciencias Forestales Universidad de Chile	Vivero Antumapu

Lugares de Ensayo

Los ensayos de comparación de clones presentes en el país se instalaron en seis lugares (Cuadro 2), correspondiendo dos a cada una de las siguientes Regiones: VI, VII y VIII. En un inicio se había proyectado establecer cuatro ensayos, sin embargo, durante el desarrollo del Proyecto se agregaron dos más: Fundo Copihue y Hacienda Loncha.

En el caso del Fundo Copihue se aprovechó un ensayo instalado por ellos, en julio de 1999, en el sector La Máquina, del Predio Copihue, VII Región. En dicho ensayo no solamente se comparan distintos clones, ya que adicionalmente se evalúa el comportamiento de distintos tipos de plantas de vivero dentro de cada clon.

Cuadro 2: Localidades de prueba para los ensayos de rendimiento clonal.

PROPIETARIO	LUGAR DE ENSAYO
Sr. Enrique Matthei Jensen	Yumbel, VIII Región. A orillas del río Laja
Sr. Aurelio Crovo	Cabrero, VIII Región
Compañía Agrícola y Forestal El Alamo	Fundo Copihue, VII Región
Fac. de Ciencias Forestales Universidad de Chile	Fundo Las Brisas, VII Región
Convenio CODELCO-El Teniente	Hacienda Loncha, VI Región
Sr. Carlos Reckmann Arce	Coltauco, VI Región. A orillas del río Cachapoal

Diseño de Plantación

El diseño consideró el establecimiento de un gran bloque monoclonal para la estimación del rendimiento. En los ensayos de Yumbel, Cabrero y Las Brisas, los clones fueron plantados en bloques de 10 x 10 varetas, totalizando 100 varetas por clon; en los ensayos de Loncha y Coltauco se plantaron parcelas de 7 x 7 varetas, con un total de 49. El espaciamiento utilizado para cada parcela fue de 6 x 6 m. El método de plantación correspondió a una hoyadura de al menos 50 cm de profundidad y 30 cm de diámetro. Previo a la plantación, se realizó una limpieza del terreno, que en algunos casos (Las Brisas y Loncha) incluyó el volteo de algunos ejemplares de eucalipto.

ENSAYOS CON MATERIAL INTRODUCIDO

El material intruducido propagado tuvo dos destinos: la plantación de un cepario, y la instalación de parcelas de ensayo permanentes.

El cepario, más que un ensayo, corresponde a una plantación de un cierto número de ejemplares de cada clon introducido, destinada a producir material vegetativo para la plantación. En cambio, los ensayos de comparación, están constituidos por tantas parcelas como clones, instaladas en un mismo lugar, con el objeto de comparar la sobrevivencia y el crecimiento de los clones plantados.

Instalación de un Cepario

Se acondicionó un terreno, de 2.700 m², ubicado a un costado del Vivero Antumapu, para instalar un cepario. Previo a la plantación, el terreno se desmalezó y limpió, se cercó (con postes de pino

impregnado y alambre de púas), se realizó una conexión al sistema de agua potable y se instaló riego por goteo.

Los clones se plantaron separados a 0,6 m sobre hileras, distanciadas a 1,5 m entre sí. Se emplearon plantas en bolsas de 20x30 cm provenientes de estacas enraizadas que permanecieron primero en el invernadero y luego en el vivero. Se realizaron dos plantaciones: enero de 2002, noviembre de 2002, y julio de 2003.

Ensayos de Comparación con Material Introducido

Cada clon fue plantado en una parcela constituida por 7 x 7 plantas (49 plantas) distanciadas 3 x 3 m. En CAF El Alamo, el terreno fue limpiado, y luego se realizaron dos rastrajes, espaciados 15 días. Posteriormente se cuadró la superficie con cuerdas y se alinearon los hoyos de plantación, distanciados 3 x 3 m. Los hoyos, de 20 cm de diámetro y 80 cm de profundidad, se hicieron con un barreno accionado por un tractor agrícola. Como las plantas se encontraban en bolsas de polietileno de 20 x 30 cm, al retirar el plástico para plantarlas, se rellenó el orificio de plantación con un poco de tierra hasta una profundidad acorde con el cepellón de las plantas. Debido a que el terreno había sido cultivado previamente, se aplicó una fertilización balanceada, distribuida homogéneamente en el orificio de plantación y en la tierra con la cual se acuñaron las plantas, compuesta por: 14,3 U de N; 19,7 U de P; 5,71 U de S; 10,1 U de Ca; 0,95 U de B; y 0,63 U de Zn. Para proteger y guiar las plantas, se colocaron tutores.

RESULTADOS

SELECCION PRELIMINAR DE CLONES

Clones a Introducir

Los clones que fueron incorporados en la lista de introducción fueron:

Serie Unal (Bélgica)

Populus x euroamericana (P. canadensis)

1. PRIMO
2. GHOY
3. GAVER
4. OGY
5. ISIERES
6. GIBECQ

Populus x interamericana (P. trichocarpa x P. deltoides)

7. RASPALJE
8. UNAL
9. HUNNEGEM
10. HOOGVORST
11. HAZENDANS
12. BOELARE

Serie Enzo Avanzo (Italia)

Populus x euroamericana (P. canadensis)

13. I- MC
14. 2000 VERDE
15. A2A
16. A3A
17. BELLINI
18. CIMA

Otros *Populus x euroamericana (P. canadensis)*

Holandeses

19. DORSKAMP
20. AGATHE -F
21. FLEVO
22. KOSTER

Italianos

23. NEVA

- 24. TRIPLO
- 25. BL CONSTANZO
- 26. BOCCALARI
- 27. CAPPA BIGLIONA

Populus deltoides

- 28. G-3
- 29. G-48
- 30. D-61
- 31. D-121
- 32. DVINA
- 33. LENA
- 34. LUX

ALAMOS BLANCOS (*Populus alba*)

- 35. BOLLEANA
- 36. var NIVEA 'PALMATA'
- 37. RAJANE

OTROS ALAMOS

- 38. *Populus euphratica*
- 39. *P. alba* x *P. glandulosa*
- 40. *Populus maximowiczii*
- 41. *Populus vernirubens*

Clones para las pruebas locales

Populus deltoides

- *Populus* Colección Extra B
- Carolinensis Porteño
- Categoría
- Stoneville 109

Populus x euroamericana (P. canadensis)

- I-488
- I-63/51
- I-214
- NNDV

No clasificado

- Chopa Blanca

LUGARES DE ENSAYO

Aunque al formular el Proyecto, los lugares de ensayo eran cuatro (Cabrero, Hualqui, Coltauco y Rinconada), durante el desarrollo de él se agregaron dos nuevos lugares (Loncha y Copihue) y, además, se cambió la ubicación de uno (Rinconada).

Inicialmente se había proyectado la instalación de un ensayo en el Fundo Rinconada de Maipú de la Universidad de Chile, sin embargo, a principio de 1999 se produjo la separación de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales en dos facultades independientes: la Facultad de Ciencias Agronómicas y la Facultad de Ciencias Forestales. Como consecuencia de la separación, el Fundo

Rinconada de Maipú quedó asignado a la Facultad de Ciencias Agronómicas, y su futuro era incierto. Además, por falta de presupuesto, en el Fundo se paralizó el sistema de riego mediante bombas eléctricas, originándose un problema serio en el abastecimiento de agua.

El año 2000 se llegó a un acuerdo con el Convenio CONAF-CODELCO para instalar ensayos en la Hacienda Loncha, División El Teniente. Además, en el segundo semestre del año 2002 se incorporó definitivamente al Proyecto, la Compañía Agrícola y Forestal El Alamo.

Como resultado de la incorporación de los dos nuevos lugares, y el cambio de ubicación de otro, el Proyecto finalizó con seis lugares de ensayo, dos por cada una de las tres Regiones consideradas (VI, VII y VIII), que coinciden con las que concentran la mayor superficie plantada con clones de álamos cultivados comercialmente.

Caracterización de los sitios de Ensayo

Ensayo Cabrero

Se ubica adyacente al Vivero Experimental (37° 02' S, 72° 24' O, 128 msnm), a 60 km al sudeste de Concepción, sector Salto del Laja, comuna de Cabrero, provincia del Bio Bío, VIII Región.

El clima de la zona de estudio corresponde a templado mesotermal inferior estenotérmico mediterráneo subhúmedo. Esta zona, que comprende el valle central y los valles costeros, presenta una gran amplitud térmica con veranos cálidos e inviernos moderadamente fríos. Su régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de enero de 28,6 °C y una mínima de julio de 4,4 °C. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 1.093 mm, un déficit hídrico de 716 mm y un periodo seco de 5 meses (Cuadro 3: Figuras 1: 2: 3). El periodo libre de heladas es de 235 días, con un promedio de 9 heladas por año. Registra anualmente 1.593 días-grado y 1.237 horas de frío (Santibáñez y Uribe, 1993).

Otras localidades con características semejantes son: Chillán, Cabrero, La Aguada, San Rosendo, Nacimiento, Angol, Coihue, Virquenco, Tijeral, Millantu, Santa Fe.

Los suelos son de textura arenosa, principalmente arena media y gravilla (10-25%). El nivel de materia orgánica es moderado y la estructura corresponde a la de grano simple (sin agregación). La capacidad de agua aprovechable de este suelo es baja y lo favorecería mucho si tuviera napa freática a 60-100 cm de profundidad. En caso contrario necesitará riego.

Por su calidad de suelo arenoso, la disponibilidad nutritiva es relativamente baja, destacando como elementos más críticos el fósforo y el azufre, pudiéndose emplear cualquier fuente soluble para abastecer la plantación. La fertilización fosfatada debe ser complementada con nitrógeno y potasio.

Cuadro 3. Datos meteorológicos Ensayo de Cabrero

Temperatura (°C)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
T. max	28,6	27,5	24,6	20,6	16,6	13,7	12,6	13,2	15,9	19,9	24,2	27,4	20,4
T. min	11,2	10,7	9,5	7,8	6,1	4,9	4,4	4,9	5,7	7,4	9,2	10,7	7,7
T. med	19,0	18,3	16,3	13,6	10,8	8,8	8,1	8,6	10,3	13,1	15,9	18,2	13,4
Precipitación (mm)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	23,2	23,0	37,2	69,6	188,0	215,0	186,0	152,0	83,0	51,0	37,0	28,0	1.093,0
Humedad Relativa (%)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	63,0	65,0	69,0	75,0	81,0	85,0	87,0	85,0	80,0	74,0	69,0	64,0	75,0
Días grado acumulados (DG)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	873	1127	1.325	1.440	1.503	1.538	1.561	1.593	55	160	345	596	1.593
Heladas (días)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	0,0	0,0	0,0	0,1	0,7	2,1	3,0	2,1	1,0	0,1	0,0	0,0	9,0

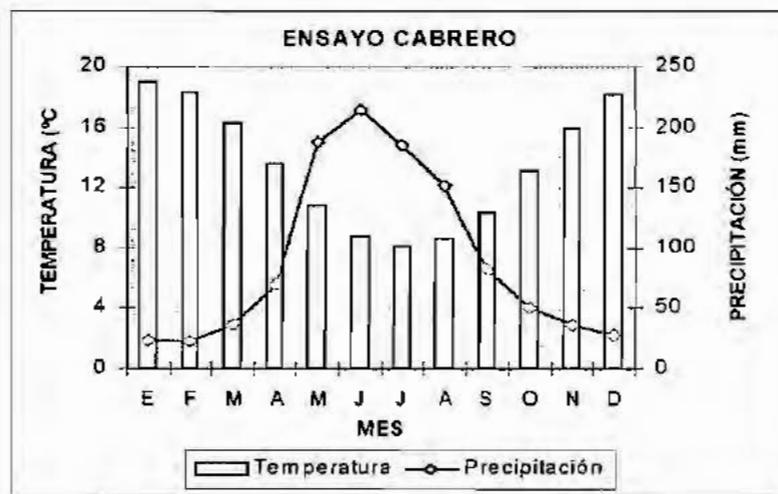


Figura 1. Diagrama ombrotérmico Ensayo Cabrero

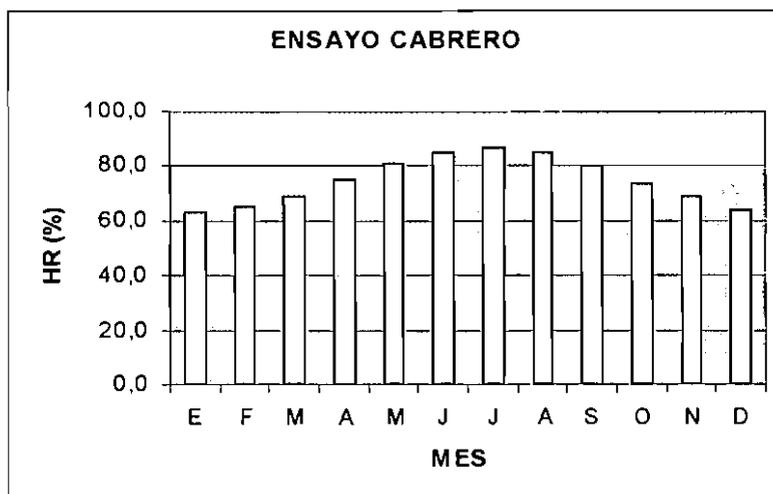


Figura 2. Humedad relativa Ensayo Cabrero

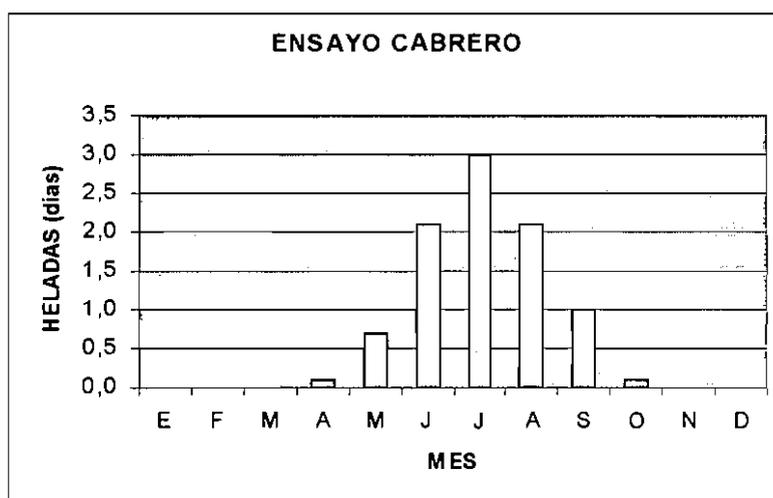


Figura 3. Heladas Ensayo Cabrero

Ensayo Hualqui

Se ubica en la comuna de Yumbel ($36^{\circ} 59' S$, $72^{\circ} 54' O$, 40 msnm), 20 km al sur de la ciudad de Concepción, VIII Región.

El clima de la zona de estudio corresponde a templado mesotermal inferior estenotérmico mediterráneo subhúmedo. Esta zona, ubicada en el litoral y en las serranías costeras de vertiente occidental, ocupa posiciones altas de cerros y lomajes, presenta un régimen de heladas atenuada por la marcada influencia marina. Su régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de enero de $23,9^{\circ} C$ y una mínima de julio de $5,9^{\circ} C$. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 1134 mm, un déficit hídrico de 605 mm y un período seco de 5 meses (Cuadro 4; Figuras 4; 5; 6). El período libre de heladas es de 309 días, con un promedio de 2 heladas por año. Registra anualmente 1.269 días-grado y 711 horas de frío (Santibáñez y Uribe, 1993).

Otras localidades con características semejantes son: Tomé, San Pedro, Fariña, Penco, Talcahuano, Concepción, Coronel, Lota, Lirquén, Quilpalemu, Los Lastres.

El suelo del lugar de ensayo presenta niveles bajos de Nitrógeno y Fósforo aprovechable, por lo que se estima que habría una respuesta positiva a la fertilización con estos elementos.

Cuadro 4. Datos meteorológicos Ensayo de Hualqui

Temperatura (°C)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
T. max	23,9	23,2	21,2	18,4	15,7	13,7	13,0	13,3	15,1	17,8	20,7	23,0	18,3
T. min	11,0	10,7	9,7	8,4	7,2	6,2	5,9	6,2	6,8	8,1	9,5	10,6	8,4
T. med	16,7	16,2	14,8	12,8	10,9	9,5	9,0	9,3	10,4	12,3	14,4	16,1	12,7
Precipitación (mm)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	21,9	22,3	35,4	69,4	198,4	230,0	196,4	162,4	84,0	51,0	36,0	27,0	1.134,0
Humedad Relativa (%)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	78,0	79,0	80,0	82,0	84,0	85,0	86,0	85,0	83,0	81,0	80,0	78,0	82,0
Días grado acumulados (DG)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	674	867	1.015	1.111	1.170	1.208	1.234	1.269	51	137	274	465	1.269
Heladas (días)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	2,0

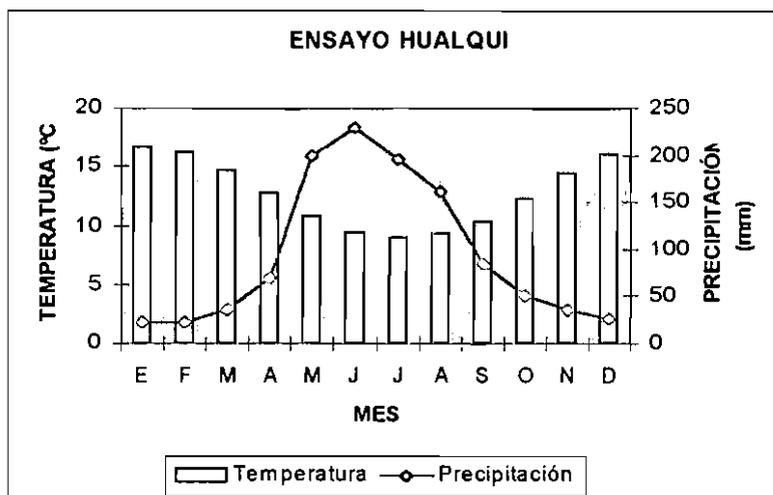


Figura 4. Diagrama ombrotérmico Ensayo Hualqui

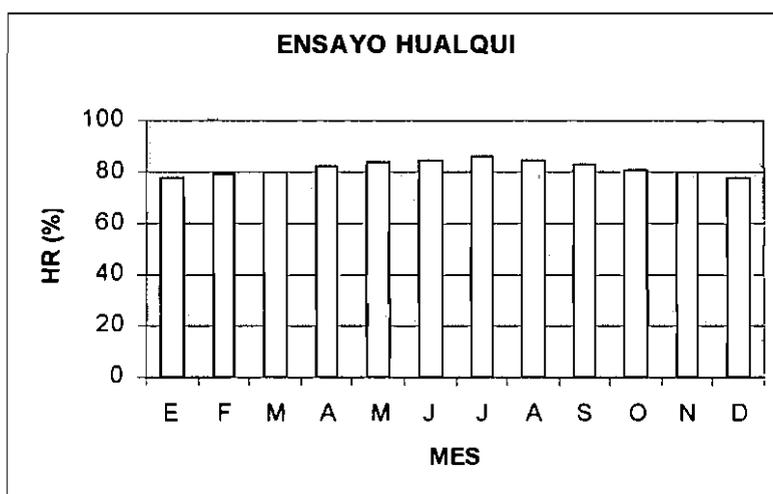


Figura 5. Humedad Relativa Ensayo Hualqui

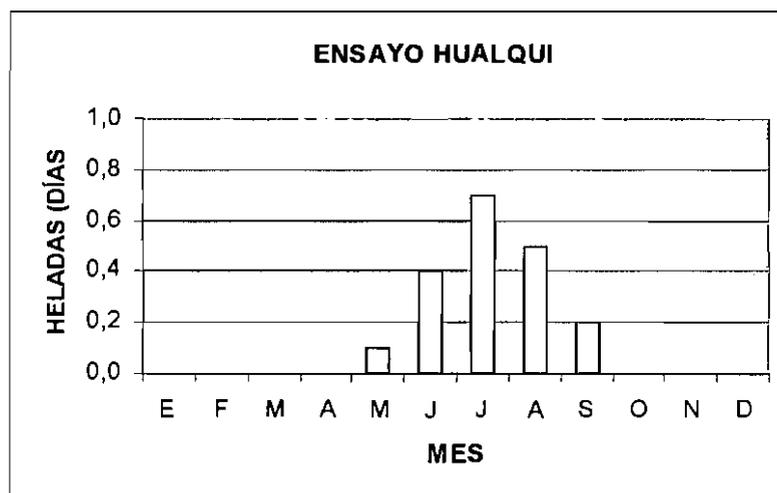


Figura 6. Heladas Ensayo Hualqui

Ensayo Copihue

El Fundo Copihue se encuentra ubicado en las cercanías del pueblo de Retiro ($36^{\circ} 03' S$ y $71^{\circ} 45' O$; altitud 170 m), a 10 kilómetros al norte de la ciudad de Parral, Comuna de Retiro, Provincia de Linares, VIII Región.

El clima de la zona de estudio corresponde a templado mesotermal inferior estenotérmico mediterráneo subhúmedo. El régimen térmico se caracteriza por presentar temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en enero de $29,3^{\circ} C$ y una mínima en julio de $3,3^{\circ} C$. El período libre de heladas es de 205 días, con un promedio de 19 heladas por año. La zona registra anualmente 1.562 días-grado y 1.725 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 1.051 mm y un déficit hídrico de 820 mm, con un período seco de seis meses (Cuadro 5, Figuras 7; 8; 9). Las temperaturas invernales son bajas, con alta incidencia de heladas y veranos calurosos (Santibáñez y Uribe, 1993).

Otras localidades con características semejantes son: San Antonio, Miraflores, Longaví, Palhuén, Copihue, Parral, Niquén, Perquilauquén, San Gregorio.

Cuadro 5. Datos meteorológicos Ensayo Copihue

Temperatura (°C)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
T. max	29,3	28,1	24,9	20,5	16,2	13,0	11,8	12,5	15,5	19,9	24,5	28,0	20,4
T. min	11,0	10,5	9,1	7,1	5,2	3,8	3,3	3,8	4,8	6,8	8,8	10,4	7,1
T. med	19,2	18,4	16,2	13,2	10,2	8,0	7,2	7,8	9,7	12,7	15,9	18,3	13,1
Precipitación (mm)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	17,4	18,5	28,5	60,6	189,8	222,8	187,8	155,8	73,9	45,0	29,0	22,0	1.051,0
Humedad Relativa (%)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	61,0	63,0	68,0	74,0	81,0	85,0	87,0	85,0	80,0	73,0	67,0	63,0	74,0
Días grado acumulados (DG)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	874	1.134	1.329	1.439	1.495	1.520	1.539	1.562	50	149	333	590	1.562
Heladas (días)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	0,0	0,0	0,0	0,2	1,6	4,3	5,9	4,5	2,2	0,3	0,0	0,0	19,0

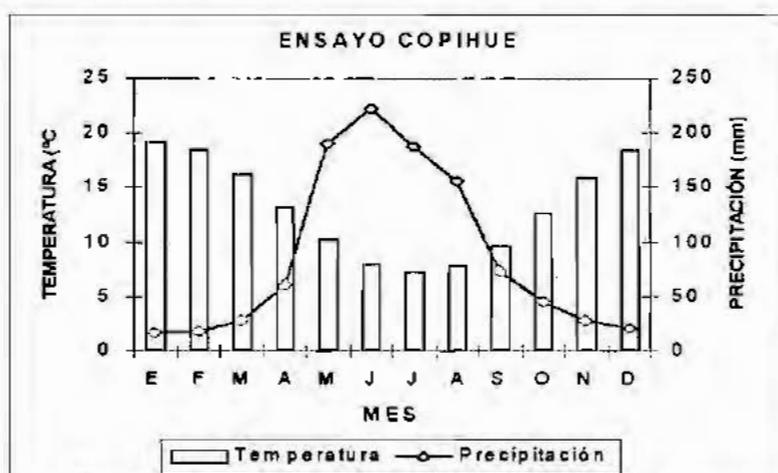


Figura 7. Diagrama Ombrotérmico Ensayo Copihue

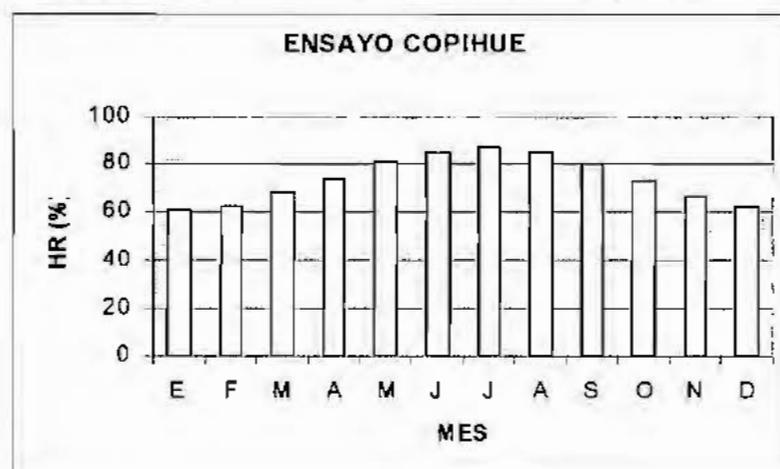


Figura 8. Humedad Relativa Ensayo Copihue

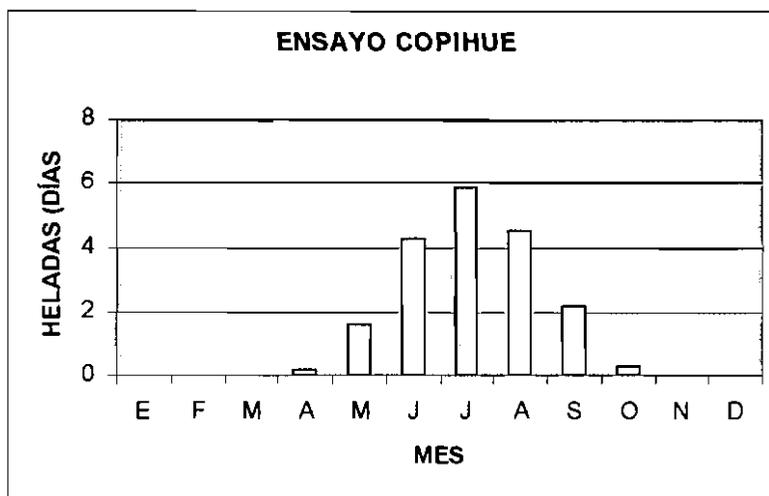


Figura 9. Heladas Ensayo Copihue

Ensayo Las Brisas

Ubicado en el Fundo Las Brisas, de propiedad de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, distante 45 km de la ciudad de Constitución, cuenta con una superficie de 92,5 ha. Administrativamente se ubica en la Comuna de San Javier, VII Región (35° 34'S y 72° 05'O). En general se trata de una topografía de cerros de baja altitud, con una cota máxima de 251 msnm. Las exposiciones Norte son dominantes y las pendientes, en general, no son fuertes. El terreno se encuentra a pocos metros del río Purapel, lo que permite obtener agua para el riego a lo largo del año.

El clima de la zona de estudio corresponde a templado mesotermal inferior estenotérmico mediterráneo subhúmedo. Esta zona corresponde a serranías occidentales de la costa; en ella, el efecto oceánico modera las temperaturas invernales y estivales. El régimen hídrico es más húmedo que en el litoral debido a su condición de vertiente occidental. Su régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de enero de 24,7 °C y una mínima de julio de 6,3 °C. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 926 mm, un déficit hídrico de 788 mm y un período seco de 6 meses. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 0 heladas por año (Cuadro 6 y Figuras 10; 11). Registra anualmente 1.402 días-grado y 502 horas de frío (Santibáñez y Uribe, 1993).

Otras localidades con características semejantes son: Cerro Pelado, Cajón Gonzáles, Cerro Molco, Porvenir, Canelillos, Cerro Pan de Azúcar, Empedrado, Cerro Caiquén, Perillar.

Cuadro 6. Datos meteorológicos Ensayo de Las Brisas

Temperatura (°C)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
T. max	24,7	24,0	21,9	19,1	16,4	14,3	13,6	13,9	15,7	18,5	21,5	23,8	19,0
T. min	11,5	11,2	10,2	8,9	7,6	6,6	6,3	6,6	7,2	8,5	9,9	11,1	8,8
T. med	17,3	16,8	15,3	13,4	11,4	10,0	9,5	9,8	10,9	12,9	15,0	16,7	13,3
Precipitación (mm)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	14,2	15,5	23,5	52,1	168,9	199,9	167,9	140,0	64,0	38,0	24,0	18,0	926,0
Humedad Relativa (%)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	70,0	71,0	74,0	79,0	83,0	86,0	87,0	85,0	82,0	78,0	74,0	71,0	78,0
Días grado acumulados (DG)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	736	944	1.108	1.215	1.281	1.325	1.362	1.402	58	153	306	511	1.402
Heladas (días)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

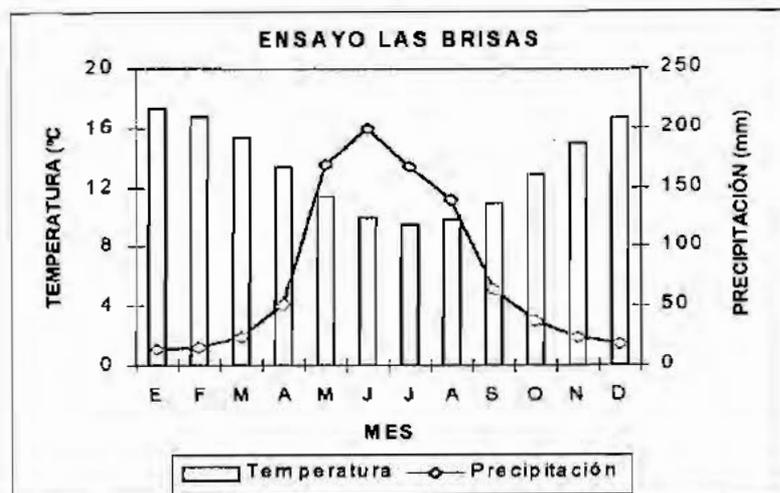


Figura 10. Diagrama Ombrotérmico Ensayo Las Brisas

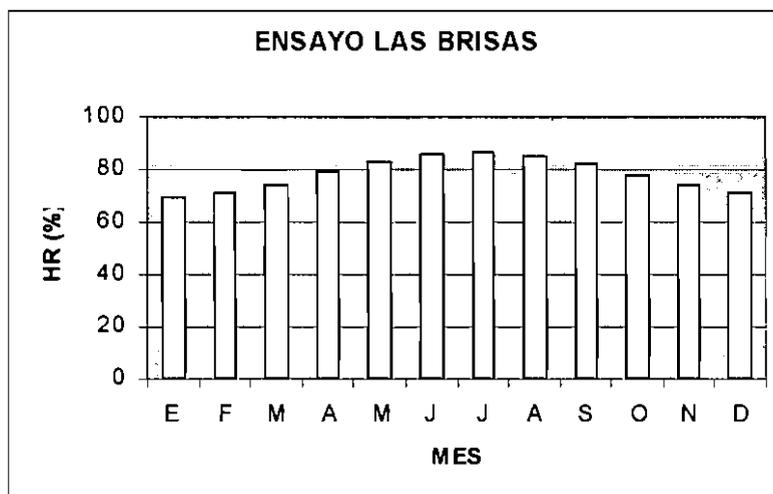


Figura 11. Humedad Relativa Ensayo Las Brisas

Ensayo Coltauco

Se ubica en el Fundo San José de Idahue ($34^{\circ} 17' S$, $71^{\circ} 05' O$, 255 msnm), comuna de Coltauco, provincia de Cachapoal, VI Región.

El clima de la zona de estudio corresponde a templado mesotermal inferior estenotérmico mediterráneo semiárido. En esta zona, el efecto oceánico es moderado, presentando una mayor incidencia de heladas en las zonas bajas. Su régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de enero de $27,6^{\circ} C$ y una mínima de julio de $5,5^{\circ} C$. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 709 mm, un déficit hídrico de 863 mm y un período seco de 7 meses. El período libre de heladas es de 301 días, con un promedio de 3 heladas por año (Cuadro 7, Figuras 12; 13; 14). Registra anualmente 1.685 días-grado y 660 horas de frío (Santibáñez y Uribe, 1993).

