

3 5625 00004 5149

C98-1-F-017

## ANEXO 1

## DEFINICION DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN

Los criterios de selección para los clones de álamo pueden agruparse en:

### 1. Criterios propios del lugar de establecimiento

Aquí debe analizarse el sitio en que se instalarán los primeros ensayos con respecto a las siguientes características:

- a) Clima:
  - precipitación
  - temperatura
  - ocurrencia de heladas
  - días grados
  
- b) Suelo:
  - pH
  - presencia/ausencia de riego
  - niveles nutricionales
  - textura/ estructura
  
- c) Otros:
  - Geografía
  - Exposición
  - Viento
  - Presencia de pestes y enfermedades

En base a estas características deben descartarse los clones que presenten alguna incompatibilidad sería que pueda amenazar la supervivencia de los ensayos (por ejemplo, susceptibilidad a determinado hongo o insecto) y por lo tanto, de las futuras plantaciones operacionales.

Las características del sitio que son utilizadas como criterio de selección dependen directamente del lugar de instalación de los ensayos, que estarán en la misma zona agroclimática que las plantaciones operacionales. Estas características están definidas en extenso para cada ensayo en la sección: **Descripción de los sitios de pruebas de los clones a introducir.**

### 2. Criterios propios del clon

Aquí se analizan las características específicas deseables para cada clon, con el fin tomar las decisiones óptimas en la elección de los clones a introducir en el país. Las características que se desean al escoger un clon están directamente relacionadas con los usos actuales para la madera en el país y los productos más interesantes de comercializar, y se pueden agrupar en:

- Características de crecimiento:
  - tasa de crecimiento (rotación)
  - volumen ( $m^3/ha$ )
  
- Características de calidad:
  - densidad de la madera ( $ton/m^3$ )

- largo del internudo (cm)
- forma del fuste
- forma y tamaño de la copa
- número y diámetro de ramas

Características fisiológicas:

- habilidad enraizadora
- eficiencia en el aprovechamiento de agua y nutrientes
- eficiencia fotosintética (producción de mat. seca/unidad de área, en mg/cm<sup>2</sup>)
- tasa de transpiración

Otras características clonales importantes a considerar son:

- Origen : se refiere al origen parental y de procedencia  
Sexo : diferencias entre clones femeninos y masculinos en su comportamiento.  
Fenología : aparición, cambio de color y caída de las hojas

El Cuadro 1 muestra un resumen de las principales características que deben ser consideradas a la hora de introducir clones de alto rendimiento al país.

Cuadro 1: Rasgos de los clones de álamo de importancia para un programa de introducción de especies, clones y cultivares.	
Calidad de la madera	Contenido de Corteza Densidad de la madera
Crecimiento	DAP a la edad de rotación Número de varas por cepa Velocidad de crecimiento Producción de biomasa
Fisiología	Tamaño, Forma y Duración de las hojas Tasa de crecimiento de las hojas Contenido de nutrientes de las hojas Eficiencia energética (producción de materia seca / unidad de área foliar (mg/cm <sup>2</sup> )) Eficiencia en el uso de los nutrientes Eficiencia en el uso del agua Transpiración Patrones de distribución de biomasa (razón raíz-tallo) Patrones de distribución de nutrientes Capacidad de rebrote
Forma	Rectitud del fuste Forma y tamaño de la copa Número y hábito de las ramas
Resistencia	Resistencia a las plagas Resistencia al frío Tolerancia al stress ambiental Amplia adaptabilidad de sitios
Raíz	Buena habilidad enraizadora Formación de raíces laterales Permeabilidad de las raíces

Una vez definidos los criterios por sitio y clon, éstos deben ser contrastados para llegar a las mejores combinaciones que optimicen el crecimiento (es decir, llegar a la mejor interacción sitio-clon).

La búsqueda puede estar definida por un criterio de amplia adaptabilidad ambiental (es decir, un clon que responda a distintos climas), o bien buscar un criterio de especificidad (es decir, el mejor clon para un sitio o microsítio dado), aprovechando de esta manera la interacción genotipo x ambiente.

### DEFINICIÓN DEL IDEOTIPO

El ideotipo se determinó de acuerdo a los usos actuales de la especie en el país, consulta a productores y la proyección futura del mercado del álamo tanto en el mercado nacional como internacional. En base a estos objetivos se han definido dos ideotipos generales para la introducción de clones de alto rendimiento:

## **a) OBJETIVO DE PRODUCCIÓN**

El primer ideotipo (o caracterización del árbol ideal) se basa en la obtención de productos de alta calidad, ya sean estos madera debobinada, trozas, chapas u otros productos de alto valor. Con esto en mente se definieron los rangos y las caracterizaciones de cada uno de los criterios definidos anteriormente:

### **i. Crecimiento:**

Se buscan clones con rotaciones de 6 a 12 años y cuyo volumen al final de la rotación debe ser de mínimo (300 m<sup>3</sup>/ha) con un diámetro a la altura del pecho de (40 cm).

### **ii. Calidad de la madera:**

Debido a que álamo es una especie de rápido crecimiento, muchas veces la densidad de la madera obtenida es demasiado baja para los objetivos productivos de las empresas, por lo tanto, se buscan clones con una moderada a alta densidad (330 ton/m<sup>3</sup>) y que a su vez mantengan su rápido crecimiento.

El largo del internudo debe ser el mayor posible para aprovechar las trozas libres de nudo. La forma del fuste es de suma importancia ya que está relacionada directamente con la calidad de la madera (fustes poco rectos implican madera tensionada). Los clones a introducir deben ser rectos, cilíndricos y resistentes a las deformaciones por viento o competencia (ambientales).

Las características de la copa están íntimamente relacionadas a las tasas de crecimiento y al efecto de la competencia, por lo que se deben buscar clones con copas anchas y saludables.

Debido a que los objetivos de las empresas nacionales son producir madera de álamo de calidad (trozas, madera debobinada para chapas, etc) las ramas no son deseadas. La introducción de clones con pocas y pequeñas ramas disminuirá los costos de manejo (poda) y dará más valor a la madera producida.

### **iii. Características fisiológicas:**

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.

El volumen obtenido a la edad de rotación y el tiempo de rotación logrado para cada clon, dependen tanto de su calidad genética individual como también de la eficiencia con que puedan aprovechar las ventajas ambientales del sitio.

Los mejores clones, por lo tanto, deben mostrar una alta eficiencia en el aprovechamiento del agua y nutrientes entregados a la plantación y una alta eficiencia fotosintética (producción de mat. seca/unidad de área, en mg/cm<sup>2</sup>), características que deben ser consideradas al definir los clones a introducir.

## b) OBJETIVO DE PROTECCION

El segundo ideotipo (o caracterización del árbol ideal) está determinado por un objetivo de protección. Este objetivo consiste en la estabilización y recuperación de riveras a través del cultivo de salicáceas (álamos y sauces). Dentro de las funciones que el ideotipo de álamo debe considerar están:

- Evitar la pérdida de suelo productivo
- Aportar la mayor cantidad de materia orgánica
- Recuperar y valorizar suelos sin uso, logrando un retorno económico

Para cumplir estos objetivos el ideotipo debe cumplir con las siguientes características:

- Presentar un alto rebrote de raíz.
- Desarrollo de raíces trazantes, caracterizadas por un crecimiento plagiótropo, es decir, crecimiento en dirección horizontal.
- Gran desarrollo de ramas a lo largo del fuste, especialmente en el tercio inferior.
- Presentar un gran desarrollo de copa (gran cantidad de hojas).
- Buen crecimiento en zonas húmedas, con períodos de inundación tanto en invierno como en verano.

## **ANEXO 2**

**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](mailto:alba@inia.es)

**F.A. Aravanopoulos.** Genético forestal. Grecia.  
E-mail: [aravanop@for.auth.gr](mailto:aravanop@for.auth.gr)

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

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

**Francesc Camps.** Estación Experimental Agrícola Mas Badia. España.  
E-mail: [camps@masbadia.irta.es](mailto:camps@masbadia.irta.es)

**Freyzi Can Acar.** Ege Forestry Research Institute  
1755 SOK NO 1/6 35530 KARSIYAKA/IZMIR-TURKEY  
Tel:90-232-3697693 Fax:90-232-3697534  
E-mail: [Can-acar@rocketmail.com](mailto: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](mailto: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](mailto: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](mailto: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](mailto: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: [tledig@ucdavis.edu](mailto:tledig@ucdavis.edu)

**Patrick Mertens.** Station de Recherches Forestieres GRAPP . Bélgica.  
E-mail: [P.Mertens@mrw.wallonie.be](mailto:P.Mertens@mrw.wallonie.be)

**Ludovic Nef. Dr Sc.**  
Unite Eaux et Forets, UCL  
E-mail: [nef@efor.ucl.ac.be](mailto: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@pdlj.ns.ac.yu](mailto:sasao@pdlj.ns.ac.yu)

**Mulkh Raj Ahuja.** Institute of Forest Genetics.  
E-mail: [mra@s27w007.pswfs.gov](mailto:mra@s27w007.pswfs.gov)

**Jarbas Y. Shimuzu.** Genético Forestal.  
Embrapa Florestas  
E-mail: [jarbas@cnpf.embrapa.br](mailto:jarbas@cnpf.embrapa.br)

**Paul Tabbush.** International Poplar Commission (IPC).  
E-mail: [p.tabbush@forestry.gov.uk](mailto: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](mailto:S.M.G.deVries@ibn.dlo.nl)



**Allan Wilkinson.**

E-mail: [allan.wilkinson@clear.net.nz](mailto:allan.wilkinson@clear.net.nz)

## ANEXO 3

## MONOGRAFIA PARA CADA UNO DE LOS CLONES SELECCIONADOS

### POPULUS INTERAMERICANA

Los cultivares interamericana son híbridos entre *Populus trichocarpa* y *Populus deltoides*. Han estado disponibles comercialmente en Francia desde 1989 y su productividad es superior a los híbridos euroamericanos, excepto en plantaciones densas (Souleres 1990), pudiendo lograr incrementos anuales de 10 a 12 ton DM/ha (Bonduelle 1989).

El crecimiento en volumen de *P. interamericana* (clones Beaupre y Raspalje) es más alto que el de *P. trichocarpa* (Columbia River y Fritzy Pauley) y que los *P. euroamericana* (Robusta) (Herve y Ceulemans 1996). Estos clones están siendo probados en ensayos de comparación clonal de diversos países de Europa, Asia y América.

Una de las razones (compartida por todos los clones interamericanos) por las que presentan un mayor crecimiento, es su gran tamaño de hojas individuales. Varios experimentos han mostrado que el volumen del fuste y la biomasa fustal están estrechamente relacionadas al tamaño de sus hojas más que al número de hojas (Ridege et al, 1986; citados por Barigah et al., 1994).

### SERIE UNAL

La serie Unal fue creada en Bélgica e incluye tanto a clones euroamericanos (*P. nigra* x *P. deltoides*) como interamericanos (*P. trichocarpa* x *P. deltoides*).

La siguiente Tabla muestra la distribución del incremento medio anual por hectárea de volumen para un diámetro máximo de 20 cm para algunos clones de la serie UNAL (Van Slycken y Stevens 1996).

Clon	Incremento mínimo (m <sup>3</sup> /ha/año)	Incremento máximo (m <sup>3</sup> /ha/año)
<b>Euroamericana</b>		
Primo	3.4	14.8
Ghoy	6.2	16.6
Gaver	5.6	17.2
Gibecq	9.3	10.8
Ogy	3.3	13.6
Isieres	3.3	15.3
<b>Interamericana</b>		
Unal	13.5	24.9
Beaupre	12.0	24.6
Boelare	17.5	26.8
Robusta (testigo)	8.5	11.3

En base a los ensayos de comparación clonal realizados en Bélgica se ha podido concluir que Ghoy, Gaver e Isieres son los clones más productivos de la serie UNAL euroamericana. Sobre suelos adecuados el clon Primo también da altos niveles de productividad. Sobre buenos suelos los clones UNAL interamericana llegan a doblar la producción del clon Robusta que actúa como clon europeo de comparación en las pruebas clones (junto con el I-214).

Beaupre tiene la más alta producción de volumen de madera, pero la más alta producción de biomasa fue para Raspalje, el que es un clon ramero. Beaupre y Raspalje tienen los valores más altos de capacidad fotosintética, lo que puede explicarse porque ambos poseen los más altos valores de índice de área foliar por árbol al final de la temporada de crecimiento.

En términos de biomasa y volumen del fuste los clones Beaupre y Raspalje fueron claramente superiores a los clones Robusta, Columbia River y Fritz Pauley. Esto se explica por su significativa área foliar y su desempeño fotosintético. Para estos clones la correlación entre área foliar, capacidad fotosintética y producción es evidente.

Los clones Beaupre y Raspalje con mejores crecimientos parecen ser aquellos con no sólo una gran área foliar sino también con los mayores tamaños individuales de hoja. La producción total de biomasa del clon Raspalje puede deberse principalmente a su área foliar total e individual. El clon Raspalje produce más ramas y hojas que el clon Beaupre, además de una mayor área foliar por árbol. Sin embargo, el tamaño individual de las hojas de Beaupre es mayor que el de Raspalje. El mayor número de ramas en Raspalje lleva a una mayor producción de biomasa, aunque la producción de volumen en el fuste principal es ligeramente menos a la producción de Beaupre.

El espaciamiento tradicional para los clones interamericanos en Bélgica (serie UNAL) es de 8 x 8 y de 9 x 9 m para los clones euroamericanos.

Entre los clones UNAL euroamericanos Ghoy y Gaver, sobrepasan largamente a Robusta e I-214, además de presentar una amplia adaptabilidad a distintos sitios. Ghoy puede llegar a sobrepasar en un 185% a Robusta. Los clones Primo, Ogy e Isieres dan rendimientos satisfactorios (135 a 155% más en comparación a Robusta) sobre suelos fértiles. Sin embargo su crecimiento puede disminuir cuando se plantan sobre suelos poco fértiles. El clon Gibecq no llega a compararse con Robusta siendo su crecimiento menor a todo el resto.

La serie UNAL en general es resistente a *M. larici populina*, pero muestra una susceptibilidad variable frente a *M. alii populina* (Lemoine y Pinon, 1978). Además muestran una mayor resistencia al viento de lo que presentan los demás clones plantados en Bélgica.

Robusta y los clones euroamericanos UNAL pueden ser divididos en dos grupos. En el primer grupo están Robusta, Primo, Ghoy e Isieres con un índice de sitio entre 40 y 50. En el segundo grupo están Gaver y Gibecq con un índice de sitio 35 a 43.

## FICHAS SERIE UNAL

### CLONES EUROAMERICANOS

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'Primo'
Nombre común	Primo
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie	Bélgica Populus deltoides Populus nigra Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	
Variables dasométricas Volumen Forma Calidad de la madera	Ver Tablas de producción
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Susceptible a Melampsora allii-populina en Francia e Italia.  Frente a Melampsora larici-populina presentó resistencia en Italia e inmunidad en Francia.
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'Gaver'
Nombre común	Gaver
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Bélgica Populus deltoides Populus nigra Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	
Variables dasométricas Volumen Rotación Forma Calidad de la madera	Ver Tablas de producción
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Susceptible a <i>Melampsora allii populina</i> .  En Francia resultó resistente a <i>Melampsora allii-populin</i> e inmune a <i>M. larici-populina</i> .  En Italia demostró ser inmune a estas dos especies de royas.
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	Buena calidad de madera
Requerimientos ambientales	

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'Gibecq'
Nombre común	Gibecq
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Bélgica Populus deltoides Populus nigra Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	
Variables dasométricas Volumen Forma Calidad de la madera	Ver Tablas de producción
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Frente a Melampsora allii-populina presenta una respuesta variable entre moderadamente resistente y resistente para Francia e Italia respectivamente.  Frente a Melampsora larici-populina muestra inmunidad en Francia e Italia.
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'Ogy'
Nombre común	Ogy
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Bélgica Populus deltoides Populus nigra Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	
Variables dasométricas Volumen Forma Calidad de la madera	Ver Tablas de producción
Susceptibilidad a plagas y enfermedades	Resistente a Melampsora allii-populina en Francia e Italia.  Inmune a Melampsora larici-populina en Italia.
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'Isieres'
Nombre común	Isieres
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Bélgica Populus deltoides Populus nigra Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	
Variables dasométricas Volumen Forma Calidad de la madera	Ver Tablas de producción
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Resistente a Melampsora allii-populina y Melampsora larici-populina en Italia.  En Francia sólo se demostró una resistencia moderada a Melampsora allii-populina.
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	

## CLONES INTERAMERICANOS

Nombre científico	Populus x interamericana cv 'Boelare'
Nombre común	Boelare
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Bélgica Populus deltoides Populus trichocarpa Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	Europa y Asia
Variables dasométricas Volumen Forma Calidad de la madera	Ver Tablas de producción
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Susceptibilidad a <i>Melampsora allii-populina</i> y <i>larici-populina</i> .  En Nueva Zelandia mostró ser inmune a <i>Melampsora larici-populina</i> pero muy susceptible a <i>Melampsora medusae</i> .  En Italia se comprobó su resistencia a <i>M. larici-populina</i> y a <i>M. allii-populina</i> .  En Francia se verificó la inmunidad a <i>M. larici-populina</i> y una susceptibilidad alta a <i>M. allii-populina</i> .
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	Tiene 6.5 a 7 meses de período vegetativo (Bélgica)
Utilización	Presenta una alta productividad y un fuste recto
Requerimientos ambientales	Tiene una amplia amplitud edáfica.  La napa freática debe estar entre los 60 y los 150 cm. La precipitación debe ser mayor a 300 mm desde mayo a septiembre.

Nombre científico	Populus x interamericana cv 'Hunnegem'
Nombre común	Hunnegem
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Bélgica Populus deltoides Populus trichocarpa Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	Europa y Asia
Variables dasométricas Volumen Forma Calidad de la madera	Ver Tablas de producción
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Susceptibilidad a Melampsora allii populina y larici populina (Francia y Nueva Zelandia)
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	Presenta una alta productividad y un fuste recto
Requerimientos ambientales	Tiene una amplia amplitud edáfica.

Nombre científico	Populus x interamericana cv 'Raspalje'
Nombre común	Raspalje
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Bélgica Populus deltoides (Iowa x Missouri) Populus trichocarpa (Washington) Cultivar
Sexo	Femenino
Países en los que ha sido plantado	Europa y Asia
Variables dasométricas Volumen Forma Calidad de la madera	Ver Tablas de producción
Susceptibilidad a plagas y enfermedades	Susceptibilidad a <i>Melampsora allii populina</i> y <i>larici populina</i> (Francia).  Para Italia se verificó su resistencia a ambas especies.  En Nueva Zelanda resultó ser susceptible a <i>M. larici-populina</i> y a <i>M. medusae</i> .
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	Presenta una alta productividad y un fuste recto
Requerimientos ambientales	Tiene una amplia amplitud edáfica, aunque se ve favorecido su crecimiento en sitios de pH neutro y menos favorecido en suelos ácidos o alcalinos.  La napa freática debe estar entre los 60 y los 150 cm.

Nombre científico	Populus x interamericana cv 'Unal'
Nombre común	Unal
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Bélgica Populus deltoides Populus trichocarpa Cultivar
Sexo	Masculino
Países en los que ha sido plantado	Europa y Asia
Variables dasométricas Volumen Forma Calidad de la madera	Ver Tablas de producción
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Susceptibilidad a Melampsora larici populina en Francia, para Italia y Nueva Zelandia se verificó su resistencia.  En Italia resultó ser inmune a M. allii-populina y moderadamente resistente para Francia.
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	Presenta una alta productividad y un fuste recto
Requerimientos ambientales	Tiene una amplia amplitud edáfica. Aunque se ve favorecido en suelos de pH neutro a ligeramente alcalinos.  Los suelos ácidos perjudican su crecimiento.  La napa freática debe estar entre los 60-150 cm. Y la suma de temperatura debe ser mayor a 1800 °C.  Las precipitaciones deben ser superiores a 300 mm desde mayo a septiembre.