Otras localidades con características semejantes son: Peumo, Idahue, Penciahue, Nancagua, Cunaco, San Vicente, Peralillo, El Huique, La Estrella, Nilahue, Itahue Alto.

Cuadro 7. Datos meteorológicos Ensayo de Coltauco

Temperatura (°C)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	X
T. max	27,6	26,7	24,2	20,8	17,5	15,0	14,1	14,6	16,8	20,2	23,8	26,6	20,7
T. min	11,8	11,4	10,2	8,6	7,1	5,9	5,5	5,9	6,7	8,3	10,0	11,3	8,6
T. med	18,8	18,2	16,4	14,1	11,7	10,0	9,4	9,8	11,2	13,6	16,1	18,1	13,9
Precipitación (mm)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	8,3	9,9	14,2	36,7	134,2	161,2	133,2	112,2	46,1	27,0	15,0	11,0	709,0
Humedad Relativa (%)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	67,0	68,0	72,0	76,0	81,0	84,0	85,0	83,0	80,0	75,0	71,0	68,0	76,0
Días grado acumulados (DG)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	897	1.150	1.350	1.478	1.553	1.601	1.641	1.685	67	182	375	625	1.685
Heladas (días)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4	3,8	5,3	3,9	2,0	0,3	0,0	0,0	17,0

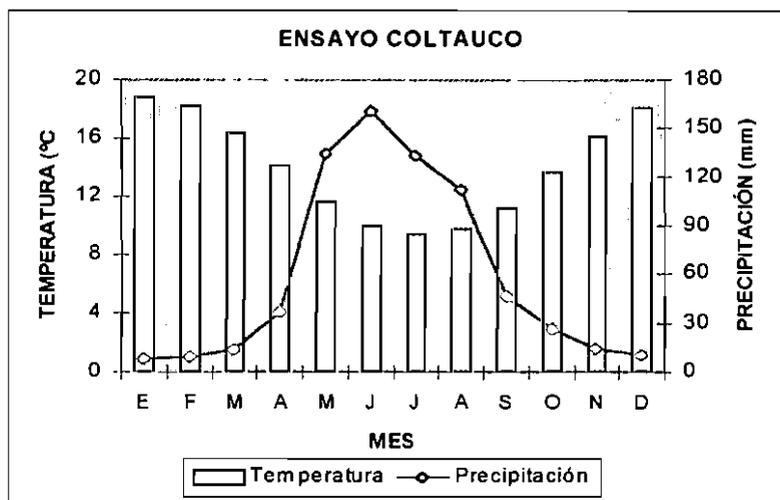


Figura 12. Diagrama ombrotérmico Ensayo Coltauco

Figuras 15; 16; 17). Registra anualmente 1.642 días-grado y 593 horas de frío (Santibáñez y Uribe, 1993).

Otras localidades con características semejantes son: Alhué, Las Salinas, Coltauco, Las Cabras, Doñihue, Lo Miranda, Carén, El Guapi, Santa Isabel, La Viña.

Cuadro 8. Datos meteorológicos Ensayo de Hacienda Loncha

Temperatura (°C)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
T. max	28,3	27,3	24,4	20,6	16,7	13,9	12,9	13,5	16,1	19,9	24,0	27,1	20,4
T. min	11,3	11,0	10,0	8,7	7,5	6,5	6,2	6,5	7,1	8,4	9,8	10,9	8,7
T. med	18,9	18,3	16,5	14,8	11,6	9,8	9,1	9,6	11,1	13,5	16,1	18,2	13,9
Precipitación (mm)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	5,0	6,4	8,8	24,8	97,2	117,2	96,2	81,2	31,1	18,0	10,0	7,0	503,0
Humedad Relativa (%)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	60,0	62,0	66,0	73,0	79,0	83,0	85,0	83,0	78,0	72,0	66,0	62,0	72,0
Días grado acumulados (DG)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	892	1.147	1.346	1.471	1.541	1.581	1.606	1.642	61	174	366	618	1.642
Heladas (días)													
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	x
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0

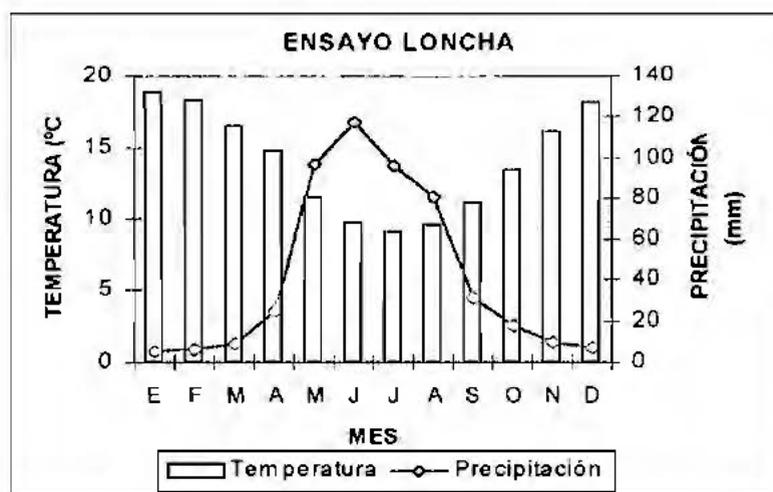


Figura 15. Diagrama Ombrotérmico Ensayo Loncha

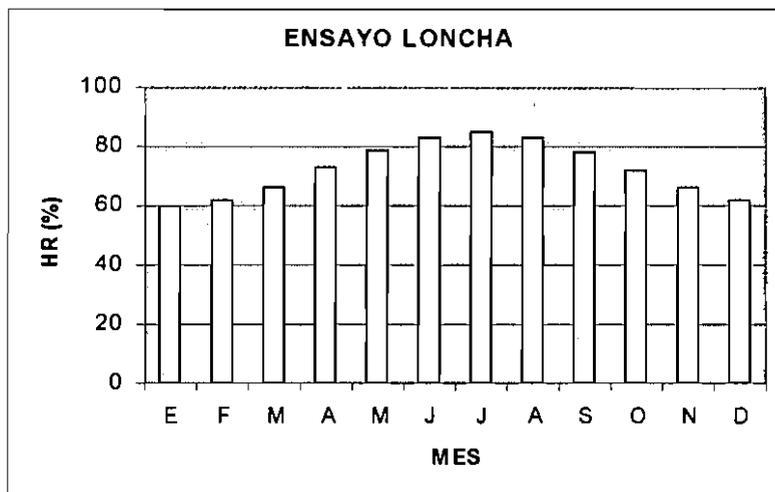


Figura 16. Humedad Relativa Ensayo Loncha

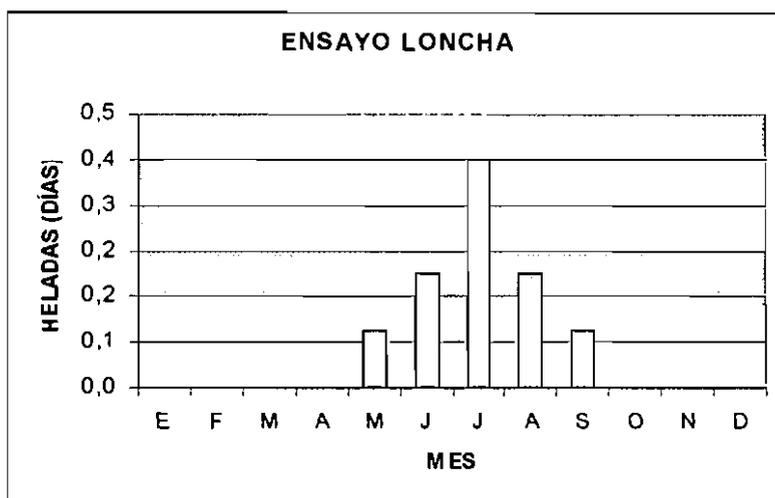


Figura 17. Heladas Ensayo Loncha

ENSAYOS DE COMPARACIÓN CON CLONES PRESENTES EN EL PAÍS

Clones Probados

Los clones probados, producidos en los viveros de los mismos asociados al Proyecto (Cuadro 9) fueron aquellos que actualmente presentan la mayor tasa de plantación comercial en Chile (*Populus deltoides* cv. I-63/51, *Populus x euroamericana* cv. I-488) y también los clones que, estando en el país y teniendo potencial de aplicación y desarrollo, por alguna razón no han sido considerados o evaluados seriamente por los populicultores (*Populus deltoides* cv. Colección Extra B, *Populus deltoides* cv. Stoneville 109, *Populus deltoides* cv. Categoría, *Populus deltoides* cv. Carolinensis Porteño, *Populus x euroamericana* cv. Chopá Blanca). También se incluyeron, en algunos de los ensayos, clones que presentan en vivero un interesante potencial de crecimiento, pero que debido a que han sido ingresados hace muy poco, no han sido probados (*Populus x euroamericana* cv. NNDV, DO-1). Finalmente se incluyó *Populus x euroamericana* cv I-214, del que

se poseen estudios de crecimiento en casi todo el mundo, incluido Chile, de modo de tener un testigo con el cual comparar el crecimiento de los clones probados.

Cuadro 9: Origen del material probado en los ensayos de rendimiento clonal.

PRODUCTOR	VIVERO	CLONES
Sr. Enrique Matthei Jensen	Vivero Experimental de Yumbel	Categoría NNDV ✓ DO-1 ✓
Sr. Carlos Reckmann Arce	Vivero San José	I-214 ✓ I-488 ✓
Sr. Aurelio Crovo	Vivero Los Alamos del Sur	Categoría Carolinensis P. ✓
Compañía Agrícola y Forestal El Alamo	Vivero CAF El Alamo	Col. Extra B. ✓ Stoneville 109 ✓ Chopa Blanca ✓
Fac. de Ciencias Forestales Universidad de Chile	Vivero Antumapu	I-214 ✓ I-488 ✓ I-63/51 ✓

Instalación de los Ensayos

Los ensayos fueron instalados los años 1999 y 2000, entre fines de invierno e inicios de primavera, dependiendo principalmente de las condiciones meteorológicas (Cuadro 10). En 1999, el fuerte viento y la lluvia impidieron durante algunas semanas la plantación en la VIII Región (Yumbel y Cabrero), en tanto problemas administrativos impidieron iniciar los trabajos en Coltauco con la anterioridad que se hubiese deseado. El año 2000 se realizó un replante en el ensayo de Coltauco y el 2001 en el de Loncha.

Además, en el segundo semestre del año 2002 se incorporó definitivamente al Proyecto, la Compañía Agrícola y Forestal El Alamo, quien entregó los resultados obtenidos hasta la fecha en un ensayo instalado por ellos, en julio de 1999, en el sector La Máquina, del Predio Copihue, VII Región. En dicho ensayo no solamente se están comparando distintos clones, pues adicionalmente, se está evaluando el comportamiento de distintos tipos de plantas de vivero dentro de cada clon. Los tipos de plantas probados para cada clon corresponden a varetas de 3 años, de 2 y de 1 año de vivero, y estacas de 35 cm.

Cuadro 10. Resumen de los ensayos con material nacional instalados por el Proyecto.

Ensayo	Región	Año instalación	Año replante	Propietario
Loncha	R M	2000	2001	Convenio CODELCO-El Teniente
Coltauco	VI	1999	2000	Carlos Reckmann
Las Brisas	VII	2000	s/r	Universidad de Chile
Copihue	VII	1999	s/r	CAF El Alamo
Cabrero	VIII	1999	s/r	Aurelio Crovo.
Yumbel	VIII	1999	s/r	Enrique Matthei.

s/r : sin replante

En los lugares de ensayo no se probaron todos los clones seleccionados (Cuadro 11), ya que de acuerdo a la información de los mismos asociados al Proyecto, no todos los clones se desarrollaban satisfactoriamente.

Cuadro 11. Clones plantados por lugar de ensayo

PROPIETARIO	LUGAR DE ENSAYO	CLONES
Sr. Enrique Matthei Jensen	Yumbel, VIII Región. A orillas del río Laja	I-214 Categoría Chopa Blanca Col. Extra B DO-1 NNDV Stoneville
Sr. Aurelio Crovo	Cabrero, VIII Región	I-488 I-63/51 Carolinensis P. Categoría Col. Extra B Stoneville
Compañía Agrícola y Forestal El Alamo	Fundo Copihue, VII Región	I-214 I-488 I-63/51 Cat - 64/51
Fac. de Ciencias Forestales Universidad de Chile	Fundo Las Brisas, VII Región	I-214 I-488 I-63/51 Carolinensis P. DO-1
Sr. Carlos Reckmann Arce	Coltauco, VI Región. A orillas del río Cachapoal	I-214 I-488 I-63/51 Carolinensis P. Categoría Col. Extra B Stoneville
Convenio CONAF-CODELCO - El Teniente	Hacienda Loncha, R M	I-214 I-488 I-63/51 Carolinensis P. Categoría Stoneville

Control y Evaluación de los Ensayos Clonales

Mediante los primeros controles se determinó el porcentaje de supervivencia y el estado sanitario de los ensayos, y con ello, la necesidad de realizar un replante. Al mismo tiempo, se realizó un control manual y químico de la vegetación no deseada presente en los ensayos. Esto fue particularmente necesario en el caso de Yumbel, ya que la vegetación presente antes de instalar las parcelas estaba conformada por especies de retoñación vigorosa (álamos, alisos, acacios, eucaliptos). Junto con las actividades silvícolas se mejoraron los accesos a los ensayos y la monumentación presente.

Los ensayos de la VIII Región y el de Copihue en la VII Región, son los más promisorios en cuanto a supervivencia y desarrollo, dadas las buenas condiciones de humedad y de suelo de los terrenos. Sin embargo, desde su instalación, el ensayo de Yumbel presentó problemas de rebrote de la vegetación existente en el lugar (alisos, acacios, eucaliptos, álamos y malezas), particularmente debido a la renuencia del productor a utilizar herbicidas para su eliminación. Luego

intentar el control mecánico, se tuvo que finalmente recurrir al control químico del rebrote y la maleza, con resultados poco satisfactorios dado que la retoñación ha sido muy agresiva.

El ensayo de Coltauco, sufrió una mortalidad cercana al 95% durante su primer año de crecimiento, debido a que fue arrasado por una avenida del río Cachapoal, durante el invierno. El replante tuvo una supervivencia por sobre el 60%, lo que constituyó un éxito dadas las condiciones de suelo y temperatura presentes en la zona, y al descalce de varetas debido al incremento del cauce del río durante los deshielos de verano. Los ensayos de Yumbel y Cabrero, no presentaron mortalidad significativa.

Ensayo Copihue

Tal como ya se explicó, el ensayo se instaló en julio de 1999, en el sector La Máquina del Predio Copihue, VII Región. En él se está comparando el comportamiento de cuatro clones: I - 214; I - 488; I - 63/51; y Categoría. Los dos primeros se consideran los clones testigos, y han sido empleados como tales en ensayos semejantes instalados en otros países; además ambos clones, junto con el clon I - 63/51 han sido cultivados masivamente por la Empresa, constituyendo la base para el abastecimiento de materia prima.

En este ensayo no solamente se está comparando el crecimiento en altura y diámetro de los cuatro clones, sino que también, se está evaluando el comportamiento de distintos tipos de plantas de vivero dentro de cada clon; los tipos de plantas probados son: varetas de 3 años (una vareta por cepa); de 2 (dos varetas por cepa); de 1 año de vivero (dos varetas por cepa); varetas enraizadas de 1 año; y estacas de 35 cm de longitud.

En CAF El Alamo, tradicionalmente, se plantan varetas de tres años de permanencia en el vivero, cuyas cepas han sido raleadas en el transcurso del primer año, dejando en ellas al término de la primera temporada de crecimiento, una sola vareta, que será llevada a plantación en invierno del tercer año. Estas varetas, al momento de ser plantadas tienen entre 6 y 8 m de altura.

En los últimos años se ha despertado el interés, y la inquietud, por averiguar si el tipo de material plantado es el mejor, tanto desde el punto de vista de rendimiento en la producción de madera, como de costo de producción en vivero y de plantación. Las varetas de tres años, además de alcanzar una gran longitud, desarrollan un considerable diámetro de fuste, por lo que su manipulación es complicada, lo mismo que su transporte y plantación en el lugar definitivo. Lo mismo ocurre con las varetas de 2 años, aunque en menor magnitud. Las varetas de 3 años provienen de plantaciones de varetas de 2 años establecidas con doble densidad sobre la línea (distanciamiento: 6 m entre hileras y 3 m sobre la hilera), raleadas sistemáticamente luego de un año, quedando con ello a densidad normal (6 m x 6 m).

De acuerdo con lo anterior, se decidió probar varetas de menor longitud y diámetro, incluso estacas, que son más fáciles de transportar y de plantar, y por lo tanto los costos son menores, al igual que los de producción en el vivero.

Como la rotación normal de los rodales establecidos en CAF El Alamo es de 12 a 16 años, según el clon cultivado, se pretende averiguar si dentro de ese periodo, el material de plantación de menor permanencia en el vivero alcanza un desarrollo semejante al obtenido por las varetas de 2 años, que serán consideradas como testigo.

Altura

En los Cuadros 12 y 13 se muestran los valores de las alturas del fuste y los incrementos medios de ellas, alcanzados por los distintos tratamientos al término de las temporadas de crecimiento correspondientes a los años 2000, 2001, 2002 y 2003. Las alturas medidas en 1999 son las iniciales, vale decir, la que tenía el material de plantación al ser despachado del vivero.

Cuadro 12. Altura al término del periodo de crecimiento de los clones ensayados en Copihue

Tipo de Planta	Clon	Altura (m)				
		1999	2000	2001	2002	2003
3A/1VC	I - 488	8,17	8,95	10,82	13,50	15,19
	I - 63/51	7,70	8,16	10,44	13,25	15,25
2A/2VC	I - 488	6,87	7,93	9,92	12,33	13,81
	I - 214	6,19	6,79	8,91	11,45	13,44
	I - 63/51	6,76	7,07	8,51	10,74	13,16
	CAT	8,29	8,80	10,34	12,37	14,78
1A/2VC	I - 488	4,20	5,35	7,48	10,36	12,63
	I - 214	4,37	5,30	7,87	10,85	13,65
	I - 63/51	4,16	4,49	6,62	9,18	12,03
	CAT	5,76	6,29	8,32	10,74	13,59
1A/Raiz	I - 488	3,01	4,85	7,48	10,31	12,59
	I - 63/51	2,11	3,93	6,02	8,87	11,26
Estacas	I - 488	0,05	3,36	5,20	7,63	9,31
	I - 214	0,27	3,73	5,67	8,92	11,69
	I - 63/51	0,07	2,83	4,22	6,88	9,49
	CAT	0,07	3,99	5,73	8,45	11,34

Tal como era de esperar, la altura inicial de las varetas de 3 años fue cercana a 8 m, la de las varetas de 2 años entre 6 y 8 m, y las de 1 año sobre 4 m. Como las estacas fueron enterradas 30 cm, la parte aérea corresponde al extremo de ella sobre la superficie del suelo. En el caso de las varetas, la longitud de ellas enterrada en el suelo fue de 80 cm, que habría que sumar a los valores del Cuadro 12 para la altura total de la varetas.

Al cabo de 4 años las diferencias de altura promedio se han ido reduciendo, especialmente entre tratamientos consecutivos: 3A/1VC - 2A/2VC; 2A/2VC - 1A/2VC; 1A/2VC - 1A/Raiz; 1A/Raiz - Estacas. Incluso se produjo un traslape de alturas entre los tipos de plantas 2A/2VC - 1A/2VC para el clon I - 214, y entre 1A/2VC - 1A/Raiz para el clon I - 488.

Si se consideran los promedios de los cuatro años, las estacas y las varetas de 1 año, ya sea enraizadas o sin raíces, son las que han alcanzado los más altos Incrementos Medios Anuales (Cuadro 13) y los más bajos los han obtenido las varetas de 2 y 3 años. Sin embargo, si sólo se consideran los valores del año 2003, los mayores Incrementos ocurren en las estacas y en las varetas de 1 año sin raíces.

Al cabo de cuatro temporadas, las varetas de 3 años han alcanzado entre 15,3 y 15,2 m de altura, las de 2 años entre 14,8 y 13,2 m, las de 1 año entre 13,7 y 12,0 m, las varetas de 1 año enraizadas entre 12,6 y 11,3 m, y las plantas provenientes de estacas, entre 11,7 y 9,3 m (Cuadro 12).

En general, tanto en el año 2002 como en el 2003, el clon que ha tenido el menor crecimiento en altura es el Clon I - 63/51 (Cuadro 12). Sin embargo, esto puede no ser definitivo, ya que aunque presentó los incrementos más bajos el primer año, ellos han ido aumentando e igualándose a otros clones, superando a los considerados testigos (Cuadro 13).

Cuadro 13. Incremento en Altura al término del periodo de crecimiento de los clones ensayados en Copihue

Tipo de Planta	Clon	IMA Altura (m)				
		2000	2001	2002	2003	Promedio
3A/1VC	I - 488	0,78	1,87	2,68	1,69	1,75
	I - 63/51	0,46	2,28	2,81	2,00	1,89
2A/2VC	I - 488	1,06	2,00	2,40	1,49	1,74
	I - 214	0,60	2,13	2,54	1,99	1,81
	I - 63/51	0,31	1,44	2,23	2,41	1,60
	CAT	0,51	1,54	2,03	2,41	1,62
1A/2VC	I - 488	1,15	2,13	2,88	2,27	2,11
	I - 214	0,93	2,57	2,98	2,79	2,32
	I - 63/51	0,32	2,13	2,56	2,85	1,97
	CAT	0,53	2,04	2,42	2,86	1,96
1A/Raiz	I - 488	1,84	2,64	2,83	2,29	2,40
	I - 63/51	1,82	2,09	2,85	2,40	2,29
Estacas	I - 488	3,31	1,84	2,43	1,69	2,31
	I - 214	3,46	1,94	3,25	2,77	2,85
	I - 63/51	2,76	1,38	2,66	2,61	2,35
	CAT	3,92	1,74	2,72	2,89	2,82

Los clones I - 488 e I - 214 alcanzaron su máxima tasa de crecimiento en altura al tercer año, reduciendo sus incrementos en todos los tratamientos en el control de 2003 (Cuadro 13). En el caso de los clones I - 63/51 y Categoría, en algunos tratamientos han seguido aumentando sus tasas de crecimiento, y en otros las han disminuido.

En las varetas de 3 años (1 por cepa) las alturas promedios de los dos clones ensayados, I - 488 e I - 63/51, han tenido un comportamiento semejante (Figura 18), encontrándose prácticamente igualadas en la última medición. En cuanto a los Incrementos, el Clon I - 63/51 que tuvo una menor altura e incremento inicial, ha superado en los tres últimos años al Clon I - 488 (Figura 19), y como resultado ambos se encuentran igualados en altura del fuste.

En las plantaciones provenientes de material de 2 años (2 por cepa) la mayor altura la obtuvo el Clones Categoría, y los mayores incrementos los Clones Categoría e I - 63/51. Hasta el año 2002 los mayores incrementos los habían obtenido los Clones I - 488 e I - 214, que han declinado su crecimiento (Figuras 20 y 21).

En las plantaciones provenientes de material de 1 año (2 por cepa) las mayores alturas correspondieron a los Clones I - 214 y Categoría, e I - 488 y los mayores incrementos a Categoría, I - 488 e I - 214, aunque en este último la tasa decreció (Figuras 22 y 23).

Las plantaciones de varetas enraizadas incluyen sólo dos clones, al igual que las varetas de tres años, I - 488 e I - 63/51. El primero de ellos es el que ha alcanzado mayor altura, pero tenía una altura inicial considerablemente mayor. Tanto el primer como los dos últimos años de control, han mostrado incrementos semejantes, siendo decrecientes el año 2003 (Figuras 24 y 25).

En los clones plantados a partir de estacas, las mayores alturas corresponden a I - 214 y Categoría, siendo este último el único que continúa con incrementos crecientes (Figuras 26 y 27).

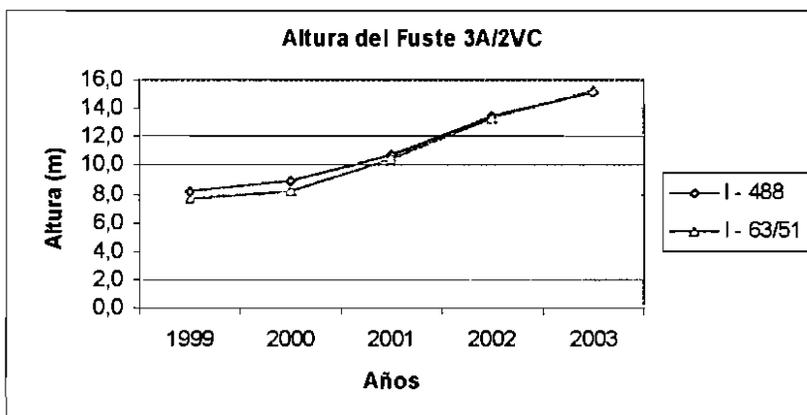


Figura 18. Altura del fuste: Varetas de 3 años (1 por cepa) Clones I - 488 e I - 63/51

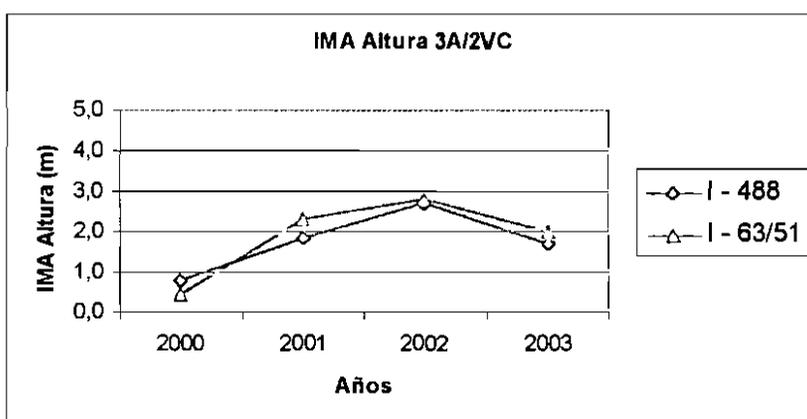


Figura 19. Incremento Medio Anual de la altura del fuste: Varetas de 3 años (1 por cepa) Clones I - 488 e I - 63/51

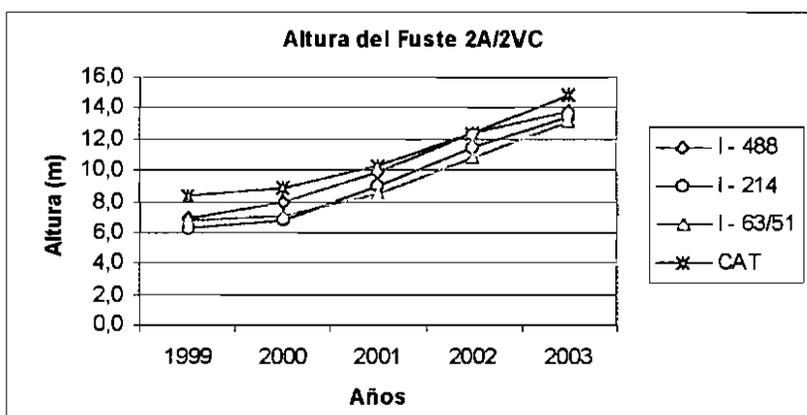


Figura 20. Altura del fuste: Varetas de 2 años (2 por cepa) Clones I - 488; I - 214; I - 63/51 y Categoría

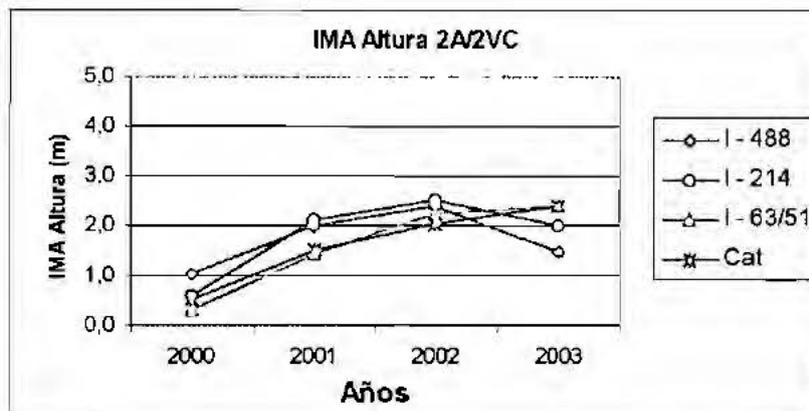


Figura 21. Incremento Medio Anual de la altura del fuste: Varetas de 2 años (2 por cepa) Clones I - 488; I - 214; I - 63/51 y Categoría

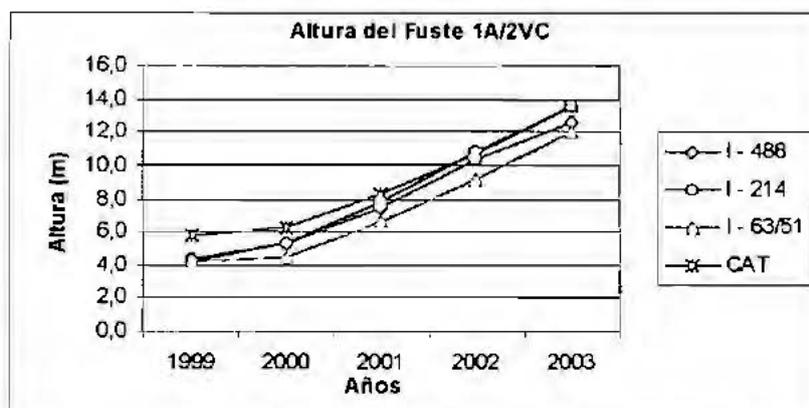


Figura 22. Altura del fuste: Varetas de 1 año (2 por cepa) Clones I - 488; I - 214; I - 63/51 y Categoría

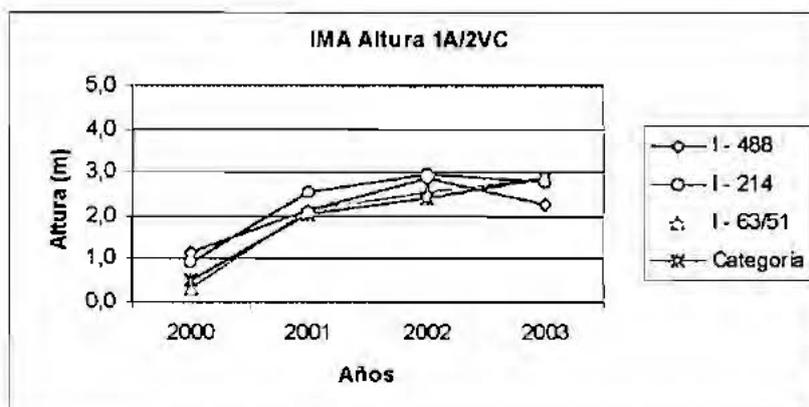


Figura 23. Incremento Medio Anual de la altura del fuste: Varetas de 1 año (2 por cepa) Clones I - 488; I - 214; I - 63/51 y Categoría

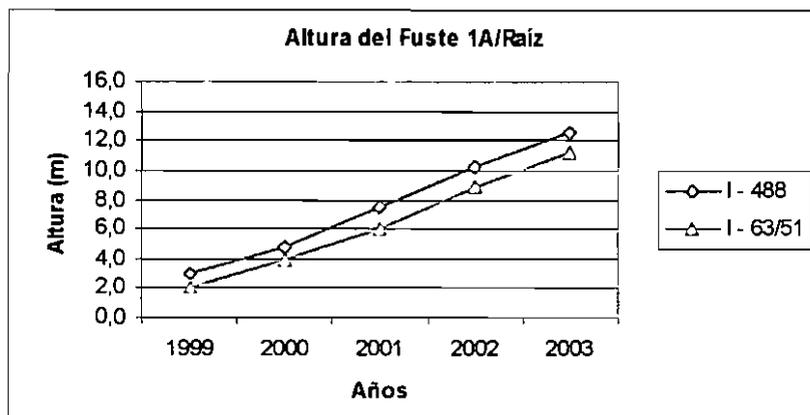


Figura 24. Altura del fuste: Varetas enraizadas de 1 año Clones I - 488 e I - 63/51

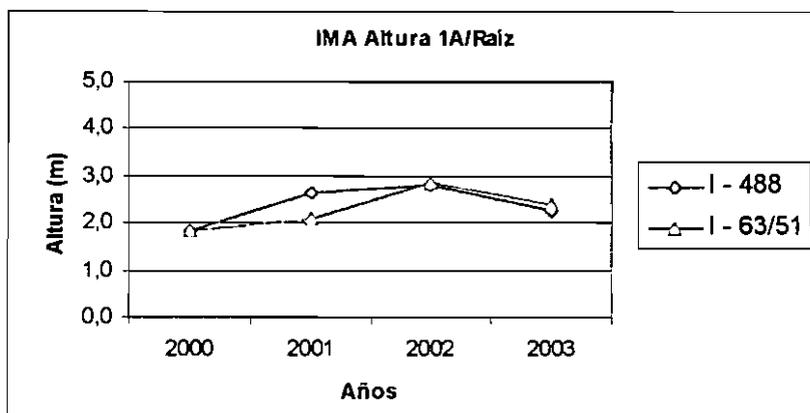


Figura 25. Incremento Medio Anual de la altura del fuste: Varetas Enraizadas de 1 año, Clones I - 488 y I - 63/51

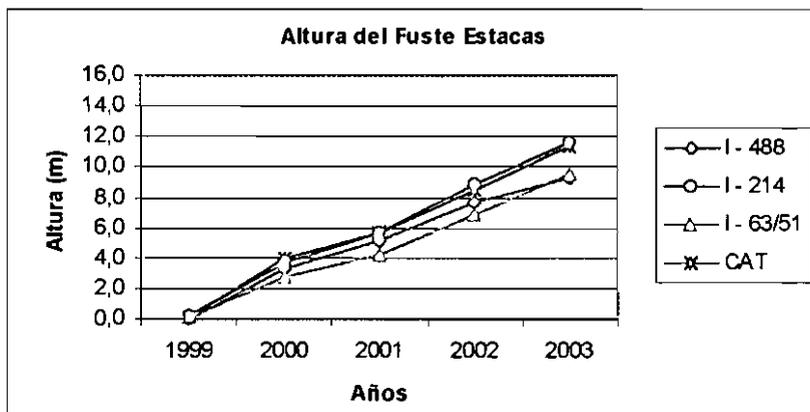


Figura 26. Altura del fuste: Estacas Clones I - 488; I - 214; I - 63/51 y Categoría

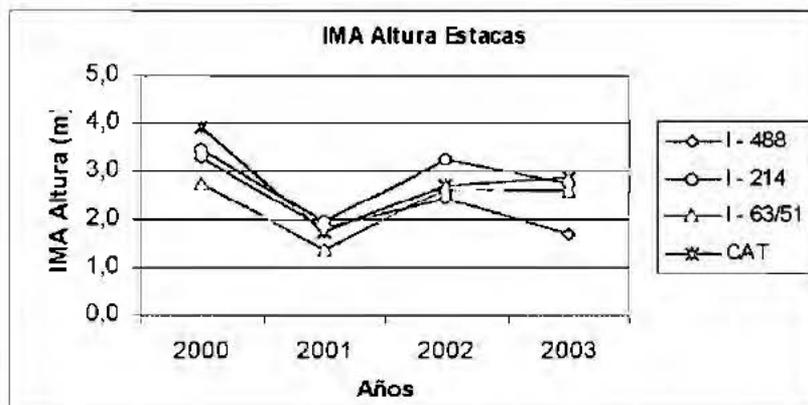


Figura 27. Incremento Medio Anual de la altura del fuste: Estacas Clones I - 488; I - 214; I - 63/51 y Categoría

Sólo dos clones, I - 488 e I - 63/51, participan en los cinco tratamientos (tipos de plantas), los dos restantes lo hacen en tres.

El Clon I - 214, considerado como uno de los testigos, es uno de los que presenta sólo tres tipos de plantas. Las provenientes de varetas de 2 años son las que han alcanzado mayor altura, luego las de 1 año y finalmente las estacas. Sin embargo, las diferencias en altura son cada vez menores, ya que las plantas provenientes de estacas son las que inicialmente presentaron los mayores incrementos medios (Figuras 28 y 29).

En el Clon I - 488, el otro clon considerado testigo, las plantas que han alcanzado mayor altura son las provenientes de varetas de 3 años y luego las de 2 años, con tendencias de crecimiento semejantes (Figura 30); las plantas de menor altura son las provenientes de estacas. Las plantas desarrolladas a partir de varetas de 1 año, enraizadas o no, han igualado sus alturas a partir del 2001. En cuanto a lo incrementos medios, en todos los tratamientos ellos han decrecido después del tercer año, particularmente en los tipos de plantas 2A/2VC, 3A/1VC y Estacas (Figura 31).

Las curvas de alturas promedio acumuladas de las plantas del Clon I - 63/51 han tenido un comportamiento parecido a las del Clon I - 488; sin embargo, en lo que a incrementos se refiere, los tratamientos 2A/2VC y 1A/2VC siguen en ascenso, y para las Estacas se han mantenido (Figuras 32 y 33).

El Clon Categoría es el segundo clon que está representado en sólo tres tipos de plantas. En él, aunque las plantas originadas por estacas de 2 años son las que han desarrollado mayor altura, y las provenientes de estacas la menor (Figura 34), hay evidencias de que ello podría cambiar ya que los mayores incrementos medios los han presentado, inversamente, las plantas originadas por estacas y las de varetas de 1 año (Figura 35). Es el único clon que aún continúa aumentando los incrementos en altura en todos los tratamientos.

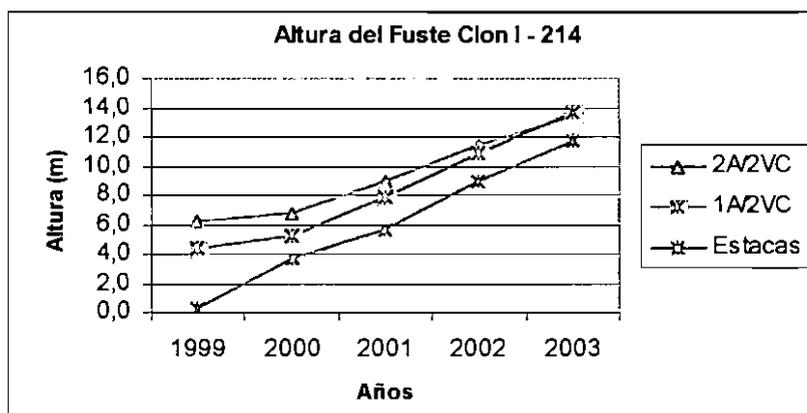


Figura 28. Altura del fuste: Clon I - 214

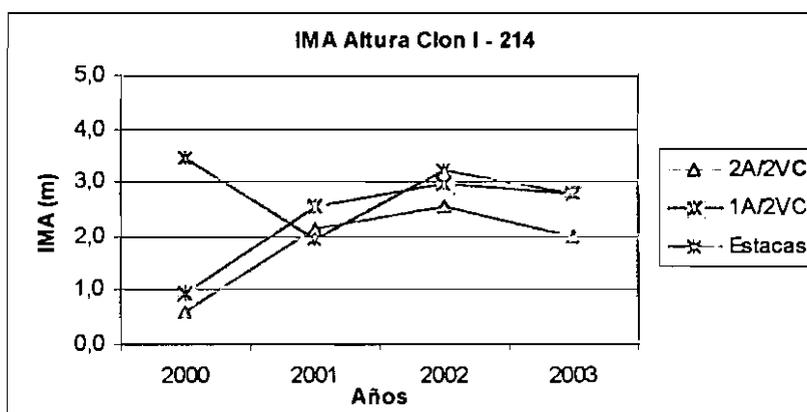


Figura 29. IMA Altura del fuste: Clon I - 214

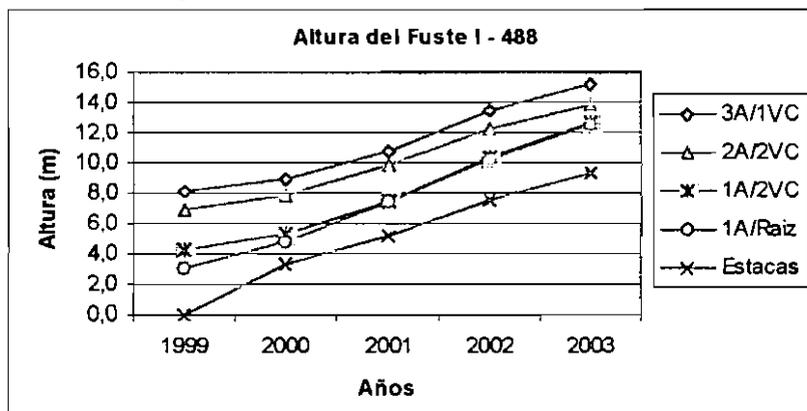


Figura 30. Altura del fuste: Clon I - 488

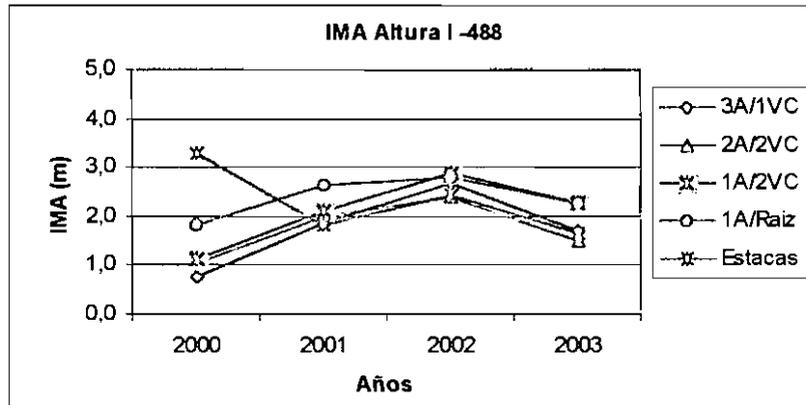


Figura 31. IMA Altura del fuste: Clon I - 488

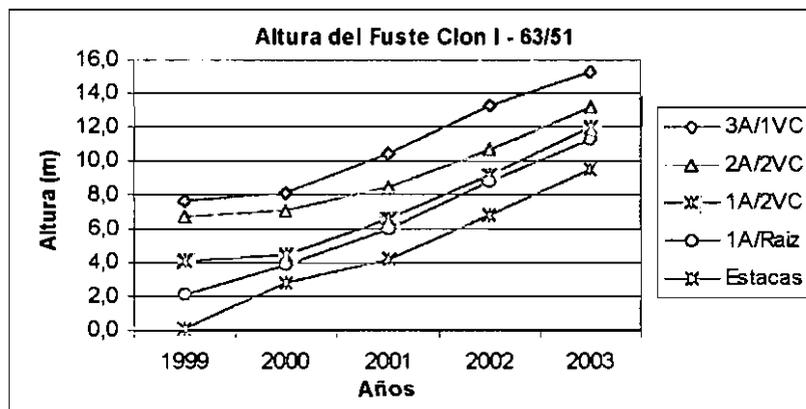


Figura 32. Altura del fuste: Clon I - 63/51

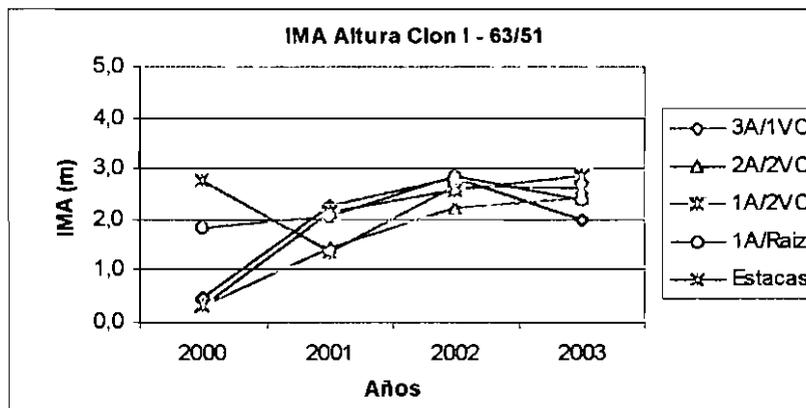


Figura 33. IMA Altura del fuste: Clon I - 63/51

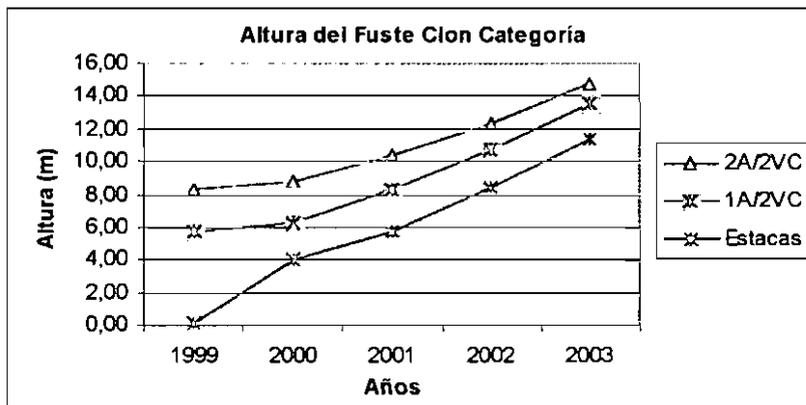


Figura 34. Altura del fuste: Clon Categoría

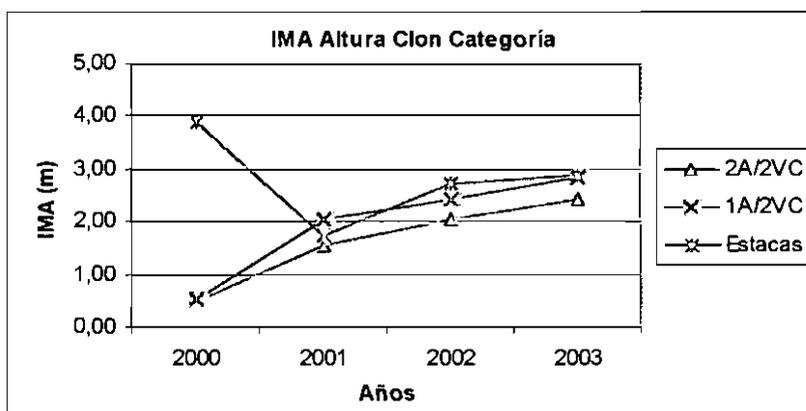


Figura 35. IMA Altura del fuste: Clon Categoría

Diámetro

En los Cuadros 14 y 15 se muestran los valores de los diámetros de los fustes y los incrementos medios de ellos, alcanzados por los distintos tratamientos al término de las temporadas de crecimiento correspondientes a los años 2000, 2001, 2002 y 2003. Los diámetros determinados en 1999 son los que tenía el material de plantación al ser despachado del vivero.

Los diámetros iniciales de las varetas de 3 años variaron entre 5,0 y 7,8 cm, los de las varetas de 2 años entre 4,1 y 5,2 cm, los de las varetas de 1 año entre 2,2 y 3,3 cm, y los de las varetas enraizadas de 1 año entre 1,3 y 1,7 cm. Los diámetros de las estacas no fueron medidos (Cuadro 14).

Al cabo de cuatro años, las varetas de 3 años han alcanzado entre 14,7 y 18,2 cm de altura, las de 2 años entre 14,0 y 16,3 cm, las de 1 año entre 11,9 y 16,6 cm, las varetas de 1 año enraizadas entre 12,2 y 12,5 cm, y las plantas provenientes de estacas, entre 8,1 y 13,3 cm (Cuadro 14).

Tal como ocurrió con las alturas, las diferencias de diámetro promedio se han ido reduciendo entre tratamientos consecutivos: 3A/1VC - 2A/2VC; 2A/2VC - 1A/2VC; 1A/2VC - 1A/Raíz; 1A/Raíz - Estacas. Al igual que en las alturas, algunos clones han igualado, incluso superado (Cuadro 14), los diámetros promedios en dos tratamientos consecutivos (1A/2VC - 2A/2VC), como ocurre con los clones I - 214 e I - 63/51, y también I - 488 (1A/Raíz - 1A/2VC).

Los mayores diámetros promedios al término de la temporada 2003 los obtuvo el Clon I - 63/51 (Cuadro 14) con las varetas de 3 años (18,2 cm) y las varetas de 1 año sin raíces (16.6 cm), y el Clon Categoría con las varetas de 2 años (16,3 cm). Los Clones que mantienen las más altas tasas de crecimiento en DAP son I - 63/51 e I - 214 (Cuadro 15), con las varetas de 1 año sin raíces y las estacas.

Cuadro 14. Diámetro a la Altura del Pecho al término del período de crecimiento de los clones ensayados en Copihue

Tipo de Planta	Clon	DAP cm				
		1999	2000	2001	2002	2003
3A/1VC	I - 488	5,04	5,79	8,59	12,73	14,68
	I - 63/51	7,68	8,20	11,03	16,30	18,20
2A/2VC	I - 488	4,34	5,34	8,34	11,75	14,04
	I - 214	4,08	4,88	7,60	11,29	14,19
	I - 63/51	4,50	5,19	7,06	11,01	14,28
	CAT	5,20	6,08	8,84	13,10	16,33
1A/2VC	I - 488	2,23	3,53	5,99	9,40	11,93
	I - 214	2,46	4,11	7,62	11,88	15,72
	I - 63/51	2,75	4,25	7,74	11,93	16,55
	CAT	3,30	4,55	7,63	11,51	15,30
1A/Raiz	I - 488	1,65	3,26	6,13	9,58	12,24
	I - 63/51	1,34	2,96	5,58	9,03	12,50
Estacas	I - 488		1,70	3,59	6,04	8,10
	I - 214		2,15	4,50	7,91	13,30
	I - 63/51		1,70	3,92	7,85	12,42
	CAT		2,16	3,94	7,43	11,11

Cuadro 15. Incremento Medio Anual del Diámetro a la Altura del Pecho al término del período de crecimiento de los clones ensayados en Copihue

Tipo de Planta	Clon	IMA DAP cm				
		2000	2001	2002	2003	Promedio
3A/1VC	I - 488	0,75	2,80	4,14	1,95	2,41
	I - 63/51	0,52	2,83	5,28	1,90	2,63
2A/2VC	I - 488	1,00	3,00	3,41	2,29	2,43
	I - 214	0,80	2,73	3,69	2,90	2,53
	I - 63/51	0,69	1,88	3,95	3,26	2,44
	CAT	0,88	2,76	4,26	3,23	2,78
1A/2VC	I - 488	1,30	2,46	3,41	2,53	2,43
	I - 214	1,65	3,51	4,25	3,84	3,31
	I - 63/51	1,50	3,49	4,19	4,63	3,45
	CAT	1,25	3,08	3,89	3,79	3,00
1A/Raiz	I - 488	1,61	2,86	3,45	2,66	2,65
	I - 63/51	1,63	2,61	3,46	3,47	2,79
Estacas	I - 488	1,70	1,89	2,45	2,06	2,03
	I - 214	2,15	2,35	3,41	5,39	3,33
	I - 63/51	1,70	2,22	3,94	4,57	3,11
	CAT	2,16	1,78	3,49	3,69	2,78

En general, los mayores incrementos en DAP se produjeron a los 3 años (2002), ocurriendo una fuerte baja al cuarto año (Cuadro 15), salvo en los tipos de planta de menor tamaño y edad: estacas (Clones I - 214, I - 63/51 y Categoría) y varetas de un año (Clon I - 63/51).

En las varetas 3 años (1 por cepa) las tendencias en el crecimiento en diámetro de los dos clones ensayados, I - 488 e I - 63/51, han sido muy semejantes (Figuras 36 y 37), salvo por el fuerte aumento del incremento medio experimentado por el Clon I - 63/51 al tercer año. Los incrementos de ambos clones han disminuido al cuarto año.

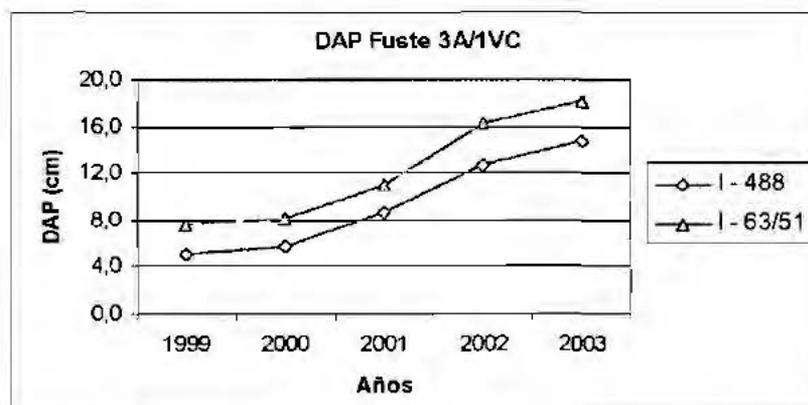


Figura 36. DAP del fuste: Varetas de 3 años (1 por cepa) Clones I - 488 e I - 63/51

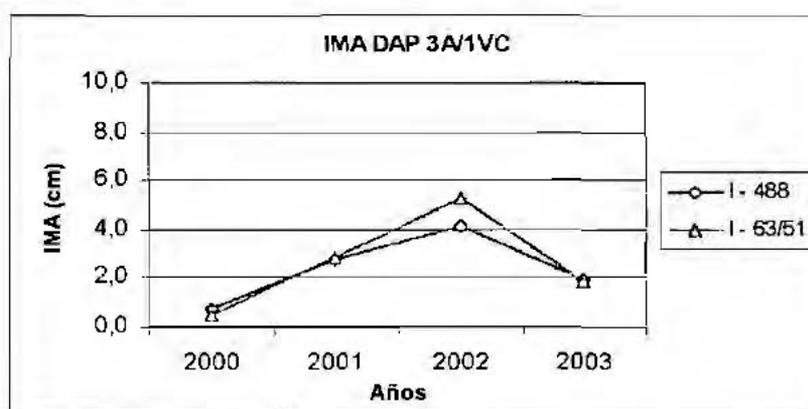


Figura 37. IMA DAP del fuste: Varetas de 3 años (1 por cepa) Clones I - 488 e I - 63/51

En las plantaciones provenientes de material de 2 años (2 por cepa), aunque los DAP y las tendencias de los clones fueron muy parecidos, el Clon Categoría ha destacado los dos últimos años, y los tres restantes se encuentran igualados (Figura 38). Todos los clones disminuyeron sus incrementos medios de diámetros al cuarto año (Figura 39).

En las plantaciones originadas por varetas de 1 año (2 por cepa), el Clon I - 488 fue el que obtuvo lo menores diámetros y los más bajos incrementos medios (Figuras 40 y 41), los clones restantes de ambos tratamientos no mostraron grandes diferencias entre sí. El Clon I - 63/51 es el único que continúa con incrementos crecientes, los restantes alcanzaron sus incrementos medios máximos al tercer año.

Aunque en las plantaciones de varetas enraizadas, ambos clones presentan diámetros promedios semejantes, el Clon I - 63/51 aún sigue aumentando el incremento medio en DAP, a diferencia del Clon I - 488 que tuvo su máximo a los tres años (Figuras 42 y 43).

En las de estacas, al igual que en las varetas de 1 año (2 por cepa), el Clon I - 488 fue el que obtuvo los menores diámetros y los más bajos incrementos medios (Figuras 44 y 45). Destaca el Clon I - 214, luego le siguen I - 63/51 y Categoría, todos con incrementos promedios crecientes.

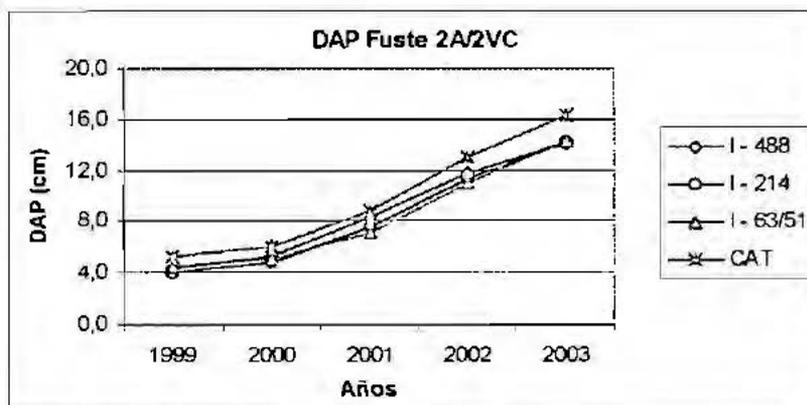


Figura 38. DAP del fuste: Varetas de 2 años (2 por cepa) Clones I - 488; I - 214; I - 63/51 y Categoría

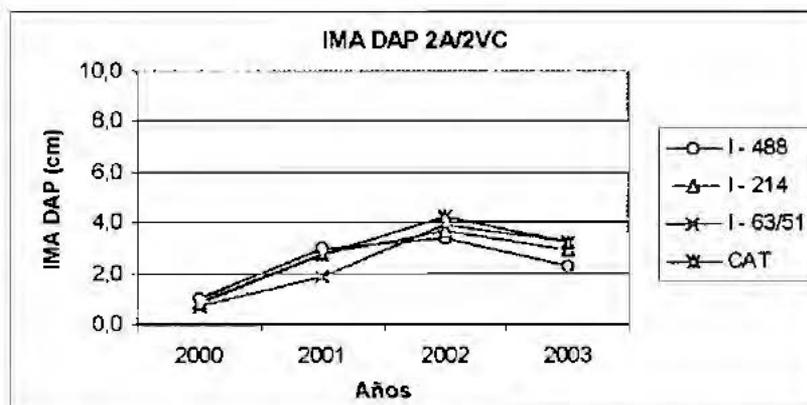


Figura 39. IMA DAP del fuste: Varetas de 2 años (2 por cepa) Clones I - 488; I - 214; I - 63/51 y Categoría

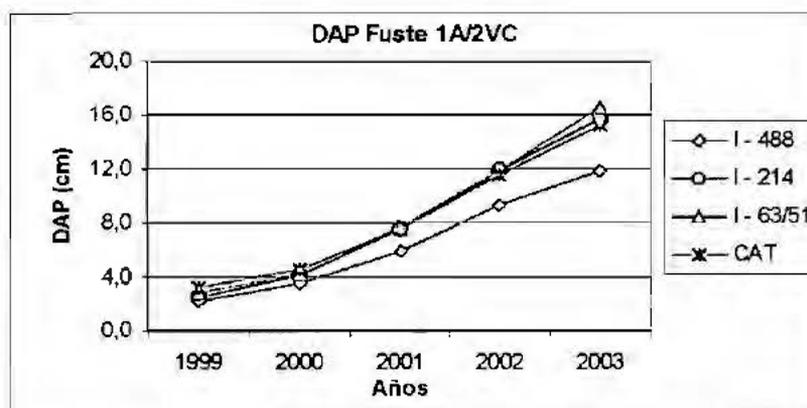


Figura 40. DAP del fuste: Varetas de 1 año (2 por cepa) Clones I - 488; I - 214; I - 63/51 y Categoría

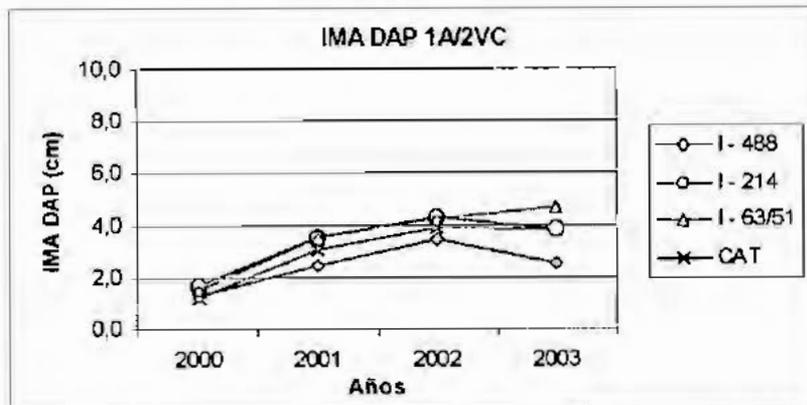


Figura 41. IMA DAP del fuste: Varetas de 1 año (2 por cepa) Clones I - 488; I - 214; I - 63/51 y Categoría

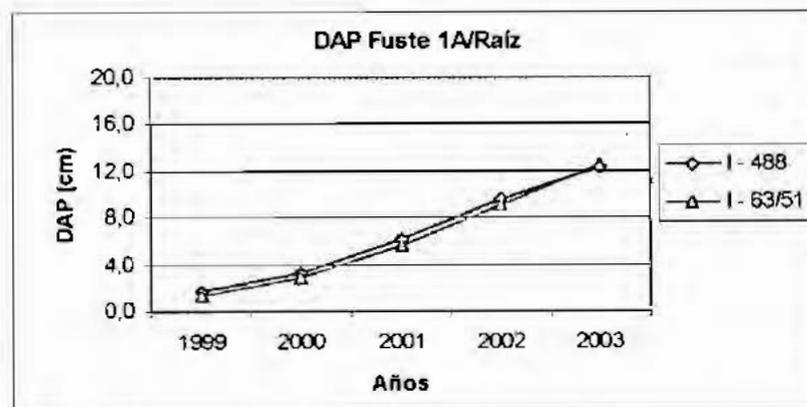


Figura 42. DAP del fuste: Varetas enraizadas de 1 año Clones I - 488 e I - 63/51

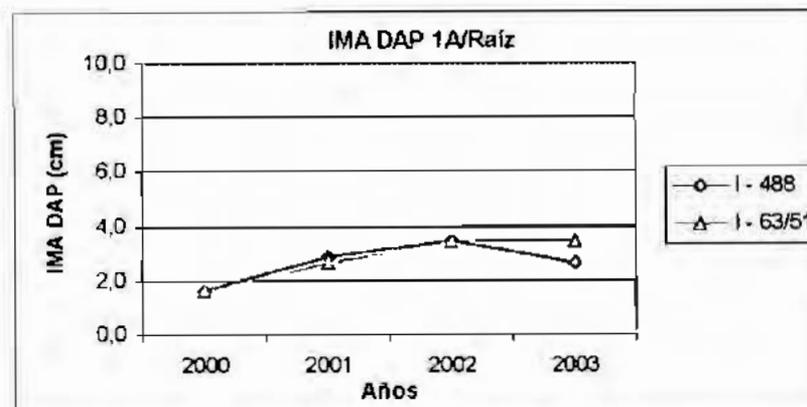


Figura 43. IMA DAP del fuste: Varetas enraizadas de 1 año Clones I - 488 e I - 63/51

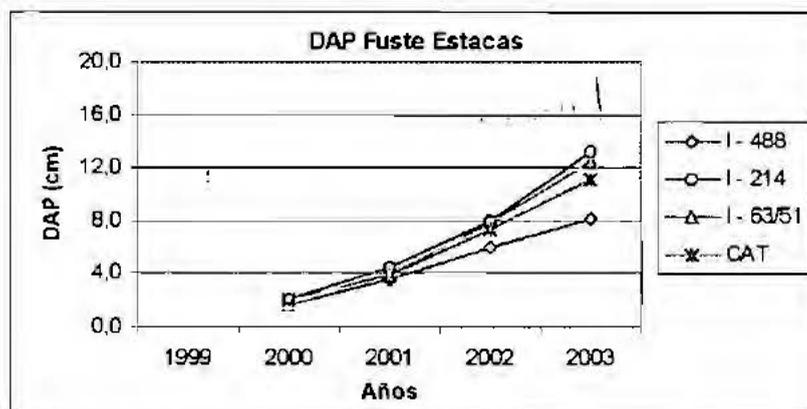


Figura 44. DAP del fuste: Estacas Clones I - 488; I - 214; I - 63/51 y Categoría

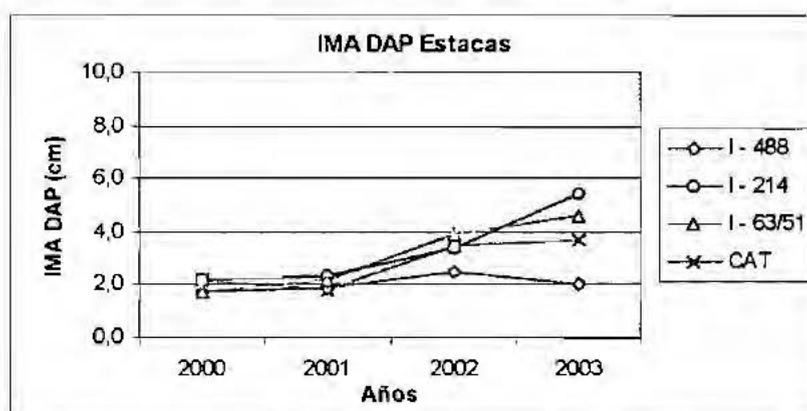


Figura 45. IMA DAP del fuste: Estacas Clones I - 488; I - 214; I - 63/51 y Categoría

Las plantas originadas por estacas del Clon I - 214, prácticamente han igualado los diámetros con las plantas provenientes de varetas de 2 años, y son las únicas que continúan aumentando sus incremento promedio (Figuras 46 y 47). Las plantas originadas por varetas de 1 y 2 años alcanzaron sus máximos incrementos a los 3 años.