Nombre científico	Populus x interamericana cv 'Hoogvorst'
Nombre común	Hoogvorst
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Bélgica Populus deltoides (Michigan) Populus trichocarpa (Washington) Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	Norte de Francia, Bélgica, Alemania y Holanda
Variables dasométricas Volumen Forma Calidad de la madera	Ver tablas de producción
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Presenta una alta resistencia a Xanthomonas populi (cancro bacteriano) y es inmune a las cuatro razas de Melampsora larici populina.
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	Muy adecuado para madera debobinada
Requerimientos ambientales	

Nombre científico	Populus x interamericana cv 'Hazendans'
Nombre común	Hazendans
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Bélgica Populus deltoides (Michigan) Populus trichocarpa (Washington) Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	Norte de Francia, Bélgica, Alemania y Holanda
Variables dasométricas Volumen Forma Calidad de la madera	Ver tablas de producción
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Presenta una alta resistencia a Xanthomonas populi (cancro bacteriano) y es inmune a las cuatro razas de Melampsora larici populina.
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	Muy adecuado para madera debobinada
Requerimientos ambientales	

## SERIE ENZO AVANZO

Los siguientes clones fueron obtenidos por Enzo Avanzo en Italia y son posteriores al clon Luisa Avanzo. El profesor Avanzo trabajó con cruzamientos dirigidos a partir de un material inicial muy concreto, por lo que genéticamente son muy próximos (Francesc Camps comunicación personal).

Nombre científico	Populus x euroamericana cv '2000 Verde'
Nombre común	2000 Verde
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Italiano Populus deltoides Populus nigra Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	España, Italia
Variables dasométricas Volumen Forma  Calidad de la madera	
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Susceptible a <i>Melampsora larici populina</i> .  Resistente a <i>Marssonina brunnea</i> , <i>Ventura populina</i> y <i>Phoemyzus passerinii</i> (Pulgón lanígero).
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	Sensible a los efectos de viento.

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'A2A'
Nombre común	A2A
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Italiano Populus deltoides Populus nigra Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	España, Italia.
Variables dasométricas Volumen Forma  Calidad de la madera	Ver tablas de producción
Susceptibilidad a plagas y enfermedades	Susceptible a <i>Melampsora larici populina</i> .  Resistente a <i>Marssonina brunnea</i> , <i>Ventura populina</i> y <i>Phoemyzus passerinii</i> (Pulgón lanífero).
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'A3A'
Nombre común	A3A
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Italiano Populus deltoides Populus nigra Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	España, Italia.
Variables dasométricas Volumen Forma  Calidad de la madera	Ver tablas de producción
Susceptibilidad a plagas y enfermedades	Susceptible a Melampsora larici populina.  Resistente a Marssonina brunnea, Venturia populina y Phomomyzus passerinii (Pulgón lanífero).
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'MC'
Nombre común	MC
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Italiano Populus deltoides Populus nigra Cultivar
Sexo	Femenino
Países en los que ha sido plantado	España, Italia.
Variables dasométricas Volumen Forma  Calidad de la madera	
Susceptibilidad a plagas y enfermedades	
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'Bellini'
Nombre común	Bellini
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Italiano  Cultivar
Sexo	Masculino
Países en los que ha sido plantado	
Variables dasométricas Volumen Forma Calidad de la madera	A los 7 años en Italia superó en diámetro a Luisa Avanzo, Pacher e I-214 (23.3 cm en comparación a 23.0, 21.5 y 18.7 cm respectivamente).  Ver Tablas de producción
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Altamente susceptible a las razas E1 y E3 de Melampsora larici-populina, a Discosporium populeum y al chancro bacteriano.  Moderadamente resistente y resistente a Melampsora alli-populina en Francia e Italia respectivamente.  Muy susceptible a Melampsora medusae en Nueva Zelanda.
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'Cima'
Nombre común	Cima
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Italiano  Cultivar
Sexo	Femenino
Países en los que ha sido plantado	
VARIABLES DASMÉTRICAS Volumen Forma Calidad de la madera	28.7 cm de DAP y 17.5 m de altura a los 7 años en comparación a I-214 que en el mismo sitio llegó sólo a 24.5 cm y 15.8 m  Los mismos resultados se han obtenido en otras pruebas a los 11 años.  Ver Tablas de producción
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Susceptible al chancro bacteriano, la Melampsora allii-populina y Discosporium populeum
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	Tiene una alta productividad. Posee un fuste recto.
Requerimientos ambientales	Propicio para zonas meridionales con buen abastecimiento de agua

## POPULUS EUROAMERICANA

### HOLANDA

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'Dorskamp'
Nombre común	Dorskamp
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Holandés Populus deltoides (América) Populus nigra (Europa) Cultivar híbrido
Sexo	Masculino
Países en los que ha sido plantado	España
Variables dasométricas Volumen Rotación Forma Calidad de la madera	Supera en muchos casos a I-214 e I-476.  Ver tablas de producción
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Susceptible al chancro bacteriano y a <i>Discosporium populeum</i> . Moderadamente susceptible a <i>Melampsora alli-populina</i> en Francia, en Italia mostró una resistencia moderada. Frente a <i>M. larici-populina</i> resultó ser moderadamente resistente a resistente en Francia, Italia y Holanda. Sólo en Nueva Zelandia presentó inmunidad. Resistente a <i>Melampsora medusae</i> en Nueva Zelandia.
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	Esta especie junto al clon Flevo son interesantes para la producción de astilas para pulpa o para la producción de biomasa. En España presenta una importante sinuosidad en la parte basal del tronco lo que disminuye el rendimiento en el debobinado.
Requerimientos ambientales	Excelente para riveras y suelos agrícolas abandonados, posee una amplia amplitud edáfica.  No es adecuado para suelos con baja disponibilidad de agua.

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'Agathe-F'
Nombre común	Aghate-F
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Holandés Populus deltoides Populus nigra Cultivar
Sexo	Femenino
Países en los que ha sido plantado	Hungría
Variables dasométricas Volumen Forma  Calidad de la madera	Ver tablas de producción  En buenos sitios llega a más de 35-40 m <sup>3</sup> /ha/año. Es un clon ramoso.  Largo de fibras: 1037,0 μm Densidad: 408 kg/m <sup>3</sup> Compresión: 23.9 N/mm <sup>2</sup> Flexión: 47.89 N/mm <sup>2</sup> Ruptura: 0.059 J/mm <sup>2</sup> Contracción: 6.21 %
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Moderadamente susceptible a Melampsora allii-populina en Francia.  Muy susceptible a Melampsora allii-populina en Francia y Holanda.
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	Tolerante a sitios secos, arenosos o arcillosos y a suelos con inundaciones esporádicas.

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'Flevo'
Nombre común	Flevo
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Holanda Populus deltoides Populus nigra Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	
Variables dasométricas Volumen Forma  Calidad de la madera	Ver Tablas de producción
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	Esta especie junto al clon Dorskamp son interesantes para la producción de astilas para pulpa o para la producción de biomasa.  Presenta un menor sinuosidad en la parte basal del tronco en comparación al clon Dorskamp, pero una gran ramosidad.
Requerimientos ambientales	

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'Koster'
Nombre común	Koster
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Holandés Populus deltoides Populus nigra Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	
Variables dasométricas Volumen Forma Calidad de la madera	
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Susceptible a <i>Marssonina brunnea</i>
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	Presenta una buena resistencia al viento. Adecuado para plantaciones en fila.

## ITALIA

Nombre científico	Populus x euroamericana 'Cappa Bigliona'
Nombre común	Cappa Bigliona
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Italiano  Cultivar
Sexo	Femenino
Países en los que ha sido plantado	
Variables dasométricas Volumen Forma Calidad de la madera	Ver Tablas de producción
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Susceptible a Marssonina brunnea y Melampsora larici populina, además de Discosporium populeum.  Resistente a inmune frente a Melampsora alli-populina en Italia y Francia.
Fenología Periodo de latencia Tiempo de floración	
Utilización	Posee un fuste recto. Es un árbol poco sensible al fototropismo.
Requerimientos ambientales	Tolerante al stress hídrico

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'BL-Constanzo'
Nombre común	BL-Constanzo
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Italiano Populus deltoides Populus nigra Cultivar
Sexo	Femenino
Países en los que ha sido plantado	
Variables dasométricas Volumen Forma Calidad de la madera	Ver tablas de producción  Largo de fibras: 1085,7 $\mu\text{m}$ Densidad: 342 kg/m <sup>3</sup> Compresión: 36.58 N/mm <sup>2</sup> Flexión: 57.08 N/mm <sup>2</sup> Ruptura: 0.039 J/mm <sup>2</sup> Contracción: 4.84 %
Susceptibilidad a plagas y enfermedades	Susceptible a Marsonnina Brunnea.  Moderadamente susceptible a Melampsora allii-populina en Francia, en Italia presentó una resistencia moderada a este agente.  Susceptible a muy susceptible frente a Melampsora larici-populina en Francia, Italia y Nueva Zelanda.  Susceptible a Melampsora medusae en Nueva Zelanda.
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'Triplo'
Nombre común	Triplo
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Italiano Populus deltoides Populus nigra Cultivar
Sexo	Masculino
Países en los que ha sido plantado	
Variables dasométricas Volumen Forma  Calidad de la madera	Ver tablas de producción  Largo de fibras: 1025.8 $\mu\text{m}$ Densidad: 335 kg/m <sup>3</sup> Compresión: 34.23 N/mm <sup>2</sup> Flexión: 35.38 N/mm <sup>2</sup> Ruptura: 0.097 J/mm <sup>2</sup> Contracción: 6.49 %
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	

Nombre científico	Populus x euroamericana cv 'Neva'
Nombre común	Neva
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Italiano Populus deltoides Populus nigra Cultivar
Sexo	Femenino
Países en los que ha sido plantado	Italia, sur de Francia y España
Variables dasométricas Volumen Rotación Forma  Calidad de la madera	Ver tablas de producción
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	Muy sensible a Melampsora
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	Aunque es muy sensible a la roya del álamo, presenta un buen nivel productivo y es de muy fácil manejo (gran dominancia apical, ramas laterales pequeñas y muy fácil de podar).
Requerimientos ambientales	

## POPULUS DELTOIDES

De todas las especies de Populus es *P. deltoides* la que presenta la mejor madera para debobinado. Por el contrario la madera de *P. trichocarpa* casi siempre resulta de pobre calidad (especialmente Scott Pauley) (Steenackers y Koster, 1979).

### **G-3, G-48 y D-121**

Los clones G-3, G-48, D-100 y D-121 constituyen la mayor parte de las plantaciones establecidas en India, gracias a su Programa de Introducción de especies y clones de álamos (Chaturvedi y Rawat, 1994).

Estos cultivares de *Populus deltoides* fueron introducidos a la India el año 1969 provenientes de Canberra, Australia. Su procedencia es americana (Texas) y corresponde a la misma latitud que la zona de estudio en Chile (33° Latitud norte, en este caso). Han sido instalados en diversos ensayos de crecimiento, principalmente en Uttar Pradesh y Punjab, resultando dentro de los clones más exitoso del programa indio de introducción de álamos (el que incluyó 400 clones introducidos desde distintos países).

En India los álamos son una de las especies forestales más productiva. Llegando en el caso de los clones G-3 y G-48 a crecimientos anuales de 48.9 m<sup>3</sup>/ha/año en la región de Uttar Pradesh y de 46.92 m<sup>3</sup>/ha/año en la región de Punjab (Singh y Mittal, 1983), en comparación a los crecimientos promedio de 25 m<sup>3</sup>/ha/año que se presentan a los 10 años.

Chandra (1986) ha reportado que plantaciones en bloque de 400 árboles por hectárea a los 8 años de G-3 que producen cerca de 0.4 m<sup>3</sup> de madera por árbol y 136 m<sup>3</sup>/ha.

Dentro del programa de mejora genética se han desarrollado cruces entre los clones G-3, G-48 y D-121 produciendo los clones híbridos Karanti, Bahar, Udai, L-188/84, L-71/84 y L-154/84 los que han mostrado un significativo mejoramiento en productividad en relación a sus padres.

## POPULUS DELTOIDES

Nombre científico	Populus deltoides cv 'G-3'
Nombre común	'G-3'
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Americano (Texas)  Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	India, Australia.
Variables dasométricas Volumen Forma Calidad de la madera	Densidad : 0.419 kg/m <sup>3</sup> Contenido de humedad : 82.3 % Módulo de ruptura : 446 kg/sq cm Módulo de elasticidad: 543 1000 kg/sq cm Stress de la fibra a E.L. : 287 kg/sq cm Máxima resistencia a la ruptura: 189 kg/sq cm Corte paralelo al grano Radial : 70.1 (kg/sq cm Tangencial: 88.0 kg/sq cm)
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	El clon G-3 es extensamente cultivado en el norte de India y da un mejor rendimiento que los Populus nigra (Sharma et al 1996).  Los clones G-3, G-48 y D-121 no sobreviven a ambientes altamente salinos (Yadava et al., 1995).

Nombre científico	Populus deltoides cv 'G-48'
Nombre común	G-48
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Americano  Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	India, Australia.
Variables dasométricas Volumen Rotación Forma Calidad de la madera	
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	G-48 es un clon con un alto potencial en términos de crecimiento y calidad de la madera (Hingston 1993).
Requerimientos ambientales	Los clones G-3, G-48 y D-121 no sobreviven a ambientes altamente salinos (Yadava et al., 1995).

Nombre científico	Populus deltoides cv 'D-121'
Nombre común	D-121
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	América  Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	India
Variables dasométricas Volumen Forma Calidad de la madera	
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	Los clones G-3, G-48 y D-121 no sobreviven a ambientes altamente salinos (Yadava et al., 1995).

Nombre científico	Populus deltoides cv 'D-61'
Nombre común	D-61
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Americano  Cultivar
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	India
Variables dasométricas Volumen Rotación Forma Calidad de la madera	
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	

Los siguientes dos clones de *Populus deltoides* son clones italianos de reciente creación que están siendo probados en el sur de Europa (Italia, sur de Francia y España). Han despertado un gran interés dentro de los investigadores europeos y pueden tener un interesante comportamiento en nuestro país.

Estos clones están protegidos, por lo que para la obtención del material vegetal se debe solicitar una autorización a los Centros experimentales que los desarrollaron.

Nombre científico	<i>Populus deltoides</i> cv 'Dvina'
Nombre común	Dvina
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Italiano  Cultivar
Sexo	Masculino
Países en los que ha sido plantado	Francia, Italia.
Variables dasométricas Volumen Rotación Forma Calidad de la madera	Ver Tablas de producción
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	Presentan características similares a todos los clones de su especie: buena calidad de la madera para el debobinado y un atractivo color blanco, pero no presenta uno de los principales problemas de los <i>P. deltoides</i> cual es el transplante del vivero al terreno.  Presenta una alta resistencia a los quiebres producidos por el viento.
Requerimientos ambientales	

Nombre científico	Populus deltoides cv 'Lena'
Nombre común	Lena
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Italiano  Cultivar
Sexo	Masculino
Países en los que ha sido plantado	Norte de Francia e Italia
Variables dasométricas Volumen Rotación Forma Calidad de la madera	
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	Presentan características similares a todos los clones de su especie: buena calidad de la madera para el debobinado y un atractivo color blanco, pero no presenta uno de los principales problemas de los P. deltoides cual es el transplante del vivero al terreno.  Presenta una alta resistencia a los quiebres producidos por el viento.
Requerimientos ambientales	

## POPULUS ALBA

P. alba x P. glandulosa sobrepasa a los demás clones en tasa de crecimiento, especialmente en suelos ácidos y compactados (por ejemplo, sobre colinas) (Giordano 1969).

Nombre científico	Populus alba x Populus glandulosa
Nombre común	Alamo blanco
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Híbrido
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	
Variables dasométricas Volumen Rotación Forma Calidad de la madera	
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	
Requerimientos ambientales	Adecuado para suelos ácidos y compactados (Giordano 1969)

## POPULUS EUPHRATICA

Este árbol es una de las más prometedoras especies multipropósitos en muchos países de Asia. Presenta una extraordinaria adaptabilidad a climas hostiles y distintas condiciones de suelo. Soporta temperaturas extremas, altos contenidos de sal en el suelo, inundaciones y sequías. En muchos países es utilizada por los campesinos para obtener una amplia gama de productos desde madera aserrada hasta leña, polines y forraje. Juega un importante papel en la estabilización y protección de ecosistemas frágiles como orillas de río.

Nombre científico	Populus euphratica
Nombre común	
Origen Padre Madre Clon, cultivar, especie, variedad	Asia y Africa  Especie
Sexo	
Países en los que ha sido plantado	Principalmente en Asia y Africa (China, Turquía, India, Iraq, Marruecos, Siria, etc.)
Variables dasométricas Volumen Rotación Forma Calidad de la madera	
Susceptibilidad a pestes y enfermedades	
Fenología Período de latencia Tiempo de floración	
Utilización	Madera aserrada, leña, forraje, polines.
Requerimientos ambientales	Tolerante a una amplia gama de condiciones ambientales, particularmente temperaturas extremas, altos contenidos salinos en el suelo, períodos de inundaciones y de sequía.

## TABLAS DE PRODUCCION

### 1. CRECIMIENTO DE LOS CLONES UNAL A LOS 20 AÑOS DESPUES DE PLANTACIÓN EN DIVERSOS SITIOS DE BELGICA

Populus x euroamericana

cv PRIMO

INDICE DE SITIO	ALTURA	AREA BASAL	DIAMETRO	VOLUMEN
	(m)	(m <sup>2</sup> /ha)	(cm)	(m <sup>3</sup> /ha)
49,4	34,4	26,77	44,6	257
48,8	34	34,45	50,6	311
45,6	31,7	29,98	47,2	260
44,6	31	28,29	45,8	242
44,3	30,8	29,61	46,9	250
43,2	30	25,66	43,7	217
33,7	26,9	20,72	39,2	165
24,9	21,2	12,01	29,9	91
<b>41,8</b>	<b>30,0</b>	<b>25,9</b>	<b>43,5</b>	<b>224,1</b>

cv GH0Y

INDICE DE SITIO	ALTURA	AREA BASAL	DIAMETRO	VOLUMEN
	(m)	(m <sup>2</sup> /ha)	(cm)	(m <sup>3</sup> /ha)
48,5	33,7	34,6	50,7	349
47,0	32,7	31,48	48,4	305
46,9	32,6	30,65	47,7	296
46,5	32,3	28,69	46,2	275
46,5	32,3	28,69	46,2	275
46,3	32,2	30,5	47,6	290
45,7	31,8	31,01	48,0	292
45,6	31,7	32,76	49,3	308
45,4	29,5	26,63	44,5	228
43,8	30,5	26,58	44,4	236
43,1	30	34,02	50,3	299
43,0	29,9	27,79	45,5	242
40,5	28,1	27,19	44,9	221
38,9	27,1	19,97	38,5	151
38,9	24,4	20,71	39,2	139
36,6	25,4	22,06	40,5	156
<b>44,0</b>	<b>30,3</b>	<b>28,3</b>	<b>45,7</b>	<b>253,9</b>

cv GAVER

INDICE DE SITIO	ALTURA	AREA BASAL	DIAMETRO	VOLUMEN
	(m)	(m <sup>2</sup> /ha)	(cm)	(m <sup>3</sup> /ha)
40,4	28,1	27,05	44,8	257
40,2	28,2	27,05	44,8	257
39,9	31,3	33,97	50,3	363
39,5	27,5	24,73	42,9	230
39,3	27,3	26,45	44,3	244
39,3	28,1	22,23	40,6	214
38,6	26,8	26,31	44,2	238
37,6	26,2	22,6	41,0	199
36,2	25,2	19,99	38,5	169
33,8	23,5	16,87	35,4	131
32,2	23,0	18,3	36,9	139,0
<b>37,9</b>	<b>26,8</b>	<b>24,1</b>	<b>42,2</b>	<b>221,9</b>

cv GIBECQ

INDICE DE SITIO	ALTURA	AREA BASAL	DIAMETRO	VOLUMEN
	(m)	(m <sup>2</sup> /ha)	(cm)	(m <sup>3</sup> /ha)
39,5	27,4	23,29	43,6	235
39,5	27,5	22,33	42,7	227
38,8	27	21,1	41,5	210
36,7	25,5	21,95	42,3	204
<b>38,6</b>	<b>26,9</b>	<b>22,2</b>	<b>42,5</b>	<b>219,0</b>

cv OGY

INDICE DE SITIO	ALTURA	AREA BASAL	DIAMETRO	VOLUMEN
	(m)	(m <sup>2</sup> /ha)	(cm)	(m <sup>3</sup> /ha)
44,9	31,2	29,5	49,0	288,0
44,5	31	25,42	45,5	249
41,7	29	22,98	43,2	211
41,6	29	23,81	44,1	217
41,3	28,8	26,36	46,3	237
39,9	27,8	19,31	39,7	172
39,6	27,5	18,94	39,3	167
38,1	26,5	18,52	38,9	156
37,9	26,4	16,69	36,9	142
34,9	24,3	16,79	37,0	113
29,4	20,4	12,76	32,2	83
<b>39,4</b>	<b>27,4</b>	<b>21,0</b>	<b>41,1</b>	<b>185,0</b>

cv ISIERES

INDICE DE SITIO	ALTURA	AREA BASAL	DIAMETRO	VOLUMEN
	(m)	(m <sup>2</sup> /ha)	(cm)	(m <sup>3</sup> /ha)
51,0	35,5	29,59	49,1	324
47,3	32,9	30,69	50,0	309
46,4	32,3	26,9	46,8	267
45,9	32	30,42	49,8	295
45,8	31,8	25,4	45,5	250,0
45,4	31,6	23,98	44,2	235
45,1	31,4	27,98	47,8	269
42,9	30,1	20,76	41,1	194
42,3	29,4	19,31	39,7	178
37,7	26,2	22,48	42,8	180
33,5	23,3	11,56	30,7	86
<b>43,9</b>	<b>30,6</b>	<b>24,5</b>	<b>44,3</b>	<b>235,2</b>

Populus x interamericana

cv BEAUPRE

INDICE DE SITIO	ALTURA	AREA BASAL	DIAMETRO	VOLUMEN
	(m)	(m <sup>2</sup> /ha)	(cm)	(m <sup>3</sup> /ha)
54,1	37,6	39,28	54,0	509
54,0	36,4	30	47,2	375
53,8	37,4	30,9	47,9	399
52,4	36,5	38,64	53,6	482
51,9	36,1	37,04	52,5	458
50,8	35,3	38,58	53,5	463
50,1	34,8	32,2	48,9	382
47,8	33,2	46,16	58,6	512
45,4	31,6	24,85	43,0	261
<b>51,1</b>	<b>35,4</b>	<b>35,3</b>	<b>51,0</b>	<b>426,8</b>

cv BOELARE

INDICE DE SITIO	ALTURA	AREA BASAL	DIAMETRO	VOLUMEN
	(m)	(m <sup>2</sup> /ha)	(cm)	(m <sup>3</sup> /ha)
53,6	37,3	42,69	56,3	493
53,5	37,2	48,19	59,8	550
53,5	37,2	33,52	49,9	396
51,9	36,1	40,66	54,8	457
49,4	34,3	34,14	50,4	369
<b>52,4</b>	<b>36,4</b>	<b>39,8</b>	<b>54,2</b>	<b>453,0</b>

cv UNAL

INDICE DE SITIO	ALTURA (m)	AREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	DIAMETRO (cm)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /ha)
59,1	39,9	33,81	50,1	472
55,1	38,3	39,13	53,9	518
52,4	36,4	34,3	50,5	429
50,3	35	30,64	47,7	366
45,4	31,6	27,53	54,8	291
<b>52,5</b>	<b>36,2</b>	<b>33,1</b>	<b>51,4</b>	<b>415,2</b>

## 2. HOOGVORST Y HAZENDANS

Volumen de los clones Hoogvorst y Hazendans en una plantación policlonal de 18 años y a un espaciamiento de 8 x 8 m.

Clon	Nº de árboles	Diámetro (cm)			Altura Total (m)			Volumen Fustal (m <sup>3</sup> )		
		media	min	max	media	min	max	media	Min	max
Hoogvorst	5	64.0	63.0	65.0	39.4	37.1	40.9	3.9	3.7	4.1
Hazendans	7	52.8	49.3	55.1	34.6	32.8	35.9	2.7	2.2	3.1

### 3. ENSAYOS DE COMPARACION DE CLONES EN HUNGRIA

Edad 13 años  
Espaciamiento 6 X 4 m  
Precipitación 500 mm  
Podas al año 3 y 13

CULTIVAR	DAP	ALTURA	VOLUMEN	INCREMENTO
	(cm)	(m)	(m3/ha)	(m3/ha/año)
I-45/51	31,6	26,8	384	29,6
BL-Constanzo	29,1	26,5	341	26,9
Robusta	26,4	22,4	240	18,4

Edad 7 años  
Espaciamiento 3.5 x 2.5 m (500 arb/ha)  
Precipitación 500-520 mm/año  
Podas a los 2 y 8 años. Raleo a los 6 años.

CULTIVAR	DAP	ALTURA	VOLUMEN	INCREMENTO
	(cm)	(m)	(m3/ha)	(m3/ha/año)
Agathe - F	20,7	19,9	165	23,6

Edad 8 años  
Espaciamiento 4 x 4 m (312 arb/ha)  
Precipitación 560 mm/año  
Podas a los 3 y 8 años. Raleo a los 8 años.

CULTIVAR	DAP	ALTURA	VOLUMEN	INCREMENTO
	(cm)	(m)	(m3/ha)	(m3/ha/año)
Agathe - F	24	23	158	26,4

Edad 15 años  
Espaciamiento 4 x 4 m (313 arb/ha)  
Podas a los 4 y 8 años.

CULTIVAR	DAP	ALTURA	VOLUMEN	INCREMENTO
	(cm)	(m)	(m3/ha)	(m3/ha/año)
Agathe - F	33,9	28	375	36,5

Edad 14 años

Espaciamiento 4 x 4 m (312 arb/ha)

Precipitación 520-540 mm/año

Podas a los 4 y 6 años. Raleo a los 9 años (50%).

CULTIVAR	DAP	ALTURA	VOLUMEN	INCREMENTO
	(cm)	(m)	(m <sup>3</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha/año)
I-214	37,8	28	463	33
BL-Constanzo	34,1	28	371	27
Flevo	33,2	30	372	27
Unal	33,1	29	365	26
Boelare	30,2	25	264	19
Raspalje	29,9	25	262	19
CB-2 Boccalari	29,2	27	261	19
Ghoy	28,3	27	251	18
Agathe-F	28,3	22	210	16
Fritzi Pauley	27,3	18	186	13
Beaupre	27,3	23	197	14
Gibecq	25,4	23	175	13
Primo	24,9	25	184	13
Robusta	23,0	23	142	10

Edad 24 años

Espaciamiento 4 x 4 m (312 arb/ha)

Precipitación 520-540 mm/año

Podas a los 4 y 6 años. Raleo a los 6 años (50%).

CULTIVAR	DAP	ALTURA	VOLUMEN	INCREMENTO
	(cm)	(m)	(m <sup>3</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha/año)
	45,1	34	794	33
BL-Constanzo	43,9	36	776	32
MC	40,0	35	633	26
Triplo	40,0	36	646	27

Edad 16 años

Espaciamiento 4 x 3 m (260 arb/ha)

Precipitación 550 mm/año

Podas a los 3 y 5 años. Raleo a los 6 y 14 años.

CULTIVAR	DAP	ALTURA	VOLUMEN	INCREMENTO
	(cm)	(m)	(m <sup>3</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha/año)
I-214	35,1	28	336	21

Edad 18 años

Espaciamiento 4 x 3 m (245 arb/ha)

Podas a los 4 años. Raleo a los 8 y 16 años.

CULTIVAR	DAP	ALTURA	VOLUMEN	INCREMENTO
	(cm)	(m)	(m <sup>3</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha/año)
I-214	34,8	23	267	14,8

Edad 9 años

Espaciamiento 4 x 4m (312 arb/ha)

Podas a los 3.5 y 9 años

SITIO 1 (buena calidad)

CULTIVAR	DAP	ALTURA	VOLUMEN	INCREMENTO
	(cm)	(m)	(m <sup>3</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha/año)
Agathe-F	25,8	23	177	19,1
I-214	24,4	20	145	16,1
BL-Constanzo	23,0	20	128	14,2
Villafranca	21,1	18	99	10,9

SITIO 2 (regular calidad)

CULTIVAR	DAP	ALTURA	VOLUMEN	INCREMENTO
	(cm)	(m)	(m <sup>3</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha/año)
BL-Constanzo	20,8	18	97	10,7
Villafranca	20,4	18	94	10,4
Agathe-F	17,6	16	64	7,2
I-214	15,5	14	43	4,8

SITIO 3 (sitio marginal)

CULTIVAR	DAP	ALTURA	VOLUMEN	INCREMENTO
	(cm)	(m)	(m <sup>3</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha/año)
Agathe-F	18,5	16	70	7,8
I-214	14,2	13	36	3,9
BL-Constanzo	13,5	12	31	3,5
Villafranca	13,3	12	29	3,2

SITIO 4 (mala calidad)

CULTIVAR	DAP	ALTURA	VOLUMEN	INCREMENTO
	(cm)	(m)	(m <sup>3</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha/año)
Agathe-F	17,9	15	62	6,9
I-214	12,0	10	22	2,4
BL-Constanzo	11,9	11	22	2,4
Villafranca	9,2	8	11	1,3

Edad 12 años

Espaciamiento 4 x 4m (312 arb/ha)

SITIO 5 (buena calidad)

CULTIVAR	DAP	ALTURA	VOLUMEN	INCREMENTO
	(cm)	(m)	(m <sup>3</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha/año)
Raspalje	35,9	30	439	36,6
Beaupre	33,5	28	360	30
Dorskamp	33,0	23	301	25,1
I-214	32,7	27	327	27,3
Gibecq	25,5	24	184	15,3

Edad 8 años

Espaciamiento 4 x 4 m (625 arb/ha)

Precipitación 560 mm/año

Poda a los 3, 5 y 8 años. Raleo a los 8 años (50%)

CULTIVAR	DAP	ALTURA	VOLUMEN	INCREMENTO
	(cm)	(m)	(m <sup>3</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha/año)
Beaupre	25,1	23	343	43
Agathe-F	24,8	22	324	41
Beaupre	24,7	21	312	39
Triplo	24,5	21	305	38
I-214	23,7	22	289	36
BL-Constanzo	23,6	21	275	34
RAP	22,3	19	226	28
Villafranca	21,7	19	220	27
I-214	21,4	22	238	30
I-214	21,2	19	207	26
Raspalje	19,7	19	181	23

Nota: Todos los cuadros están ordenados en orden descendente con respecto al DAP.

**4. DAP (cm) PARA DIFERENTES ENSAYOS DE COMPARACION DE CLONES EN ESPAÑA**  
**(Estación Experimental Agrícola Mas Badia, Barcelona)**

**ENSAYO 1 (Ver gráfico 1)**

CLON	Año de Plantación	Año 1 1988	Año 2 1989	Año 3 1990	Año 4 1991	Año 5 1992	Año 6 1993	Año 7 1994	Año 8 1995	Año 9 1996	Año 10 1997
DORSKAMP	2,3	5,2	12,1	16,9	21,2	25,6	29,7	32,5	35,7	38,3	40,1
LUISA AVANZO	2,2	6,4	14,2	20,1	25,0	28,5	32,4	34,7	36,1	37,8	38,5
TRIPLO	1,7	4,4	11,4	16,3	20,2	24,2	28,0	31,3	33,7	36,0	37,7
AGATHE (298)	2,4	4,4	10,7	14,8	18,7	22,3	26,2	29,1	31,8	34,2	35,7
LUX	2,1	5,0	10,6	15,2	18,4	22,3	26,2	29,0	31,5	33,9	35,1
I-214	1,8	4,1	9,3	13,9	17,3	20,4	24,2	27,0	29,6	32,5	34,4
FLEVO	1,7	4,2	10,4	15,3	18,5	21,6	25,2	27,7	30,0	32,4	34,0
RASPALJE	2,1	3,8	9,6	14,4	18,5	21,9	25,8	28,6	30,6	32,8	34,0
MC	2,0	4,3	10,2	14,8	18,3	21,4	25,0	27,5	30,0	32,6	33,8
BEAUPRE	1,9	3,7	8,9	12,6	15,9	18,5	21,4	23,6	25,2	26,7	27,7

**ENSAYO 2 (Ver gráfico 2)**

CLON	Año 1 1990	Año 2 1991	Año 3 1992	Año 4 1992	Año 5 1994	Año 6 1995	Año 7 1996	Año 8 1997	Año 9 1997
CAPPA BIGLIONA	3,3	6,0	10,4	14,0	17,0	20,5	24,3	27,5	29,3
BL CONSTANZO	3,3	5,6	9,8	13,6	16,4	19,8	23,3	26,3	27,7
2000 VERDE	1,8	4,8	9,5	14,2	17,5	20,5	23,5	26,2	27,5
LUISA AVANZO	3,1	6,2	11,7	17,0	20,0	22,3	25,3	27,1	27,3
I - 214	3,1	4,9	8,5	11,8	14,5	17,3	20,6	23,5	25,0
BOCCALARI	2,2	3,8	7,0	9,9	12,3	14,9	17,9	20,6	21,6

**ENSAYO 3 (Ver gráfico 3)**

CLON	Año 1 1994	Año 2 1995	Año 3 1996	Año 4 1997	Año 5 1997
SOLIGO	1,9	4,1	10,2	16,2	19,3
A3A	2,0	5,0	10,6	15,8	18,9
DVINA	1,8	4,2	10,2	15,8	18,6
LAMBRO	2,2	4,6	10,6	15,9	18,5
TREBBIA	1,4	4,1	9,9	14,7	17,8
MELLA	2,0	4,7	10,4	15,4	17,6
NEVA	1,9	4,3	9,7	14,8	17,5
I-214	1,6	4,0	9,4	13,9	17,0
CIMA	1,4	4,1	9,7	14,1	16,4
A2A	1,9	4,2	9,4	13,8	16,3
CARPACCIO	1,7	4,2	9,2	13,7	16,0
LENA	2,0	4,1	9,1	15,1	15,4
BELLINI	1,4	3,6	8,8	12,9	14,9
ORBA	1,5	4,6	8,7	12,9	14,1
LUISA_AVANZO	1,5	3,4	7,2	10,5	12,4
HUNNEGEM	1,7	3,0	5,9	7,9	9,5

**ENSAYO 4 (Ver gráfico 4)**

Clones	Año de plantación	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
A3A	2,1	2,8	5,2	8,2	11,6	17,0
CARPACCIO	1,8	2,7	4,8	7,7	10,9	14,4
BELLINI	1,7	2,5	4,4	6,9	9,7	12,9
CIMA	2,0	2,9	4,7	6,6	9,8	12,3
A2A	1,8	2,6	4,3	6,1	8,8	12,0

Nota: Todos los cuadros están ordenados en orden descendente con respecto a la última medición del DAP.

Grafico 1 : Crecimiento en DAP para un ensayo clonal en España

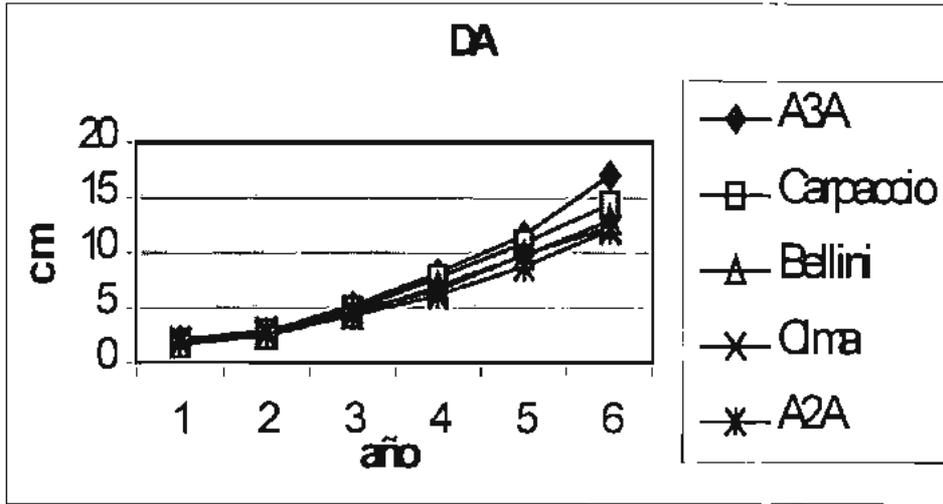


Grafico 2 : Crecimiento en DAP para un ensayo clonal en España

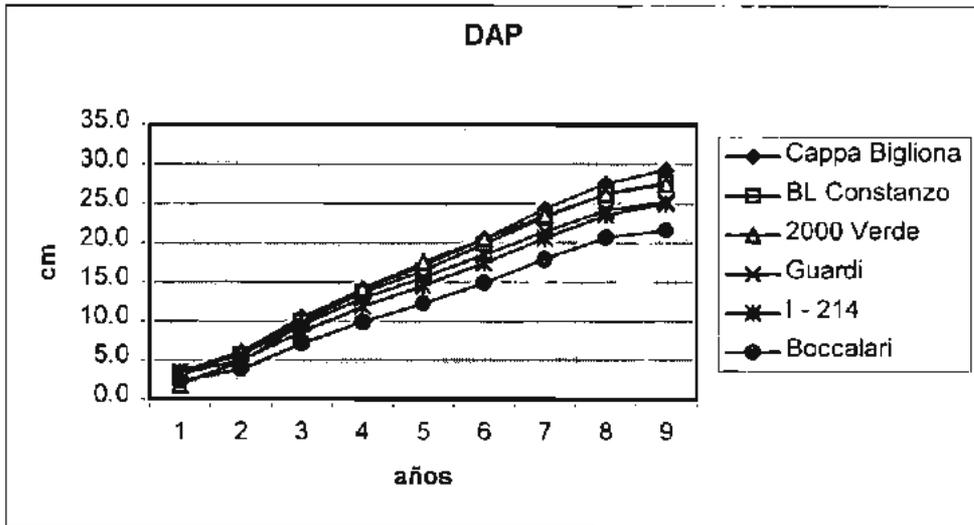


Grafico 3 : Crecimiento en DAP para un ensayo clonal en España

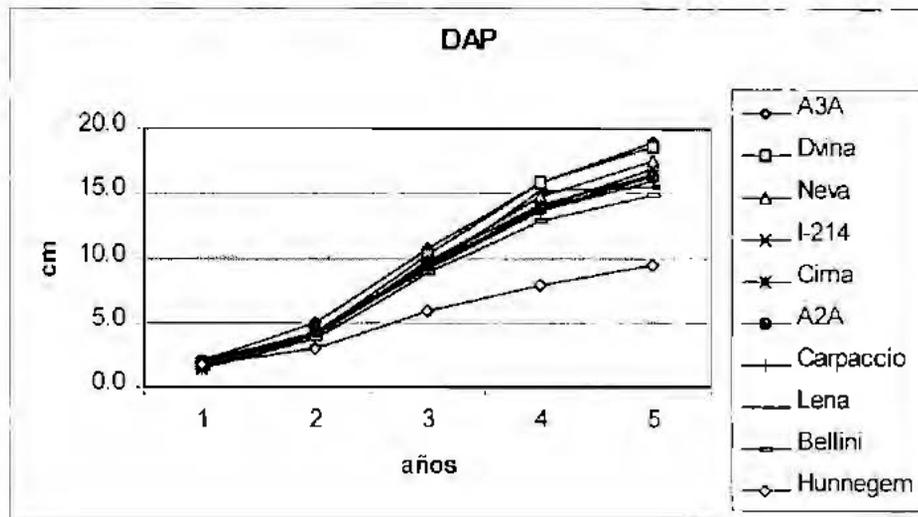
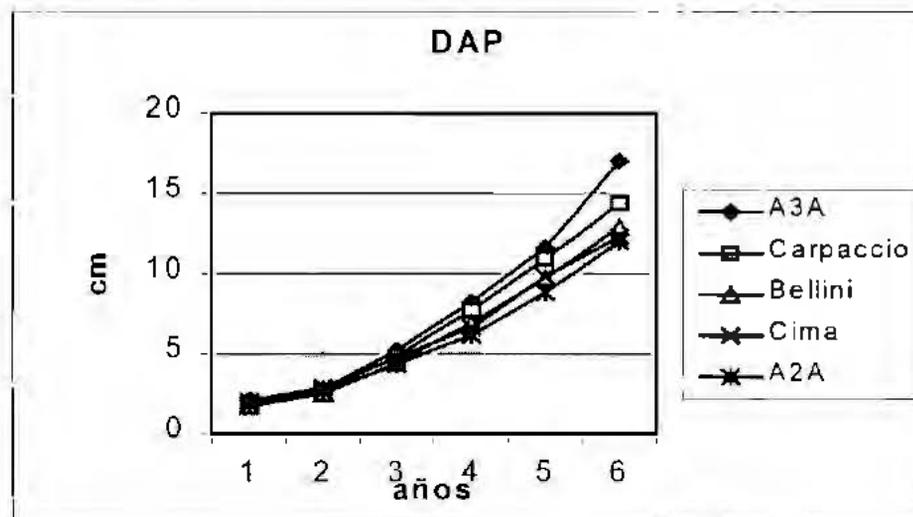