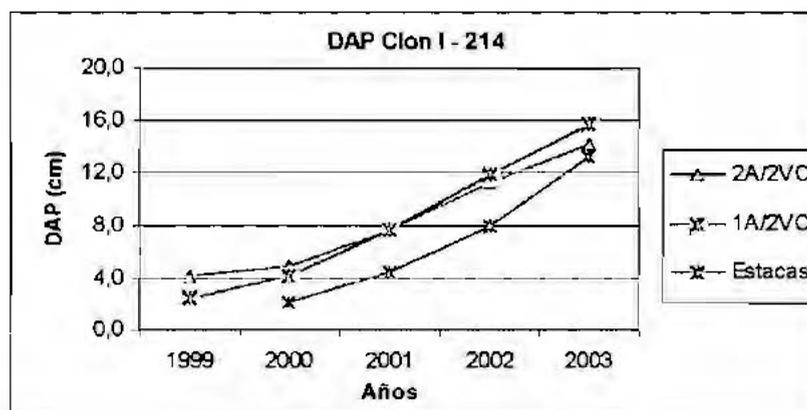


Figura 46. DAP del fuste: Clon I - 214

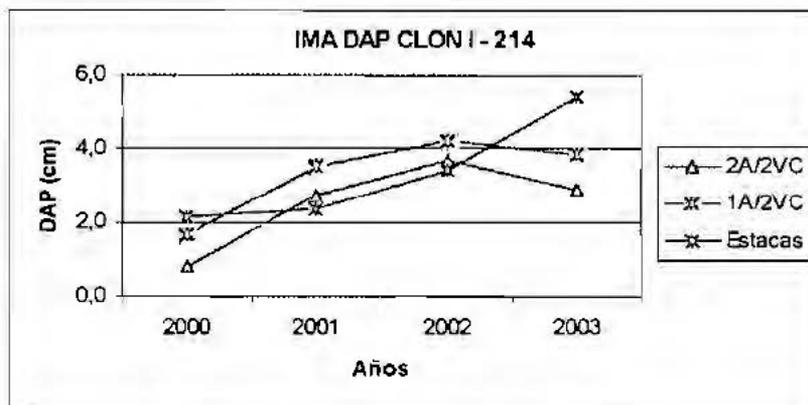


Figura 47. IMA DAP del fuste: Clon I - 214

En cambio, en el Clon I - 488 las plantas originadas por estacas del alcanzaron los menores diámetros e incrementos (Figuras 48 y 49); las plantas de estacas de 3 y 2 años se encuentran prácticamente igualadas en DAP, al igual que las de 1 año con y sin raíces. Los cinco tipos de plantas alcanzaron sus incrementos máximos al tercer año.

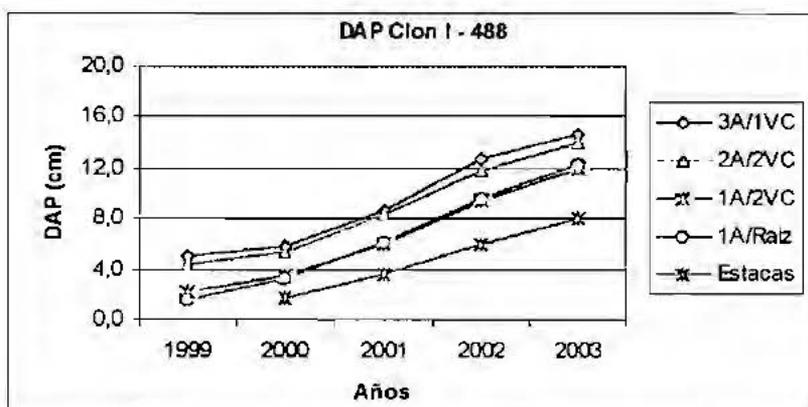


Figura 48. DAP del fuste: Clon I - 488

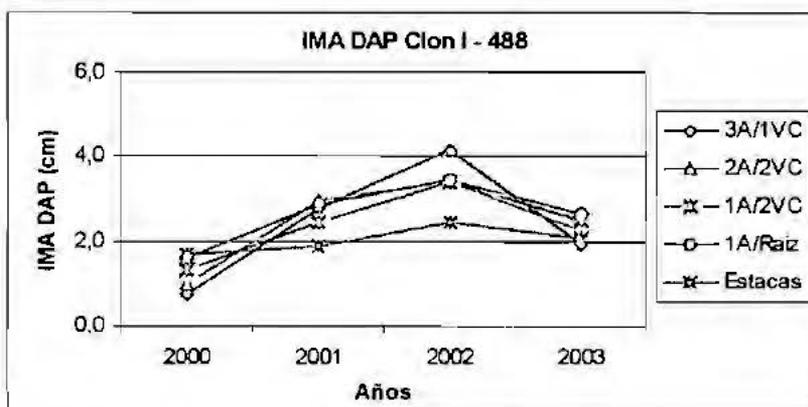


Figura 49. IMA DAP del fuste: Clon I - 488

En el Clon I - 63/51 las plantas de varetas de 3 años han alcanzado un DAP promedio notoriamente superior, aunque en el último año las varetas de 1 año sin raíces están cercanas a igualarlas; igualmente, las plantas de estacas presentan DAP semejantes a las varetas de 1 año enraizadas (Figura 50 y 51). Las plantas provenientes de estacas y de varetas de 1 año, con y sin raíces continúan aumentando sus incrementos promedios (Figura 51); las varetas de 2 y 3 años han mostrado una baja en los incrementos, particularmente fuerte en las últimas.

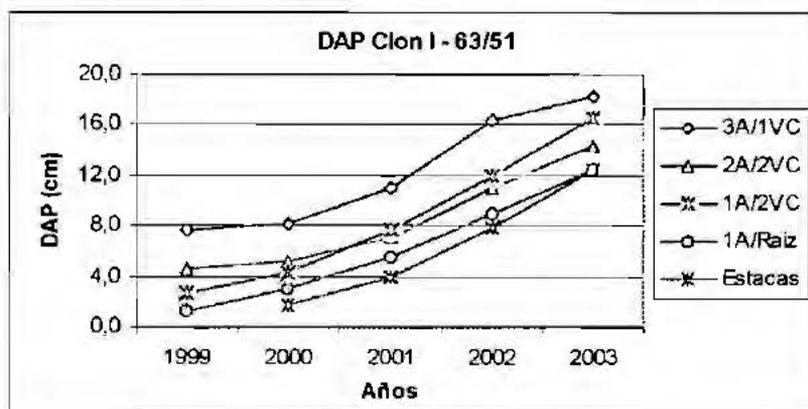


Figura 50. DAP del fuste: Clon I - 63/51

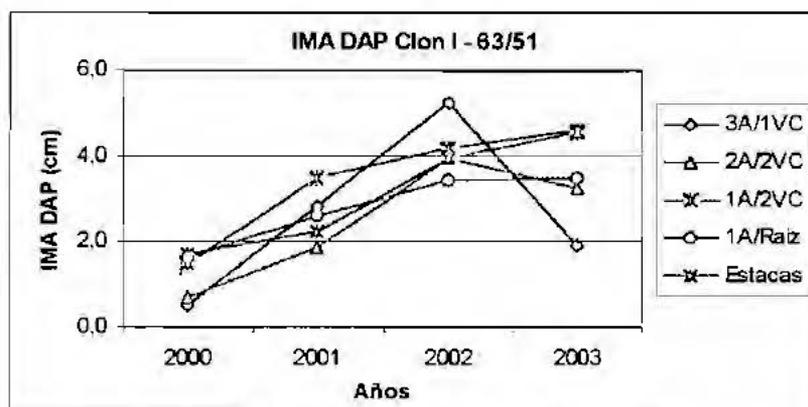


Figura 51. IMA DAP del fuste: Clon I - 63/51

En el Clon Categoría, las plantas originadas por estacas son las que han obtenido los menores resultados, y las varetas de 1 año casi han alcanzado a las de 2 años (Figura 52). En cuanto a los incrementos en las estacas siguen aumentando, en las varetas de 1 año se han mantenido, y en las varetas de 2 años alcanzaron el máximo a los tres años y muestran una marcada disminución (Figura 53).

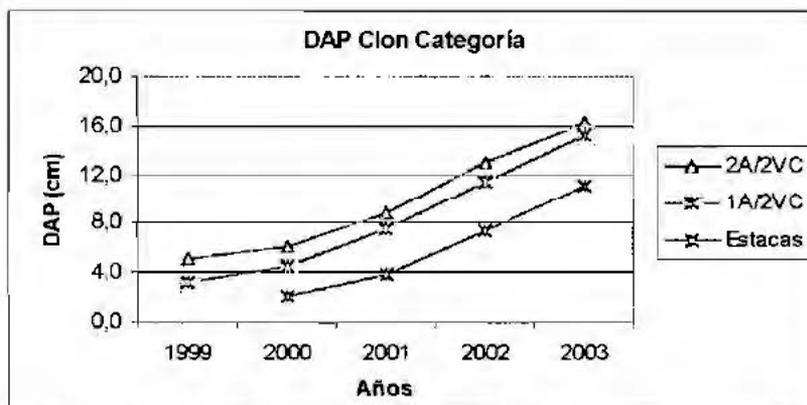


Figura 52. DAP del fuste: Clon Categoría

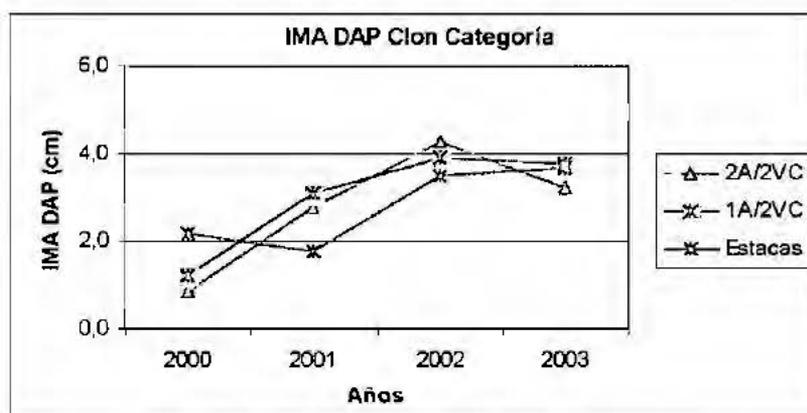


Figura 53. IMA DAP del fuste: Clon Categoría

INGRESO DE NUEVOS CLONES

En un inicio, se proyectaba ingresar material aportado por la Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas, con sede en Upsala. Con el objeto de seleccionar, reunir y preparar el material, viajó hasta dicha ciudad, en el verano de 1999, el director inicial del proyecto Sr. Carlos Magni (Anexo 1). La idea original era transportar sólo yemas axilares, previamente esterilizadas, para evitar el período cuarentenario posterior al ingreso definido en la reglamentación del SAG. Como el período de permanencia del Prof. Magni en la universidad sueca fue breve, no hubo tiempo para preparar todo el material y sólo se enviaron 13 de los 20 clones inicialmente proyectados. Las yemas axilares, inactivas, fueron envasadas en placas Petri, con medio de cultivo estéril y fueron recibidas en el laboratorio en marzo de 1999 (resolución 778 del SAG, del 17 de marzo de 1999).

Posteriormente se solicitó material de álamo al Institute of Forestry and Game Management (IFG), con sede en Bélgica, proveniente de sus ensayos de comparación clonal. De ellos se logró el envío de 25 clones de probado rendimiento. A su ingreso al territorio nacional, los clones fueron destruidos por el SAG, por presentar un agente cuarentenario.

Para reemplazarlos, se recurrió al Instituto de Investigación de la Populicultura Cassale Monferrato en Milán, Italia. Se les solicitó doce clones de álamo de su Programa de creación y prueba de nuevos clones de alto rendimiento. Los clones fueron ingresados al país en julio de 1999 (resolución 1469 del SAG, del 20 de mayo de 1999 (Anexo)). El extravío del Certificado Fitosanitario Oficial por parte de la empresa que realizó el transporte del material vegetal desde

Italia hacia Chile, motivó su retención en el Aeropuerto Arturo Merino Benítez por alrededor de un mes, bajo condiciones inadecuadas de refrigeración y humedad. En el mes de agosto se solucionó el problema, y el material fue instalado en el invernadero cuarentenario del Vivero Antumapu, dándole las condiciones para su activación y posterior desarrollo vegetativo. Como luego de cuatro meses las estacas no se activaron, y ante la certeza de que el material había muerto debido al deterioro sufrido durante la permanencia en condiciones inadecuadas en el aeropuerto, se dió aviso al SAG y en presencia de sus inspectores, se procedió a quemarlo.

Para subsanar este nuevo contratiempo se tomó contacto con investigadores del Instituto Forestal, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, en Mendoza, Argentina. Esta institución, que ha desarrollado una línea de investigación sobre el cultivo del álamo en la provincia de Mendoza, había ofrecido inicialmente material para el Proyecto, pero se había descartado a causa de la difícil situación fitosanitaria existente en ese país en lo que respecta al álamo. Sin embargo, ante los problemas ya expuestos, se realizó un nuevo acercamiento y posterior petición de material clonal para cumplir con los objetivos del Proyecto. La Facultad de Ciencias Agrarias cuenta con diversas especies, variedades y clones de álamo en su Populetum, obtenidos por convenios con distintos institutos de investigación internacionales, gracias a la ausencia de restricciones fitosanitarias para el ingreso de ellos.

Los investigadores argentinos, luego de un intercambio de información, ofrecieron seis clones de álamo, todos provenientes de Europa y de última generación.

El material vegetal (segmentos de ramas) ingresó a Chile via terrestre desde Mendoza, y fue entregado al SAG en la aduana; posteriormente fue retirado desde sus dependencias ubicadas en la ciudad de Santiago (resolución 3530 del SAG del 13 de diciembre de 1999), y se ingresó al invernadero cuarentenario, en marzo del 2000. La cuarentena se extendió por un año, período en que la multiplicación se vio restringida a un cierto número de ejemplares autorizados por el SAG. Sólo cuando dicha institución dio por finalizada la cuarentena, en abril del 2001, se pudo iniciar la propagación por estacas sin limitaciones.

De esta forma, y con un atraso de un año, se cumplió con el objetivo de internación del material clonal proveniente del extranjero (trece clones provenientes de Suecia (Cuadro 1) y seis clones ingresados desde Argentina (Cuadro 2)). El período de cuarentena con restricción en el número de estacas enraizadas originó nuevamente un atraso de un año. Sólo en el invierno del 2002 se pudo contar con ejemplares para ser plantados en terreno en parcelas de ensayo.

MULTIPLICACIÓN IN VITRO DE LAS YEMAS INTRODUCIDAS DESDE SUECIA

Para los 13 clones introducidos desde Suecia (Cuadro 16), el número de yemas ingresadas varió entre 6 y 69. El proceso de activación de las yemas y de la multiplicación de los brotes fue lento en la mayoría de los clones. Algunas yemas nunca se activaron, ya sea porque se contaminaron o porque se oxidaron. Para contrarrestar el efecto de los fencles y de las resinas exudadas al medio por las yemas, se realizaron cultivos sucesivos eliminando así la oxidación y el tejido muerto del material vegetal. A pesar de ello, muchos de los meristemos iniciales murieron.

A los 7 meses de cultivo (octubre, 1999) sólo aumentó notoriamente el material de tres clones (cv 2, cv NM6 y cv 269), uno se perdió completamente por oxidación y muerte del tejido vegetal (cv 70038/6), y cinco respondieron pobremente (Cuadro 16). Los tres clones con más alto factor de multiplicación inicial en medio MS, *P. nigra x maximowiczii* cv NM6, *Populus x interamericana* cv 2 y cv 269, tuvieron respuestas muy inferiores en medio WPM. Desafortunadamente, clones como *Populus x interamericana* cv 258 y cv 71009/2 llegaron desde Suecia sólo en medio WPM, y en otros como cv Unal, cv 70038/6, cv 71015/1 y cv 70038/67 la cantidad de yemas en MS fue muy baja.

Tal como se estableció en el Capítulo Material y Métodos, tanto los medios de cultivo como el resto de los procedimientos empleados inicialmente, fueron recomendados por los especialistas suecos. Debido a lo anterior, no se empleó el medio MS desde un inicio.

En adelante, dado el mal desarrollo y alta mortalidad del material micropropagado en el medio de cultivo WPM, y de acuerdo los buenos resultados obtenidos tanto de activación como de multiplicación en el medio MS, todo el material cultivado inicialmente en el primer medio se trasladó a este último (Cuadro 16).

Cuadro 16. Clones introducidos desde Suecia: número inicial de yemas y resultados de su multiplicación *in vitro* luego de 7 (octubre, 1999) y 17 meses de cultivo (agosto, 2000).

Clon	Nº de Yemas Ingresadas		Nº de Brotes/meses de cultivo		
			7		17
	MS	WPM	MS	WPM	MS
<i>Populus x interamericana</i> cv 1	25	5	8	1	67
<i>Populus x interamericana</i> cv 2	5	1	169	26	719
<i>Populus x interamericana</i> cv 258	--	14	--	6	--
<i>P. nigra x maximowiczii</i> cv NM6	15	15	1.029	29	Inv*
<i>Populus x interamericana</i> cv Unal	8	8	--	18	280
<i>Populus x interamericana</i> cv 70036/4	20	27	--	9	--
<i>Populus x interamericana</i> cv 70038/6	10	--	--	--	--
<i>Populus x interamericana</i> cv 70038/31	29	27	11	10	59
<i>Populus x interamericana</i> cv 70038/67	12	14	5	2	29
<i>Populus x interamericana</i> cv 71015/1	11	11	55	11	97
<i>Populus x interamericana</i> cv 78026/12	32	15	55	9	353
<i>Populus x interamericana</i> cv 71009/2	--	11	--	5	10
<i>Populus x interamericana</i> cv 269	30	39	164	33	169

* Inv: brotes enraizados trasladados a invernadero

El clon NM6 fue el que presentó la mayor tasa de multiplicación, por lo que a 17 meses de haberse iniciado el cultivo *in vitro* (agosto, 2000), ya se encontraba en la fase de crecimiento en invernadero. En la misma fecha se inició la etapa de aclimatación y enraizamiento del clon cv 2. Sin embargo, el resto de los clones vivos seguían en fase de multiplicación (Cuadro 16), y el material de otros tres clones (cv 258, cv 70036/4 y 70038/6) fueron eliminados por muerte de los brotes (oxidación).

Es evidente que la respuesta a la multiplicación de brotes *in vitro* estuvo condicionada, además, por el clon. Por ejemplo, en el caso del clon cv 2 se ingresaron sólo 5 yemas en medio MS y en 7 meses dieron origen a 169 brotes, en cambio en los clones cv Unal, cv 70036/4 y cv 70038/6, no hubo multiplicación.

En marzo de 2001, 24 meses después de haber iniciado el cultivo *in vitro*, se continuaba con la multiplicación en el laboratorio y, al mismo tiempo, se cultivaban en el invernadero los brotes enraizados y aclimatados en el laboratorio (Cuadro 17).

Como ya se mencionó, los clones que tenían el número necesario de brotes *in vitro*, se sacaron de los frascos y fueron sometidos a la fase de enraizamiento y aclimatación en el laboratorio, y los que sobrevivieron se trasladaron al invernadero para continuar con su desarrollo y lignificación, para luego seguir su endurecimiento en el vivero, como etapa previa a su instalación en los ensayos de campo.

La activación de las yemas y la formación de brotes no implicó que todos ellos fueran vigorosos y, por lo tanto, con posibilidades de enraizar y sobrevivir al ser transplantados a sustrato para su aclimatación. Es el caso de cv. 1, en que si bien fue posible activar algunas de sus yemas,

transformarlas en brotes y multiplicarlos (Cuadro 17), todos ellos se perdieron en la fase de enraizamiento y de aclimatación (Cuadro 18).

Cuadro 17. Número inicial de yemas de álamo introducidas al país, número de brotes *in vitro* y número de plantas *in vitro* y en invernadero a noviembre de 2000 y marzo de 2001.

Clon	N° Yemas Ingresadas		N° Brotes <i>in vitro</i>		N° Plantas en invernadero	
	MS	WPM	Nov 2000	Mar 2001	Nov 2000	Mar 2001
<i>Populus x interamericana cv. 1</i>	25	5	232	171	0	0
<i>Populus x interamericana cv. 2</i>	5	1	112	127	84	182
<i>Populus x interamericana cv. 258</i>	0	14	0	0	0	0
<i>Populus x interamericana cv. NM6</i>	15	15	0	0	277	337
<i>Populus x interamericana cv. Unal</i>	8	8	206	330	0	10
<i>Populus x interamericana cv. 70036/4</i>	20	27	21	62	0	0
<i>Populus x interamericana cv. 70038/6</i>	10	0	0	0	0	0
<i>Populus x interamericana cv. 70038/31</i>	29	27	124	284	0	0
<i>Populus x interamericana cv. 70038/67</i>	12	14	62	75	0	0
<i>Populus x interamericana cv. 71015/1</i>	11	11	82	50	0	0
<i>Populus x interamericana cv. 78026/12</i>	32	15	489	81	0	13
<i>Populus x interamericana cv. 71009/2</i>	0	11	10	53*	0	0
<i>Populus x interamericana cv. 269</i>	30	39	96	140	19	14

A modo de prueba, se extrajeron yemas de algunos de los clones introducidos desde Mendoza, y se multiplicaron sus brotes (Cuadro 18). En el caso del clon Eridano se programó un ensayo aplicando la experiencia adquirida en el cultivo de los clones importados de Suecia.

Cuadro 18: Número de brotes y de plantas obtenidas a Diciembre, 2001.

Clon	Fascos	Tubetes	Bolsas 20x30	Total
1	0	0	0	0
2	87	168	189	444
258	0	0	0	0
NM6	246	168	344	758
UNAL	17	14	17	48
70036/4	0	0	0	0
70038/6	0	0	0	0
70038/31	19	10	19	48
70038/67	0	0	0	0
71009/2	0	0	0	0
71015/1	0	0	0	0
78026/12	0	0	0	0
269	41	12	13	66
Eridano	35	50	57	142
Boccalari	26	-	-	26
Cima	1	-	-	1
Neva	3	-	-	3
Triplo	29	-	-	29
Total	504	422	639	1.565

MULTIPLICACIÓN IN VITRO DE *POPULUS DELTOIDES X MAXIMOWICZII* "ERIDANO"

Este ensayo tuvo como objetivo general propagar vegetativamente yemas de *Populus deltoides x maximowiczii* "Eridano" mediante cultivo *in vitro*, y como objetivos específicos: determinar el potencial de producción de brotes (factor de multiplicación) de los explantes, y evaluar el efecto de distintas concentraciones de una citoquinina, 6-bencilaminopurina (BAP), en la producción de brotes de cada yema.

La metodología correspondió a una versión mejorada de la empleada en el cultivo *in vitro* de los clones importados desde Suecia.

La contaminación durante todo el ensayo fue baja, alcanzando un máximo de 7,5 % en el primer subcultivo, para luego ir bajando paulatinamente a 1,85 % en el último (subcultivo decimosegundo).

Al término del primer subcultivo todos los tratamientos presentaban yemas activadas. Los más altos porcentajes de activación ocurrieron con las dosis 0,22 μM y 0,44 μM de BAP, 90 y 80% respectivamente, y los más bajos con la dosis 0,66 μM de BAP y el testigo, 70 y 75% respectivamente.

El ensayo en general tuvo una sobrevivencia del 50 % ya que sólo dos de los cuatro tratamientos sobrevivieron. De éstos, ambos alcanzaron altas tasa de sobrevivencia con 90,48 % para el tratamiento con una concentración de 0,22 μM de BAP y 88,04 % para el tratamiento con 0,44 μM . Aunque las yemas del tratamiento testigo y del tratamiento que contenía 0,66 μM de BAP se activaron, no desarrollaron brotes. Por lo tanto, la aplicación de citoquinina, en una dosis adecuada, es necesaria para la activación de las yemas axilares y la multiplicación de los brotes del clon Eridano.

La tasa de multiplicación, en un período de 240 días, fue mayor para el tratamiento BAP 0,44 μM , con 22,3 brotes/yema. Con el tratamiento BAP 0,22 μM la tasa fue de 14,5 brotes/yema.

Al cabo de 70 días de cultivo (al cuarto subcultivo) algunos brotes de más de 2 cm, iniciaron la formación de raíces adventicias sin necesidad de aplicar promotores del enraizamiento. Sin embargo, como el objetivo era determinar el factor de multiplicación, los brotes enraizados se trozaban al cambiarlos de frasco para renovar el medio de cultivo alcanzar. El porcentaje de brotes enraizados fue en aumento con cada subcultivo: en el cuarto subcultivo fue de 13,3 y 36,4 % para los tratamientos BAP 0,22 μM y BAP 0,44 μM ; y en el decimosegundo fue de 67,3 y 67,7 %, respectivamente.

La fase más crítica del ensayo fue la aclimatación, con un 97 % de pérdida, debido a la fragilidad de las plántulas frente a las condiciones ambientales, por lo que es necesario mejorar el proceso en forma completa y gradual. La mayoría de los brotes se perdió dentro de las primeras 24 horas, por deshidratación, aunque también se produjo un ataque de *Penicillium spp.*, aún cuando el sustrato se había esterilizado y se aplicó un mezcla de fungicidas (0,8 mg/l Captan + 0,2 mg/l Ronilan + 0,2 mg/l Ridomil).

Las plantas sobrevivientes permanecieron 40 días en las cajas de plástico transparente con corteza compostada y vermiculita, dentro de la pieza de cultivo. Durante los últimos 20 días, las tapas de las cajas se fueron perforando con una aguja, aumentando paulatinamente el número de perforaciones. Luego las cajas fueron abiertas y se trasladaron al invernadero; al cabo de 10 días se transplantaron en bolsas de polietileno con corteza de pino humificada.

En las plantas producidas no se observaron diferencias visuales en el tamaño ni en la forma de las raíces. La altura de las plantas varió entre 10 y 15 cm al término de los 40 días, luego en el invernadero, el crecimiento del tallo se estabilizó pero aumentó el número de hojas.

CLONES ITALIANOS EN CUARENTENA

Los segmentos de ramas de los seis clones traídos desde Mendoza fueron ingresados al invernadero cuarentenario en el mes de marzo del año 2000. Al ser cortados, los segmentos de ramas originaron alrededor de 100 estacas por cada clon, totalizando 604 estacas (Cuadro 19).

Las estacas iniciaron la brotación en primavera, aunque no todas enraizaron y sobrevivieron (Cuadro 19). La mayor sobrevivencia la obtuvo el clon Neva (81,9 %) y la menor el clon Cima (33,0%). Al igual que en el cultivo *in vitro*.

Cuadro 19. Clones ingresados desde Mendoza, Argentina: número inicial de estacas ingresadas al invernadero, número de estacas vivas luego de 8 meses, y sobrevivencia de ellas.

CLON	Nº Estacas Introducidas abril de 2000	Nº Estacas Vivas Diciembre 2000	Sobrevivencia %
BL-CONSTANZO	98	79	80,6
BOCCALARI	100	79	79,0
CIMA	100	33	33,0
DVINA	99	51	51,5
NEVA	105	86	81,9
TRIPLO	102	56	54,9
TOTAL	604	384	

Como las estacas sobrevivientes no mostraron ningún signo de ataque o infección al cabo de 12 meses, el SAG levantó la cuarentena en abril del año 2001. Con ello, se inició la multiplicación rápida de los clones (Cuadro 20), limitada solamente por la cantidad de material vegetativo, ya que el SAG impuso restricciones a la propagación mientras el material estuvo en cuarentena. A cada estaca enraizada se le cortaron sus brotes y se pusieron a enraizar en bandejas con tubetes dentro del mismo invernadero y luego las nuevas plantas fueron transplantadas a bolsas de 20 x 30 cm y después de un tiempo, fueron trasladadas al vivero para aclimatarlas a las condiciones de terreno.

Cuadro 20: Fase de multiplicación de las estacas en invernadero (Enero y Diciembre 2001)

CLON	Dic 2000 Nº Estacas	Ene 2001			Dic 2001		
		Bolsas 20x30	Tubetes	Total	Bolsas 20x30	Tubetes	Total
BL-CONSTANZO	79	289	189	478	456	84	540
BOCCALARI	79	301	231	532	434	84	518
CIMA	33	133	131	264	256	84	340
DVINA	51	116	146	262	192	84	276
NEVA	86	354	312	666	476	84	560
TRIPLO	56	256	241	497	592	84	676
TOTAL	384	1.449	1.250	2.699	2.406	504	2.910

Aprovechando el material y la ocasión, se probaron tres sustratos (corteza de pino humificada y esterilizada, chips de álamo esterilizado y una mezcla de turba con perlita en iguales proporciones) en el enraizamiento de 42 estacas de los clones B.L. Contanzo y Neva. La corteza de pino resultó ser el mejor sustrato con un porcentaje de enraizamiento por sobre el 80%.

Aunque los ejemplares propagados hasta el invierno de 2001 tenían un desarrollo aéreo satisfactorio, se estimó que no estaban en condiciones de ser llevados a terreno para su plantación, debido al escaso desarrollo del sistema radical. La causa del pobre desarrollo del sistema radical fue, principalmente, el sustrato empleado durante la cuarentena (periodo de más de un año), de acuerdo a las exigencias del SAG, que contribuyó a un desarrollo superficial de las

raíces adventicias. Para forzar el crecimiento de las raíces en profundidad y endurecer las plantas, ellas fueron trasladadas a las platabandas del vivero, bajo la protección de malla sombreadora (50%), con riego por inundación. Al mismo tiempo, en aquellos ejemplares que presentaban buen desarrollo de ramas laterales, se obtuvieron nuevas estacas para aumentar el número de plantas.

TOTAL DE PLANTAS PRODUCIDAS DE LOS CLONES INTRODUCIDOS

La cantidad total de plantas producidas hasta el invierno del 2003 se entrega en el Cuadro 21. En él se incluyen tanto las plantas que fueron enviadas a terreno en septiembre de 2002, las plantas que fueron plantadas en el cepario y las varetas por él producidas, las plantas en bolsas y en tubetes en el vivero, y los brotes que aún se cultivan *in vitro*.

Parte de las plantas que se encuentran en bolsas o en tubetes serán destinadas a completar el número de plantas de cada clon presente en el cepario. Las varetas se ocuparán en la plantación de parcelas experimentales.

Hasta la fecha se han producido 5.700 plantas. En general, los clones propagados a partir de estacas han alcanzado mayor cantidad de ejemplares producidos, aunque se debe considerar que la cantidad inicial de material vegetativo (estacas) fue mayor que la empleada en el cultivo *in vitro* (yemas). La excepción la constituye el clon NM6 (Cuadro 21); el clon Eridano, también propagado *in vitro*, igualmente obtuvo buenos resultados, considerando que la multiplicación se inició más tarde.

Cuadro 21. Número total de plantas y brotes por clon introducido a julio de 2003

Clon	Número de plantas (altura m)						Total
	Plantadas	Cepas	Varetas	Bolsas	Tubetes	In Vitro	
B.L. Constanzo	100	106	98 (4,00)	270 (1,00)			574
Boccalari	100	106	94 (4,00)	347 (1,50)			647
Cima	100	106	102 (4,00)	59 (0,60)	82		449
Dvina	100	103	97 (2,50)		150		450
Neva	100	106	97 (4,00)	341 (1,50)			644
NM6	100	106	53 (4,00)	296 (0,80)	44	353	952
Triplo	100	106	92 (4,00)	352 (1,00)			650
Unal		106	98 (2,00)	63 (0,60)		84	351
2	100	102	98 (3,00)	94 (0,60)		4	398
70038		104	22 (1,00)	20 (0,50)			146
269		88	22 (1,50)	43 (0,60)			153
Eridano		104	96 (2,50)	10 (0,30)	84		294
TOTAL	800	1.243	969	1.895	360	441	5.708

ENSAYOS CON MATERIAL INTRODUCIDO

Cepario

Instalación

Los clones se plantaron en tres oportunidades de acuerdo a la disponibilidad de plantas, considerando al mismo tiempo los ejemplares llevados a terreno para su plantación (Cuadro 22). Cada clon está representado en el cepario por dos hileras, con una máximo de 53 plantas por hilera, que es lo que permite el terreno. Actualmente, cada cepa cuenta con una vareta, que será destinada a plantación en terreno o a multiplicación.

Cuadro 22. Fecha de plantación y número de cepas de cada clon.

Clon	N° de Plantas			
	Enero 2002	Noviembre 2002	Julio 2003	Total
B.L. Constanzo	98	8		106
Boccalari	94	12		106
Cima	102	4		106
Dvina		97	6	103
Neva	97	9		106
NM6	53	53		106
Triplo	92	14		106
Unal		98	8	106
2		98	4	102
70038/31		22	82	104
269		22	66	88
Eridano		96	8	104
TOTAL	536	533	174	1.243

Durante el periodo de cultivo, las cepas se regaron por goteo, dos o tres días por semana. Para combatir la maleza se aplicó Paramat (marzo de 2002) y Gramoxone (junio de 2003). Además, ante la aparición de roya, se aplicó oxiclورو de cobre.

La ubicación de los clones, de sur a norte, es la siguiente: Neva, Boccalari, B.L.Constanzo, Triplo, NM6, Cima, 2, 269, Unal, 70038/31, Eridano, Dvina.

Crecimiento de los clones

En el mes de agosto de 2003 se midió la altura y el DAP de cada una de las cepas. Los mayores valores, lógicamente, los obtuvieron los clones plantados en enero de 2002; entre ellos destacaron Neva, Cima, B.L. Constanzo, Y Triplo (Cuadro 23; Figura 54). Entre los plantados en noviembre de 2002, los clones 2 y Dvina fueron los que alcanzaron crecimientos mayores.

Por lo tanto, entre los clones seis clones que presentaron los mayores crecimientos, cinco corresponden a los traídos desde Mendoza y uno de Suecia. Los clones 70038/31 y 269, ambos provenientes de Suecia, presentaron las menores alturas y DAP.

Debido a las diferentes fechas de plantación y a los distintos desarrollos alcanzados por los clones al momento de ser plantados, sólo podrán ser comparados en condiciones más homogéneas a fines del otoño del próximo año. Efectivamente, una vez entregado todo el material de plantación del año 2003, las cepas serán cortadas dejando un tocón de alrededor de 20 cm. Esto permitirá que el rebrote de cada tocón se inicie en primavera, con las variaciones propias de acuerdo a la fenología de cada clon. Aún así, es difícil que clones como 269 y 70038/31 inicien la brotación en igualdad de condiciones, ya que si bien las alturas de los tocones serán semejantes a las del resto de los clones, sus diámetros serán muy inferiores (Cuadro 23).

Cuadro 23. Cepario: altura y DAP de cada clon

PLANTACION	CLON	ALTURA (m)	DAP (cm)
Ene-02	B.L. CONSTANZO	5,45	3,32
	BOCCALARI	4,88	2,66
	CIMA	5,55	3,59
	NEVA	6,04	4,12
	NM6	4,41	2,03
	TRIPLO	5,41	3,61
Nov-02	DVINA	3,56	2,10
	ERIDANO	2,44	1,17
	UNAL	2,62	1,27
	2	3,68	2,00
	269	0,65	0,58
	70038/31	0,52	0,58

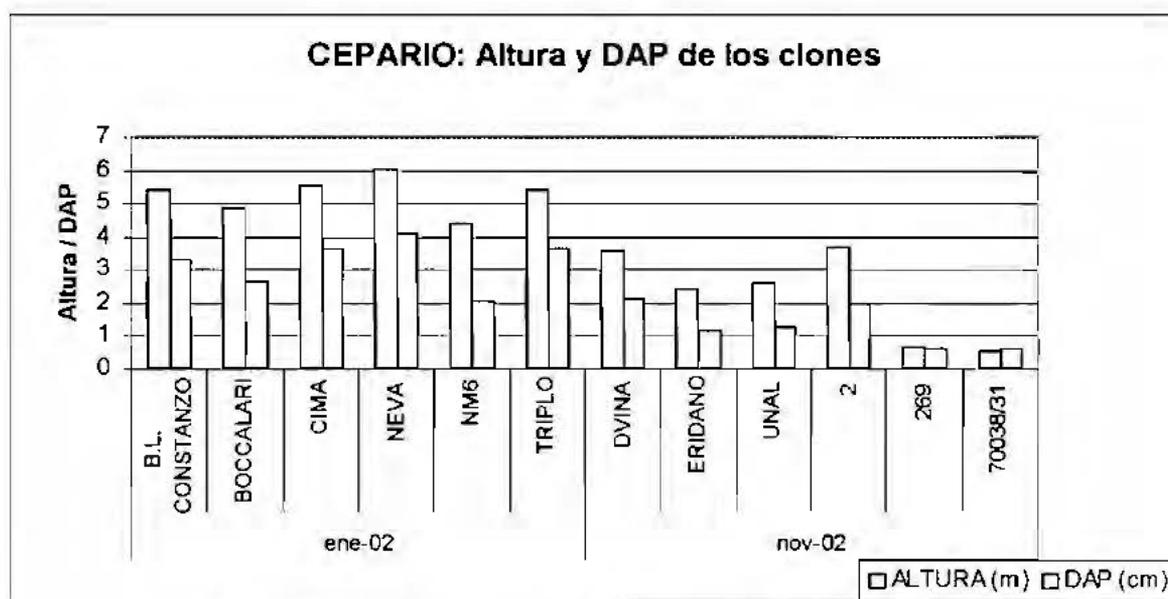


Figura 54. Cepario: Altura y DAP de los clones (medición: agosto 2003)

Ensayos de Comparación con Material Introducido

De acuerdo con la disponibilidad de plantas producidas, se instalaron ensayos el año 2002 y el 2003.

Ensayos instalados el año 2002.

A fines de septiembre de 2002, se instalaron dos ensayos con los clones introducidos: Copihue y Coltauco. Los clones plantados fueron 8: Bocculari, BL-Constanzo, Cima, Clon 2, Dvina, Neva, NM-6, Triplo. Se utilizaron 49 plantas por clon (7 x 7 plantas).

Ensayos instalados el año 2003.

A diferencia de la primera plantación (2002), se plantaron 49 estacas de 35 cm de cada clon. Al plantar se enterraron los primeros 30 cm de cada estaca, de forma que la altura inicial de cada ejemplar es 5 cm. Este cambio se debió a la necesidad de uniformar el material inicial, y por razones de presupuesto, ya que es más barato transportar a terreno estacas de 35 cm que varetas de 2 m o más de longitud.

Durante el mes de septiembre de 2003 se instalaron ensayos en: Yumbel, Las Brisas, y Loncha. Los clones plantados fueron 10: Bocalari, BL-Constanzo, Cima, Clon 2, Dvina, Eridano, Neva, NM-6, Triplo, Unai.

Además, Copihue realizó una nueva plantación, también en septiembre de 2003, con los mismos 8 clones plantados el 2002, e incluyendo además 3 nuevos clones. En total se plantaron 11 clones: Bocalari, BL-Constanzo, Cima, Clon 2, Dvina, Neva, NM-6, Triplo, Unai, 269 y 70038/31.

La razón de la instalación de un nuevo ensayo por parte de Copihue fue, por un lado, uniformar las condiciones de plantación de los 11 clones, e iniciar la plantación con estacas. De acuerdo a la experiencia que ellos tienen, considerando que son los principales cultivadores de álamo del país, las plantas en bolsas no se desarrollan tan bien como las provenientes de varetas o de estacas. Por ello, las plantas en bolsas no fueron incluidas en los ensayos que instalaron en 1999 para determinar el efecto del tipo de planta sobre el crecimiento de los cuatro principales clones que ellos cultivan.

Control de los Ensayos de Comparación con Material Introducido

Por razones de presupuesto, a la fecha sólo se ha controlado el ensayo de Copihue.

Ensayo Copihue

Evaluación del primer ensayo

Instalado en el Potrero San Jorge (14-B) del Fundo Copihue de la Compañía Agrícola y Forestal El Álamo Ltda. en una superficie de 0,5 hectáreas. La plantación se efectuó los días 26 y 27 de Septiembre de 2002, y el 10 de octubre se midió la altura y el diámetro inicial de las plantas, y el 6 de junio de 2003 se volvieron a medir ambos parámetros.

La sobrevivencia de todos los clones plantados fue de 100%. Debido a que las labores de multiplicación en el vivero no se realizaron en el mismo momento para cada clon, las plantas enviadas a terreno presentaban alturas muy distintas (Cuadro 24). Es probable que esto influyera en la altura final obtenida al término del primer año, ya que los clones que al ser plantados tenían una altura promedio de 40 cm o inferior (Dvina, NM6, 2), fueron los que alcanzaron las alturas finales más bajas.

Si se considera el incremento medio anual en altura (Cuadro 24; Figura 55), los mejores clones fueron: Neva (2,66 m); Dvina (2,57 m); Triplo (2,46 m); y B.L. Constanzo (2,44 m). Se debe hacer notar que Dvina, que se ubicó en segundo lugar, inicialmente se encontraba entre los clones de plantas más pequeñas.

Cuadro 24. Ensayo Copihue: Alturas de las plantas al término del primer año

Clon	Altura (m)		IMA
	10-2002	06-2003	
B.L. Constanzo	0,73	3,17	2,44
Boccalari	1,65	3,26	1,61
Cima	0,94	3,00	2,06
Dvina	0,39	2,96	2,57
Neva	1,43	4,09	2,66
NM6	0,40	2,24	1,84
Triplo	0,98	3,43	2,46
2	0,37	2,71	2,34

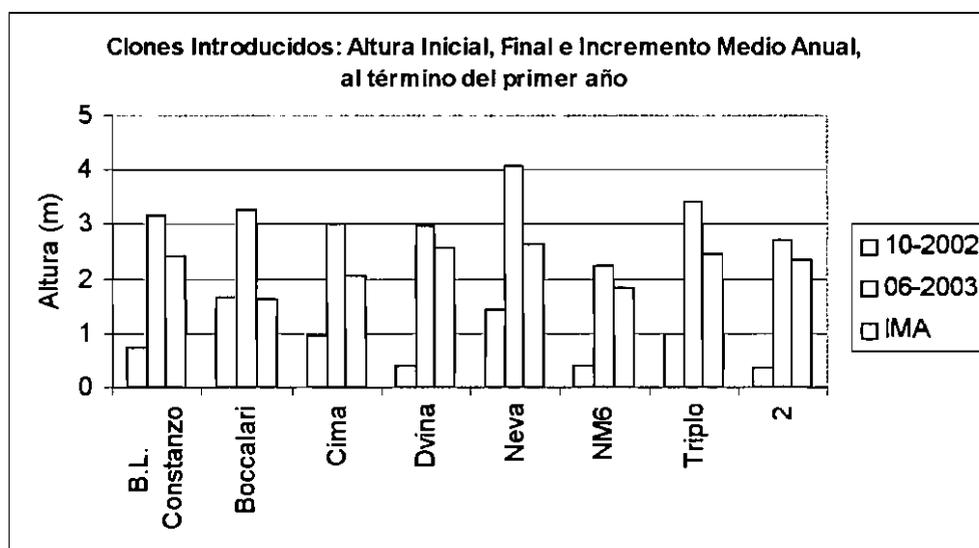


Figura 55. Ensayo Copihue: Alturas e incrementos medios anuales de las plantas al término del primer año

Como es lógico, los mismos tres clones (Dvina, NM6, 2) de altura inicial más baja fueron los que presentaron los menores diámetros de tallo inicial y final (Cuadro 25; Figura 56). Los clones que presentaron los mayores incrementos anuales de diámetro fueron: Neva (3,47 cm); Triplo (2,75 cm); B.L. Constanzo (2,41 cm); y 2 (2,34 cm). El último clon, al plantarlo presentaba el menor diámetro (0,38 cm) y aún así logró ubicarse entre los mejores.

Cuadro 25. Ensayo Copihue: Diámetros de las plantas al término del primer año

Clon	Diámetro (cm)		IMA
	10-2002	06-2003	
B.L. Constanzo	0,65	3,05	2,41
Boccalari	0,87	2,99	2,12
Cima	0,63	2,76	2,14
Dvina	0,46	2,62	2,16
Neva	0,91	4,38	3,47
NM6	0,46	1,85	1,39
Triplo	0,71	3,45	2,75
2	0,38	2,71	2,34

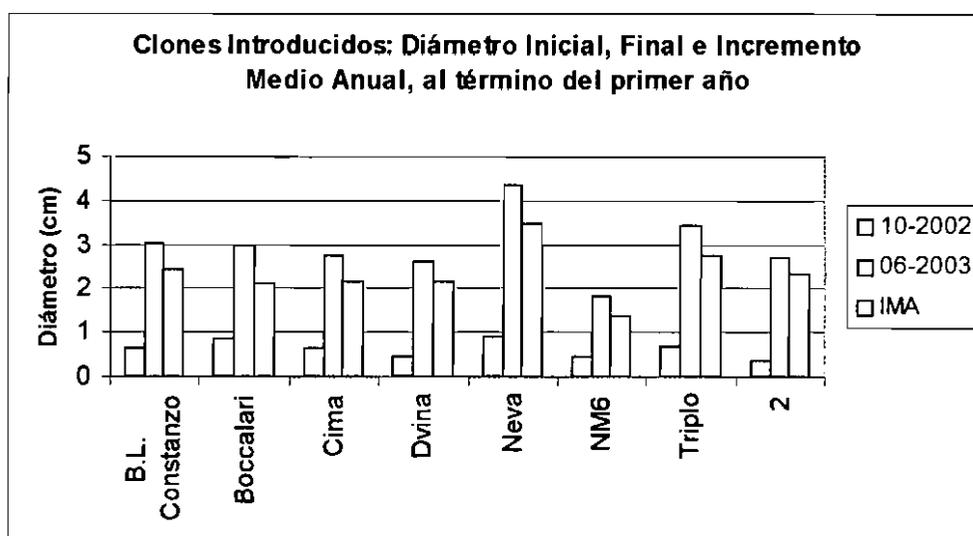


Figura 56. Ensayo Copihue: Diámetros e incrementos medios anuales de las plantas al término del primer año

Comentarios sobre el desarrollo de los clones introducidos

Aunque es demasiado pronto para emitir un juicio, hasta el momento coinciden los clones que obtuvieron los mayores crecimientos en Antumapu (Santiago, Región Metropolitana) y Copihue (Parral, VII Región). En ambos lugares el clon sobresaliente fue Neva, y le siguieron los clones B.L. Constanzo, Triplo y Dvina; los clones 2 y Cima también se encuentran entre los destacados.

Para algunos de estos clones existen referencias bibliográficas (se entrega una ficha de cada uno de los clones incluidos en los ensayos en el Anexo 3) que los destacan por sus comportamientos en otros países:

- El clon Neva presenta una forma casi perfecta y su crecimiento no difiere de "I-214". Alcanza su máximo incremento medio anual en diámetro a los 7 años. Su madera es muy adecuada para todos los usos industriales, particularmente para la obtención de madera laminada (ISP, 1997; Moulin de Bariteau, 2002a).

- El clon Triplo, luego de transcurridos 10 años de la plantación, se encuentra entre los tres mejores de los 51 probados en la Ribera del Carrión (Palencia) y entre los cuatro mejores de los sometidos a comparación en la cuenca del Tajo (Madrid), en cuanto a producción y calidad del fuste para su aprovechamiento industrial en debobinado (CIFOR-INIA, sin año).
- El clon Dvina presenta incrementos netamente superiores a "I-214", tanto en suelos arenosos como arcillosos, y es muy resistente al viento (ISP, 1997; Moulin de Bariteau, 2002a).
- El clon Cima, al término del primer año de un ensayo realizado en Grecia con 10 clones plantados a partir de estacas, obtuvo el segundo mayor DAP, muy superior al testigo, el clon "I-214" (Spanos *et al.*, 2000). En ensayos de comparación de clones ubicados en Madrid (riberas del río Jarana), Guadalajara (riberas del río Henares) y Valladolid (riberas del río Duero), el clon "Cima" resultó una clara alternativa al clon "I-214", utilizado como testigo (CIFOR-INIA, sin año). En ensayos realizados en la provincia de Mendoza, Argentina, el clon "Cima" fue el que obtuvo el mejor rendimiento en volumen de madera (Calderón *et al.*, 2000).

La mayoría de estos clones preliminarmente destacados, comparados con los ejemplares de los clones que se cultivan comercialmente en Copihue, plantados a partir de estacas o de varetas de 1 año, han alcanzado crecimientos semejantes o superiores a ellos en igual período de tiempo (Cuadro 13).

BIBLIOGRAFIA

- Bergman, L.; Von Arnol, S. And Eriksson, T. 1984. Culture of *Salix* species *in vitro*. Odling av *Salix* arter *in vitro*. Sveriges Lantbruks Universitet. Uppsala. Rapport 36.
- Calderón, A.D.; Bustamante, J.A.; Micali, S.J.; Riu, N.E.; Somoza, A. and V. Settepani. 2000. *Populus* sp.: Behavior in different places of Mendoza, Argentina. In: Isebrands, J.G. and J. Richardson (compilers). 21st Session of the International Poplar Commission (IPC 2000). Poplar and willow culture: Meeting the needs of society and environment. USDA. Forest Service. General Technical Report NC – 215. p. 33.
- CEMAGREF/INRA. 1995. Peupliers. 3. Exigences stationnelles et sylvicoles. CEMAGREF/INRA. Nov. 95. 2 p.
- CIFOR-INIA. 1992. Catálogo nacional de clones de chopo. España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 17p.
- CIFOR-INIA. (Sin año). Reforestación de tierras excedentarias con especies del Género *Populus*. España. Centro de Investigación Forestal. INIA. Proyecto N° SC94-138. 17 p.
<http://www.inia.es/sitemapa/pags/intro/resultados-97/forestal/sc94-138.pdf> (Consulta: agosto, 2002)
- CRPV. 2001. Disciplinari di Produzione Integrata: Pioppo, Norme Tecniche Fase di Coltivazione. Centro Ricerche Produzione Vegetali. DPI 1999 – Pioppo – Parte speciale . 18 p.
<http://www.regione.emilia-romagna.it/agricoltura/disciplinari/altre/DPI02pioppo.pdf>
[Consulta: 25 Julio 2001]
- FAO. 1980. Los Alamos y los Sauces. FAO, Roma. Colección FAO Montes N°10. 351 p.
- FAO - IPC. 2000. Directory of poplar and willow experts. Register of *Populus* L. cultivars. FAO – International Poplar Commission - Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura. Casale Monferrato, Italia. CD-ROM.
- FCDU. 1998. Recommended Varieties of Short Rotation Intensive Culture (SRIC) Poplar for Planting. University of Wisconsin - Madison, Department of Forest Ecology and Management Program for Fiber Crop Development and Utilization.
<http://www.plantpath.wisc.edu/poplar/varieties.htm> (Consulta: agosto, 2002)
- González-Antonanzas, F.; Grau, J.M.; Sixto, F. and H. Montoto. 2000. Comparison of new *P. x interamericana* clones in medium altitude areas in Spain. In: Isebrands, J.G. and J. Richardson (compilers). 21st Session of the International Poplar Commission (IPC 2000). Poplar and willow culture: Meeting the needs of society and environment. USDA. Forest Service. General Technical Report NC – 215. p. 69.
- Grau, J.M.; Gonzalez-Antonanzas, F.; Sixto, H. and E. Hernandez. 2000. Comparison of known poplar clones in medium altitude areas in Spain. In: Isebrands, J.G. and J. Richardson (compilers). 21st Session of the International Poplar Commission (IPC 2000). Poplar and willow culture: Meeting the needs of society and environment. USDA. Forest Service. General Technical Report NC – 215. p. 71.
- Grönroos, L. 1989. Shoot regeneration and somatic embriogenesis in *Salix* culture *in vitro*. Acta Universitatis Upsaliensis. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science 190.

- Guler, N. and Can, P. 2000. The problem of *Sciapteron tabaniformis* Rott in poplar nurseries. In: Isebrands, J.G. and J. Richardson (compilers). 21st Session of the International Poplar Commission (IPC 2000). Poplar and willow culture: Meeting the needs of society and environment. USDA. Forest Service, General Technical Report NC – 215. pp. 68-72.
- Gutierrez, A.; Baonza, V., and L. Plana. 2000. Wood properties from 12 clones of poplars grown in the province of Zaragoza (Spain). In: Isebrands, J.G. and J. Richardson (compilers). 21st Session of the International Poplar Commission (IPC 2000). Poplar and willow culture: Meeting the needs of society and environment. USDA. Forest Service, General Technical Report NC – 215. p. 73.
- Hawke's Bay Regional Council. 2000. 'Eridano' poplar. Conservation trees. [En línea] Land Management Officers. http://www.hbrc.govt.nz/env_topics.asp [Consulta: 20 marzo 2001]
- Hogan, G.D.; Beall, F.D. and K.R. Brown. 1996. Early testing for superior growth and fitness in hybrid poplar. In: Karau, J. (comp.). Proceedings of the Canadian Energy Plantation Workshop, Gananoque, Ontario, 2-4 May 1995. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Ottawa. p. 21-27. <http://www.nrcan.gc.ca/cfs-scf/science/enfor/410.html> (agosto, 2002)
- Ibaceta, L. 1998. Análisis histórico de las técnicas de rehabilitación utilizadas en sitios degradados por la actividad minera en sectores de la cuenca del Rapel (VI Región). Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 91 p. y apéndices.
- ISP. 1997. Dvina, Lena, Neva. 1997: tre nuovi cloni per la pioppicoltura. Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura, Casale Monferrato AL – Ministero per le Politiche Agricole, Corpo Forestale dello Stato. 4 p.
- ISP. (Sin año). Cloni di pioppo iscritti al Registro Nazionale dei Cloni Forestali. Roma. Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura, Casale Monferrato AL – Commissione Nazionale per il Pioppo. 4 p.
- Loewe, V.; Toral, M.; Fernández, P.; Pineda, G. y López, C. 1996. Monografía de álamo. *Populus spp.* En: Potencialidad de especies y sitios para una diversificación silvícola nacional. Santiago, Chile. INFOR–CONAF. 11 p. y anexos.
- Lonsdale, D. and Tabbush, P. 1998. Poplar Rust and its Recent Impact in Great Britain. Forestry Commission. Information Note. 4 p. [http://www.forestry.gov.uk/website/PDF.nsf/pdf/fcin7.pdf/\\$FILE/fcin7.pdf](http://www.forestry.gov.uk/website/PDF.nsf/pdf/fcin7.pdf/$FILE/fcin7.pdf) [Consulta: 29 Agosto 2002]
- Márquez, O. 1992. Bases para la formulación de un plan de desarrollo en los predios experimentales "Las Brisas" y "Pantanillos", VII Región. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 76 p. y mapas.
- Mohn, C.A.; Randall, W.K. and McKnight, J.S. 1970. Fourteen Cottonwood Clones Selected for Midsouth Timber Productions. U.S. Department of Agriculture. Forest Service Research Paper SO-62. 17 p.
- Moulin de Bariteau. 2002a. Dvina - Lena – Neva. <http://www.bariteau.org/dvina.htm> (Consulta: agosto, 2002)
- Moulin de Bariteau. 2002b. Le choix des clones de peupliers. <http://www.bariteau.org/peuplier.htm> (Consulta: agosto, 2002)

- Moulin de Bariteau. 2002c. Luisa Avanzo. <http://www.bariteau.org/avanzo.htm> (Consulta: agosto, 2002)
- Padró, A. 1992. Clones de chopo para el valle medio del Ebro. Diputación General de Aragón. Servicio de Investigación Agraria. Unidad de Protección Forestal. Zaragoza. 128 p más anexos.
- Pearson, C. 2000. Performance of hybrid poplar in agroforestry at Fruita, Colorado in 2000. Western Colorado Research Center. *WCRC 2000 Annual Report*. 4 p. http://www.colostate.edu/programs/wcrc/annrpt/00/Pearson_HybridPoplar.html (Consulta: agosto, 2002)
- Punshon, T. and Adriano, Domy C. (sin año). Assessing phytoextraction potential in a range of hybrid poplar. University of Georgia, Savannah River Ecology Laboratory. <http://www.uqa.edu/srel/Nipoplar/introduction.htm> (Consulta: agosto, 2002)
- Richardson, J. 1999. Hybrid poplar in Southern Quebec And Eastern Ontario. En: Newsletter - July 1999. Poplar Council of Canada. <http://www.poplar.ca/Newslet/n199908e.htm> (Consulta: agosto, 2002)
- Rodríguez, F.; Serrano, L. y A. Aunós. (Sin año). Influencia del método de poda sobre el perfil del árbol en una chopera de Luisa Avanzo con 8 años de edad, en el valle medio del Cinca (Huesca). Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Universidad de Lleida. Departamento de Producción Vegetal y Ciencia Forestal. <http://www.udl.es/usuarios/s4372483/Populus/MPoda.pdf> [Consulta: 24 Julio 2002]
- Santibañez, F. y Uribe, J. 1993. Atlas Agroclimático de Chile. Regiones Sexta, Séptima, Octava y Novena. Ministerio de Agricultura. Fondo de Investigación Agropecuaria. CORFO. 99 p.
- Serra, M. T. 1999. Dendrología de Salicaceae. Principales taxa de interés forestal actual y potencial en Chile. Santiago. Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Silvicultura. (En prensa).
- Spanos, K; Koukos, P. and G. Giakzidis. 2000. First results on growth of ten poplar clones in an experimental planting for biomass production in northern Greece. In: Isebrands, J.G. and J. Richardson (compilers). 21st Session of the International Poplar Commission (IPC 2000). Poplar and willow culture: Meeting the needs of society and environment. USDA. Forest Service. General Technical Report NC – 215. p. 169.
- Tharakan, P. J.; Abrahamson, L.P; Isebrands, J.G. and D.J. Robison. 1998. First year growth and development of willow and poplar bioenergy crops as related to foliar characteristics. Bioenergy Information Network. Paper presented at Bioenergy '98: Expanding Bioenergy Partnerships, Madison, Wisconsin, October 4-8, 1998. <http://bioenergy.ornl.gov/papers/bioen98/tharakan.html> (Consulta: agosto, 2002)
- U.S. Department of Energy. 2000. Minnesota Hybrid Poplar Research Cooperative. En: 2000 Project Summaries. U.S. Department of Energy. Office of Fuels Department. Woody Crops Research. <http://bioenergy.ornl.gov/00summaries/woody.html> (Consulta: agosto, 2002)
- Volk, T. A.; Kiernan, B. D. and L. P. Abrahamson. 2000. Establishment year results from The Willow Biomass Trial located at Peter's Tract, Delaware. Progress Report. USDA. Forest Service. Delaware Department of Agriculture. 13 p. <http://www.esf.edu/willow/PDFs/2000%20petersDE.pdf> (Consulta: agosto, 2002)
- Wilkinson, A. 2001a. <allan.wilkinson@clear.net.nz>. [Consulta: 17 junio 2001]

Wilkinson, A. 2001b. 2001. Management and uses of *Populus* 'Eridano' Plant material for soil conservation. Technical Note N° T 13:106-108.

Yalden, P. 2001. Poplar clone characteristics and siting tolerants [En línea] <http://www.hortresearch.co.nz/products/poplars/sales/>. [Consulta: 27 Junio 2001]

ANEXOS

ANEXO 1: CONTACTOS REALIZADOS CON CIENTÍFICOS Y/O ORGANIZACIONES RELACIONADAS CON LOS TEMAS DE INTERES

Nuria Alba. Centro de Investigación Forestal (CIFOR-INIA). España. E-mail: alba@inia.es

F.A. Aravanopoulos. Genético forestal. Grecia. E-mail: aravanop@for.auth.gr

Stefano Bisoffi. Instituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura. Italia.

Maria Angeles Bueno. Centro de Investigación Forestal (CIFOR-INIA). España

Francesc Camps. Estación Experimental Agrícola Mas Badia. España.
E-mail: camps@masbadia.irta.es

Freyzi Can Acar. Ege Forestry Research Institute. 1755 SOK NO 1/6 35530 KARSİYAKA/İZMİR-TURKEY. Tel:90-232-3697693 Fax:90-232-3697534. E-mail: Can-acar@rocketmail.com

Jagdamba Chandra Prasad. Wimco Seedlings Limited. India. R&D Centre, Post Box N° 4, Rudrapur-263 153, Nainital (U.P.). Fono: 83601, 83633, 83668 Grams: Seedlings STD Code: 05944.

Giuseppe Frison. Viale Ottavio Marchino, 7015033 Casale Monferrato (AL)- Italia.
tel. 0142/449640. E-mail: frison@docnet.it

Pierre Gathy. Groupe de Recherche Appliquee et Promotion Peuplier. GRAPP. Bélgica.

José Manuel Grau Corbí. Centro de Investigación Forestal (CIFOR-INIA). España

Thomas Geburek. Univ. Doz. Institute of Forest Genetics. Hauptstr. 7 A-1140 Vienna, Austria.
phone: +43 1 87838 ext. 2223 fax: +43 1 87838 2250. E-mail: thomas.geburek@fbva.bmlf.gv.at

Berthold Heinze. Experto en genética forestal. Institute of Forest Genetics, Federal Forest Research Centre. Viena. Austria. E-mail: Berthold_Heinze@blackbox.at.

Raphael Klumpp. Head of working group Forest Genetics. Institute of Silviculture. University of Natural Resources Vienna. Peter-Jordan-Str. 70. A-1190 Vienna / Austria.
E-mail: klumpp@edv1.boku.ac.at

Thomas Ledig. Genético Forestal. Institute of Forest Genetics. Pacific Southwest Forest and Range Experimental Station, USDA Forest Service. E-mail: tedig@ucdavis.edu

Patrick Mertens. Station de Recherches Forestieres GRAPP. Bélgica.
E-mail: P.Mertens@mrw.wallonie.be

Ludovic Nef. Dr Sc. Unite Eaux et Forets, UCL. E-mail: nef@efor.ucl.ac.be

Xavier Nesme. Universite Claude Bernard. Francia.

Eui Rae Noh. Director. Forest Genetics Research Institute. P.O.Box 24.Suwon. 441-350. Republic of Korea.

Sasa Orlovic. Poplar Research Institute. Antona Cehova 13, P.O.Box 117. 21000 Novi Sad, Yugoslavia. phone: +381 21 422 477 fax: +381 21 420 307. E-mail: sasao@polj.ns.ac.yu

Mulkh Raj Ahuja. Institute of Forest Genetics. E-mail: mra@s27w007.pswfs.gov

Jarbas Y. Shimuzu. Genético Forestal. Embrapa Florestas. E-mail: jarbas@cnpf.embrapa.br

Paul Tabbush. International Poplar Commission (IPC). E-mail: p.tabbush@forestry.gov.uk

Jaime Ulloa. Subgerente Empresa Agrícola y Forestal El Alamo. Chile.