Grafico 4 : Crecimiento en DAP para un ensayo clonal en España



Cuadro resumen con la reacción de ciertos clones a distintas especies de Melampsoras (Pinon 1992).

CLONES	M. allii-populina			Melampsora larici-populina								M. medusae		
	Europa			Europa				Oceania		Asia		Oceania		USA
	A	F	I	F	I	NL	PL	AUS	NZ	J	K	AUS	NZ	USA
<b>P. deltoides</b>														
LUX			R	*	R				R				S	
<b>P. x euroamericana</b>														
AGATHE F		MS		VS		VS								
BELLINI		MS	R	MS/V S	MS				VS				VS	
BL COSTANZO		MS	MR	S/VS	MS				VS				S	
BOCCALARI		R	R	VS	MS				VS		MS/S		S	
CAPPA BIGLIONA		I	R		MS									
CARPACCIO		MS	S	*	R				*				VS	
CIMA		MS	S	*										
DORSKAMP		MS/M R	MR	R	MR	R			I				R	
GAVER		R	I	I	I									
GHOY		I/MR	R	I	R									
GIBECO		MR	R	I	I									
GUARIENTO		R		S					S				VS	
ISIERES		MR	R	*	R									
OGY		R	R	*	I									
OSTIA			R		MR	VS								R
PRIMO		MR/S	S	I	R									
TRIPLO		MR	R	MR	R				R		MR		R	
<b>P. trichocarpa x P. deltoides</b>														
BEAUPRE		MR/S	R	I	R				I				S	
BOELARE		MS	R	I	R				I				VS	
HUNNEGEN		MS		MS/S					VS					
RAP		I	I	*	R									
RASPALJE		R/MS	R	MS	R				S				S	
UNAL		MR	I	S/VS	R				R				VS	

Niveles de resistencia

I = inmune; R = resistente; S = susceptible; V = muy; M = moderadamente.

+ presencia de las especies de melampsora sobre el clon

- reacción variable de acuerdo a las razas de Melampsora

Origen geográfico de las observaciones:

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

Oceania: AUS = Australia; NZ = Nueva Zelandia

Asia: J = Japón; K = Corea

Norteamérica: USA = Estados Unidos; CND = Canadá

## REFERENCIAS

Bonduelle, P. 1989. Poplar silviculture in short rotation coppices. Biomass production. Informations Forest Afocel Arnef 2, 1-39.

Barigah, TS.; Saugier, B.; Mousseau, M.; Guittet, J. y Ceulemans, R. 1994. Photosynthesis, leaf area and productivity of 5 clones during their establishment year. Ann Sci For 51, 613-625.

Chaturvedi, AN. y Rawat, BS. 1994. Poplar tree improvement programme. Indian Forester 120: 2, 97-104.

Herve, C. y Ceulemans, R. 1996. Short rotation coppiced vs non coppiced poplar: a comparative study at two different field sites. En: Modelling short rotation forestry growth. Uppsala, Sweden, 24-26 de octubre. Biomass and Bioenergy 11: 2-3, 139-150.

Lemoine, M. y Pinon, J. 1978. Clonal differences in poplar in susceptibility to the rusts *melampsora larici-populina* and *M. allii-populina*. Revue Forestiere Francaise 3, 181-185.

Pinon, J. 1992. Variability in the Genus *Populus* in Sensitivity to *Melampsora* Rust. *Silvae Genetica* 41: 1, 25-34.

Santibañez, F. 1993. Atlas Agroclimático de Chile. VI, VII, VIII y IX Regiones. Ministerio de Agricultura, Fondo de investigación agropecuaria, Corporación de Fomento de la Producción.

Souleres, G. 1990. Interamerican poplar (*Populus deltoides* x *P. trichocarpa*) hybrids on sites outside valleys. *Foret Enterprise* 66, 28-36.

Van Slycken, J. y Stevens, D. 1988. Groei en produktie van de euramerikaanse Unal-klonen en enkele andere klonen in meerdere populeta. Intern rapport nr. 1 1988. Rijksstation voor Populiereenteelt.

## ANEXO 4

**AGREEMENT ON RESTRICTIONS TO THE USE  
OF REPRODUCTIVE MATERIAL  
OF EXPERIMENTAL POPLAR/WILLOW CLONES  
EXCHANGED BETWEEN RESEARCH INSTITUTIONS**

**FOREWORD**

With regard to the need for cooperation in the field of poplar/willow clonal selection in order to spread the results of breeding activities to the benefit of both growers and users in the general interest of the whole community, the exchange of genetic material, especially of clones at an advanced stage of selection, is to be encouraged.

On the other hand, considering the high costs of breeding and the need to safeguard the breeder's right to protect his achievements in order to obtain a return to his investment, the use made of exchanged material must in no way imperil the possibility of eventually securing the protection in any country in which the breeder might ask for it.

**THE OWNER'S STATEMENT**

The undersigned, representing the \_\_\_\_\_ (henceforth referred to as THE OWNER) will send reproductive material of the clones, of the type and in the quantity listed below to the (henceforth referred to as THE RECIPIENT), after the following statement has been signed for acceptance by a representative whose signature is binding for THE RECIPIENT. Any use of the material exchanged or for any material derived from it different from those listed below is to be considered unauthorized, unless written case-by-case authorization has been conceded by THE OWNER.

The undersigned furthermore declares that THE OWNER has exclusive ownership rights on all the clones listed below.

Date,

Signature of THE OWNER

THE OWNER

THE RECIPIENT

## LIST OF REPRODUCTIVE MATERIAL TO BE EXCHANGED

### RECIPIENT S AND OWNER S OBLIGATIONS

The undersigned, representing THE OWNER and THE RECIPIENT, agree to respectively supply and receive the reproductive material listed above and to observe the following rules and restrictions for its use and for the use of any material derived from (henceforth collectively referred to as THE MATERIAL).

1.- THE MATERIAL will be used for experimental purposes only and under the direct control of THE RECIPIENT. However, the following experimental uses are not authorized:

- none (that is: only commercial use is forbidden);
- genetic manipulation (e.g. genetic transformation);
- use as parent in breeding programmes;
- any use different from what is described in a detailed experimental plan produced by THE RECIPIENT, approved by THE OWNER and enclosed to the present Agreement of which it is part.

2.- THE MATERIAL will not be ceded to third parties, not even for experimental purposes. Field trials can be established on third parties' land only if THE RECIPIENT has secured exclusive rights of use of THE MATERIAL, by means of an appropriate contract, excluding the land owner from any use of THE MATERIAL for the whole duration of the experiments and forbidding him to reproduce it from plants or parts of plants that may have been left in the field after the conclusion of the trial. In any case, at the end of the trial, every reasonable effort must be made to remove from the field all the material that might be used for vegetative propagation.

3.- In case of trials established on third parties land, THE RECIPIENT will not disclose the identity of THE MATERIAL to the land owner. In case labels are placed in the fields, THE MATERIAL will be referred to by means of codes whose meaning will in no way permit identification to third parties. THE OWNER must be informed of the correspondence between the codes and the original denomination of THE MATERIAL.

4.- A field experiment is to be considered concluded when the plants have been physically removed from the land.

5.- THE RECIPIENT will take every reasonable precaution in order to prevent unauthorized propagation of THE MATERIAL, will prosecute the responsible of such an act and will inform THE OWNER thereof.

6.- THE RECIPIENT will keep record of all the field trials and laboratory experiments in which THE MATERIAL is employed, and will put all this information at the disposal of THE OWNER upon request.

THE OWNER

THE RECIPIENT

7.- Further vegetative propagation of THE MATERIAL by THE RECIPIENT:

- is admitted, but THE RECIPIENT will have to keep accurate record of it and will put this information at the disposal of THE OWNER upon request;
- is not admitted, unless a written case-by-case authorization, specifying quantity and type of the propagation material to be employed from THE OWNER.
- is not admitted; further needs for research purposes will require a new Agreement.

8.- THE RECIPIENT will be the sole owner of and the only responsible for the scientific results of the experiments. However THE RECIPIENT will disclose the results to THE OWNER, upon request, even before their publication. In case THE OWNER makes use of this information in any written formal or informal document or communication, the source of the information must be clearly acknowledged.

9.- In particular, THE RECIPIENT will put the results of the experiments at the disposal of the owner in case THE OWNER should decide to use them either for the registration of a clone or to secure a plant variety right.

10- THE RECIPIENT will acknowledge the origin of THE MATERIAL in any official or informal publication of the results of the experiments.

11- THE RECIPIENT will destroy all might be used for vegetative propagation of THE MATERIAL and will refrain from further propagation upon by THE OWNER. The experiments already under way or already planned with no reasonable possibility to be altered will continue until their planned conclusion, before THE MATERIAL they include is destroyed.

12- No responsibility can be claimed by one signing party against the other for the execution of the present agreement, as far as each of them fulfilled its own obligations.

Date,

Signature of THE OWNER

Date,

Signature of THE RECIPIENT

Made in three copies. One copy, duly signed by both parties will be kept by THE RECIPIENT, two by THE OWNER.

THE OWNER

THE RECIPIENT

## ANEXO 5

SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO  
DEPARTAMENTO PROTECCION AGRICOLA  
SUB-DEPTO. DEFENSA AGRICOLA

AUTORIZA INTERNACION DE  
MATERIAL DE PROPAGACION  
IN VITRO QUE INDICA.

**EXENTA**

SANTIAGO, 17 MAR 1999

HOY SE RESOLVIO LO QUE SIGUE:

Nº 778 /.- VISTO : Lo dispuesto en el Decreto Ley Nº 3557 de 1980, sobre Protección Agrícola, el Decreto Nº 156/98 del Ministerio de Agricultura, la Res. Nº 350 del 10.02.81, la Res. Nº 39 del 25.03.81 y la solicitud de FAC. DE CS. FORESTALES DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE.

RESUELVO:

- Autorizase la internación de las mercaderías que más adelante se detallan a condición de cumplir con las normas generales establecidas en la Res. Nº 350 del Servicio Agrícola y Ganadero, y las particulares que a continuación se indican:

Puerto de ingreso : AEROPUERTO A. MERINO BENITEZ  
País de origen : SUECIA  
Uso : PROPAGACION

Detalle de los productos autorizados:

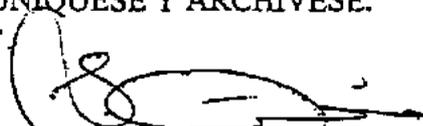
ESPECIE	VAR.	TIPO MERCADERIA		CANTIDAD
Populus x interamericana cv 1	1(Una)	Híbrido	Cultivo in vitro (yemas)	60
" " " cv 2	2 (dos)	"	" " " "	70
" " " cv 258	258	"	" " " "	90
" " " cv 269	269	"	" " " "	71
" " " cv NM6	NM6	"	" " " "	55
" " " cv Unal	Unal	"	" " " "	35
" " " cv 70036/4	70036/4	"	" " " "	39
" " " cv 70038/6	70038/6	"	" " " "	30
" " " cv 70038/31	70038/31	"	" " " "	70
" " " cv 70038/67	70038/67	"	" " " "	60
" " " cv 71015/1	71015/1	"	" " " "	42
" " " cv 78026/12	78026/12	"	" " " "	70
" " " cv 71009/2	71009/2	"	" " " "	30

2.- La partida estar amparada por un Certificado Fitosanitario Oficial del país de origen, en cuyas declaraciones adicionales se consigne que el material a internar ha sido producido por medio de la técnica de cultivo de tejido o cultivo "in vitro".

3.- El material vegetal debe venir en envases transparentes, que solo permitan el intercambio gaseoso, además de estar en condiciones asépticas, conteniendo el medio de cultivo de agar base. Los envases también deben contar con la hermeticidad que asegure la inalterabilidad de las condiciones fitosanitarias del material que éstos contengan.

- Esta autorización tendrá una vigencia de hasta 120 días después de su emisión.

ANOTESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVESE.



FERNANDO PEÑA ROYO  
INGENIERO AGRONOMO

JEFE (S) DEPTO. PROTECCION AGRICOLA

  
MBC/lco.  
Nº 298.

  
DISTRIBUCION A:

Interesado

DIRECTRO SAG REGION METROPOLITANA

AEROPUERTO A. MERINO BENITEZ

Protagri - Archivos

SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO  
DEPARTAMENTO PROTECCION AGRICOLA  
SUBDEPTO. DEFENSA AGRICOLA.-

AUTORIZA INTERNACION DE  
ESTACAS DE *Populus* spp. Y  
DISPONE REGIMEN DE  
CUARENTENA VEGETAL QUE  
INDICA.

**EXENTA**

SANTIAGO, - 6 ABR 1999

HOY SE RESOLVIO LO QUE SIGUE:

Nº: **951** - VISTO: Lo dispuesto en el Decreto Ley Nº 3.557 de 1980, sobre Protección Agrícola, la Resolución Nº 350 del 10.02.1981, la Resolución Nº 39 del 25.03.1981, la Resolución Nº 2311 del 24.07.1996, el Decreto Nº 156 del Ministerio de Agricultura, el informe Fitosanitario Nº 76 de Vigilancia Fitosanitaria y la solicitud de la Universidad de Chile.

RESUELVO:

1.- Autorízase la internación de las mercaderías que más adelante se detallan a condición de cumplir con las normas generales establecidas en la Resolución Nº 350 del Servicio Agrícola y Ganadero, y las particulares que a continuación se detallan:

Puerto de Ingreso : AEROPUERTO A. MERINO BENITEZ  
País de origen: Estados Unidos de Norteamérica  
Uso : Propagación  
Detalle del material a internar :

ESPECIE- híbrido	CODIGO	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD (unidades)
1.-Populus x interamericana cv Unal	118 : Unal	estacas	50
2.-Populus x interamericana cv Beaupre	124 :Beaupré	estacas	50
3.-Populus x interamericana cv Boelare	132 : Boelare	estacas	50
4.- Populus x interamericana cv Raspalje	121 : Raspalje	estacas	50
5.- Populus x interamericana cv Hunegem	122 : Hunegem	estacas	25
6.- Populus x euroamericana cv Robusta	131 : Robusta vert	estacas	50
7.- Populus x euroamericana cv Primo	619 : Primo	estacas	50
8.- Populus x euroamericana cv Ghoy	126 : Ghoy	estacas	50
9.- Populus x euroamericana	127 : Gaver	estacas	50

cv Gaver			
10.- Populus x euroamericana cv Ogy	128 : Ogy	estacas	50
11.- Populus x euroamericana cv Isieres	129 : Isieres	estacas	50
12.- Populus x euroamericana cv Gibecq	464 : Gibecq	estacas	50
13.- Populus x euroamericana cv 69039/4	73 : 69039 /4	estacas	50
14.- Populus x euroamericana cv 69038/6	72 : 69038 /6	estacas	50
15.- Populus x euroamericana cv Max493	Max493	estacas	25
16.- Populus x euroamericana cv S907-1	381 : S907-1	estacas	25
17.- Populus x euroamericana cv 75025/15	582 : 75023 /15	estacas	25
18.- Populus x euroamericana cv 75023/16	583 : 75023 /16	estacas	25
19.- Populus x euroamericana cv 75023/17	584 : 75023 /17	estacas	25
20.- Populus x euroamericana cv 75023/21	588 : 75023 /21	estacas	25
21.- Populus x euroamericana cv 75023/22	589 : 75023 /22	estacas	25
22.- Populus x euroamericana cv 75023/25	591 : 75023 /25	estacas	25
23.- Populus x euroamericana cv 75023/29	594 : 75023 /29	estacas	25
24.- Populus x euroamericana cv 75023/30	595 : 75023 /30	estacas	25
25.- Populus x euroamericana cv 75023/34	597 : 75023 /34	estacas	25
26.- Populus x euroamericana cv 75023/37	600 : 75023 /37	estacas	25
27.- Populus x euroamericana cv 75023/41	604 : 75023/41	estacas	25
28.- Populus x euroamericana cv 75023/46	608 : 75023/ 46	estacas	25
29.- Populus x euroamericana cv 75023/47	609 : 75023/ 47	estacas	25
23.- Populus x euroamericana cv 75023/49	610 : 75023 /49	estacas	25
24.- Populus x euroamericana cv Koster	2223/Koster	estacas	10
25.- Populus x euroamericana cv Ellert	3495/Ellert	estacas	10
24.- Populus x euroamericana cv Hees	3512/Hees	estacas	10
<b>TOTAL</b>			<b>1105</b>

2.- La partida debe venir libre de suelo y amparada por el Certificado Fitosanitario oficial del país de origen, en el cual debe constar en forma explícita el cumplimiento de las declaraciones Adicionales que se señalan a continuación:

**2.1 Declaración Adicional :** La partida está libre de las siguientes plagas de insectos:

***Cryptorhynchus lapathi*** (Col.:Curculionidae), ***Compsidia populnea*** (Lep.:Cerambycidae), ***Paranthrene tabaniformis*** (Lep.:Aegeriidae), ***Zeuzera pyrina*** (Lep.:Cossidae), ***Sesia* spp.** (Lep.:Sesiidae), ***Adoxophyes orana*** (Lep.:Tortricidae), ***Paranthrene tabaniformis*** (Lep.:Aegeriidae), ***Archips xylosteana*** (Lep.:Tortricidae), ***Malacosoma* spp.** (Lep.:Lasiocampidae) .