Sven M.G. de Vries. Institute for Forestry and Nature Research. Holanda.
E-mail: S.M.G.deVries@ibn.dlo.nl

Allan Wilkinson. E-mail: allan.wilkinson@clear.net.nz

ANEXO 2: VIAJE A EUROPA

Introducción

Actualmente existe una profunda crisis en la agricultura de los países integrantes de la Comunidad Europea. Esta crisis presenta varios puntos que deben ser considerados al momento de realizar un análisis del complejo fenómeno político y social que afecta al uso del suelo. Por una parte es necesario la disminución de la producción del sector agropecuario, pues existen excedentes en la producción de éstos, los que afectan negativamente los precios y por ende la industria completa.

Además existe una decisión política de mantener con el mismo estándar de vida a las personas que trabajan en las ciudades y en el campo, lo cual implica una serie de ayudas a estos últimos que son independientes de los subsidios directos a las actividades agropecuarias. Otro punto importante es que debido a la mayor dureza del trabajo en el campo, y a pesar de la alta tecnificación de éste, existe una fuerte migración hacia las ciudades y un abandono paulatino de las tierras cultivo más alejadas y de menor capacidad productiva. Esta realidad permite aumentar las superficies cultivadas con bosques, en especial dentro de Suecia, España e Italia. Desde el punto de vista de la producción, los agricultores reciben grandes apoyos financieros y técnicos, estas situaciones son fuente de gran controversia, ya que por una parte se gastan enormes recursos destinados a sostener una actividad económica que no se sustenta por sí sola y por otra parte existe una necesidad de dar buen uso al recurso suelo. A estos elementos se suman las fuertes presiones ecologistas por tener bosques "más" naturales y evitar el uso de clones o plantaciones con poca variabilidad. A pesar de esto, los álamos pasan a ser una alternativa viable en una gran variedad de situaciones y pueden ser un importante recurso en el corto plazo, aunque los objetivos de producción de los países visitados son muy diferentes entre si.

Los problemas actuales que presenta el cultivo de los álamos es la rápida evolución en los niveles de daño obtenidos por *Melampsora* spp. en diferentes partes de Europa, siendo este actualmente el principal objetivo de mejoramiento genético.

Cultivo del Álamo en España

El desarrollo de la silvicultura de *Populus* en España presenta claramente dos fases. La primera, conocida como Silvicultura intensiva, es muy similar al esquema utilizado por los Italianos, de quienes fueron extraídas diferentes ideas y modelos silvícolas, y que para el caso de Chile es muy similar a las prácticas desarrolladas en la zona de Parral por la Compañía Agrícola y Forestal El

Álamo. La silvicultura intensiva emplea plantaciones a densidad de cosecha, es decir, sin cortas intermedias, con podas regulares, fertilización y riego si es necesario, con buenas condiciones de cultivo, ya que se realiza en general, en suelos de alta calidad sin ningún tipo de restricciones y posibilidades de riego, o riberas con suelos profundos y texturas livianas para el caso de España e Italia. La silvicultura intensiva presenta diversas investigaciones, tanto de campo como laboratorio, y se la considera agotada como tema de investigación, y sólo se le da énfasis a la difusión de las técnicas. Todas las experiencias fueron recientemente publicadas en el libro "Populicultura Intensiva" de J. M. Grau, F. González y J. L. Montoto.

La segunda fase es la Silvicultura extensiva o de montaña, que se preocupa fundamentalmente de la gran cantidad de suelos que existen en situación de abandono, ya sea terrenos cercanos a riberas o en laderas de antiguos sectores donde se cultivaba o se mantenía una ganadería extensiva, y suelos de aptitud agrícola mínima. Los rendimientos son menores a los obtenidos en la silvicultura intensiva pero se espera una baja inversión con pocos cuidados culturales. Actualmente muchos campesinos subsisten con cultivos agrícolas marginales e incluso se ha llegando al extremo de sólo sembrar y no cosechar para cobrar subsidios. En estas zonas, en el mediano plazo, la actividad agrícola será reemplazada por el cultivo de álamos y dependerá de la necesidad de los productores y los aportes que haga la investigación para dar soluciones apropiadas en estos contextos. Es importante considerar que actualmente existe un déficit de madera de álamo en España, por lo que es urgente la forestación de diferentes suelos.

Se visitaron los laboratorios del Centro de Investigación Forestal en el Departamento de Mejora Genética y Biotecnología del INIA y los ensayos de comportamiento de los nuevos clones introducidos a España, principalmente desde Italia. Actualmente en España no existe ningún programa de mejoramiento genético activo, desarrollándose sólo un fuerte plan de pruebas de campo con clones obtenidos por otros centros de investigación en Europa. Lo que sí existe es una gran preocupación por realizar estudios de conservación de las especies autóctonas de álamo como es el caso de *P. nigra*.

En la visita a los laboratorios se pudo constatar que el cultivo *in vitro* está limitado a la investigación y no es considerado como técnica de producción de propágulos comerciales, debido a la gran facilidad de la especie para ser propagada a través de estacas. Sólo se considera la técnica como una herramienta para la transformación genética, por lo cual se usa en forma aislada y con objetivos puntuales.

En los sectores visitados existían gran cantidad de ensayos, los que presentaban una variada disposición en el terreno con respecto al número clones probados y las repeticiones de éstos. Los lugares de ensayo poseían pH mayores a 7 (8,45 a 8,35) y una textura franco arenoso arcillosa, con una porcentaje de arena mayor al 60%. Las unidades experimentales tenían entre 5 a 7 plantas, con un mínimo de 3 repeticiones.

Entre las recomendaciones obtenidas está el probar los clones en las condiciones de sitio a usar como plantaciones futuras y definiciones claras en los objetivos de producción, ya que un mismo clon puede tener variados comportamientos según sea la condición de cultivo. En general, al discutir con los expertos españoles la lista de clones a introducir en Chile, los consideraron adecuados, pero manifestaron que el número a probar muy era bajo. Los clones utilizados en España en ensayos recientes son: 2000 Verde; Usa 55264; Usa 184211; Usa 4977; Usa 50; Usa 198565; Canadiense leones; Beaupre; Raspalje; Cima; Belga 71009-2; Belga 69038-6; Tetraplo, Belga 71015-1; Belga 7100-1. Como patrón de comparación se emplea *P. euroamericana* I- 214, *P. euroamericana* I- 466. Se obtuvo la autorización para el uso de los clones españoles además de abundante literatura.

Cultivo del Álamo en Italia

El modelo de Silvicultura Intensiva que se desarrolla en Italia, tiene gran influencia en el resto del mundo, siendo su principal objetivo la madera de alta calidad. En particular, el Instituto de Experimentación de *Populus*, en Casale Monferrato, es considerado por muchos como uno de los principales productores de *Populus euroamericana* en el mundo. Su activo programa de mejoramiento genético produce gran cantidad de clones, que pueden ser muy promisorios para Chile. El programa se basa en dos poblaciones de especies puras para producir individuos de alta calidad y luego desarrollar la hibridación. Lamentablemente las actuales restricciones presupuestarias de este Centro hacen muy difícil la interacción con ellos.

Se realizaron visitas a los campos de experimentación dentro de las instalaciones del Instituto y a sus Laboratorios. En terreno se pudo comprobar la gran experiencia acumulada y las extraordinarias colecciones de diferentes especies de *Populus* que permiten tener una excelente base genética para diversos programas de investigación. En general, los ensayos permiten apreciar la gran diferencia entre los nuevos clones y los de uso tradicional. La generación de un nuevo clon que se pueda comercializar en Italia dura entre 10 y 15 años, debido a lo riguroso del proceso de selección.

Se realizó una presentación del sector forestal chileno y el desarrollo del proyecto, donde se hicieron interesantes aportes y comentarios para mejorar los resultados del proyecto.

Líneas actuales de trabajo en Italia.

Transformación genética de clones de alta calidad. Debido a que se conocen algunos genes que son de interés para evitar problemas sanitarios estos están siendo introducidos en clones de alto rendimiento. Esta técnica está en fase experimental y existen fuertes restricciones en Europa para liberar estos materiales a campo, por las implicancias ambientales que esto pueda tener.

Producción de biomasa para la producción de tableros de fibras. Estas técnicas, que se encuentran en fase de desarrollo, son similares a los modelos desarrollados en Suecia para la producción de energía. Se presenta como una buena alternativa del uso de álamos en Italia.

Desde una perspectiva comercial, en Italia se pagan altísimos precios por maderas para debobinado con un alto grado de blancura (no está clara la razón del porqué algunos sitios presentan para un mismo clon diferencias importantes de ese carácter). Los precios pueden alcanzar hasta tres veces el valor comercial normal. Esto para una industria muy especializada de contrachapados.

Cultivo del Álamo en Bélgica

Hasta hace algunos años, Bélgica fue un gran productor de clones y poseía uno de los más fuertes programas de mejoramiento genético. En la actualidad se han discontinuado estos trabajos, ya que existe una fuerte presión de la opinión pública para evitar la utilización de clones en bosques públicos y se prefiere una mayor "naturalización" de las plantaciones.

Dada la reducida superficie que presenta Bélgica como país, y las escasas posibilidades de nuevas plantaciones forestales, el objetivo principal es la madera de alta calidad para debobinado. Un interesante aporte para la utilización de los álamos y otras especies en Bélgica, es la gran cantidad y alta calidad de la información con que se cuenta. Por ejemplo, se han desarrollado mapas de suelo y estaciones forestales a escala 1: 5.000, lo que permite una excelente planificación de los bosques futuros y una clara definición de la especie a cultivar según el sitio y objetivo de producción. Otro interesante aporte es la publicación de fichas técnicas que contienen

toda la información necesaria para el cultivo de cada clon, y que contienen una gran cantidad de trabajos dispersos y experiencias acumuladas en innumerables ensayos.

Entre los clones seleccionados, los de origen belga son de alto interés para Chile por sus características de desarrollo, pero presentan la restricción de que la mayoría de ellos tienen a la madre como progenitor común (clon Fritzi Pauley), lo cual implica una estrecha variabilidad. Esto trae como consecuencia la aparición de razas muy peligrosas de *Melampsora spp.* que reducen a tal punto el crecimiento de estos clones que los hacen inviables desde un punto de vista ambiental y comercial.

Los ensayos de campo visitados presentaban una variada conformación y respondían a objetivos puntuales. Es interesante destacar las bajas densidades de plantación utilizadas con rotaciones superiores a 15 años. Esto ha hecho pensar la posibilidad de combinar los usos futuros del bosque con el desarrollo de una plantación de álamos y luego favorecer una regeneración natural de otras especie de mayor valor maderero con rotaciones mucho más largas.

Se analizaron las estrategias del Proyecto, recomendándose en el mediano plazo el aumento en el número de clones probados, ya que muchos de los seleccionados presentan fuertes restricciones de uso en Europa por problemas sanitarios recientes. Para esto se ofrecieron materiales que son de bajo uso en Bélgica, pero a juicio de los expertos tendrían un buen desarrollo en Chile.

Se realizó una presentación del sector forestal chileno y el desarrollo del Proyecto, donde se hicieron interesantes aportes y comentarios para mejorar las actividades de él.

Cultivo del Álamo en Suecia

El objetivo fundamental de la utilización del género *Populus* en Suecia es la bioenergía, siendo el género *Salix* un pilar fundamental en la solución de este problema. Este programa se ha desarrollado por más de 25 años con un fuerte apoyo gubernamental y de la Comunidad Europea. Actualmente existen aproximadamente 1.000.000 ha disponibles que han sido recientemente abandonadas por la agricultura y la ganadería. El programa de mejoramiento genético desarrollado por el Departamento de Bosques de Corta Rotación, dependiente de la Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas en Upsala, considera para el género *Populus* las especies *P. tremula*, *P. tremuloides*, *P. balsamifera*, *P. deltoides* y sus híbridos posibles. Los principales objetivos de mejoramiento son crecimiento (diámetro y altura), resistencia a *Melampsora* y resistencia al frío. Una forma para obtener buenos clones en el futuro es por medio de semillas (pequeñas, fáciles de transportar y cada una es un genotipo diferente), de árboles seleccionados en sus países de origen. El programa sueco en los últimos 5 años introdujo varios cientos de nuevos genotipos desde Estados Unidos, a través de semillas que fueron seleccionadas de rodales semilleros de polinización abierta. Esta introducción considera indistintamente todas las combinaciones posibles entre estas especies, ya que presentan una fuerte hibridación entre ellas en forma natural, siendo los individuos a probar híbridos y especies puras. Todo esto, como primeros pasos para considerar nuevos clones en el programa.

El trabajo se desarrolló en los laboratorios de embriogénesis y transformación genética en el Centro de Genética, dependiente de la Universidad de Ciencias Agrícolas de Suecia en Upsala, para luego en Chile poder reproducir *in vitro* los diferentes clones seleccionados. En el caso de los clones suecos, estos pertenecían a la última generación de selección, los que habían presentado los mejores resultados hasta ese momento, superando a todos los antiguos clones. El problema que se presentó, y que es común para todos los clones seleccionados, es que no existen protocolos específicos conocidos para desarrollar esta técnica, ya que no se utiliza como herramienta de propagación.

Se tuvieron reuniones con los Profesores Lars Christiansson y Sara von Arnold, académicos e investigadores de la Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas en el Departamento de Fisiología

Botánica. Se realizó una presentación del Sector Forestal Chileno y el desarrollo del proyecto, donde se hicieron interesantes aportes y comentarios para mejorar las actividades del Proyecto.

Comentarios y Consideraciones para el Uso de Clones de Álamo

En todos los países visitados se pudo comprobar el alto nivel alcanzado en el desarrollo de la Populicultura y la gran cantidad de experiencia que acompaña las decisiones en la utilización de los clones.

Un punto importante es la alta preocupación por la conservación del patrimonio genético de *Populus*, ya que su utilización desde tiempos remotos ha mermado fuertemente las poblaciones naturales perdiéndose variabilidad, lo que minimiza el uso futuro de la especie asociado al problema de la contaminación genética por hibridación. Desde el punto de vista productivo el clon I-214 es lejos el más plantado en Europa, lo que compromete el cultivo de la especie frente a rápidos cambios en el comportamiento de los patógenos.

Se obtuvo la autorización de prueba de algunos de los clones seleccionados pero los expertos recomendaron sustituir algunos materiales seleccionados por ser muy antiguos, y fueron reemplazados por material de última generación. Dada la experiencia acumulada en Europa en el uso de clones, las reuniones sostenidas con diferentes expertos en el cultivo del álamo, y teniendo en cuenta la abundante literatura reunida, se entrega a continuación una versión preliminar de lo que podrían ser algunas consideraciones y acciones que se deberían tener en cuenta para iniciar un mejor uso futuro de los clones en Chile.

En Europa existe un fuerte control sobre el buen uso del material clonal, siendo definidos claramente tanto los clones utilizados como la calidad de éstos. Por ejemplo, los productores de varetas en Italia deben comprar una vez cada cinco años el material de ceparios en Casale Monferrato, única institución autorizada para vender y certificar el origen de un clon. En Bélgica, las varetas para nuevas plantaciones deben ser adquiridas todos los años en el centro Geraasgarden, en la región de Wallone. En España no existe ninguna restricción al uso del material clonal.

Por parte de Bélgica no hay restricciones para el uso de los clones importados así como para su masificación, siempre que:

Se reconozca la fuente de origen del material y quién lo facilitó (dar crédito a los obtentores del material). No interesa los derechos del obtentor, ya que hay muchos problemas para hacerlos efectivos y no necesariamente es un buen negocio como se cree.

Los nombres de los clones no sean conocidos en campo (identificación a través de colores a las varetas), esto con objetivos de evitar el robo de material y la mala utilización de los clones.

Itinerario de Visitas

Sábado 06 de febrero. Salida desde Santiago 14: 00 h con destino a Madrid.

Domingo 07 de febrero. Llegada a Madrid 7: 00 h.

Lunes 08 de febrero. 9: 00 h. Reunión con los profesores Pilar Carbonero, Isábel Díaz, Tomás Arguello y Pablo Rodríguez, de la Universidad Politécnica de Madrid.

Martes 09 y Miércoles 10 de febrero. 9: 00 h. Reunión y visitas a terreno con la Sr. Nuria Alba y José Manuel Grau del Centro de Investigación Forestal en el Dpto. Mejora Genética y Biotecnología. INIA Apdo. 8.111, 28080- Madrid.

Miércoles 10 viaje a Milán.

Jueves 11 y Viernes 12 de febrero. Visita al Centro de Investigación y Populicultura de Cassale Monferrato de Milán. Presentación de la realidad forestal chilena. El caso de los álamos. Discusión de cooperación en diferentes aspectos de investigación. Visita a ensayos y revisión de protocolos de colecta, instalación y evaluación de ensayos.

Domingo 13 de febrero. Viaje desde Milán a Bélgica.

Lunes 14 al jueves 18 de febrero. Reunión de trabajo con Patrick Mertens del Centre de Recherches sur la Nature, les Forêts et le Bois. Avenue Maréchal Juin, 23 5030 Gembloux- Brúcelas. Presentación de la realidad forestal chilena. El caso de los álamos. Análisis de programas de investigación de *Populus* en Bélgica. Discusión de cooperación en diferentes aspectos de investigación. Visita a ensayos y revisión de protocolos de colecta, instalación y evaluación de ensayos.

Viernes 19 de febrero. Viaje Madrid - Estocolmo.

Lunes 22 de febrero. The Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Short Rotation Forestry. P.O. Box 7016. 75007 Upsala. Sweden. Constitución de equipo de trabajo y formalización del apoyo de la Universidad. Presentación con el Profesor Lars Christersson. Recopilación de información en centros de documentación. Selección definitiva del material a introducir en Chile. Implementación de los trámites de importación. Colecta del material, desinfección y siembra en placas Petri estériles. Presentación "La realidad forestal chilena" y "Exposición del proyecto, Objetivos y alcances.

Lunes 15 de marzo. Regreso a Chile via Madrid.

Martes 16 de marzo. Llegada con el material *in vitro*.

Personas Entrevistadas

En España

José Manuel Grau Corbí. Jefe del Departamento de Selvicultura. Especialista en Populicultura. INIA, Centro de Investigación Forestal. Dpto. Mejora Genética y Biotecnología. grau@inia.es

Federico González Antoñanzas. Ingeniero Técnico Especialista en Populicultura.

M^a Angeles Bueno Pérez. Propagación *in vitro*. bueno@inia.es

Juan Peñuelas Rubira. Ingeniero de Montes. Director Centro Nacional de Mejora Forestal "El Serranillo". Ctra. De Fontanar Km 2. Apdo. 249 19004 Guadalajara. Tel: 21 26 51-2127 60 Fax: 21 10 96. Penuelas@iies.es

En Italia

Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura (ISP) Strada Frassineto 35 / C.P. 116. I-15033 Casale Monferrato AL Tel: (39 142) 454654 Fax: (39 142) 55580 isp@populus.it

Dr. Gianni Facciotto, Tecniche di Coltivazione

Dr. Gianni Allegro, Piagas

Dr. Achille Giorcelli.

Dr. Gaetano Castro, Tecnologia de la Madera

Dr. Lorenzo Vietto.

En Bélgica

Ir. A. Servais, Attaché Comptoir Wallon des Matériels Forestiers de Reproduction, Ministère de la Région Wallonne, DGNE, Division de la Nature et des Forêts, Z.I. d'Aye- Rue A. Feher, B-6900 Marche-en-Famenne, Belgique. Tel: 084 31 65 97 Fax: 084 32 22 35

A. Nanson, Directeur Biologia Forestal, Centre de Recherches sur la Nature les Forêts et le Bois, Avenue Maréchal Juin, 23 5030, Gembloux- Brucelas.

D. Jacques, Investigador en mejora genética de latifoliadas y Larix.

O. Desleucq, Investigador en Coníferas (*Pseudotsuga menziesii*)

A. Leclercq, Inspector Centro de Investigación

En Suecia

The Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Short Rotation Forestry P O. Box 7016, 75007 Upsala, Sweden

Lars Christersson, Profesor

Rasool Hamza

ANEXO 3. FICHAS DE CLONES

Todos aquellos clones incluidos en las fichas realizadas por el Centro Ricerche Produzione Vegetali (CRPV, 2001) y por el Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura (ISP, Sin año), son presentados con ligeras modificaciones al original, agregando en el punto "Otros Antecedentes" aquella información pertinente encontrada en otras publicaciones. Los antecedentes relacionados con "Identificación" proceden principalmente de FAO – International Poplar Commission - Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura (FAO – IPC, 2000). Los clones son: "B.L. Constanzo", "Boccalari", "Cima", "Dvina", "Neva", "Triplo", "Eridano", "I-214", "I-63/51", "Luisa Avanzo".

De algunos de los clones traídos desde Suecia, no se encontró ninguna información. Lo mismo ocurrió con algunos clones presentes en nuestro país, como "Chopa blanca", "Colección Extra B" y "DO1".

Clones introducidos por el Proyecto

"B.L. Constanzo"

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo: I-BL
 Especie: *Populus x euramericana* (Dode) Guinier
 Madre:
 Padre:
 Sección: Aigeiros
 Seleccionador: Matteo Constanzo. Rosasco PV, Italia.
 Sexo: Femenino

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Forma: Semiexpandida
 Hojas:
 Ramificación: Distanciada
 Corteza:

RESISTENCIA A

Caliza activa: Regular
 Humedad: Buena
 Aridez: Adecuada
 Viento: Buena
Venturia populina (Defoliación primaveral): Adecuada
Melampsora spp (Royas): Regular
Marssonina brunnea (Mancha de las hojas): Regular
Discosporium populneum (Necrosis cortical): Regular
 Mancha negra: Adecuada
 Virus del mosaico: Buena
Phloeomyzus passerinii (Afido lanigero): Regular

FUSTE

Capacidad de enraizamiento: Muy buena
 Regularidad de las secciones: Buena
 Rectitud: Muy buena

Facilidad de poda:	Buena
Rapidez de crecimiento:	Muy buena
Estabilidad de crecimiento:	Buena

MADERA

Facilidad de laminado:	Buena
Densidad Básica:	0,31 g/cm ³

OTROS ANTECEDENTES

Según observaciones realizadas en dos viveros de Turquía el enraizamiento de las estacas es de 69 % (Güler y Can, 2000).

"Boccalari"

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo:	I-CB2
Especie:	<i>Populus x euramericana</i> (Dode) Guinier
Madre:	(Propagación vegetativa de un árbol espontáneo, en Pietole Mantovano, Italia)
Padre:	
Sección:	Aigeiros
Seleccionador:	Federico Boccalari, ISP - Casale Monferrato, Italia.
Sexo:	Femenino

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Forma:	Semiexpandida
Hojas:	
Ramificación:	
Corteza:	

RESISTENCIA A

Caliza activa:	Buena
Humedad:	Adecuada
Aridez:	Adecuada
Viento:	Buena
<i>Venturia populina</i> (Defoliación primaveral):	Regular
<i>Melampsora spp</i> (Royas):	Regular
<i>Marssonina brunnea</i> (Mancha de las hojas):	Adecuada
<i>Discosporium populneum</i> (Necrosis cortical):	Regular
Mancha negra:	Adecuada
Virus del mosaico:	Buena
<i>Phloemyzus passerinii</i> (Afido lanigero):	Regular

FUSTE

Capacidad de enraizamiento:	Buena
Regularidad de las secciones:	Adecuada

Rectitud:	Buena
Facilidad de poda:	Buena
Rapidez de crecimiento:	Adecuada
Estabilidad de crecimiento:	Adecuada

MADERA

Facilidad de laminado:	Muy Buena
Densidad Básica:	0,33 g/cm ³

"Cima"

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo:	
Especie:	<i>Populus x euramericana</i> (Dode) Guinier
Madre:	<i>Populus deltoides</i> 3479/958 (Stoneville 1, EE.UU.)
Padre:	? (polinización libre en Roma, Italia)
Sección:	Aigeiros
Seleccionador:	Centro di Esperimentazione Agricola e Forestale. Roma, Italia.
Sexo:	Femenino

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

Forma:	Cilíndrica
Hojas:	
Ramificación:	
Corteza:	

RESISTENCIA A

Caliza activa:	Adecuada
Humedad:	Buena
Aridez:	Regular
Viento:	Buena
<i>Venturia populina</i> (Defoliación primaveral):	Adecuada
<i>Melampsora spp</i> (Royas):	Adecuada
<i>Marssonina brunnea</i> (Mancha de las hojas):	Buena
<i>Discosporium populneum</i> (Necrosis cortical):	Regular
Mancha negra:	Regular
Virus del mosaico:	Muy Buena
<i>Phloemyzus passerinii</i> (Afido lanigero):	Adecuada

FUSTE

Capacidad de enraizamiento:	Muy Buena
Regularidad de las secciones:	Buena
Rectitud:	Muy Buena
Facilidad de poda:	Regular
Rapidez de crecimiento:	Muy Buena
Estabilidad de crecimiento:	Muy Buena

MADERA

Facilidad de laminado: Adecuada
 Densidad Básica: 0,33 g/cm³

OTROS ANTECEDENTES

Los ejemplares del clon "Cima" mantienen su rectitud a pesar de presentar gran cantidad de ramas. Empleo en populicultura intensiva en buenos sitios con riego (Moulin de Bariteau, 2002b).

CIFOR-INIA (sin año) en un ensayo de comparación de clones de álamo en parcelas ubicadas en Madrid (riberas del río Jarana), Guadalajara (riberas del río Henares) y Valladolid (riberas del río Duero), llegó a la conclusión que el clon "Cima" (además de otros cuatro) era una clara alternativa al clon "I-214" utilizado como testigo.

Spanos *et al.* (2000) informan de los resultados obtenidos al primer año en un ensayo realizado en Grecia, con 10 clones plantados a partir de estacas, a una distancia de 1,0 x 1,0 m, cuyo objetivo era la producción de biomasa, con una rotación de 3 a 4 años. El clon "Cima" obtuvo el segundo mayor DAP (diámetro a la altura del pecho), 2,3 cm, muy superior al testigo, el clon "I-214", con 1,8 cm de DAP.

En ensayos realizados en Villa Atuel, provincia de Mendoza, Argentina, por Calderón *et al.* (2000), con distintos clones de *Populus deltoides* y *Populus x euramericana*, el clon "Cima" fue el que obtuvo el mejor rendimiento en volumen de madera, pero al mismo tiempo fue el más susceptible al ataque de cancrrosis (*Septoria musiva* Peck)

Según observaciones realizadas en dos viveros de Turquía el enraizamiento de las estacas es de 86 % (Güler y Can, 2000).

"Dvina" 

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo: "35/66"; "66-035"; "D1-224"
 Especie: *Populus deltoides* Bartr.
 Madre: *Populus deltoides* "55-83" (Allen Co., Kansas, EE.UU.)
 Padre: ? (polinización libre en Casale Monferrato)
 Seleccionador: ISP - Casale Monferrato, Italia
 Sección: Aigeiros
 Sexo: Masculino
 Licencia: 162NV92

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Forma: Semiexpandida
 Hojas: Verde claro a la madurez (bronceadas al brotar),
 Ramificación:
 Corteza: Rugosa, color claro

RESISTENCIA A

Caliza activa: Adecuada
 Humedad: Regular
 Aridez: Buena

Viento:	Adecuada
<i>Venturia populina</i> (Defoliación primaveral):	Muy Buena
<i>Melampsora spp</i> (Royas):	Buena
<i>Marssonina brunnea</i> (Mancha de las hojas):	Muy Buena
<i>Discosporium populneum</i> (Necrosis cortical):	Muy Buena
Mancha negra:	Muy Buena
Virus del mosaico:	Regular
<i>Phloemyzus passerinii</i> (Afido lanigero):	Buena

FUSTE

Capacidad de enraizamiento:	Adecuada
Regularidad de las secciones:	Buena
Rectitud:	Muy Buena
Facilidad de poda:	Mala
Rapidez de crecimiento:	Muy Buena
Estabilidad de crecimiento:	Muy Buena

MADERA

Facilidad de laminado:	Buena
Densidad Básica:	0,33 g/cm ³

OTROS ANTECEDENTES

Parece tolerar períodos de sequía mejor que la mayoría de los clones euroamericanos. Presenta un ritmo de crecimiento sostenido, con incrementos netamente superiores a "I-214" en un amplio espectro de ambientes, dando resultados óptimos tanto en suelos arenosos como en suelos arcillosos. Como las ramas, durante el primer año, tienen la tendencia a engrosar rápidamente, se debe prestar particular atención a la poda. Su madera es de buena calidad, adecuada para todos los principales usos industriales, incluyendo el laminado (ISP, 1997).

El clon "Dvina" presenta un crecimiento igual o superior al de "I-214", y es muy resistente al viento. Presenta un fuerte crecimiento inicial, con un rápido aumento del diámetro de las ramas, lo que aconseja una poda precoz (Moulin de Bariteau, 2002a).

"Neva"

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo:	74/76; 76-074
Especie:	<i>Populus x euramericana</i> (Dode) Guinier
Madre:	<i>P. deltoides</i> "67-008" (55-071 Illinois x ¿?)
Padre:	<i>P. nigra</i> "PI65-014" (Lucca, Italia)
Sección:	Aigeiros
Seleccionador:	ISP - Casale Monferrato
Sexo:	Femenino
Licencia:	166NV92

CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS

Forma:	Cilíndrica
Hojas:	verdes a la madurez (bronceadas al brotar)
Corteza:	Color claro con suberificaciones horizontales características

RESISTENCIA A

Caliza activa:	Buena
Humedad:	Buena
Aridez:	Adecuada
Viento:	Regular
<i>Venturia populina</i> (Defoliación primaveral):	Mala
<i>Melampsora spp</i> (Royas):	Mala
<i>Marssonina brunnea</i> (Mancha de las hojas):	Adecuada
<i>Discosporium populneum</i> (Necrosis cortical):	Adecuada
Mancha negra:	Adecuada
Virus del mosaico:	Muy Buena
<i>Phloemyzus passerinii</i> (Afido lanífero):	Buena

FUSTE

Capacidad de enraizamiento:	Muy Buena
Regularidad de las secciones:	Muy Buena
Rectitud:	Muy Buena
Facilidad de poda:	Muy Buena
Rapidez de crecimiento:	Muy Buena
Estabilidad de crecimiento:	Buena

MADERA

Facilidad de laminado:	Muy Buena
Densidad Básica:	0,33 g/cm ³

OTROS ANTECEDENTES

Su crecimiento es bueno en un amplio espectro de ambientes. La rectitud y cilindridad del fuste lo hacen particularmente apropiado para la obtención de madera laminada. Además, su madera es muy adecuada para todos los usos industriales. Su principal defecto es su elevada susceptibilidad a la Defoliación primaveral y a las Royas, por lo que se recomienda plantar al clon "Neva" en rodales aislados donde predominen otros cultivos (ISP, 1997).

Generalmente, el incremento anual medio en diámetro alcanza su máximo en la séptima temporada de crecimiento y luego disminuye sensiblemente. Los crecimientos en diámetro no difieren de los de "I-214", cualquiera que sea la edad o el sitio. La rectitud de su fuste es notable (Moulin de Bariteau, 2002a).

Presenta una forma casi perfecta. Debido a una dominancia apical óptima, raramente se deben realizar podas correctivas. La poda de elevación es simple, ya que en la parte inferior de la copa presenta una ramificación breve, ligera, uniformemente distribuida en forma horizontal (ISP, 1997).

"NM6"

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo:	"NM6"; "Maxfünf"; "Max-5"; "OJPNM-104"; "PE86-020"
Especie:	<i>P. nigra x maximowiczii</i>
Madre:	<i>P. nigra</i> L.

Padre: *P. maximowiczii* A. Henry
 Sección: Aigeiros x Tacamahaca
 Seleccionador:
 Sexo: Femenino

OTROS ANTECEDENTES

Hogan *et al.* (1996), probaron siete clones de álamos en Canadá, considerados de rápido crecimiento y productores de fibras y biomasa. En los ensayos de evaluación precoz, NM6 exhibió una alta tasa de crecimiento inicial y la mantuvo hasta el cese del crecimiento en altura al comienzo del otoño.

Tharakan *et al.* (1998) establecieron en 1997, en el centro del estado de New York y en centro norte de Wisconsin, un ensayo de selección genética con 40 clones de sauces y álamos, para evaluar su rendimiento relativo y sus características ecofisiológicas. Al término del primer año, el clon NM6 exhibió la máxima área foliar media y la máxima producción de biomasa de tallo.

Según ensayos realizados por la empresa forestal canadiense Domtar Cornwall, en Ontario, el clon que ha dado los mejores resultados tanto en altura como en diámetro es el NM6; tanto es así que se le emplea como testigo en muchas de las experiencias (Richardson, 1999).

En estudios realizados por Western Colorado Research Center (WCRC), en Fruita, Colorado, con ocho clones de álamos, el clon NM6 se situó entre los mejores, alcanzando al término del primer año de plantación una sobrevivencia del 98%, una altura de 10 m y un DAP de 2 cm (Pearson, 2000).

De acuerdo con Minnesota Hybrid Poplar Research Cooperative (MHPRC), el clon NM6 se encuentra entre los tres clones recomendados para plantarlos comercialmente en el estado de Minnesota. MHPRC llegó a esta conclusión luego de cinco años de ensayos en que probó nueve nuevos clones (U.S. Department of Energy, 2000)

Volk *et al.* (2000) informan que el clon NM6 obtuvo al término del primer año de cultivo, la más alta producción de biomasa (3.083 kg/ha) aunque no difirió significativamente del clon NM5, pero sí de los 12 clones restantes ensayados en Peter's Tract, Delaware. La sobrevivencia fue de 96%, calificada como excelente en consideración a la sequía ocurrida ese año (1999).

Punshon y Adriano (sin año), según resultados obtenidos en un proyecto desarrollado en Savannah River Site con el objeto de desarrollar técnicas de fitoremediación, informan que el clon NM6, cultivado junto a otros clones en soluciones hidropónicas con el objeto de observar sus respuestas como especies fitoextractoras de níquel, produjo la mayor cantidad de biomasa y acumuló altos niveles de Ni, antes que se produjera una inhibición del crecimiento.

Según FCDU (1998) los ejemplares de este clon pueden ser destinados para la obtención de chips, pulpa, chapas, y leña.

"Triplo"

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo: I-37/61
 Especie: *Populus x euramericana* (Dode) Guinier
 Madre: *P. deltoides* 51-078 (Mississippi, EE. UU)

Padre: *Populus x euramericana* 438p (forma tetraploide de *Populus x euramericana* I-154)
 Sección: Aigeiros
 Seleccionador: ISP - Casale Monferrato
 Sexo: Masculino

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

Forma: Expandida
 Hojas: Grandes
 Foliación: Tardía
 Ramificación: Verticilada
 Corteza: Muy rugosa

RESISTENCIA A

Caliza activa: Muy Buena
 Humedad: Muy Buena
 Aridez: Adecuada
 Viento: Adecuada
Venturia populina (Defoliación primaveral): Muy Buena
Melampsora spp (Royas): Adecuada
Marssonina brunnea (Mancha de las hojas): Buena
Discosporium populneum (Necrosis cortical): Adecuada
 Mancha negra: Adecuada
 Virus del mosaico: Adecuada
Phloemyzus passerinii (Afido lanigero): Regular

FUSTE

Capacidad de enraizamiento: Adecuada
 Regularidad de las secciones: Buena
 Rectitud: Buena
 Facilidad de poda: Adecuada
 Rapidez de crecimiento: Adecuada
 Estabilidad de crecimiento: Buena

MADERA

Facilidad de laminado: Adecuada
 Densidad Básica: 0,34 g/cm³

OTROS ANTECEDENTES

Según observaciones realizadas en dos viveros de Turquía el enraizamiento de las estacas varia entre 52 y 65 % (Güler y Can, 2000).

Transcurridos 10 años de establecimiento de tres experiencias de comparación de clones en la cuenca del Tajo (Madrid), "Triplo" se encuentra entre los cuatro mejores clones considerando la producción y calidad del fuste para su aprovechamiento industrial en debobinado. Por tratarse de un clon de sexo masculino, lo hace ser de interés en la implantación de alamedas próximas a centros urbanos y para su empleo en jardinería (CIFOR-INIA, sin año).

En ensayos de comparación de 51 clones realizados por CIFOR-INIA (Sin año), entre 1988 y 1991, en la Ribera del Carrión (Palencia), el clon "Triplo" se ubicó entre los tres mejores.

"Unal"

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo: UNAL-7; S.910-1; 29/79
 Especie: *P. x interamericana*
 Madre: *P. trichocarpa* "Fritzi Pauley"
 Padre: "S.1-173" (*P. deltoides*, Iowa x *P. deltoides*, Missouri, EE.UU)
 Sección: Aigeiros x Tacamahaca
 Seleccionador: Rijksstation voor Populiernteelt. Geraardsbergen, Bélgica.
 Sexo: Masculino

OTROS ANTECEDENTES

"Unal" corresponde a uno de los tres mejores clones plantados en el área de Saint-Ours, cerca de la ribera sur del Río San Lorenzo, Canadá, alcanzando a los 15 años entre 22 a 24 m de altura y 35 a 43 cm de diámetro (Richardson, 1999).

Es un clon muy productivo, con una gran amplitud edáfica. Los árboles presentan un fuste recto, son sensibles al viento, y no resisten la sequía estival y el anegamiento (CEMAGREF/INRA, 1995). Su madera es de densidad media, y varía entre 340 a 370 kg/m³; su corteza, en términos de volumen, es inferior al 10% (Gutiérrez *et al.*, 2000)

De acuerdo con los resultados obtenidos por CIFOR-INIA (sin año) al cabo de años de experiencias de comparación de clones de álamos en la cuenca del Jarama, en terrenos de media montaña, el clon UNAL ha presentado un comportamiento excepcional, con crecimientos similares o superiores a los testigos "I-214" y "Campeador".

González-Antonanzas *et al.* (2000) informan de los resultados obtenidos por CIFOR-INIA en cinco parcelas experimentales de ensayo de 48 clones de álamos (Guadalajara, España), empleando a "I-214" como control, ubicadas en terrenos agrícolas abandonados (cereales de invierno), a altitudes de 1.400 m, sin riego, sin laboreo del suelo o uno al año, plantados a 5,0 x 5,0 m. En dichas parcelas, el clon Unal presentó un crecimiento muy aceptable, similar al control "I-214". Igualmente, Grau *et al.* (2000) informan de otros resultados obtenidos también por CIFOR-INIA, en seis parcelas experimentales donde se compararon clones *P. x interamericana* con otros más rústicos originados por *P. nigra*, *P. trichocarpa*, entre otros; el total de clones fue 25. Nuevamente, el clon "Unal" presentó un crecimiento semejante a "I-214", considerado control.

Todos los clones "Unal" son resistentes a todas las razas de *Melampsora larici-populina* (Lonsdale y Tabbush, 1998).

Clones Existentes en Chile"Campeador"

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo: "Campeador"
 Especie: *Populus x euroamericana*
 Madre: *Populus x euroamericana* "I-214" (presumiblemente)

Padre:
 Sección: Aigeiros
 Seleccionador: Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid, España
 Sexo: Femenino

OTROS ANTECEDENTES

Presenta una gran similitud con el clon "I-214". Es el único clon español con auténtico reconocimiento internacional, si bien fue necesario proceder a su identificación electroforética para demostrar sus diferencias con el propio clon "I-214" (Padró, 1992).

González-Antonanzas *et al.* (2000) informan de los resultados obtenidos por CIFOR-INIA en cinco parcelas experimentales de ensayo de clones de álamos (Guadalajara, España), empleando a "I-214" como control, ubicadas en terrenos agrícolas abandonados (cereales de invierno), a altitudes de 1.400 m, sin riego, sin laboreo del suelo o uno al año. En dichas parcelas, el clon Campeador presentó un crecimiento muy aceptable, similar al control "I-214".

En ensayos de comparación de clones realizados por CIFOR-INIA (Sin año) en la Cuenca del Duero, el clon Campeador se ubicó entre los 10 mejores tanto entre los 39 clones plantados en la Ribera del Pisuerga (Valladolid), como entre los 51 clones plantados en la Ribera del Carrión (Palencia) y entre los 61 clones plantados en la Ribera del Esla (León).

Transcurridos 10 años de establecimiento de tres experiencias de comparación de clones en la cuenca del Tajo (Madrid), "Campeador" se encuentra entre los cuatro mejores clones considerando la producción y calidad del fuste para su aprovechamiento industrial en debobinado (CIFOR-INIA, sin año).

Gutiérrez *et al.* (2000) afirman que la densidad básica de su madera es baja, semejante a la de "I-214", y que se ubica entre 310 y 340 kg/m³.

"Carolinensis porteño"

Corresponde al nombre de fantasía y no se ha podido determinar su nombre científico (Loewe *et al.*, 1996). En Chile es comercializado bajo esta designación.

"Categoría 6451"

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo:
 Especie: *Populus deltoides*
 Madre:
 Padre:
 Sección:
 Sexo:

OTROS ANTECEDENTES

"Categoría 6451" corresponde al nombre de fantasía ya que no se ha podido determinar su nombre científico (Loewe *et al.*, 1996). Se encuentra en etapa de prueba en el fundo Copihue de la Compañía Agrícola y Forestal El Alamo.

"Eridano"

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo:	"I-83/58"; "58-083"
Especie:	<i>P. deltoides</i> x <i>maximowczii</i>
Madre:	<i>P. deltoides</i> "I-37" (Casale Monferrato, Italia)
Padre:	<i>P. maximowczii</i> (Hokkaido, Japón)
Sección:	Aigeiros x Tacamahaca
Seleccionador:	Casale Monferrato
Sexo:	Masculino

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y TECNOLÓGICAS

Forma:	Expandida
Hojas:	Verde claro brillante
Ramificación:	En verticilos
Corteza:	Lisa en ejemplares jóvenes, luego se torna rojiza y se agrieta

RESISTENCIA A

Caliza activa:	Mala
Humedad:	Regular
Aridez:	Muy Buena
Viento:	Regular
<i>Venturia populina</i> (Defoliación primaveral):	Muy Buena
<i>Melampsora</i> spp (Royas):	Muy Buena
<i>Marssonina brunnea</i> (Mancha de las hojas):	Muy Buena
<i>Discosporium populneum</i> (Necrosis cortical):	Muy Buena
Mancha negra:	Muy Buena
Virus del mosaico:	Muy Buena
<i>Phloemyzus passerinii</i> (Afido lanigero):	Muy Buena

FUSTE

Capacidad de enraizamiento:	Adecuada
Regularidad de las secciones:	Regular
Rectitud:	Adecuada
Facilidad de poda:	Regular
Rapidez de crecimiento:	Buena
Estabilidad de crecimiento:	Regular

MADERA

Facilidad de laminado:	Mala
Densidad Básica:	0,310 g/cm ³

OTROS ANTECEDENTES

Según Padró (1992), el clon 'Eridano' tiene copa semiexpandida, bastante desordenada, con un fuste más o menos sinuoso y corteza lisa; sin embargo, Hawke's Bay Regional Council (2000) y Wilkinson (2001b) indican que los árboles son estrechos y rectos, comenzando a expandir su copa a partir de los 10 años.

Sus hojas, de color verde claro muy brillante, son glabras por el envés, triangulares, ligeramente más largas que anchas, con una base un poco acorazonada o recta y un margen ondulado; pueden ser muy largas en los árboles jóvenes. Se ramifica en verticilos bien marcados, con ramas poco gruesas, lo que permite una poda fácil (Wilkinson, 2001b). La defoliación ocurre tempranamente (Padró, 1992; Wilkinson, 2001b).

Según observaciones realizadas en dos viveros de Turquía el enraizamiento de las estacas es de 59 % (Güler y Can, 2000).

Es sensible a la sequía y a los vientos salinos, pero muy tolerante a las heladas (Yalden, 2001). Para obtener un buen crecimiento y forma, debe ser plantado en suelos profundos con buen drenaje y alta humedad en el verano. De acuerdo a Hawke's Bay Regional Council (2000), en sectores muy expuestos puede ser dañado por el viento; sin embargo, Padró (1992) señala que es muy resistente a éste.

Es altamente resistente a *Melampsora larici-populina*, *M. medusae* y a la mancha ("spot") de las hojas causada por *Marssonina brunnea* (Wilkinson, 2001b), es resistente a *Venturia*, pero es sensible al Virus del Mosaico (Padró, 1992). Sus hojas presentan una alta resistencia a la oxidación (Hawke's Bay Regional Council, 2000). El follaje y la corteza tienen gran cantidad de sustancias fenólicas que hacen al clon poco palatable a los conejos y a la zarigüeya (Wilkinson, 2001a).

Es de rápido crecimiento y alcanza 25-30 m de altura (Wilkinson, 2001b). En plantaciones de ribera, entre los 13 y 15 años, alcanza incrementos de 1,5 m en altura y 3 cm de diámetro por año. A esa misma edad, la densidad básica es de 340 kg/m³, la contracción al 12 % de contenido de humedad es de 4,8 tangencial y 1,9 radial, el contenido de humedad verde es de 97%, y el duramen tiene un contenido de humedad del 3 %. Su madera, de color blanco, puede ser utilizada para chapas, pulpa y tableros (Wilkinson, 2001a).

El clon "Eridano" es recomendado para la estabilización de laderas y control de la erosión en los barrancos (Hawke's Bay Regional Council, 2000).

"I-214"

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo:	"I-214"
Especie:	<i>Populus x euroamericana</i>
Madre:	"Canadese bianco"
Padre:	<i>Populus deltoides</i> "Caroliniano prodigioso" (Parco di Miradolo, Italia)
Sección:	Aigeiros
Seleccionador:	Giovanni Jacometti (1929), Istituzione per il Miglioramento del Pioppo, Italia.
Sexo:	Femenino

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Forma:	Semiexpandida
Hojas:	Verde claro, de gran tamaño
Foliación:	Muy precoz
Defoliación:	Tardía
Ramificación:	Verticilada, con ramas gruesas
Corteza:	Fina y lisa

RESISTENCIA A

Caliza activa:	Buena
Humedad:	Adecuada
Aridez:	Adecuada
Viento:	Buena
<i>Venturia populina</i> (Defoliación primaveral):	Muy Buena
Melampsora spp (Royas):	Adecuada
<i>Marssonina brunnea</i> (Mancha de las hojas):	Regular
Discosporium populneum (Necrosis cortical):	Adecuada
Mancha negra:	Buena
Virus del mosaico:	Muy Buena
Phloemyzus passerinii (Afido lanífero):	Regular

FUSTE

Capacidad de enraizamiento:	Muy Buena
Regularidad de las secciones:	Adecuada
Rectitud:	Adecuada
Facilidad de poda:	Buena
Rapidez de crecimiento:	Buena
Estabilidad de crecimiento:	Muy Buena

MADERA

Facilidad de laminado:	Buena
Densidad Básica:	0,29 g/cm ³

OTROS ANTECEDENTES

Según observaciones realizadas en dos viveros de Turquía el enraizamiento de las estacas varía entre 88 y 93 % (Güler y Can, 2000).

El clon "I-214", junto al clon "Campeador", es el más representativo de la populicultura española. Es el clon del cual se dispone mayor información, pues ha sido objeto de estudios en todos los países en que se desarrolla el cultivo de álamos. Es el patrón experimental más frecuente, pues se emplea de testigo sistemático en la investigación de nuevos clones (Padrò, 1992).

Presenta un temperamento muy plástico, se acomoda a diferentes climas y suelos. Es sensible a heladas precoces (CIFOR-INIA, 1992).

Transcurridos 10 años de establecimiento de tres experiencias de comparación de clones en la cuenca del Tajo (Madrid), "I-214" se encuentra entre los cuatro mejores clones considerando la producción y calidad del fuste para su aprovechamiento industrial en debobinado (CIFOR-INIA, sin año).

En la zona de Parral, Chile, "I-214" presenta un volumen por árbol de 1,6 m³ a los 16 años (Ulloa, 1995, citado por Loewe *et al.*, 1996).

"I-488"

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo:	"I-488"
Especie:	<i>Populus x euroamericana</i>

Madre: "Canadese bianco"
 Padre: "Caroliniano prodigioso" (Parco di Miradolo, Italia)
 Sección: Aigeiros
 Seleccionador: Giovanni Jacometti (1929), Istituzione per il Miglioramento dil Pioppo. Italia.
 Sexo: Femenino

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

Forma: Semiexpandida
 Hojas:
 Ramificación: Verticilada
 Fuste: Recto
 Corteza: Lisa, verde-blanquecina, suave al tacto

OTROS ANTECEDENTES

Según observaciones realizadas en dos viveros de Turquía el enraizamiento de las estacas es de 78 % (Güler y Can, 2000).

Su crecimiento es limitado (inferior a "I-214"), a causa de su foliación tardía; sin embargo es un clon considerado importante por su gran rectitud de fuste y la alta calidad de su madera. Su madera tiene densidad media a alta (0,32 g/m³). La pérdida volumétrica es baja por la rectitud del fuste. Es sensible a *Marsonnina spp.* y al Pulgón lanífero. En Francia e Italia ha sido prescrita su plantación por su alta susceptibilidad a *Marsonnina brunnea* (Padró, 1992).

En la zona de Parral, Chile, puede alcanzar un volumen individual de 1,0 a 1,2 m³ a los 16 años (Ulloa, 1995, citado por Loewe *et al.*, 1996).

"I-63/51"

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo: "Harvard", D1-217 (en Chile también conocido como "Rolando")
 Especie: *Populus deltoides* Marsh
 Madre: *Populus deltoides* var. *missouriensis* (Stoneville, Mississippi, EE.UU.)
 Padre: ¿? (polinización abierta)
 Sección: Aigeiros
 Seleccionador: ISP - Casale Monferrato
 Sexo: Masculino
 Licencia:

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y TECNOLOGICAS

Forma: Expandida
 Color Hojas:
 Clor Yemas:
 Fuste:
 Corteza:

RESISTENCIA A

Caliza activa: ¿?
 Humedad: ¿?
 Aridez: ¿?

Viento:	Regular
<i>Venturia populina</i> (Defoliación primaveral):	Muy Buena
<i>Melampsora spp</i> (Royas):	Buena
<i>Marssonina brunnea</i> (Mancha de las hojas):	Muy Buena
<i>Discosporium populneum</i> (Necrosis cortical):	Muy Buena
Mancha negra:	Muy Buena
Virus del mosaico:	Regular
<i>Phloemyzus passerinii</i> (Afido lanígero):	Buena

FUSTE

Capacidad de enraizamiento:	Adecuada
Regularidad de las secciones:	Buena
Rectitud:	Buena
Facilidad de poda:	Regular
Rapidez de crecimiento:	Muy Buena
Estabilidad de crecimiento:	Buena

MADERA

Facilidad de laminado:	Buena
Densidad Básica:	¿?

OTROS ANTECEDENTES

Su nombre hace referencia a la Universidad de Harvard, desde donde se envió la semilla originada por polinización abierta en la región de Stoneville (Mississippi, USA) en un *Populus deltoides* var. *missouriensis* (FAO-IPC, 2000). En Chile, este clon también se le denomina "Rolando" en reconocimiento a la labor de su introductor y propulsor de numerosos clones en el país, el Ingeniero Agrónomo Guillermo Rolando, administrador del fundo Copihue de la Compañía Agrícola y Forestal El Alamo (Serra, 1999).

Clon de buen crecimiento, similar al del "I-214". Requiere suelos ricos y abundantes en agua. Es sensible a las heladas tempranas, a la sequía, y moderadamente al viento. De gran rusticidad y adaptación a terrenos de complejidad edáfica, entre ellos los de tendencia al encharcamiento o con ciertos niveles de arcilla. Presenta mala propagación vegetativa para ser álamo (Padró, 1992).

En ensayos realizados en Villa Atuel, provincia de Mendoza, Argentina, por Calderón *et al.* (2000), con distintos clones de *Populus deltoides* y *Populus x euramericana*, el clon "I-63/51" fue uno de los dos más resistentes al ataque de cancrisis (*Septoria musiva* Peck.)

Su madera es buena, de densidad media a alta (0,35 a 0,37 g/m³). Al ser debobinado presenta una alta pérdida volumétrica, debido a la gran conicidad del fuste (Loewe *et al.*, 1996).

En la zona de Parral, Chile, puede alcanzar un volumen individual de 1,6 m³ a los 16 años (Ulloa, 1995, citado por Loewe *et al.*, 1996).

"Luisa Avanzo"

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo:	"Giorgione"
Especie:	<i>Populus x euroamericana</i>

Madre: *Populus deltoides* "3479/958" (Stoneville 1, EE.UU)
 Padre: *Populus nigra* (del Lazio) (polinización abierta)
 Sección: Aigeiros
 Seleccionador: Centro di Esperimentazione Agricola e Forestale. Roma, Italia.
 Sexo: Femenino

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y TECNOLOGICAS

Forma: Cilíndrica
 Hojas: Pequeñas
 Foliación: Ligeramente tardía
 Defoliación: Muy tardía
 Ramificación: No verticilada, abundante.
 Yemas:
 Corteza:

RESISTENCIA A

Caliza activa: Adecuada
 Humedad: Buena
 Aridez: Regular
 Viento: Muy Buena
Venturia populina (Defoliación primaveral): Adecuada
Melampsora spp (Royas): Regular
Marssonina brunnea (Mancha de las hojas): Buena
Discosporium populneum (Necrosis cortical): Regular
 Mancha negra: Regular
 Virus del mosaico: Muy Buena
Phloemyzus passerinii (Afido lanígero): Adecuada

FUSTE

Capacidad de enraizamiento: Muy Buena
 Regularidad de las secciones: Buena
 Rectitud: Muy Buena
 Facilidad de poda: Regular
 Rapidez de crecimiento: Muy Buena
 Estabilidad de crecimiento: Muy Buena

MADERA

Facilidad de laminado: Buena
 Densidad Básica: 0,34 g/cm³

OTROS ANTECEDENTES

Según observaciones realizadas en dos viveros de Turquía el enraizamiento de las estacas varía entre 81 y 93 % (Güler y Can, 2000).

En Italia se plantó a partir de 1968, y en Francia desde 1987. Tiene un carácter meridional, y se adapta a condiciones aluviales húmedas. Es muy resistente a *Marssonina brunnea*. Actualmente no se cultiva debido a una gran sensibilidad a *Dothichiza* y a la mancha negra, afecciones ligadas a un estado de debilidad debido a una baja de la napa freática en el valle del Po. Por ello se debe poner particular atención en la calidad del suelo donde se plante y del riego durante el periodo estival. Tiene hojas pequeñas y una excelente forma. Desarrolla una enorme masa de ramas, por lo que es recomendable podar cada año (Moulin de Bariteau, 2002c).

Rodríguez *et al.* (Sin año) analizaron la influencia de tres métodos de poda alta sobre la repartición del crecimiento en el árbol, sobre plantaciones de ejemplares de "Luisa Avanzo", situada en Alcolea de Cinca (Huesca). Las podas aplicadas entre los 4 a los 7 años, produjeron una mejora tecnológica de la madera, y una mejora en la producción y el rendimiento. La ganancia en producción se debe al aumento de la cilindridad del fuste, la cual repercute en la mejora de calidad y rendimiento de la madera.

El crecimiento del clon "Luisa Avanzo" es superior a otros clones, sobre todo en buenas condiciones edáficas. Se adapta a gran cantidad de terrenos, sin embargo no soporta caliza activa. Presenta una excelente resistencia al viento. La densidad de la madera es alta, superior a la de "I-214", válida para todas las aplicaciones industriales. Resiste *Melampsora spp.* y *Marsonnina spp.* Es sensible al estrés hídrico y a insectos perforadores, sobre todo los árboles jóvenes (Padró, 1992).

Es uno de los clones calificados como modernos desde el punto de vista de la ramificación y necesidades de poda. La tendencia actual de la mejora genética del género *Populus* se dirige a la obtención de este tipo de clones (Padró, 1992).

En ensayos de comparación de 61 clones realizados por CIFOR-INIA (Sin año), en la Cuenca del Duero, en la Ribera del Esla (León), el clon "Luisa Avanzo" se encuentra entre los cuatro mejores. La misma institución, instaló 51 clones en la Ribera del Carrión (Palencia), y el clon "Luisa Avanzo" se ubicó entre los dos mejores.

"NNDV"

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo: "NNDV"
 Especie: *Populus x euroamericana*
 Madre:
 Padre:
 Sección:
 Seleccionador:
 Sexo: femenino
 Licencia:

OTROS ANTECEDENTES

En la actualidad existe una polémica de supuesta identidad del clon "NNDV" con el clon "I-488". Es el máximo representante de la populicultura portuguesa. Su crecimiento es bueno, similar a "I-214". Presenta alta plasticidad (Padró, 1992).

CIFOR-INIA (sin año), en ensayos de comparación de clones de álamo ubicados en Madrid (riberas del río Jarana), Guadalajara (riberas del río Henares) y Valladolid (riberas del Río Duero), llegó a la conclusión que el clon "NNDV" (además de otros cuatro) era una clara alternativa al clon "I-214" utilizado como testigo.

En ensayos de comparación de 51 clones realizados por CIFOR-INIA (Sin año), instalados, entre 1988 y 1991, en la Cuenca del Duero, en la Ribera del Carrión (Palencia), el clon "NNDV" se ubicó en el quinto lugar entre los 15 mejores.

"Stoneville 109"

IDENTIFICACIÓN

Sinónimo: "Stoneville 109", "ST-109", "Bolivar Belle"
 Especie: *Populus deltoides* Marsh.
 Madre:
 Padre:
 Sección: Aigeiros
 Seleccionador: Southern Forest Experimental Station. Stoneville, Mississippi, EE.UU.
 Sexo: Femenino

OTROS ANTECEDENTES

Clon de sexo femenino generado a partir de semillas obtenidas de la polinización abierta de ejemplares seleccionados de *Populus deltoides*, colectadas en las riberas del Mississippi en ciudad de Bolivar, USA (Mohn *et al.*, 1970).

Se han descrito 14 clones, entre ellos Stoneville 109. Son todos de bajas latitudes, cercanas al límite meridional de la especie, y han sido seleccionados para la producción de madera de trituración, por lo cual se han preocupado de su crecimiento juvenil, que es extraordinario en buenos suelos aluviales (Mohn *et al.*, 1970).

ANEXO 4. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y FENOLÓGICA DE NUEVE CLONES DE *Populus* spp. EN LA COMUNA DE RETIRO, VII REGIÓN.

Memoria de Título de Ursula Partarrieu (Prof. Guía: María Teresa Serra). Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

Se caracterizó, morfológica y fenológicamente, material adulto y juvenil de nueve clones de *Populus* de interés comercial en Chile. La caracterización morfológica se realizó a través de 18 caracteres, mediante los cuales se estableció el grado de similitud que presentaban los clones. La caracterización fenológica se realizó basándose en los registros de las fases de los eventos de foliación, floración y abscisión de hojas.

Se construyó una clave de identificación de los clones en estudio, basada en los estados que asumieron los caracteres que los diferencian. La textura de la corteza fue el carácter que definió la separación de los clones en el nivel de menor similitud.

La actividad vegetativa de los clones en estudio se concentró entre los meses de agosto y mayo. Los primeros en comenzar con el evento de foliación fueron los ejemplares de Luisa Avanzo e I-214, mientras que los más tardíos fueron los de I-63/51. En el evento de floración de los ejemplares femeninos, la dispersión de semillas ocurrió desde la segunda quincena de octubre hasta los primeros días de noviembre; en de floración de los ejemplares masculinos, la dispersión de polen se produjo durante el mes de septiembre, en lapsos cortos de tiempo. La abscisión de hojas ocurrió desde los últimos días de marzo hasta la segunda quincena de abril; los primeros en concluir con este evento fueron los ejemplares de I-63/51 y los ejemplares adultos de Stoneville 109, mientras que los últimos fueron los ejemplares de Luisa Avanzo.

ANEXO 5. MICROPROPAGACIÓN DE *POPULUS DELTOIDES X MAXIMOWICZII* (ERIDANO) A PARTIR DE YEMAS AXILARES

Memoria de Título de Carolina Urtubia (Prof. Guía: Angel Cabello). Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

Populus deltoides x maximowiczii "Eridano" es un híbrido de interés para ser cultivado en Chile, dadas sus características de crecimiento y calidad de la madera; sin embargo, el bajo número de ejemplares existentes en el país impiden su propagación masiva en vivero. Ante dicha situación, se investigó su propagación mediante cultivo *in vitro*, evaluando el efecto de la aplicación de una citoquinina en la producción de brotes y determinando el factor de multiplicación y el enraizamiento.

Se obtuvieron yemas latentes de ejemplares cultivados en el Populeto de la Compañía Agrícola y Forestal "El Álamo" (Fundo Copihue, Parral, VII Región), y los ensayos se ejecutaron en el Laboratorio de Semillas del Departamento de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile.

Las yemas se desinfectaron y se cultivaron en medio Murashige y Skoog, al que se le adicionó 6-bencilaminopurina (BAP), en tres concentraciones y en tres oportunidades. La temperatura de cultivo varió entre 22° y 26° C, con un fotoperíodo de 16 horas.

La contaminación inicial fue baja (7,5 %). La mortalidad varió entre 96 % (de las yemas) para el testigo, y 5,07 % (de los brotes) para uno de los tratamientos con BAP.

Después de 12 subcultivos, de 20 días cada uno, se obtuvo 22,3 brotes/yema para BAP 0,44 µM y 14,1 brotes/yema para BAP 0,22µM; la sobrevivencia fue de 88,04% y de 90,48%; y el enraizamiento fue de 67,7 y 67,3 %, sin adición de auxina. Las yemas del tratamiento testigo no se activaron y los brotes iniciados en BAP 0,66µM no sobrevivieron.

ANEXO 6. DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA DE *Populus nigra* var *Italica* MEDIANTE ELECTROFORESIS EN GELES DE ALMIDÓN.

Memoria de Título de Boris Zúñiga (Prof. Guía: L. Eaton). Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

El presente estudio se realizó con el fin de conocer la variabilidad genética de *Populus nigra* var *italica*, supuestamente un clon, que se encuentra en gran diversidad de ambientes y que presenta ejemplares perennifolios característicos, muy distintos a los ejemplares originalmente descritos botánicamente como caducos.

Por tal razón se plantearon los siguientes objetivos: Analizar la variabilidad genética de *Populus nigra* var *italica* en la zona central de Chile, en diferentes situaciones ambientales, mediante electroforesis en geles de almidón; Definir protocolos de análisis electroforético en geles de almidón para el género *Populus*, además de caracterizar y/o analizar los diferentes patrones genéticos de los individuos muestreados y compararlos con otros clones de álamo.

El material que se utilizó para el desarrollo de la técnica corresponde a estacas, colectadas en diversas zonas y situaciones, con el propósito de producir hojas, material necesario para el proceso de extracción de proteínas.

La técnica utilizada para este estudio fue la electroforesis horizontal en geles de almidón, técnica básica de biología molecular que permite la separación de una mezcla de proteínas en un tamiz molecular basándose en el peso molecular y carga eléctrica neta de estas.

Los resultados obtenidos no mostraron ninguna diferencia genética entre los individuos muestreados, para las condiciones utilizadas y la cantidad de sistemas enzimáticos empleados.

Por último, se hace un análisis y comparación con otros clones cultivados en el país, de manera de demostrar la eficiencia del método.

ANEXO 7. INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL “PROSPECCIÓN FITOSANITARIA”

Alumno en Práctica: José Alfonso Suárez Bolaños

Objetivos

La práctica profesional desarrollada tuvo como objetivo general el apoyo en las primeras etapas del proyecto. Los objetivos específicos planteados son los siguientes:

1. Interiorizarse acerca del cultivo del álamo en Chile y el exterior.
2. Realizar un estudio bibliográfico, que comprenda la búsqueda de los principales patógenos que afectan a los clones de álamo en Chile, además de las plagas cuarentenarias que pueden ingresar principalmente desde Argentina. Colaboración en la determinación de los mejores clones a introducir en el país.
3. Realizar un análisis de las rodela extraídas de plantaciones establecidas en la ribera del río Bio-Bio, para determinar crecimiento y producción de biomasa en sitios en proceso de recuperación.
4. Conocer el funcionamiento administrativo y laboral de un proyecto de esta índole.
5. Aplicar en el plano laboral los conocimientos adquiridos durante la carrera universitaria.