**2.2 Declaración Adicional :** La partida está libre de la siguiente plaga de hongo:  
***Cryptodiaporthe populea*** (Ascomycetes:Diaporthales).

**2.3 Declaración Adicional:** La partida ha sido sometida a un tratamiento de inmersión con insecticidas con productos y dosis adecuadas para el control de ***Chionaspis salicis*** (Homoptera: Diaspididae).

3.- El material debe completamente libre de hojas y embalado en envases cerrados, que no permitan la exposición de la mercadería al medio ambiente, factibles de ser sellados y resistentes al manipuleo. Los materiales de amortiguación no deben incluir pajas de gramíneas ni virutas de madera.

4.- No deberán utilizarse sobre las estacas ceras protectoras u otras sustancias que dificulten la inspección.

5.- La totalidad del material deberá cumplir régimen de cuarentena de post-entrada en invernadero de seguridad, por un tiempo mínimo de un período de crecimiento activo, el cual se considerará a partir de la brotación en la primavera de 1999.

6.- El lugar de cuarentena autorizado es un invernadero de seguridad, con malla antiáfido, doble puerta, pediluvio en su ingreso, en el cual se utilizarán herramientas de uso exclusivo e inventariadas.

7.- la infraestructura de aislamiento se encuentra ubicada en el **Campus Antumapu, de la Universidad de Chile** (Paradero 32 Av. Santa Rosa – Comuna de La Pintana), correspondiente a un invernadero de seguridad de uso exclusivo para esta cuarentena (Santiago-Región Metropolitana).

8.- La documentación será revisada y las partidas inspeccionadas por profesionales del SAG destacados en el puerto de ingreso, quienes verificarán la condición fitosanitaria y con la documentación adjunta resolverán su internación.

9.- En el puerto de ingreso además de las muestras destinadas a laboratorio, se extraerá el 3% de cada especie/híbrido ingresado, el cual deberá cumplir Cuarentena de Filtro, en la estación Cuarentenaria del SAG/Complejo Lo Aguirre.

10.- esta autorización tendrá vigencia de hasta 120 días contados después de su emisión.

NOTESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVASE



*Orlando Morales Valencia*

ORLANDO MORALES VALENCIA  
INGENIERO AGRONOMO  
JEFE DEPARTAMENTO PROTECCION AGRICOLA

*hu*

MBC/

Nº.: \_\_\_\_\_

-Distribución:

- Interesado
- Director SAG Región Metropolitana
- Jefe Oficina SAG Pudahuel
- Jefe Oficina SAG Sur
- Jefa Subdepto. Laboratorios Agrícolas/Lo Aguirre
- Cuarentenas forestales
- PROTAGRI
- Archivos

3492

1. Avsändare Mauritz Ramstedt SLU Box 7035 S-750 07 Uppsala Sweden		2. <b>SUNDHETSCERTIFIKAT</b>  ORIGINAL Nr. S 065538	
3. Mottagare Sergio Hurtado INFOR Universidad de Chile Santiago		4. Statens jordbruksverk Växtinspektionen, Sverige till växtskyddsmyndigheten (ema) i  Chile	
5. Ursprung Sweden		5. Ursprung Sweden	
6. Transportmedel air-luggage			
7. Införselort Santiago		SVERIGE SWEDEN SCHWEDEN SUÈDE	
8. Märkning; antal och beskrivning av förpackningar; produktnamn; botaniskt namn på växter  1 box, 1105 cuttings of Populus spp.  87 petri-dishes in vitro culture  Populus spp.		9. Mängd  26 kg  0,5 kg	
10. Härrned intygas att ovan beskrivna växter eller växtprodukter <ul style="list-style-type: none"> <li>• har undersökts enligt lämpliga metoder och</li> <li>• bedöms vara fria från farliga skadedjur och praktiskt taget fria från andra skadedjur och att</li> <li>• de bedöms vara i överenskommelse med importlandets gällande införselbestämmelser.</li> </ul>			
11. Tilläggsdeklaration Healthy poplar cuttings from own clone trials. Axenic callus cultures of Populus spp. isolated and cultivated on lab at the Department of Forest Genetics, SLU			
DESINFEKTION		18. Utgåvar i:	
12. Behandling		Stockholm	
13. Medel (aktiv substans)		Datum: 1999-03-24	
14. Behandlingsföretag och temperatur		Namn och underskrift av bemyndigad tjänsteman:	
15. Koncentration		Sjampö	
16. Datum		Birgitta Sandholm	
17. Tilläggsinformation			

SLU 0013 1998.09 102000 x 4

**ADDITIONAL INFORMATION FOR  
HEALTH CERTIFICATE No. S 065538**

The supplied Poplar cuttings are healthy and have been found free from insect parasites and fungal/bacterial diseases, this includes

**Fungi:**

*Cryptodiaporthe populea*

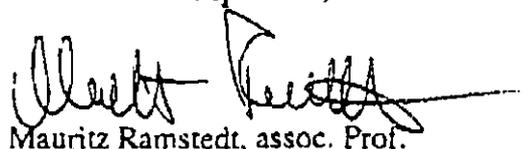
**Bacteria:**

*Xanthomonas populi*

**Insects:**

1. *Cryptorhynchus lapathi* (Col.: Curculionidae).
2. *Compsidia populnea* (Lep.: Cerambycidae).
3. *Paranthrene tabaniformis* (Lep.: Aegeriidae).
4. *Zeuzera pyryna* (Lep.: Cossidae).
5. *Sesia* spp (Lep.: Sesiidae).
6. *Adoxophyes orana* (Lep.: Tortricidae).
7. *Archips xylosteana* (Lep.: Tortricidae).
8. *Melacosoma* spp (Lep.: Lasiocampidae).
9. *Chionaspis salicis* (Homoptera: Diaspididae).

UPPSALA April 13, 1999-04-13

  
Mauritz Ramstedt, assoc. Prof.

Plant Pathology and Biological  
Control Unit, SLU  
P.O. Box 7035, S-750 07 UPPSALA



## 12. Condiciones de aislamiento cuarentenario

Factor de aislamiento	SI	NO
12.1 El lugar de cuarentena propuesto corresponde a un invernadero cerrado, de uso exclusivo para la cuarentena.	X	
12.2 La estructura del invernadero es sólida.	X	
12.3 El invernadero presenta acceso restringido.	X	
12.4 El invernadero presenta herramientas de uso exclusivo, debidamente inventariadas e identificadas	X	
12.5 El invernadero presenta un depósito para almacenar las herramientas de uso en la cuarentena.	X	
12.6 El invernadero dispone de un depósito especial para almacenar los restos vegetales que se originen en la cuarentena.	X	
12.7 El invernadero presenta un sistema de acceso de puerta doble.	X	
12.7 El invernadero presenta un pediluvio.	X	
12.8 La totalidad de las ventanas o ventilaciones del invernadero están cubiertas con malla antiáfido, que evita el ingreso y la salida de insectos (50 mesh como mínimo).	X	
12.9 El invernadero presenta un sistema de riego tecnificado u otro que evite el escurrimiento de agua fuera del invernadero.	X	
12.10 El invernadero está aislado de plantas de álamo ubicadas a menos de 30 metros del invernadero.	X	

## 13. Indicar el inventario de herramientas de la cuarentena

Herramienta	Unidades	Identificación (*)
1. Tijeras	2	IC-1, IC-2
2. Palas	1	IC-3
3. Palas de jardín	4	IC-4, IC-5, IC-6, IC-7
4. Regadera plástica	1	IC-8
5. Bomba fumigadora	1	IC-23
6. Envase para mat. vegetal	1	IC-10
7. Pediluvio	1	IC-11
8. Martillo	1	IC-12
9. SERRUCHO pequeño	1	IC-13
10. Alicata	1	IC-14
11. Estante	1	IC-15
12. Guantes de trabajo	4 pares	IC-16/IC-19
13. Mascarillas	5	IC-20
14. Antiparras	2	IC-21, IC-22
15. Picador	1	IC-24
16. Caja de herramientas	1	IC-25

(\*) Se refiere a un número o código que debe pintarse o pegarse en cada herramienta.

- 11.5 Señalar el sustrato que se utilizará para el crecimiento de las estaquillas (suelo, turba, compost, otros a describir): **50% Turba, 50% Perlita.**
- 11.6 Señalar si las estaquillas se plantarán directamente al suelo, en macetas, bandejas u otro sistema: **Bolsas plásticas, tubetes y/o speedlings.**
- 11.7 Señalar la distancia mínima a la cual se encuentran los ejemplares de Alamo más cercanos al invernadero de la cuarentena: **70 metros**
- 11.8 Señalar si en los alrededores del invernadero existe la presencia de malezas, de ser la respuesta positiva, indicar el nombre de las malezas observadas:

Familia	Nombre científico	Nombre común
	<i>Picris echioides</i>	Lengua de gato
	<i>Convolvulus arvensis</i>	Correhuela
	<i>Avena fatua</i>	Avena
	<i>Malva nicaensis</i>	
	<i>Lactuca serriola</i>	
	<i>Chenopodium album</i>	Quinguilla
	<i>Dactylis glomerata</i>	Pasto ovilla
	<i>Verbena bonaerensis</i>	Verbena
	<i>Plantago lanceolata</i>	Llantén
	<i>Taraxacum officinalis</i>	Diente de león
	<i>Conyza floribundia</i>	
	<i>Lolium perenne</i>	Ballica inglesa
	<i>Euphorbia jeplus</i>	
	<i>Cynodon dactylon</i>	
	<i>Rubus ulmifolius</i>	
	<i>Sonchus asper</i>	
	<i>Polygonum persicaria</i>	Duraznillo
	<i>Fumaria officinalis</i>	
	<i>Rumex crispus</i>	
	<i>Rumex acetosella</i>	
	<i>Amaranthus deflexus</i>	
	<i>Polypogon australis</i>	Bromega
	<i>Stipa lachnophylla</i>	Coirón
	<i>Senecio vulgaris</i>	Senecio
	<i>Holcus lanatus</i>	Pasto miel
	<i>Eriochloa monteridemis</i>	
	<i>Cyborium intybus</i>	Achicoria
	<i>Lactuca serriola</i>	Lechugilla
	<i>Chenopodium murale</i>	Quinguilla
	<i>Rapistrum rugosum</i>	Falso yuyo
	<i>Sisymbrium officinale</i>	
	<i>Brassica campestris</i>	Yuyo o brassica roja
	<i>Galinsoga parviflora</i>	

Fuente: Profesora María Teresa Serra / Federico Luebert

14. Conclusión: El área de cuarentena descrita ~~cumple/no cumple~~ con las condiciones de aislamiento establecidas para la especie. De ser esto afirmativo, deberá darse respuesta a la totalidad de los puntos de este informe de Aislamiento y a la vez todas las respuestas del punto 12 deben ser positivas.

El suelo o los sustratos a ser usados en el crecimiento de las plantas están ~~libres/no están~~ libres de nemátodos fitoparásitos, según informe fitosanitario número.... de fecha. 2338 (05.04.99)

La superficie del invernadero es de 125 metros cuadrados, la cual es indicada para contener 10.000 unidades de plantas en cuarentena.

15. Por la presente el importador Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile designa como su representante al Sr Iván Grez M. quien actuará como ~~contraparte técnica ante~~ el-SAG, firmando ambos en seña de consentimiento, conocimiento y ~~compromiso de aceptar~~ todas las disposiciones y medidas técnicas establecidas por el SAG sobre cuarentena vegetal de post-entrada.

Nombre y firma importador: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.

Nombre y firma contraparte del SAG: Iván Grez Mejías

Nombre y firma inspector SAG: Verónica Peñaloza S.

CORE N°: 1677479 (05.04.99)

Fecha inspección 01-Abril-99. San Bernardo



## ANEXO 6

Universidad de Chile  
Facultad de Ciencias Forestales  
Departamento de Silvicultura

## **Antecedentes Fitosanitarios del Género *Populus***

**Proyecto Introducción de Clones de Alto Rendimiento - FIA**

**Autor :José Alfonso Suárez Bolaños**

**1999**

TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. LISTADO DE AGENTES DETECTADOS EN CHILE</b>	<b>5</b>
HONGOS	5
INSECTOS	5
PLANTAS PARÁSITAS	5
<b>2. PLAGAS CUARENTENARIAS DEL ÁLAMO</b>	<b>6</b>
ENFERMEDADES	6
PESTES	6
<b>3. LISTADO DE AGENTES DETECTADOS EN ARGENTINA</b>	<b>7</b>
<b>OTROS AGENTES CONSIDERADOS</b>	<b>7</b>
<b>4. MELAMPSORA SPP., "LAS ROYAS DEL ÁLAMO"</b>	<b>8</b>
<b>4.1. MORFOLOGÍA Y BIOLOGÍA DE LAS ROYAS</b>	<b>8</b>
MICELIO	8
ÓRGANOS DE FRUCTIFICACIÓN	8
FASES ESPORÍFERAS	10
<b>4.2. SINTOMATOLOGÍA</b>	<b>10</b>
PÚSTULAS (SPOTS)	10
CLOROSIS	10
MANCHAS DE HIPERSENSIBILIDAD	10
NECROSIS	11
<b>4.3. ANTECEDENTES TAXONÓMICOS DE LAS ROYAS</b>	<b>12</b>
ORDEN UREDINALES (BROGN) DIET.	12
FAMILIA MELAMPSORACEAE SCHROETER	12
TRIBU MELAMPSOREAE	13
GÉNERO MELAMPSORA CAST.	13
<b>DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL <i>MELAMPSORA SPP.</i> (BEECHE, 1993)</b>	<b>14</b>
<b>4.4. PRINCIPALES ESPECIES DE <i>MELAMPSORA</i> QUE PARASITAN A <i>POPULUS</i></b>	<b>15</b>
<b>4.5. LAS ROYAS DEL ÁLAMO EN CHILE</b>	<b>16</b>
HISTORIA	16
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	16
<b>4.6. LAS ROYAS DEL ÁLAMO EN ARGENTINA</b>	<b>16</b>
HOSPEDANTES Y DISTRIBUCIÓN	16
Proyecto "Introducción de clones de alto rendimiento de álamo ( <i>Populus spp.</i> ) para cuatro zonas del país"	2

4.7. SELECCIÓN DE ÁLAMOS RESISTENTES A LAS ROYAS	17
NIVELES DE RESISTENCIA DE ALGUNOS CLONES A MELAMPSORA SPP.	18
PINON (1992), DESCRIBE A CONTINUACIÓN, LOS NIVELES DE RESISTENCIA DE LOS DISTINTOS CLONES INSCRITOS EN LOS CATALOGOS DE LOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA	23
NIVELES DE RESISTENCIA EN LA SECCIÓN TURANGA	23
NIVELES DE RESISTENCIA EN LA SECCIÓN LEUCOIDES	23
NIVELES DE RESISTENCIA EN LA SECCIÓN LEUCE	23
NIVELES DE RESISTENCIA EN LA SECCIÓN AIGEIROS	24
5. <i>ARMILLARIA MELLEA</i>	27
6. <i>CYTOSPORA CHRYSOSPERMA</i>	29
7. <i>MELANOPHILA PICTA</i>	30
8. <i>TAPHRINA AUREA</i> "ENFERMEDAD DE LA ABOLLADURA DORADA"	30
9. <i>TUBEROLACHNUS SALIGNUS</i>	31
10. <i>DOTHICHIZA POPULEA</i>	31
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE DOTHICHIZA POPULEA	31
11. <i>SEPTORIA MUSIVA</i> "CANCROSIS DE LOS ÁLAMOS"	34
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE SEPTORIA MUSIVA	34
12. <i>XANTHOMONAS POPULI</i> "CANCRO BACTERIANO"	37
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE XANTHOMONAS POPULI	37
13. <i>PARANTHRENE TABANIFORMIS</i> "SESIA DEL ÁLAMO"	39
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE PARANTHRENE TABANIFORMIS	39
14. <i>SAPERDA CARCHARIAS</i> "SAPERDA GRANDE"	41
DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE SAPERDA CARCHARIAS	41
15. <i>PLATYPUS SULCATUS</i>	43
16. <i>HYLESIA NIGRICANS</i>	43
17. <i>PHLOEOMYZUS PASSERINII</i>	43
18. <i>MELOIDOGYNE INCOGNITA</i>	43
19. <i>MARSSONINA BRUNNEA</i>	44
19.1. SELECCIÓN DE ÁLAMOS RESISTENTES A <i>MARSSONINA</i>	47
NIVELES DE RESISTENCIA DE ALGUNOS CLONES A <i>MARSSONINA BRUNNEA</i>	49
20. <i>HYPOXYLON PRUINATUM</i>	51
BIBLIOGRAFÍA	53

## Introducción

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 nivel 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 nemátodo, 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 debe 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.

## 1. Listado de Agentes detectados en Chile

Aunque Poisson (1996), citado por Löewe et al. (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* spp.) 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)

## 2. 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* (Ridé)

### Pestes

- *Paranthrene tabaniformis* (Rott.) "Sesia del álamo"
- *Saperda carcharias* L. "Saperda grande"
- *Cryotorynchus lapathi* L. "Gogojo perforador del álamo"

### 3. 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 Brugnoli (1980), citado por Löewe et al. (1996), 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*, Nematodos
- *Heterodera* spp, nemátodos
- *Oligonychus yothersi* (McGregor) ácaro
- *Pemphigus bursarius* L. y *Pemphigus populitransversus* Riley, pulgones, agallas
- *Phloemyzus passerini* (Sign) "Pulgón Lanífero del álamo"
- *Pterocoma 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.

- *Marssonina brunnea*
- *Hypoxyton Pruinatum*

#### 4. *Melampsora* spp., "Las Royas del Álamo"

En este acápite se describirá 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 incerto en el orden Uredinales de la clase Basidiomycetes, la clase fúngica más evolucionada y que incluye una gran variedad de hongos (Donoso, 1997).

##### 4.1. Morfología y biología de las royas

###### Micelio

El micelio es tabicado, intercelular, provisto de haustorios que se introducen en la célula hospítalar mediante una invaginación de la membrana de la misma y se sitúan en las proximidades del núcleo. Por lo general, tiene una coloración anaranjada, la cual también aparece en algunas esporas. En la mayor parte del ciclo de vida del organismo, es binucleado, con núcleos pareados haploides. En un sólo momento es uninucleado y haploide, siendo este el micelio proveniente de la germinación de una basidiospora. Muy pocas uredinales presentan fibulas (conexiones en hebillas) en su micelio dicariótico (Lindquist, 1982).

###### Órganos de fructificación

Las especies pertenecientes a este orden pasan por una serie de etapas durante su ciclo de vida y cada etapa se caracteriza por un tipo diferente de espora (Donoso, 1997).

###### Espermogonios, espermacios

Los espermogonios, también llamados picnios, son los primeros órganos que aparecen luego de la germinación de las basidiosporas. Poseen variadas formas, siempre constantes para cada grupo o familia de royas. Tapisando sus paredes, se hallan células esporógenas o espermatioforos. Estas producen pequeñas fialosporas, globosas u ovoides, provistas de un núcleo grande y constituyen los espermacios o picniosporas, que salen al exterior aglomerados en una sustancia viscosa aromática y dulce, que atrae a los insectos. También emergen con frecuencia, por el estíolo, células rectas, puntiagudas, llamadas perifisis, dispuestas en un haz y junto a ellas aparecen otras alargadas, pluricelulares, flexuosas con membrana delgada, las tricoginas, conocidas también como células flexuosas, que desempeñan un papel importante en la biología de estos organismos (Lindquist, 1982).