Plan de trabajo

4^a Semana de diciembre de 1998

Recopilación bibliográfica de antecedentes fitosanitarios del género *Populus spp.*; reconocimiento de los agentes patógenos de mayor importancia para el género.

1^a y 2^a Semana de enero de 1999

Investigación bibliográfica sobre Antecedentes de *Melampsora spp.* (Royas del álamo), su morfología, sintomatología, taxonomía, distribución geográfica, especies y razas que parasitan a *Populus spp.*, historia y distribución en Chile; las royas en Argentina y selección de clones tolerantes a las royas.

Visita a populeto de Rinconada de Maipú el día 8 de enero de 1999 con el profesor Sr. Carlos Magni D. con el objetivo de interiorizarse sobre el cultivo del álamo, preparación de suelo, fertilización, época de clareo, sus patógenos y principales problemas. Recolección de material vegetativo atacado por patógenos. También en esta visita se observó el sitio para el montaje de uno de los ensayos de los clones a introducir en el país.

Reconocimiento en terreno (14 de enero de 1999) en la localidad de Coltauco, Provincia del Cachapoal, VI Región, con la profesora Sra. María Teresa Serra y el Profesor Sr. Carlos Magni D., en el cual se colectó y herborizaron distintos clones presentes en este sector entre los cuales destacaban *Carolinensis* porteño, Categoría, Chopa blanca, I-214, I-488, *Populus nigra var italica*, Colección extra B entre otros, pertenecientes al productor de álamos participante del proyecto Sr.

Carlos Reckmann. Se caracterizó e identificó el sitio de ensayo otorgado por el productor para el establecimiento de ensayos con los clones que se traerán desde el extranjero y se colectó material vegetativo atacado por patógenos..

3ª Semana de enero de 1999

Recopilación bibliográfica de antecedentes de otros agentes patógenos de importancia, agentes detectados en Chile, las plagas cuarentenarias del álamo y los agentes detectados en Argentina.

4ª Semana de enero de 1999

Búsqueda bibliográfica y confección de tablas resumen de los niveles de tolerancia de distintos clones a los agentes patógenos de mayor importancia en el mundo para el género.

1ª Semana de febrero de 1999

Elaboración del Informe "Antecedentes Fitosanitarios del Género *Populus spp.*", el cual formó parte del informe técnico semestral del proyecto FIA "Introducción de clones de álamo de alto rendimiento".

2ª Semana de febrero de 1999

Salida a terreno (11, 12 y 13 de febrero de 1999)

Visita a Coltauco, VI Región (11 de febrero), al vivero del Sr. Carlos Reckmann en donde se efectuó un muestreo patológico y un muestreo de varetas de los distintas situaciones presentes en el vivero (cantidad de varetas dejadas para su futura comercialización) para un análisis posterior de la producción de biomasa.

Visita al productor Sr. Enrique Matthei en Yumbel (12 de febrero), VIII Región, en donde se observó tanto los problemas bióticos como abióticos que afectan a los distintos clones de álamo presentes en este vivero (I-488 y Rolando). Además se realizó un muestreo igual al realizado en Coltauco para la determinación de biomasa.

Visita a Alamos del Sur S.A. (12 de febrero) en donde se realizaron las mismas actividades que en las anteriores visitas pero cambiando los sujetos de muestreo (Carolinensis porteño, I-488).

13 de Febrero, regreso a la capital realizando paradas en las ciudades de Chillán, Recinto, Esperanza, Tanilvoro, Camino a Embalse Ancoa, Talca, Pencahue, Los Huertos (Poblado cerca de Sn. Fernando) para la recolección de muestras de material vegetativo de *Populus nigra var italica* para su posterior análisis electroforético.

4ª Semana de febrero de 1999

Análisis de rodela para la determinación de crecimientos y producción de biomasa en plantaciones establecidas para la recuperación de riberas en el río Bio-bio, Localidad de Hualqui, VIII región.

Método

Para la elaboración del informe "Antecedentes Fitosanitarios del género *Populus sp.*, se utilizó bibliografía disponible en la biblioteca Ruy Barbosa del Campus Antumapu de la Universidad de Chile y en la biblioteca de INFOR. Además, se recurrió a fuentes de información publicadas en Internet.

Las prospecciones fitosanitarias se centraron en salidas a terreno con el objetivo de coleccionar síntomas y signos de agentes patógenos presentes en los viveros que colaboran en el proyecto, estos se encuentran en: Yumbel (propiedad del Sr. Enrique Matthei), Cabrero (propiedad de Alamos del Sur), Coltauco (propiedad del Sr. Carlos Reckman) y en Rinconada de Maipú (perteneciente a la Universidad de Chile).

El análisis de las rodajas de las plantaciones de álamo de la localidad de Hualqui, se llevó a cabo a partir de muestras tomadas por el profesor Carlos Magni D. en 1996. La muestra conformada por 52 árboles, fue sometida a mediciones de los anillos de crecimiento, para una posterior determinación del crecimiento.

Resultados

Antecedentes Fitosanitarios del género *Populus sp.*

El estudio bibliográfico que comprendió la búsqueda de los principales agentes patógenos que afectan a los clones de álamo en Chile, además de las plagas cuarentenarias que pueden ingresar principalmente desde Argentina, se presenta en el Informe "Antecedentes Fitosanitarios del género *Populus spp.*", el cual forma parte del Informe técnico semestral del proyecto FIA "Introducción de clones de álamo de alto rendimiento (*Populus spp.*) para diferentes zonas del país". Dicho informe se resume brevemente a continuación:

El género *Populus* es nativo del hemisferio norte (Norteamérica, Europa, Norte de África y Asia). Las 40 especies que lo conforman están subdivididas en 5 secciones. Muchas especies de álamos de rápido crecimiento tienen una gran amplitud ecológica potencial y están siendo introducidas en el hemisferio sur (Sudamérica, Sudáfrica y Oceanía). Es uno de los géneros que presenta mayor desarrollo a escala mundial, tanto en mejoramiento genético, como en silvicultura clonal, básicamente por sus facilidades de propagación vegetativa y gran cantidad de investigación que lo respalda.

El cultivo del Álamo siempre ha sido afectado por grandes problemas fitosanitarios, de acuerdo a los registros, hay más de 200 clases de patógenos que pueden dañar a los álamos, de los cuales 113 corresponden a hongos, 2 a bacterias, 1 virus, 1 nematodo, 2 gorgojos y 6 clases de plantas parásitas (Reporte China IPC, 1996). Además de la gran cantidad de agentes patógenos que pueden afectar a los álamos se deben considerar algunas características de su cultivo que incrementan los riesgos de pérdidas: Las plantaciones son de la misma edad, de origen clonal y el número de clones cultivados es muy limitado. Su base genética es reducida, usualmente son híbridos que poseen los mismos progenitores.

Se han llevado a cabo numerosas investigaciones con el fin de identificar y desarrollar clones resistentes a plagas y enfermedades determinadas. Sin duda, la mejor forma de evitar pérdidas devastadoras es la selección de clones tolerantes, esta opción supera a cualquier otro método de protección.

Por estas razones y dados los crecientes esfuerzos por aumentar la diversidad genética de las plantaciones nacionales de álamo con clones desarrollados en el extranjero, es que resulta indispensable el conocer a los agentes patógenos presentes en el país y a los que potencialmente podrían causar daños económicos importantes.

Listado de Agentes detectados en Chile

Aunque Poisson (1996), reconoce una falta de claridad sobre los patógenos del álamo en el país respecto a su nivel como plagas e importancia económica de sus ataques, hoy se realizan esfuerzos por consolidar su conocimiento, y en este contexto, el Proyecto "Introducción de clones de alto rendimiento de álamo (*Populus sp.*) para cuatro zonas del país" contempla entre sus objetivos la evaluación y el control fitosanitario para detectar a los agentes que causen posibles daños a los clones presentes en el país y al material que se ingrese a Chile. Los siguientes agentes son registrados por INFOR como presentes en Chile (Löewe et al., 1996).

Hongos

Armillaria mellea (Fr.) Karst

Cytospora chrysosperma (Pers.) Fr. (Sin: *Valsa sordita* Nits.)

Melampsora spp., Clase Basidiomycetes, Orden Uredinales; *M. larici-populina*

Phomopsis spp. (Cancro)

Insectos

Melanóphila picta Pall. (insecto barrenador)

Pteracoma spp., Homoptero, familia Aphididae

Rhyephennes maillei, (insecto barrenador)

Taphrina aurea (Pers.) Fr. (Sin: *T. populina* Fr.) "Enfermedad de la abolladura dorada"

Tuberolachnus salignus Gmel. (Lachninae) áfido

Plantas parásitas

Phrygilanthus tetrandrus R. et Pav. Eichl. (Quintral del álamo)

Plagas cuarentenarias del álamo

La ventajosa situación fitosanitaria forestal de Chile y el importante rol del sector forestal en la economía nacional, impulsaron al Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) a determinar y actualizar el conocimiento de las plagas de importancia cuarentenaria forestal. El listado que se entrega a continuación corresponde a las plagas oficialmente consideradas de riesgo para el país.

Enfermedades

Cryptodiaporthe populea (Sacc.) Butin (Sin: *Diaporthe populea*), estado picnidio: *Dothichiza populea*

Melampsora spp., *M. medusae* Thüm, (Sin: *M. albertensis*)

Mycosphaerella populorum Thompson, (Sin: *Septoria musiva*)

Xanthomonas populi (Ridè)

Pestes

Paranthrene tabaniformis (Rott.) "Sesia del álamo"

Saperda carcharias L. "Saperda grande"

Cryotorynchus lapathi L. "Gogojo perforador del álamo"

Listado de Agentes detectados en Argentina

Es importante hacer mención a las pestes y enfermedades de los álamos en Argentina, dado que la variedad y severidad de sus agentes, se constituyen en una fuente importante de riesgo de daño económico para las plantaciones nacionales. Los agentes que se listan a continuación corresponden, según Brugnani (1980), a los patógenos detectados en ese país.

Automeris viridescens, Lepidoptero defoliador

Hylesia nigricans Berg. Lepidoptero Plaga Nac. defoliador

Oiketicus platensis Lepidoptero defoliador

Timocratica spp. Lepidoptero, perforador de corteza y madera (larvas)

Calliopsida cinnabarina, Chicharra

Oncideres spp. Coleoptero taladrador de la madera

Platypus sulcatus, insecto taladrador

Stenodontes spinibarbis (L.) Insecto taladrador

Magacyllene spinifera (Newm), Cerambicido, barrenador
Meloidogyne incognita y *Meloidogyne hapla*, Nemátodos
Heterodera spp, nemátodos
Oligonychus yothersi (McGregor) ácaro
Pemphigus bursarius L. y *Pemphigus populitransversus* Riley, pulgones, agallas
Phloemyzus passerini (Sign) "Pulgón Lanigero del álamo"
Pterocomma populea "Pulgón gris del álamo"
Saissetia oleae Bernard "Cochinilla H"
Nematus desantisi (Sauces), avispa sierra
Septoria musiva Peck. (Teleomorfo= *Mycosphaerella populorum*)
Melampsora larici-populina, *M. epitea*
Phomopsis macrospora

Otros Agentes considerados

Se incluye además en este trabajo a algunos patógenos que aún sin estar en los registros mencionados anteriormente podrían convertirse en agentes de riesgo debido a la severidad de sus ataques o amplia distribución geográfica, estos son *Marssonina brunnea* e *Hypoxyylon Pruinatum*

Melampsora spp.. "Las Royas del Álamo"

En esta sección se describe lo que es considerado como el mayor problema fitosanitario de *Populus* en el mundo y que causa las mayores pérdidas económicas. De todos los agentes, la roya provocada por las especies del género *Melampsora* constituye la enfermedad de las hojas del álamo más corriente, la más grave y la más extendida (FAO, 1980).

El género *Melampsora* está inserto en el orden Uredinales de la clase Basidiomycetes, la clase fúngica más evolucionada y que incluye una gran variedad de hongos. Los aspectos sobre morfología, biología y taxonomía así como su distribución geográfica se describen en detalle en el mencionado informe.

Sintomatología

1. Pústulas (spots): Prominencias anaranjadas o negruscas sobre las hojas, por lo general pulverulentas, que al comienzo de la infección quedan recubiertas por la epidermis y luego la desgarran dejando al descubierto una masa de esporas que se diseminan al ambiente.
2. Clorosis: Pérdida de cloroplastos, las hojas se tornan amarillas.
3. Manchas de hipersensibilidad: En ciertos ataques de royas se pueden notar unas manchas cloróticas esparcidas por toda la hoja. Dan la pauta del grado de resistencia de la planta al patógeno, pues mediante este proceso la planta se defiende del ataque del patógeno, el cual debido a la carencia de elementos nutritivos, muere por inanición.
4. Necrosis: Siendo la roya un parásito obligado, es difícil que provoque la muerte total del organismo parasitado. Generalmente la necrosis es consecuencia del ataque de otros hongos que se agregan al de la roya (Lindquist, 1982).

La primera evidencia de esta enfermedad la constituyen las pústulas amarillas en la parte basal de las hojas. La defoliación usualmente ocurre cuando la roya cubre sobre el 50 % de la hoja (Morris, 1975).

Los ataques comienzan al principio o a mediados del verano y en muchos casos, bajo la influencia de factores climáticos, las hojas atacadas se marchitan y caen prematuramente; esto lleva consigo un retraso del crecimiento. Los brotes deshojados lignifican mal y se pueden doblar por la acción de los hielos; no es raro, entonces ver implantarse otros parásitos tales como *Dotichiza populea* y *Cytospora crysosperma*.

Al principio del ataque, la cara inferior de las hojas se cubre de fructificaciones amarillo-naranja: son los uredosoros. A continuación, y principalmente en la cara superior de las hojas, aparecen los teleutosoros negruzcos, constituidos por agrupaciones de probasidios dispuestos en empalizadas compactas bajo la epidermis. La membrana de las teleutosporas es espesa, coloreada fuertemente, lo que da a las esporas un tinte oscuro, al mismo tiempo que la yuxtaposición de estas teleutosporas da al soro un aspecto resistente, crustáceo, de donde proviene el nombre roya dado a esta enfermedad (FAO, 1980).

Melampsora produce decrecimiento en altura, en el diámetro y en la producción de biomasa. El efecto fisiológico negativo del patógeno se ve altamente reforzado por un efecto acumulativo del ataque a lo largo de más de un período de crecimiento (Terrason y Deboisse, 1992; citado por Löewe *et al.*, 1996).

Las royas del Álamo en Chile

Historia

Las referencias que se tienen sobre el desarrollo de esta enfermedad en Chile son muy escasas y, por lo tanto, resulta aventurado precisar el año en que hizo su primera aparición. Spegazzini, en su trabajo "Cuarta contribución a la micología chilena", publicado en la revista chilena de historia natural, (Nº 2 y 3, junio de 1918), señala la presencia del hongo *Melampsora populina* Jacq. sobre el Álamo Carolino en Santiago. En el archivo de enfermedades de la sección Fitopatología del Departamento de Sanidad Vegetal, se encuentra una primera constatación sobre "roya del álamo" en Buin (Provincia de Santiago) fechada el 4 de Marzo de 1933 y las siguientes en los años 1939, 1940 y 1941, distribuidas en distintas zonas del país (Tartakowsky, 1941).

Distribución geográfica

De acuerdo a los resultados de las prospecciones realizadas a lo largo del país entre 1939 y 1941, puede señalarse como área de dispersión de la roya el territorio comprendido entre las provincias de Coquimbo y Chiloé, inclusive (Tartakowsky, 1941).

Las royas del Álamo en Argentina

Fresa (1936), citado por Lindquist (1982), considera que la roya que ataca a los álamos en el delta del Paraná es la *Melampsora larici-populina* y no *M. alli-populina* como se venía considerando y por otra parte, al tratar las especies de *Melampsora* que parasitan al álamo "Arnoldo Mussolini" se identifica a dos especies: *M. larici-populina* y *M. albertensis*. Sin embargo, Arreghini (1996), menciona a 6 especies de *Melampsora* detectadas en el delta del Paraná, siendo *M. epitea* la de mayor incidencia. Dietel (1937), citado por Lindquist (1982), señala para Uruguay *M. albertensis*, sobre *Populus canadensis*.

Es de hacer notar que *M. albertensis* y *M. medusae* son muy vecinas y muy difíciles de separar con los caracteres microscópicos de las esporas solamente (Lindquist, 1982).

Hospedantes y distribución

Populus canadensis Moench. (I- 214)

Argentina, Chaco, Colonia Benitez.

Populus nigra L.

Argentina, Buenos Aires: La Plata; Delta del Paraná, Córdoba: Depto. Río Segundo, Mendoza: Depto. Lujan, Depto. Tunuyán, Depto. San Carlos, Río Negro: Cinco Saltos, Neuquén, Parque Nac. Nahuelhuapi, Aluminé.

Niveles de resistencia de algunos clones a *Melampsora spp.*

Elaborado por Pinon, (1992)

Simbología: I = inmune; R = resistente; S = susceptible; V = muy; M = moderadamente
+ = presencia de las especies de M. en el clon

Origen geográfico de las observaciones:

Europa :

A = Austria; F = Francia; I = Italia; NL= Holanda; PL= Polonia;

Oceania:

AUS= Australia; NZ = Nueva Zelanda

Asia:

J= Japón; K= Korea

Norteamérica:

USA, CND= Canadá

Referencias: (citados por Pinon, 1992)

Austria: Donaubaue (1966)

Francia: Taxis (1968), Lemoine *et al.* (1978), Pinon (1986), Pinon (1987), Pinon y Peulon (1989).
Pinon y Terrasson (No publicado), Pinon y Bachacou (1984), Pinon *et al.* (No publicado).

Italia: Anselmi *et al.* (1986), Benes *et al.* (1986), Magnani (1985).

Holanda: van Vloten (1949), van der Maiden (1961 y 1963), Guldmond (1966), Kolster (1967).

Polonia: Krzan (1978 y 1982)

Australia: Sharma y Heather (1976), Heather *et al.* (1980).

Nueva Zelanda: Wilkinson y van Kraayenoord (1975), van Kraayenoord (1984), Latch y Wilkinson (1980).

Japón: Chiba (1964).

USA: Ostry y McNabb (1985), Widin y Schipper (1981).

Canadá: Hubbes *et al.* (1983).

Korea: Hwang *et al.* (1980), Jeong *et al.* (1981).

Niveles de resistencia de algunos clones a los agentes más importantes (Pinon, 1992)

Control Fitosanitario

Las actividades se centraron en salidas a terreno, con el objetivo de recorrer y rastrear síntomas y signos que pudieran estar presentes en los viveros que colaboran en el proyecto. Algunos de sus resultados se presentan a continuación:

Vivero Rinconada de Maipú

Los principales agentes de daño encontrados fueron:

- 1: Pulgón (*Phloemyzus passerinii*) atacando a Rolando (I-63/51)
- 2: Desecamiento apical en Rolando (I-63/51)
- 3: Encarrujamiento y decoloración foliar en I-214.

Vivero San José de Idahue (Coltauco)

- 1: Ataque de *Melampsora spp.* sobre ejemplares de I-488
- 2: Ataque de pulgón (*Phloemyzus passerinii*) sobre ejemplares de I-488

Vivero Alamos del Sur

- 1: Ataque de tizón sobre ejemplares de Rolando.

Vivero de Don Enrique Matthei Jensen

- 1: Daño producido por el viento sobre varetas de Rolando.
- 2: Ataque de *Melampsora spp* sobre I-488.
- 3: Desecamiento apical de la hoja en Rolando (I-63/51).

Conclusiones y Recomendaciones

- Todas las actividades realizadas durante el periodo de práctica profesional, incluyendo la realización de documentos y la toma de decisiones, sirvieron de apoyo para las actividades comprendidas para el funcionamiento del proyecto en su primera parte.
- La identificación de los agentes patógenos del álamo presentes en Chile, el conocimiento de sus plagas cuarentenarias y de los niveles de resistencia de los distintos clones a los agentes más relevantes, constituyen aspectos de gran importancia en la introducción de nuevos clones.
- Las labores desarrolladas durante este período fueron de gran utilidad para el desarrollo en el plano laboral, profesional y personal, como en la utilización de los conocimientos adquiridos como estudiante, además de la adquisición de nuevos conocimientos, refiriéndose a esto con todo lo relacionado con el cultivo del álamo, especie objetivo del Proyecto y potencial para la diversificación forestal.

Bibliografía

- FAO. 1980. Los Álamos y los Sauces. FAO, Roma. Colección FAO Montes N° 10. 351 p.
- Lindquist, J.C. 1982. "Royas de la republica Argentina y Zonas limitrofes". INTA. Buenos Aires.
- Löewe, V, Toral, M., Fernández, M., Pineda, G., y López, C. 1996. Monografía del álamo, potencialidades de especies y sitios para una diversificación silvícola nacional. INFOR.
- Morris R.C. 1975. Insects and Diseases of Cottonwood. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. General Technical Report SO-8.
- Pinon, J. 1992. Variability in the Genus *Populus* in Sensitivity to *Melampsora Rust.*. *Silvae Genetica* 41(1): 25-34.
- Reporte IPC. 1996. China. Holanda. Argentina
- Tartakowsky, S. 1941. La roya del Álamo en Chile. Ministerio de Agricultura. Departamento de Sanidad Vegetal. Boletín I (2), Julio de 1941.

ANEXO 8. ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN DEL PROYECTO

Aunque no se desarrollaron todos los cursos y/o talleres previstos, se realizaron en su reemplazo otras actividades de difusión relacionadas con la presentación de los avances del proyecto en distintas instancias de encuentro entre instituciones de investigación y de docencia, con la participación de académicos, investigadores, profesionales y alumnos. Además, mediante artículos de difusión y una página web, se informó de los objetivos y alcances del Proyecto.

Taller

La difusión de las actividades del proyecto se vio reducida debido al atraso en la instalación de los ensayos clonales. La falta de resultados que mostrar en una primera etapa determinó la postergación de los talleres y vistas a terreno que se habían proyectado en un inicio.

Pese a ello, se realizó un Taller en las dependencias de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile, el 28 de julio de 1999, que tuvo por finalidad informar a los participantes del Proyecto, especialmente a los productores asociados, sobre el viaje a los Centros de Investigación de alto nivel realizado por el Sr. Carlos Magni.

Al evento asistieron los Productores Asociados al Proyecto, además de representantes de CONAF y de la Universidad de Talca, quienes en esa fecha estaban ejecutando un proyecto (FONDEF) relacionado con *Populus spp*. También se invitó a un profesional del Departamento de Semillas del Servicio Agrícola y Ganadero, para que dictara la charla "Marco Regulatorio de la Protección de Variedades y Certificación de Material Vegetal".

Jornada Técnica en la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.

Debido a los contactos establecidos con los investigadores de esta Universidad, el Sr Julio Torres fue invitado a participar, presentando el tema: "Estado actual del cultivo del álamo en Chile y sus perspectivas a futuro". La Jornada Técnica, destinada a profesionales, productores, representantes de instituciones de investigación y otras personas vinculadas al área forestal, se desarrolló durante los días 27, 28 y 29 de julio de 2000, en dependencias de la Universidad Nacional de Cuyo, en Mendoza, Argentina.

Participación en el Encuentro de Ejecutores de Proyectos de Innovación en el Sector Forestal.

A solicitud del FIA, el coordinador del Proyecto, Sr. Angel Cabello, asistió en septiembre del año 2000, al Encuentro de Ejecutores de Proyectos de Innovación en el Sector Forestal - Plantaciones Forestales y expuso un breve resumen del Proyecto FIA C98 - 1 - F - 017 "Introducción de clones de alto rendimiento de álamo (*Populus spp*) para diferentes zonas del país".

Página Web del Proyecto.

La página web, desarrollada y ejecutada por los Ingenieros Forestales, señores Angel Cabello y Roberto Chávez, fue habilitada en noviembre de 2000, se encuentra dentro de la página oficial de la Universidad de Chile. La página posee vínculos con las páginas oficiales de diversos organismos asociados, entrega un marco general del Proyecto, sus objetivos, lugares de ensayo y cuatro Boletines Informativos. La dirección de la página es:
http://www.uchile.cl/facultades/cs_forestales/fia

Presentaciones en Congresos y Jornadas de Investigación.

Cabello, A.; Grez, I.; Serra, M.T.; Alvear, A.; González, M. y J. Torres. 2000. Introducción de clones de alto rendimiento de álamo (*Populus spp*) para diferentes zonas del país (Proyecto FIA

C98 - 1 - F - 017). En: Primeras Jornadas de Investigación en Ciencias Forestales. Libro de Resúmenes. Antumapu, 13 y 14 de septiembre, 2000. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

Urtubia, C. y Cabello, A. 2000. Multiplicación *in vitro* de *Populus deltoides x maximowiczii* (Eridano) a partir de yemas axilares. En: Primeras Jornadas de Investigación en Ciencias Forestales. Libro de Resúmenes. Antumapu, 13 y 14 de septiembre, 2000. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. p. 73.

Zúñiga, Boris. 2000. Determinación de la variabilidad genética de *Populus nigra var italica* mediante electroforesis en geles de almidón. En: Primeras Jornadas de Investigación en Ciencias Forestales. Libro de Resúmenes. Antumapu, 13 y 14 de septiembre, 2000. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

Cabello, A. y Urtubia, C. 2002. Micropropagación de *Populus deltoides X maximowiczii* (Eridano) a partir de yemas axilares. En: Primer Congreso Chileno de Ciencias Forestales. Santiago, 23 al 25 de octubre, 2002. Libro de Resúmenes. p. 29.

Partarrieu, U. y Serra, M. T. 2002. Caracterización morfológica y fenológica de nueve clones de *Populus spp.* en la comuna de Retiro, VII Región. En: Primer Congreso Chileno de Ciencias Forestales. Santiago, 23 al 25 de octubre, 2002. Libro de Resúmenes. p. 123.

Zúñiga, B. y Lafayette, E. 2002. Determinación de la variabilidad genética de *Populus nigra var. italica* mediante electroforesis en geles de almidón. En: Primer Congreso Chileno de Ciencias Forestales. Santiago, 23 al 25 de octubre, 2002. Libro de Resúmenes. p. 174.

Memorias de Título

Zúñiga, Boris. 2001. Determinación de la variabilidad genética de *Populus nigra var. italica* mediante electroforesis en geles de almidón. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 77 p. (Profesor Guía: Lafayette Eaton).

Urtubia, Carolina. 2001. Multiplicación *in vitro* de *Populus deltoides x maximowiczii* (eridano) a partir de yemas axilares. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 50 p. (Profesor Guía: Angel Cabello).

Partarrieu, Ursula. 2002. Caracterización morfológica y fenológica de *Populus spp.* en la Comuna de Retiro, VII Región. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 74 p. (Profesor Guía: María Teresa Serra).

Publicaciones en Revistas Electrónicas

Proyecto FIA C98-1F-017. 1999. La variabilidad del álamo, un estudio pendiente. Proyecto FIA: C98-1F-017 " Introducción de clones de alto rendimiento de álamo (*Populus sp.*) para diferentes zonas del país". Notas del Centro Productor de Semillas de Arboles Forestales 8.
http://www.uchile.cl/facultades/cs_forestales/publicaciones/cesafi/n8/1.htm

Torres, Julio. 1999. Proyecto FIA: introducción de clones de alto rendimiento de álamo (*Populus spp*) para diferentes zonas del país. Parte I: pruebas de rendimiento de clones presentes en Chile. Notas del Centro Productor de Semillas de Arboles Forestales 9.
http://www.uchile.cl/facultades/cs_forestales/publicaciones/cesafi/n9/2.html

- Torres, Julio. 1999. Proyecto FIA: introducción de clones de alto rendimiento de álamo (*Populus spp*) para diferentes zonas del país. Parte II: Pruebas de viverización y comparación de clones introducidos. Notas del Centro Productor de Semillas de Arboles Forestales 10. http://www.uchile.cl/facultades/cs_forestales/publicaciones/cesaf/n10/1.html
- Torres, Julio. 1999. Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile y la diversificación forestal. Notas del Centro Productor de Semillas de Arboles Forestales 11. http://www.uchile.cl/facultades/cs_forestales/publicaciones/cesaf/n11/1.html
- Partarrieu, Ursula. 2000. Caracterización dendrológica y fenológica de clones de *Populus spp.* Notas del Centro Productor de Semillas de Arboles Forestales 13. http://www.uchile.cl/facultades/cs_forestales/publicaciones/cesaf/n13/4.html
- Urtubia, Carolina y Cabello, Angel. 2002. Multiplicación *in vitro* de *Populus deltoides x maximowiczii* (Eridano) a partir de yemas axilares. Notas del Centro Productor de Semillas de Arboles Forestales 15. http://www.uchile.cl/facultades/cs_forestales/publicaciones/cesaf/n15/8.html
- Zuñiga, Boris e Eaton, Lafayette. 2002. Determinación de la variabilidad genética de *Populus nigra* var. *italica* mediante electroforesis en geles de almidón. Notas del Centro Productor de Semillas de Arboles Forestales 15. http://www.uchile.cl/facultades/cs_forestales/publicaciones/cesaf/n15/7.html
- Partarrieu, Ursula y Serra, María Teresa. 2002. Caracterización fenológica y morfológica de nueve clones de *Populus spp.* (Salicaceae), Comuna de Retiro, VII Región. Notas del Centro Productor de Semillas de Arboles Forestales 15. http://www.uchile.cl/facultades/cs_forestales/publicaciones/cesaf/n15/10.htm
- Serra, M.T., Torres, J. y Grez, I. 2002. Breve historia de la introducción en Chile del álamo (*Populus nigra* L. var. *italica* (Moench.) Koehne) y el desarrollo de ejemplares siempreverdes. *Chloris Chilensis*, Año 5, N° 2. <http://www.chlorischile.cl>

Artículos de Difusión

- Serra, M.T.; Torres, J. y Grez, I. 2000. Introducción del álamo en Chile. Comisión Nacional del Alamo. *Revista Vox Populus* 5 (16): 10-11 (abril - junio de 2000).
- Serra, M.T.; Torres, J. y Grez, I. 2000. ¿Quiere conocer nuestros álamos? Antecedentes botánicos y taxonómicos. Comisión Nacional del Alamo. *Revista Vox Populus* 5 (17): 9 (julio-septiembre de 2000).

Boletín Informativo

Se envió por correo electrónico el Boletín Informativo "ALAMO" a personas relevantes en el campo de la populicultura nacional, en que se daban a conocer las actividades y avances del Proyecto. Se editaron cuatro boletines, en forma semestral.

ANEXO 9. FONDOS COMPROMETIDOS POR EL PROYECTO Y PRESUPUESTO ANUAL DE CONTROL DE LOS LUGARES DE ENSAYO

Fondos comprometidos

El Proyecto tiene comprometido fondos por arriendo de vehículos, por producción de plantas en el vivero, por instalación del cepario, y material de impresión de informes.

Arriendo de vehículo.....	\$ 570.000
Producción de plantas de ensayo.....	\$ 1.421.000
Instalación de cepario (cercado, riego por goteo, plantación).....	\$ 610.000
Informes.....	\$ 40.000
Total.....	\$ 2.031.000

Presupuesto anual de control de ensayos y mantención del cepario

Para continuar con la evaluación de los ensayos y la mantención del cepario, que es la fuente de material para la propagación masiva de los clones introducidos (en el caso que se estimara necesario hacerlo ante resultados significativamente buenos de alguno de los clones) se necesita contar con el siguiente aporte anual:

Control de ensayos (arriendo de vehículo, bencina, peajes, viáticos, honorarios Ayudante)	
Coltauco y Loncha.....	\$ 213.000
Las Brisas y Retiro.....	\$ 235.000
Cabrero y Yumbel.....	\$ 315.000
Sub Total.....	\$ 763.000
Mantención del cepario.....	\$ 280.000
Informe.....	\$ 40.000
TOTAL ANUAL.....	\$ 1.083.000