### **Ecidios, ecidioporas**

En el envés de la hoja o en los tallos, se forma la segunda fase esporífera, constituida por los ecidios. Estos órganos están provistos, generalmente, de una envoltura llamada peridio, constituida por células peridiales, de formas diversas, casi siempre poliédricas, provistas de una membrana hialina.

En el interior del ecidio se hallan las células madres de las ecidiosporas, constituyendo el protoecidio, las cuales son binucleadas y por tabicamientos sucesivos originan las ecidiosporas, que a su vez poseen también dos núcleos. Tienen una membrana generalmente delgada (Lindquist, 1982).

Las esporas, que están separadas por células estériles llamadas intersticiales, germinan sin previo periodo de latencia emitiendo un tubo germinativo. Según su forma los ecidios se clasifican en:

- **Ecidio:** Peridio corto con células poliédricas, ecidiosporas encadenadas.
- **Ceoma:** Ecidio carente de células peridiales, las que son reemplazadas por un conjunto de paráfisis hialinas, encorvadas, que rodean al soro a la manera de una canasta.
- **Roestelia:** Peridio largo y se deshilacha en tiras hasta la base.
- **Uraecio:** Esporas primarias carentes de peridio e iguales a las uredosporas, sólo que en el primer caso están siempre acompañadas por espermogonios.

### **Uredosoro, uredosporas**

Uredosoros es un conjunto de uredosporas. Estos órganos, son por lo general subepidérmicos, aunque hay casos en que aparecen a través de los estomas.

Las uredosporas son dicarióticas, pudiendo producirse varias generaciones en el transcurso del periodo vegetativo del hospedante. Son globosas, ovoides, siempre unicelulares, con membrana mas bien delgada, perforada por poros germinativos en número y disposición variables para cada especie o grupo de especies. Estas esporas de repetición germinan sin necesidad de un periodo de reposo, emitiendo uno o varios tubos germinativos.

En inviernos no muy rigurosos como los que se presentan en Argentina, Chile, Uruguay y sur de Brasil, pueden invemar sin perder su poder germinativo. Es por ello que en ciertas royas que parasitan a cereales sólo tienen función las uredosporas, aunque en algunas royas autoicas, si bien las uredosporas pueden también invemar, las teleutosporas germinan en primavera y emiten los basidios cuyas esporas infectan al hospedante, dando origen así a los espermogonios e iniciando el ciclo completo de la roya (Lindquist, 1982).

### Teleutosoro, teleutosporas

El teleutosoro es el soro que se produce finalmente en el ciclo de una roya. En una especie completa no puede faltar esta fase, aunque puede ocurrir lo contrario con cualquiera de las otras dos. Estos soros son muy variados, intercelulares, desparramados entre el mesófilo (*Uredinopsis*) y entre las células epidérmicas (*Milesia*) o subepidérmicos formando apretadas costras de una hilera como ocurre en *Melampsora*.

Las teleutosporas se consideran en la clasificación, ya que en ellas tienen lugar los procesos de la conjugación nuclear, la separación de los núcleos y su ubicación en las basidiosporas (Lindquist, 1982).

### Fases esporíferas

Espermogonios o picnios	: 0 o S
Ecidios	: I
Uredosoros	: II
Teleutosoros	: III *
Basidiosporas	: IV

\* : nunca puede faltar.

## 4.2. Sintomatología

### 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.

### Clorosis

Pérdida de cloroplastos, las hojas se tornan amarillas.

### 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.

## 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).



Hoja de álamo con ataque de *Melampsora medusae*

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).

### 4.3. Antecedentes taxonómicos de las royas

#### Orden Uredinales (Brogn) Diet.

Orden perteneciente a la subclase heterobasidiomicetideae, constituido por parásitos de pteridófitas, gimnospermas y angiospermas. Tiene un ciclo de vida complicado, presentando distintos tipos de esporulación, tales como espermogonios, ecidios, uredosporas, teleutosporas y basidiosporas (Lindquist, 1982).

#### Clave de identificación de las familias de Uredinales

A - Teleutosporas sésiles, soldadas lateralmente entre sí o libres, dispuestas en empalizada entre las células epidérmicas o menos frecuentemente, en el mesófilo del hospedante formando costras, o columnas de teleutosporas.

Melampsoraceae

A' - Teleutosporas pediceladas, más raramente sésiles, libres o agrupadas en una masa gelatinosa, no soldadas lateralmente 1 o 2 pluricelulares.

Pucciniaceae

#### Familia Melampsoraceae Schroeter

Esta familia posee espermogonios subcuticulares o subepidérmicos. Ecidios con o sin peridio, constituyendo en este último caso un ceoma. Uredosporas aisladas o dispuestas en cortas cadenas a veces envueltas en un peridio; pueden llevar paráfisis.

Teleutosporas uni a tetracelulares, dispuestas en empalizada en el interior del hospedante, hialinas o coloreadas, soldadas lateralmente, formando costras de una sola hilera o estratificadas o dispuestas en columnas; germinan emitiendo un basidio tritabicado, o en otros casos la misma espora se transforma mediante un tabicamiento en una basidia tritabificada, desarrollando una basidiospora en cada una de las cuatro células formadas (Lindquist, 1982).

**Clave de identificación de las tribus de Melampsoraceae**

A.- Ecidios con peridio. Sobre coníferas.

- a. Uredosporas por lo común aisladas; uredosoros con un peridio rudimentario, muy raramente con paráfisis marginales, o desprovistas de ambos elementos.
- b. Teleutosporas unicelulares o pluricelulares con tabiques verticales. Aisladas en el mesñofilo o reunidas en costras indiferenciadas.

**Pucciniastreae**

b'. Teleutosporas unicelulares, encadenadas, en columnas emergentes por la epidermis; uredosporas encadenadas.

**Cronartieae**

a'. Uredosporas por lo común en cortas cadenas, uredosoros sin peridios.

- c. teleutosoros aplanados, cereos, basidio interno.

**Coleosporieae**

A'. Ecidios sin peridios (Ceoma).

- a. Teleutosporas emitiendo un basidio externo.

**Melampsoreae**

**Tribu Melampsoreae**

Esta tribu se caracteriza por tener Ecidios desprovistos de peridios (Ceomas), uredosporas aisladas, teleutosporas subepidérmicas, sésiles unicelulares, con membrana coloreada y fuertemente soldada lateralmente, germinan previa latencia, emitiendouna basidia (Lindquist, 1982).

Etimología: Melas = negra, obscurecida ; Psora = pústula, sarna.

**Género Melampsora Cast.**

Espermogonios subcuticulares o subepidérmicos, ecidios ceomoides, subepidérmicos sin paráfisis, ecidiosporas encadenadas, membrana verrugosa. Uredosoros subepidérmicos errumpentes, con paráfisis hialinas, capitadas. Uredosporas pediceladas, aisladas membrana verrugosa o espinulascence. Teleutosoros subepidérmicos no errumpentes formando costras, teleutosporas adheridas lateralmente, dispuestas en un sola camada, unicelulares, prismáticas, basidio externo tritabicado, con cuatro basidiosporas.

Este género comprende más de 90 especies, heteroicas y autoicas, muchas de las cuales producen perjuicios apreciables, como los que parasitan a álamos, sauces y lino. En el primer caso por provocar una prematura defoliación, los árboles se debilitan quedando inutilizados para la explotación industrial; en el segundo, el lino, es perjudicado por disminuir la producción en calidad y cantidad del grano de fibra.

Las especies que parasitan álamos y sauces son heteroicas, producen sus ecidios en distintas coníferas. Estados que no se hallan en estas regiones.

Es difícil delimitar las especies que parasitan a álamos y sauces, pues se han descrito algunas basándose principalmente en caracteres morfológicos de las uredosporas y otras combinando este carácter con su comportamiento frente al hospedante alternativo. No existiendo, por consiguiente un criterio uniforme. Si a esto agregamos la posibilidad de la producción de híbridos interespecíficos, notaremos que este es un problema complicado (Lindquist, 1982).

**Clave de identificación de algunas especies de *Melampsora***

a. Uredosporas 12-23 x 27-41 u, membrana espesada 5-8 u en el centro, lisa en la parte superior.

*Melampsora larici-populina*

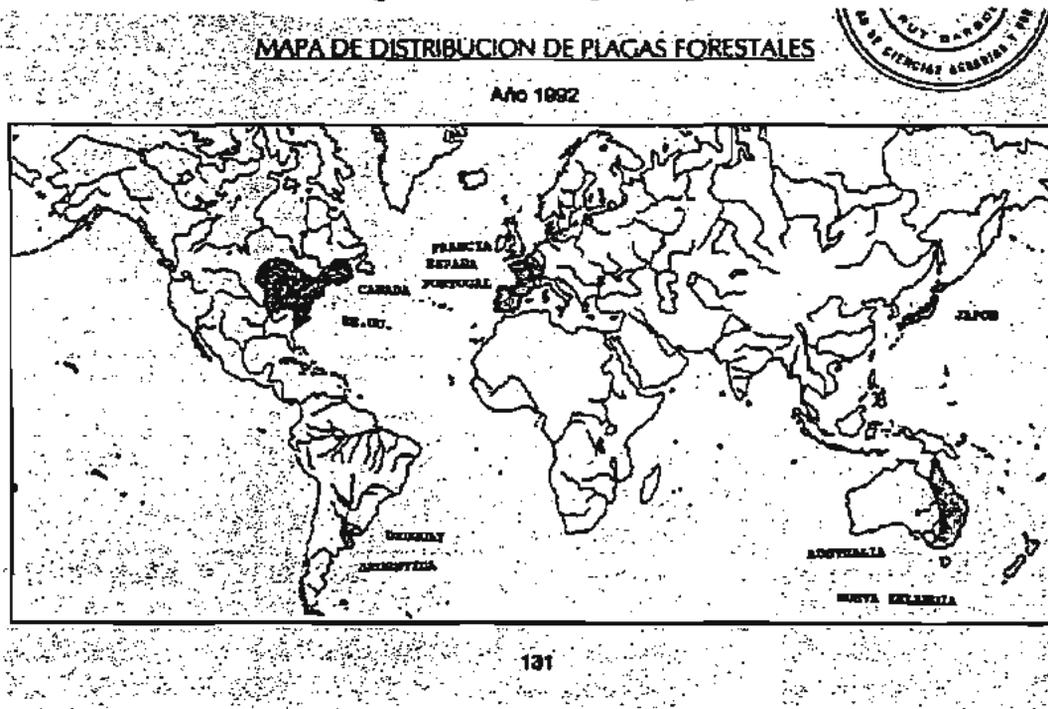
a' Uredosporas 13-19 x 25-44 u, membrana 3.5-4 u lisa en el centro.

*Melampsora albertensis (M. medusae)*

a'' uredosporas 14-18 x 18-25 u, membrana 2.5-3 u de espesor uniforme.

*Melampsora rostrupii.*

**Distribución Geográfica del *Melampsora* spp. (Beeche, 1993)**



Las royas se hospedan alternativamente a *Populus* en diversas especies vegetales, en la tabla a continuación se indican las especies que debieran ser consideradas en el momento de decidir el establecimiento de cultivos mixtos.

4.4. Principales especies de *Melampsora* que parasitan a *Populus*

Lista de las principales especies de *Melampsora*

Especie	Area	Huespedes alternantes	Alamos huesped
<i>M. larici-populina</i>	Europa, Japón, América del Sur, Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica.	<i>Larix decidua</i> <i>L. leptolepsis</i> <i>L. sibirica</i>	Secciones Aigeros y Tacamahaca
<i>M. allii-populina</i>	Europa, África del Norte	<i>Allium spp.</i> <i>Arun maculatum</i> <i>A. italicum</i> <i>Muscari comosum</i>	Sección Aigeros
<i>M. medusae</i>	América del Norte, suroeste de Europa, Australia, Nueva Zelanda.	<i>Larix spp.</i>	Secciones Aigeros y Tacamahaca
<i>M. pinitorqua</i>	Europa	<i>Pinus silvestris</i> <i>P. pinea</i> <i>P. pinaster</i> <i>P. halepensis</i> <i>Larix decidua</i> <i>L. leptolepsis</i>	Sección Leuce
<i>M. rostrupii</i>	Europa, China	<i>Mercurialis perenis</i>	Sección Leuce
<i>M. pulcherrima</i>	Cuenca mediterránea	<i>Mercurialis annua</i>	Sección Leuce
<i>M. magnusiana</i>	Europa, Asia	<i>Chelidonium majus</i> <i>Fumaria officinalis</i> <i>Corydalis spp.</i>	Sección Leuce
<i>M. larici-tremulae</i>	Europa	<i>Larix decidua</i>	Sección Leuce <i>P. balsamifera</i>
<i>M. occidentalis</i>	América del Norte	<i>Pseudotsuga mienziessii</i> <i>Larix spp.</i> <i>Pinus spp.</i>	<i>P. alba</i> <i>P. nigra</i> <i>P. balsamifera</i> <i>P. trichocarpa</i>
<i>M. abietis-canadensis</i>	América del Norte	<i>Tsuga canadensis</i>	<i>P. alba</i> <i>P. grandidentata</i> <i>P. balsamifera</i> <i>P. trichocarpa</i> <i>P. tremuloides</i>

Fuente : FAO, 1980

#### 4.5. 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 area de dispersión de la roya el territorio comprendido entre las provincias de Coquimbo y Chiloé, inclusive (Tartakowsky, 1941).

#### 4.6. 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* Moenach. (I- 214)

Argentina, Chaco, Colonia Beritez.

*Populus nigra* L.

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

#### 4.7. Selección de álamos resistentes a las Royas

Numerosos estudios, emprendidos en diversas partes del mundo, han revelado la existencia de tipos de álamos resistentes; han mostrado también que los grados de resistencia varían en relación con las especies, e incluso con las razas fisiológicas de las royas, abriéndose de este modo un camino interesante para fructuosas investigaciones en la creación de clones que presentan una resistencia notable. En la actualidad, los institutos de investigación empeñados en la mejora de los álamos se hallan en estado de proponer cultivares tolerantes para diversas utilizaciones en plantación (FAO, 1980). En la zona del delta del Paraná, la resistencia a royas constituye la base de un programa de mejoramiento genético prioritario (Arreghini, 1996). Conviene, sin embargo, subrayar que el conocimiento de las especies de *Melampsora* presentes en una región dada es indispensable para lograr una elección juiciosa entre los cultivares disponibles, en función de su resistencia a las diversas especies de royas (FAO, 1980). Como respaldo a esta afirmación basta mencionar lo sucedido en Holanda en el período 1992-1996, donde se observó un fuerte incremento de *M.larici-populina* en clones considerados como resistentes. Estudios posteriores resultaron en la identificación de una nueva raza fisiológica de *M.larici-populina*, E4, la cual se encuentra atacando casi todos los *P.x euramericana* y los híbridos de Álamos Balsamíferos en Holanda excepto los clones alemanes de *P. x euramericana*: Koster, Ellert y Hees y el híbrido Balsamífero Suwon. Algo similar ha ocurrido en otros países como Nueva Zelanda y Francia.

El cultivo de variedades resistentes es la forma básica de control para las enfermedades de los Álamos (Reporte IPC China, 1996).

La información disponible debe ser aceptada con cierta tolerancia debido a que la gravedad de la enfermedad no está determinada sólo por el genotipo del hospedante y del parásito, sino también por la fisiología y nutrición del hospedante y la presencia de otros parásitos y microorganismos (Pinon, 1992). En el siguiente cuadro se presentan las respuestas de diferentes clones al ataque de *M. alli-populina*, *M.larici-populina* y *M. medusae* para algunos países.

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

Elaborado por Pinon, (1992)

- 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
- Oceanía:
  - AUS= Australia
  - NZ = Nueva Zelanda
- Asia:
  - J= Japón
  - K= Korea
- Norteamérica:
  - USA, CND= Canadá

**Referencias: (citados por Pinon, 1992)**

- Austria: Donaubauer (1966)
- Francia: Taxis (1968), Lemoine et Pinon (1978), Lemoine, Pinon (1986), 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), Guldemon (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 *Melampsora spp*. Elaborado por Pinon (1992).

CLONES	M. alii-populina			M. larici-populina								M. medusae			
	Europa			Europa				Oceania		Asia		Oceania		Norteaméri	
	A	F	I	F	I	NL	PL	AUS	NZ	J	K	AUS	NZ	USA	CDN
<b>P. nigra</b>															
ITALICA		*		*		S	MR	VS	VS			MS	I/R		
FARSI			R		R										
POURTET			R	MS	R										
SEMPERVIRENS								VS	VS			MS	I/MS		
VERECKEN			R		VS	VS									
<b>P. deltoides</b>															
CAROLINO			VS	MR	R										
CHAUTAGNE				MS/S					R				R		
FRIMLEY									S				S		
HARVARD			R	MR	R				R				R/S		
LINCON			I		I										
LUX			R	*	R				R				S		
MARQUETTE			R		R										
ONDA			R	R	R				R				S		
PEORIA			R	R	R										
<b>P. x euroamericana</b>															
AGATHE F		MS		VS		VS									
ALLESTEIN			R		R	S/VS	MR								
ALTICHERO				*					*				S/VS		
BELLINI		MS	R	MS/VS	MS				VS				VS		
BELLOTTO		MS	R	*	R										
BIETIGHEIM		MS	R	VS	S	VS	MR								
BLANC DU POITOU		+	R	*	R	MR/MS	R		S				VS		
BL COSTANZO		MS	MR	S/VS	MS				VS				S		
BOCCALARI		R	R	VS	MS				VS		MS/S		S		
BRABANTICA			S/VS	VS	R	*	R								
BRANAGESI		MR	MR		MR										
BUCHIG		MS	R	S	MR										
CAMPEADOR			R		R										
CANADA BLANC			R		MR									MS	
CAPPA BIGLIONA		I	R		MS										
CARPACCIO		MS	S	*	R				*				VS		
CIMA		MS	S	*											
CULASSO		I		VS											
DOLOMITEN			R		MS	MS/S	R								S
DORSKAMP		MS/MR	MR	R	MR	R			I				R		
DROMLING			MR		MR	S									

Niveles de resistencia de algunos clones a *Melampsora spp.* Elaborado por Pinon (1992).

CLONES	M. allii-populina			M. larici-populina								M. medusae			
	Europa			Europa				oceania		Asia		oceania		Norteamérl	
	A	F	I	F	I	NL	PL	AUS	NZ	J	K	AUS	NZ	USA	CDN
P. x euroamericana															
ECKHOF		I		MR		R/MS	R				MR				
EUGENII		+		MR		*	MR	VS			S	S	R		
FIEROLO			R		I			R				S			
FLACHSLANDEN		R	R	R	R	R	VR								
FLEVO		MS/R	R	I/R	I	R			I/R				R		
FLORENCE BIONDI		S		MS/VS		S									
FORNDORF		MR		MS		S	MR		VS						
GATTONI		R	R	S	MR										
GAVER		R	I	I	I										
GELRICA	S		S	MR/MS	R	*	MR		VS	R					
GHOY		I/MR	R	I	R										
GIBECO		MR	R	I	I										
GRANDIS	S	R				MS/S	MR			R					
GUARDI			MR		R					S			S		
GUARIENTO		R		S						S			VS		
HARFF		MR		MR		S	R		VS					S	
HEIDEMU		MR	R	VS	MS	VS	MR		VS						
I-30									VS				S/VS		
I-45/51		I/MR	R	S		S/VS			VS	R	S		VS	R	
I-65									VS				VS		
I-74-D									S				VS		
I-78									VS				VS		
I-92/40						MR	MR		S				VS		
I-154		I/R	MR*	R	R	R	VR/R	*	R	VR		*	R		
I-214		I/MR	R	S	MR	MS	R	*	S	MR/S	MR/MS	*	VS		
I-262		R	R	S	MR	MS	MR								
I-455		R		S/VS		R/MS	MR	*	VS	MR/S		*	VS		
I-488			R		MS	MS/S	R/MR	VS	VS			VS	VS		
ISIÈRES		MR	R	*	R										
JACOMETTI			R		I	MS	R			MR/S				R	
LAEVIATA			R		MR				VS				S		
LAMPERTHEIN		S				VS									
LEIPZIG	S	S	MS	MS	VS	S/VS	R		VS	S/VS			S		
LINGENFELD		I	R		MR/MS	MR									
LONGHI									S				S		

Niveles de resistencia de algunos clones a *Melampsora spp.* Elaborado por Pinon (1992).

CLONES	M. allii-populina			M. larici-populina								M. medusae			
	Europa			Europa				oceania		Asia		oceania		Norteaméri	
	A	F	I	F	I	NL	PL	AUS	NZ	J	K	AUS	NZ	USA	CDN
<i>P. x euroamericana</i>															
LONS		MS	VS	+	R	MS/S	MR								
LUISA AVANZO		I	R	*	R				*				VS		
MARILANDICA			MS		R	S	MR		VS						
NEGRITO DE GRANADA									VS					R	S
NEUPOTZ	MR	I	MS	MR/MS	R	MR/MS	R		VS						
NE 222		MS	MS	MS			VS								
OGY		R	R	*	I										
OSTLA			R		MR	VS								R	S
PACHER			R		R				S				VS		
PAN			R		MS										
PRIMO		MR/S	S	I	R										
REGENERATA	MR		MS		R	*		VS	VS	MR		VS	S		S
RINTHEIN		MS	R		MR										
ROBUSTA	R	MS/S	R	S/VS	MR	S	S		VS	MR			R		S
SAN GIACOMO			R		MS										
SAN MARTINO			R	MR/MS	R				R		MR/MS		S		
SCHIAVONE									S				S		
SEROTINA	S					VS		S	VS	R/VS		MS			
SPLK				*		MS			I				VS		
STECKBY		R		MS		S									
TARDIF DE CHAMPAGNE		MS		S/VS		S/VS	MR		VS						
TASMAN		MS		R					I				R		
TIEPOLO		MS	R	*	R				*				S/VS		
TRIPLO		MR	R	MR	R				R		MR		R		
VENEZIANO		MR	R	MR	R				R				VS		
VERONESE				*					*				S/VS		
VIRGINIE DE FRIGNICOURT		R		MS		MS	R								
VIRGINIE DE NANCY		+	R	S	R	S/VS	S								
<i>P. trichocarpa</i>															
BLOM			R	S	R	R									
COLUMBIA RIVER		I		S											
FRITZI PAULEI		I	R	MS	R	R/MS			S				I		
HEIMBURGER		I	R	MR	R										

Niveles de resistencia de algunos clones a *Melampsora spp.* Elaborado por Pinon (1992).

CLONES	M. allii-populina			M. larici-populina								M. medusae			
	Europa			Europa				Oceania		Asia		Oceania		Norteaméri	
	A	F	I	F	I	NL	PL	AUS	NZ	J	K	AUS	NZ	USA	CDN
<i>P. trichocarpa</i>															
TRICHOBEL		+	S/VS	MS/S											
<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. trichocarpa</i>															
ANDROSCOGGIN	R	I	I	S	MS	MR/MS									
<i>P. deltoides</i> x <i>P. trichocarpa</i>															
BARN		I	R	I	I	MR			I				VS		
BORGH									I				VS		
DONK		I	R	I	R	R			I				VS		
NL 1656									I				R		
NL 1783									I				R		
<i>P. trichocarpa</i> x <i>P. deltoides</i>															
BEAUPRE		MR/S	R	I	R				I				S		
BOELARE		MS	R	I	R				I				VS		
HUNNEGEN		MS		MS/S					VS						
RAP		I	I	*	R										
RASPALJE		R/MS	R	MS	R				S				S		
UNAL		MR	I	S/VS	R				R				VS		
<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. berolinensis</i>															
GENEVA	R		I			MR/MS	VR		S				R		
OXFORD	R					MR/MS			VS	VS			S		
<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. nigra</i>															
ROCHESTER	R	I	R	S/VS	S	MS	R		VS				S		
<i>P. deltoides</i> x <i>P. maximowiczii</i>															
ERIDANO		R	I		R				R				R		
<i>P. nigra</i> x <i>P. laurifolia</i>															
STRATHGLAS									VS	VS					R

Pinon (1992), describe a continuación, los niveles de resistencia de los distintos clones inscritos en los catalogos de los países de la Unión Europea

### Niveles de resistencia en la Sección Turanga

*Populus euphratica* es la principal especie de esta sección, muchas otras son consideradas frecuentemente como variedades locales. Debido a que estas especies no son ampliamente cultivadas y a que las poblaciones naturales se ubican en climas áridos (desfavorables para el desarrollo de royas), no se han observado tendencias generales en su variabilidad frente a las royas. Sin embargo, *P. euphratica* está infectado con *M. pruinosae* en la Unión Soviética (Nasyrov, 1962) y China (Zeng Dapeng, 1986) y por *M. pulcherrima* (anonimo, 1991). *M. tremulae* fue registrada por Nasyrov (1962) en *P. ariana*.

### Niveles de resistencia en la Sección Leucoides

Sección nativa del sur de Asia. En Japón (Chiba, 1964) *P. lasiocarpa* tiende a ser susceptible o muy susceptible a *M. larici-populina* pero en Nueva Zelandia, Wilkinson y van Kraayenoord (1975) introdujeron un clon que pareció ser resistente a *M. larici-populina* y estaba libre de *M. medusae*, mientras *P. wilsonii* era susceptible a *M. larici-populina* e inmune a la segunda roya.

### Niveles de resistencia en la Sección Leuce

#### Subsección Albidae

Aunque nativo de Europa, Norte de Africa y Eurasia Oeste, el Álamo Blanco ha sido introducido en todos los continentes, con propósitos ornamentales o para aprovechar su tolerancia a las sales y a la sequía. Parece ser resistente a muchas enfermedades incluyendo a las royas. *P. alba* está libre de *M. larici-populina* en Europa y Japón (Chiba, 1964). Esta inmunidad es confirmada en Nueva Zelandia (van Kraayenoord, 1984) para diversos clones (BO-2, I 40-57, I 42-57, I 49-51, I 59-1, Silver), y variedades (hickeliana, pyramidalis, tomentosa) y en Australia (Sharma y Heather, 1976) para los clones (cv. Caspica, marocco, maktar) y variedades hikeliana (Ostry and McNabb, 1985).

#### Subsección Trepidae o Tremulae

*P. tremula* (European Aspen) está libre de *M. larici-populina* en Europa, Japón y Nueva Zelandia donde algunos clones (CBG, FR 1, Nelson y W.D.K) están también libres de *M. medusae*. *M. alli-populina* fue registrada una vez en Álamos en España (Losa España, 1945). En Norteamérica, la subsección Trepidae está principalmente representada por *P. grandidentata* y *P. tremuloides*. Estos, en su distribución natural, están sujetos a *M. abietis-canadensis* y a *M. medusae* (Sinclair et al., 1987). La inoculación artificial de *P. grandidentata* con *M. pulcherrima* fué exitosa, mientras que *P. tremuloides* resultó resistente (Magnani, 1962). Los Álamos temblones en Norteamérica son hospedantes de *M. medusae* (Hunt, 1929; Ziller, 1955). Entre las especies asiáticas, *P. davidiana* se encontró infectada con *M. magnusiana* (Hiratsuka, 1941) y *M. larici-tremulae* en China después de su inoculación (Shang y Pei, 1984).

### Niveles de resistencia de Híbridos Seccionales

Todos los híbridos entre clones correspondientes a las secciones *Albidae* y *Trepidae* expuestos a *M. larici-populina* y *M. medusae* en Japón (Chiba, 1964) y en Nueva Zelanda (van Kraayendoord, 1984) demostraron ser inmunes. Los híbridos *P. canescens* naturales y artificiales en Europa están sujetos a las mismas especies de royas que sus padres. *P. davidiana* cruzado con *P. alba* o con *P. canescens* fueron inoculados exitosamente en China (Shang y Pei, 1984) con *M. larici-tremulae*. Los híbridos interespecíficos *P. tremula* x *P. tremuloides* Pueden estar infectados en Europa por *M. pinitorqua* (Rennerfelt, 1953) pero están libres de *M. medusae* en U.S.A. (Ostry y McNabb, 1985). Tales híbridos fueron estudiados en detalle por Gallo et al. (1985) en Alemania bajo la infección de *M. magnusiana* luego de cruzar 8 Álamos Blancos con 6 Álamos temblones. En la escala de infección de 1 a 7, el promedio de todas las familias fué 3.82 con un rango muy significativo de variación entre familias (desde 1.1 a 6.1). Las familias híbridas más resistentes fueron obtenidas por el cruzamiento de Álamos Temblones y las más susceptibles a través del cruzamiento de los Álamos Blancos. La resistencia está determinada genéticamente, mostrando una fuerte Capacidad de Combinatoria General y una Moderada Capacidad de Combinatoria Específica. La reducida varianza de la dominancia indica una herencia poligénica y efectos genéticos aditivos (Pinon, 1992).

### Niveles de resistencia en la Sección Aigeiros

#### *Populus nigra*

La especie de roya más común en *P. nigra* es *M. larici-populina*. En Europa Cellerino et al. (1986) comparó 27 procedencias italianas (350 clones en total) en cuanto a su respuesta a *M. larici-populina* y a *M. allii-populina*. Resultó difícil distinguir procedencias basadas en la resistencia pero, por otra parte, se encontró un amplio rango de respuestas entre los clones. En Francia, Pinon y Teissier du Cros (1976), compararon clones de Checoslovaquia, Hungría, Italia, Rumania, Alpes franceses y selecciones de los valles Rhône Loire y Garonne. Los clones húngaros fueron los más infectados y los mejores provenían de los valles Rhône y Durance. Se estableció una correlación positiva y significativa entre padres y progenies en las familias alpinas. En la mayoría de los casos el nivel de infección (principalmente de *M. larici-populina*) de las progenies fué intermedio entre sus padres. Sólo en pocas instancias fué más alto que el padre más susceptible. En estos casos, las progenies eran especialmente vigorosas, debido a que ellas fueron infectadas tempranamente por el inóculo. Esta gran diversidad de respuestas clonales a *M. Larici-populina* es confirmada en diferentes países. En Japón (Chiba, 1964), existen 6 clones clasificados desde resistentes a susceptibles, en Polonia (Krzysz, 1982) 25 clones fueron considerados moderadamente resistentes y 5 resistentes. Por otro lado, van Kraayendoord (1984) describió 5 clones susceptibles y 31 muy susceptibles en Nueva Zelanda.

Fuera de su distribución natural, *P. nigra* puede hospedar a otras royas: *M. ciliata* en India (Sujan Sing et al., 1983) y *Uredo tholopsora* en China (Cummins, 1951). Magnani agrega a esta lista a *M. pulcherrima* y aún está por confirmarse la presencia de *M. rostrupii* (Oudemans, 1920; citado por Pinon, 1992).

*Populus deltoides*

Debido a su alto valor en la populicultura ambos, la especie pura y más frecuentemente hibridizado con *P. nigra* o *P. trichocarpa*, *Populus deltoides* ha sido cuidadosamente estudiado y muchos de los datos disponibles abarcan su rango de distribución natural, además de Europa y Australasia.

En Norteamérica, *M. medusae* es la principal roya de los Álamos Negros del Este. Jokela (1966) describió poblaciones desde el valle del río Mississippi en el sur de Illinois como menos susceptibles que las poblaciones del norte de Illinois. En conjunto el 2 % de las poblaciones naturales resultó ser altamente resistente y la resistencia fué altamente heredable. Thielges y Adams (1975) examinaron 228 clones obtenidos por polinización abierta de 76 padres establecidos en un ensayo en Ohio. Los árboles madres fueron seleccionados a lo largo del cauce principal de los valles en su rango de distribución norte. Se observó diferencias altamente significativas entre los árboles madres y sus progenies. La Heredabilidad en el sentido amplio también fué alta. Missouri e Illinois entregaron las familias y clones más resistentes, en cambio, las más susceptibles provenían de Indiana, Ohio y Pennsylvania. Comparando 11 procedencias, Ostry y McNabb (1986) encontraron un gran rango de respuesta, desde inmune (Indiana) hasta infección severa con defoliación a través de toda la copa (Dakota del Sur). Infecciones leves caracterizaron a las procedencias del Norte de Illinois, Pennsylvania y Kansas.

Debido a la limitada e irregular distribución de *M. medusae* en Europa (Suroeste de Francia, España y Portugal) su información disponible es escasa. Dupias (1943) detectó esta roya en *P. deltoides ssp angulata*. Taris (1975) indica que algunos cultivares como Alabama, I 74-51, Carolino y Angulata de Chutagné fueron infectados ocasionalmente por *M. medusae*. Eldridge et al. (1993) comparó 13 procedencias (54 familias) observando diferencias muy significativas dentro de las familias (0% a 52% de hojas sanas) pero encontró sólo un efecto menor entre las familias. Las mejores procedencias correspondieron a la zona Sur: Lousiana, Tennessee y Sur de Illinois.

En el caso de *M. alli-populina* Cellerino (1975) señala una relación entre la resistencia a esta roya y el origen geográfico del hospedante. Todas las familias bajo los 38° de latitud son totalmente resistentes. Sobre este límite, las familias de Kansas, Nebraska y Minnesota probaron ser susceptibles.

***P. x euroamericana***

En los finales del siglo XVII fueron introducidos algunos *P. deltoides* en Europa. Ellos se cruzaron naturalmente con el Álamo nativo *P. nigra*. Tales híbridos, llamados *P. x canadensis* o *P. x euroamericana*, fueron propagados, cultivados y aún constituyen la mayor base de la populicultura europea. La mayoría de nuestro conocimiento es a cerca de su comportamiento con *M. allii-populina*, *M. larici-populina* y *M. medusae*. Muchos clones fueron intercambiados y algunos de ellos están representados en todos los continentes, entregando por tanto un gran volumen de información. Muchos de estos datos proviene de observaciones de terreno, algunos complementados por resultados de inoculaciones, especialmente cuando las respuestas clonales dependen de la agresividad o virulencia de los patotipos. A veces para el mismo clon, los registros de diferentes autores no son estrictamente similares o directamente comparables, debido a razones como el tiempo de observación, nivel de presión del inóculo, patotipos, fisiología del hospedante, infecciones previas de otros parásitos foliares (*Marssonina brunnea* por ejemplo) y métodos y escalas de niveles de síntomas.

**Niveles de resistencia de otros híbridos seccionales**

2 híbridos *P. fremontii x P. nigra Sempervirens* examinados en Nueva Zelandia (Wilkinson y van Kraayenoord, 1975) resultaron inmunes a *M. larici-populina*. En Japón (Chiba, 1964) y Nueva Zelandia (van Kraayenoord, 1984) *P. charkoviensis x P. nigra* resultó susceptible a *M. Larici-populina*. en este último país como en U.S.A. (Ostry y McNabb, 1985) no se registran ataques significativos de *M. medusae* (Pinon, 1992).

## 5. *Armillaria mellea*

Según Poisson (1996), citado por Løewe et al., (1996), la *Armillaria mellea* ha sido oficialmente reportada en el país como patógeno del álamo.

Este hongo, (del Orden Agaricales) mundialmente distribuido, es encontrado por un lado como saprófito colonizando troncos y tocones de árboles recién talados y por otro lado como parásito débil, atacando a casi todas las especies de latifoliadas y coníferas, pudiendo en algunos casos hasta causarles la muerte (Butin, 1986).



El hongo es reconocido fácilmente a simple vista por sus basidiocarpos de color amarillento a café (Butin, 1986).

*Armillaria mellea* (Fr.) Karst. puede en ciertos casos, comportarse como un parásito activo de las raíces de los álamos y de los sauces. El desarrollo de la armillaria puede considerarse bajo dos aspectos muy diferentes: uno corresponde a la formación de carpóforos, y el otro estrictamente miceliano. Este último es el más grave desde el punto de vista parasitario, ya que los rizomorfos progresan rápidamente por las raíces, entre la madera y la corteza, sobre todo si las condiciones de humedad y temperatura del suelo son favorables.

Prescindiendo del potencial infeccioso del suelo, se puede decir que las podredumbres de las raíces son tanto más graves y frecuentes, cuanto más débil sea el poder de regeneración y la facultad de enraizamiento de la planta huésped; esto hay que relacionarlo con las características propias del cultivar considerado, pero juegan igualmente un gran papel las condiciones del medio en el que se desarrollan las raíces. Por lo general, los clones que tienen una rizogénesis débil, por ejemplo el "Carolino", son mucho más sensibles a los agentes de la podredumbre que los clones próximos a *P. nigra*, dotados de un sistema radicular vigoroso, que puede manifestarse con un gran desarrollo en longitud en numerosos tipos de suelo. Una resistencia muy buena a las podredumbres de las raíces va unida a una madera de buena calidad y aparece, por ejemplo, en ciertos híbridos italianos, "I-214", "I-455" y "Robusta" (FAO, 1980).

La lucha contra las podredumbres de las raíces puede, por tanto, considerar:

- Antes de la plantación, eliminar los residuos de las raíces de las plantaciones anteriores y especialmente desvitalizar los tocones por medio de herbicidas, a los cuales los álamos son generalmente muy sensibles.
- Elección de clones resistentes.
- Práctica de ciertas técnicas culturales que permitan un desarrollo radical importante (Laboreo, riegos regulares, aporte de abonos equilibrados, etc.) (FAO, 1980).

## 6. *Cytospora chrysosperma*

Poisson (1996), la reporta como presente oficialmente en Chile (Löewe et al., 1996).

*Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr. forma imperfecta de *Valsa sordita* Nits., se encuentra frecuentemente en Europa y América del Norte sobre los álamos. Este hongo penetra por las heridas ocasionadas a la corteza en los árboles debilitados o mal instalados (FAO, 1980).

El ataque de este hongo está ligado a estados de debilidad del árbol, ya sea por haber sufrido daños por heladas, déficit hídrico o déficit nutricional, o canchros producto del ataque de otros agentes. Una vez atacando al árbol le causa rápidamente la muerte (Löewe et al., 1996).

Los primeros síntomas de la enfermedad se manifiestan por la aparición sobre la corteza de manchas de coloración parda a negra. Muy a menudo también, la corteza se colorea de pardo oscuro y los tejidos subyacentes toman rápidamente un tinte negro, mate y uniforme. El parásito se extiende en anillos sobre las ramas de diámetro pequeño, lo que lleva consigo la muerte lenta de la parte superior de la ramilla, sin reacción aparente de la planta. Sobre las ramas más fuertes, se observan pequeñas depresiones pardas con un callo de cicatrización. En el estadio final de la enfermedad, la corteza se seca y se desgarran en tiras; la madera, que estaba teñida inicialmente por bandas rojo pardas, se va tornando progresivamente negra.



Conidias sobre la corteza muerta de un álamo

### 9. *Tuberolachnus salignus*

Áfidos que forman vastas colonias sobre los tallos jóvenes de los álamos y los sauces. Ha sido reportado en la V y VI región. De acuerdo a Poisson (1996), citado por Löewe et al. (1996), aún no se constituye como plaga de importancia económica en el país.

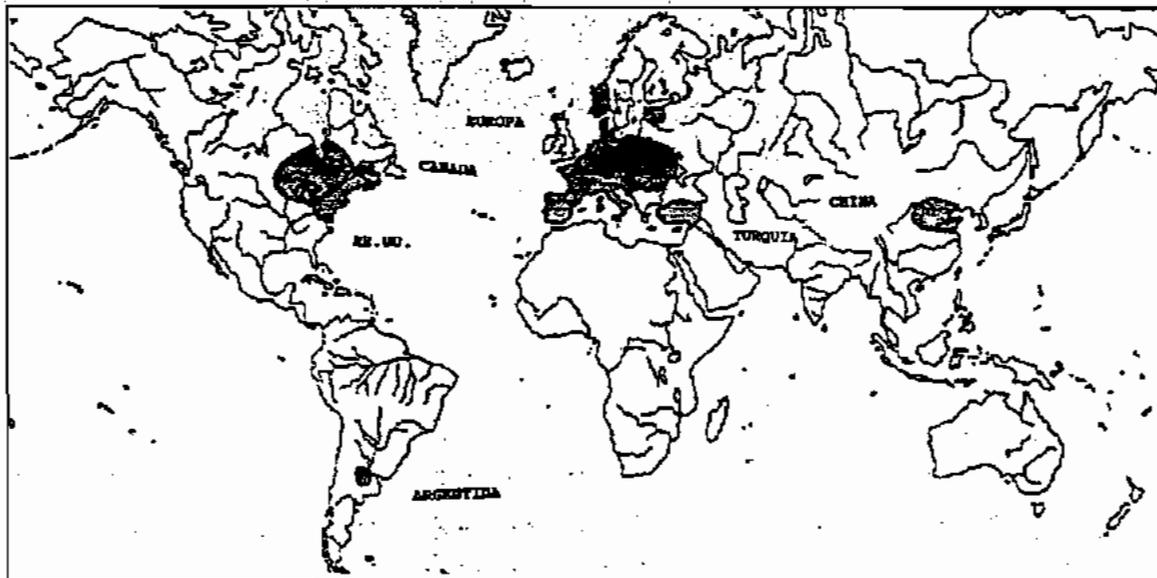
### 10. *Dothichiza populea*

Hongo que pertenece a la clase Ascomycetes, orden Diaporthales, habita en América del Norte (Canadá, EE. UU.), América del Sur (Argentina), Asia (China, Turquía) y Europa (Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Checoslovaquia, Chipre, Dinamarca, España, Estonia, Francia, Gran Bretaña, Holanda, Hungría, Italia, Noruega, Polonia, Rumania, U.E.I., Yugoslavia). Se le conoce también como *Diaporthe populea* (Beecheet al., 1993).

#### Distribución Geográfica de *Dothichiza populea*

#### MAPA DE DISTRIBUCION DE PLAGAS FORESTALES

Año 1992



*Dothichiza populea* Sacc. & briard se caracteriza por la presencia de numerosos picnidios que sobresalen del órgano parasitado; estos picnidios, que señalan el último estadio de la enfermedad, nacen en el seno del parénquima cortical, bajo las formaciones subero-felodérmicas. Este hongo es un adelomiceto considerado como el estadio picnidio de *Cryptodiaporthe populea* (Sacc.) Butin (FAO, 1980).

La enfermedad se manifiesta, primero, por la aparición de manchas de dimensiones variables y de color marrón claro sobre la corteza. Este color vira a pardo más o menos acusado, e incluso en ciertos sitios a negro. Se observan a nivel de estas manchas, ligeras depresiones o débiles tumefacciones. Casi siempre, el ataque comienza sobre cicatrices foliares, en la inserción de las yemas, la axila de las ramas, en los límites de los crecimientos anuales o a nivel de cualquier herida en la corteza (herida de poda, etc.).



*Cryptodiaporthe populea* : cancro en la corteza de un álamo híbrido

En un estadio más avanzado de la enfermedad, la corteza se levanta por diversos sitios, como consecuencia de la formación de picnidios dispuestos en círculos concéntricos o en filas. Aún más tarde, la corteza que cubre a los picnidios se rasga y estos dejan escapar en tiempo húmedo masas glutinosas de color crema que contienen las picniosporas. El último estadio de la enfermedad es la muerte de la rama o de la planta; esta muerte es tanto más rápida cuando el desarrollo de la zona invadida es anular.

Los picnidios aparecen principalmente en marzo-abril y se manifiestan bajo la forma de pequeñas pústulas o protuberancias de color negruzco muy características.

Investigaciones diversas realizadas en el transcurso de los últimos años han demostrado que lo que condiciona la intensidad de los ataques es el estado hídrico de la planta y, en particular, el contenido de agua del parénquima cortical. Por esta razón, las plantas de álamo deben ser objeto de cuidados particulares para evitar este estado de deshidratación nefasta (protección contra la desecación en el transporte, plantación profunda, etc.). Tales cuidados en la plantación constituyen el medio de lucha más eficaz contra este parásito.

*Dothichiza* puede provocar además la llamada "Enfermedad de las manchas pardas". Esta enfermedad, que afecta a numerosos cultivares de la sección Aigeiros, se manifiesta por la aparición de manchas de coloración pardo negruzca sobre la corteza en primavera y especialmente en marzo-abril. Estas manchas se observan, sobre todo, a nivel de las yemas, en la base de los crecimientos vegetativos anuales, pero pueden también encontrarse en otros puntos de los troncos jóvenes. Al cabo de algunas semanas, cuando las condiciones meteorológicas son favorables, se observan inchamientos corticales a nivel de estas manchas; finalmente, la corteza salta y por la grieta a que da lugar se escurre un líquido frecuentemente coloreado. Posteriormente, estas zonas alteradas se secan y tiene lugar una cicatrización aparentemente total al cabo de uno o dos periodos vegetativos pero si una zona determinada alterada parece evolucionar bastante rápidamente hacia una curación rápida, se nota muy a menudo que, posteriormente nuevas manchas se forman junto a la lesión inicial (FAO, 1980).

La madera bajo la zona afectada aparece coloreada fuertemente de pardo marrón. Esta afección parece ocasionar raramente la muerte de la planta atacada, pero puede provocar una disminución notable en la calidad de la madera.

Se pueden citar entre los cultivares más sencibles: "Robusta", "I-488" e "I-455", pertenecientes los tres a la especie *P. x euroamericana*.

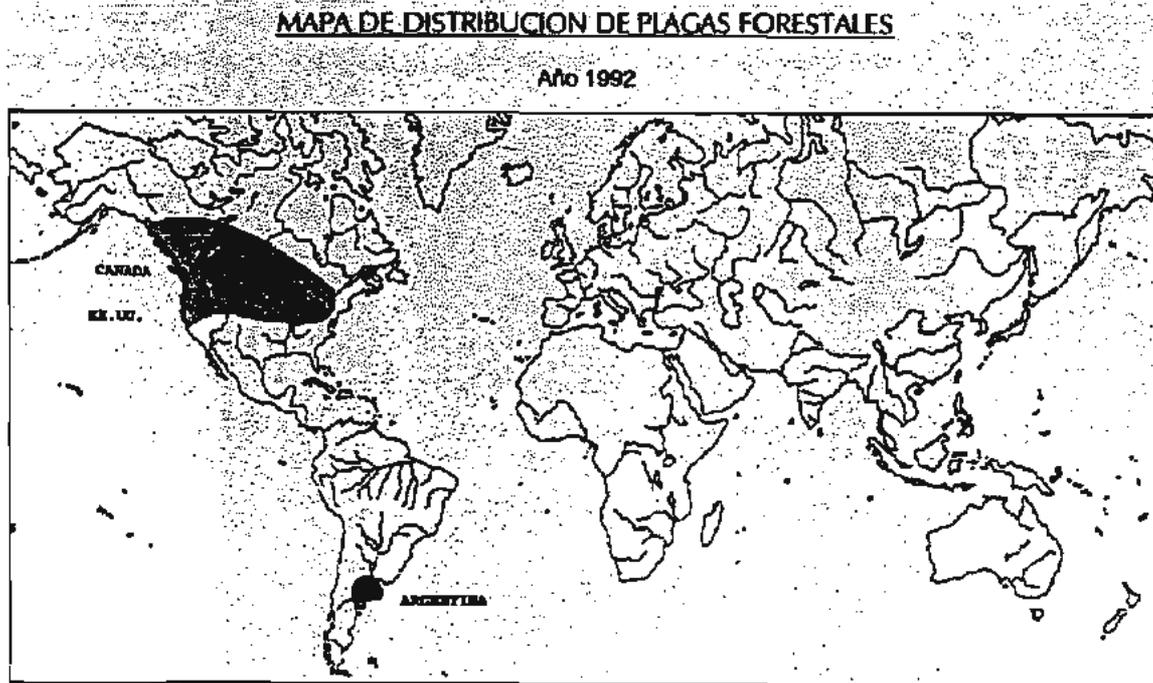
Las condiciones de cultivo y los factores del medio juegan un papel importante en su desarrollo. Por lo general, la enfermedad no ha sido señalada en vivero, salvo en aquellos mal cultivados o ubicados sobre un subsuelo con gran porcentaje de caliza activa. En la plantación, parece que el espaciamiento juega un papel importante; la enfermedad aparece más corrientemente y con mayor desarrollo en plantaciones densas.

En lo que respecta al suelo, todos los factores que perturban la alimentación hídrica del tallo llevan con sigio una creciente sensibilidad del vegetal; las variaciones bruscas del nivel freático crean igualmente una condición favorable para la implantación y desarrollo de la enfermedad. En cuanto al clima, los cambios bruscos de temperatura al final del invierno y al principio de la primavera, así como los veranos secos, favorecen el desarrollo de esta afección (FAO, 1980).

## 11. *Septoria musiva* "cancrosis de los Álamos"

Este hongo pertenece a la clase Ascomycetes, Orden Dothiorales, sus huéspedes corresponden al género *Populus* y habita en América del Norte (Canadá y EE.UU.) y América del Sur (Argentina). La enfermedad presenta un estado perfecto o teleomorfo correspondiente a *Mycosphaerella populorum* thompson (ascospora), y un estado imperfecto o anamorfo representado por *Septoria musiva* Peck. (forma picnídica); ambos son infectivos en el huésped (Beeche et al., 1993).

### Distribución Geográfica de *Septoria musiva*



129

Causa pústulas y cancro en muchas especies e híbridos de *Populus*, es uno de los patógenos más dañinos en las plantaciones de Álamos (Ostry, 1985, citado por Ostry et al., 1988). El hongo inicialmente infecta el follaje en la parte inferior de la copa, extendiéndose posteriormente a todo el árbol. La infección tiene lugar aproximadamente después de un mes del brote de las yemas, atacando corteza tierna de ramillas (Beeche et al., 1993). La enfermedad del cancro causa pérdidas por sobre el 20 % durante la primera temporada de crecimiento en plantaciones de álamos establecidas por varetas. El cancro es más severo en sitios pobres y bajo condiciones de estrés medioambiental (Morris, 1975).

*Septoria musiva* es considerado el organismo pionero. *Fusarium solani* (Mart) Snyder & Hans., *Cytospora chrysosperma* Fr., *Phomopsis macrospora* Kobayshi / Chiba, y *Botryodiplodia theobromae* Pat. Invaden generalmente al pequeño cancro Septoria. Aunque estos hongos son secundarios en la sucesion ecológica, ellos causan la muerte colectiva o individualmente. Los cuatro hongos son nativos de la mayoría de las areas y pueden infectar el stock de viveros por medio de las esporas dispersadas por el viento. Ellos inviernan como micelio o esporas en las estacas de álamo almacenadas para la plantación de primavera. No hay estructuras fructíferas asociadas a *F. solani*. Los otros tres hongos producen notorias y pequeñas estructuras fructíferas con forma de frasco que atraviezan la epidermis y producen numerosas esporas. Cuando las estacas infectadas son plantadas, ellas pueden brotar y parecer saludables, pero muchas mueren antes de desarrollar el sistema radicular. La mortalidad se incrementa por las condiciones medioambientales que limitan el crecimiento de las plantas o causan estrés.



Cancros provocados por *Mycosphaerella populorum* en ramillas de álamo

El inóculo penetra en árboles maduros a través de lesiones o galerías de insectos. El cancro en tallos de 2 a 3 años es fácilmente detectable. Usualmente se desarrollan en otoño y en la primavera tienen 7,5 a 15 cm de diámetro. En árboles vigorosos, el cancro se detiene durante la estación de crecimiento generalmente por un callo. En árboles de lento crecimiento, el cancro puede rodear el tallo, y las hojas sobre el cancro se secan pero no caen hasta finales de del verano. El tallo bajo el cancro puede mantenerse verde hasta el otoño cuando se produce la muerte regresiva (Die Back) del sistema radicular. Frecuentemente estos árboles desarrollan raíces en la primavera siguiente.

En árboles mayores a 4 años, los canchros generalmente se desarrollan en la copa. Levaduras, bacterias y otros organismos invaden rápidamente el flujo de savia y causan una fermentación. Generalmente los canchros no anillan a los árboles, pero el viento los quiebra en la lesión (Morris, 1975).

Se debe tener un cuidado extremo en la selección de estacas saludables y libres de canchros para la plantación. Un adecuado almacenamiento y manejo de las estacas minimizarán las pérdidas. Las estacas no deberían estar en seco y deberían estar almacenadas a una temperatura entre 34° y 40° F hasta el momento de la plantación. La plantación con varetas de un año reduce la competencia con las malezas por humedad y nutrientes lo que reduce las pérdidas debido al cancro. Resultados preliminares muestran que los clones mejorados pueden tener resistencia a *Septoria*, el organismo pionero en el Complejo Cancro (Morris, 1975).

*Septoria musiva* Peck causa pústulas (leaf spots) además del cancro antes mencionado. Esta enfermedad es común en Estados Unidos, parte de Canadá y Argentina. Constituye una seria amenaza para los viveros debido a que se transforma en una entrada fácil para otros organismos. En plantaciones reduce el crecimiento, ya que produce una defoliación prematura.

*Septoria musiva* inverna en cuerpos fructíferos en hojas caídas o ramas. En primavera, durante períodos de alta humedad, las esporas son expulsadas al aire. Ellas infectan nuevas hojas y brotes. Las manchas (Leaf Spots) se desarrollan 2 a 3 semanas después. Las manchas aparecen como endiduras negras. Bajo condiciones de humedad favorable éstas incrementan su tamaño. Se fusionan en hojas con infecciones múltiples pudiendo afectar más del 50% de la hoja. Cuando los tejidos muertos se decoloran la hoja se torna pálida en el centro, 3 ó 4 semanas más tarde de la iniciación de la infección los picnidios producen las esporas que infectarán a otros álamos.

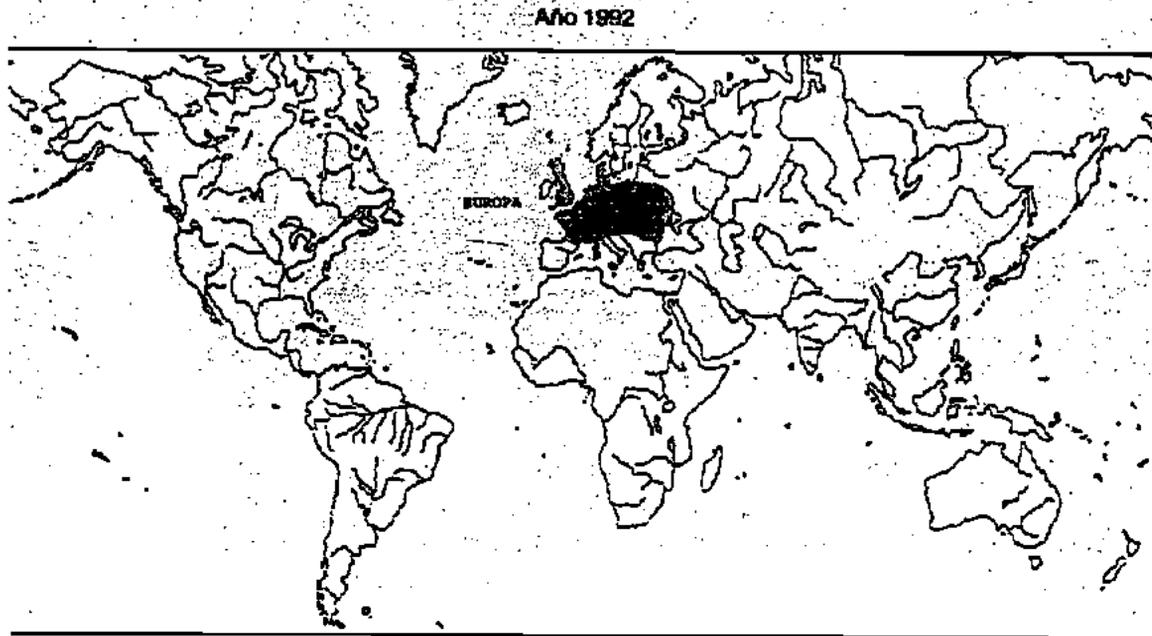
Las medidas de control pueden justificarse económicamente en vivero, pero probablemente no se justifica para las plantaciones. Después que las varetas son cosechadas del vivero todo el daño encontrado debería ser removido para prevenir nuevas cepas infectadas durante la primavera (Morris, 1975). El control químico y cultural de *Septoria* es difícil y sólo efectivo parcialmente. (Ostry, 1983, citado por Ostry et al., 1988). Los clones de *Populus* difieren en la susceptibilidad a *Septoria*. Algunos clones son tan susceptibles que no pueden crecer exitosamente en el Centro-Norte de Estados Unidos (Spierse, 1978, citado por Ostry et al., 1988). La mejor manera de prevenir esta enfermedad es la plantación de clones altamente resistentes. Las pruebas de campo para resistencia a *Septoria* son consumidoras de mucho tiempo y caras. Además, los resultados pueden variar debido a condiciones inconsistentes en la concentración del inoculo y a una amplia fluctuación de las condiciones climáticas críticas para el desarrollo de la infección y la enfermedad. Otras enfermedades bióticas y abióticas pueden complicar las evaluaciones de terreno (Ostry et al., 1988).

## 12. *Xanthomonas populi*, Cancro bacteriano

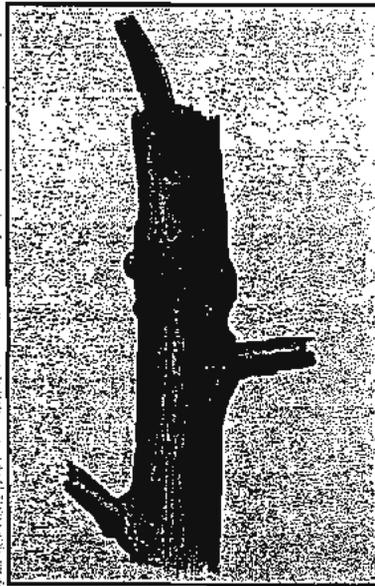
Clase Schizomycetes, orden Pseudomonales. Ataca a *Populus* spp. y *Salix* spp. Se distribuye geográficamente en Europa (Alemania, Bélgica, Checoslovaquia, Francia, Gran Bretaña, Holanda, Hungría, Polonia, Rumania y E.U.I.) (Löwe et al., 1996).

### Distribución geográfica de *Xanthomonas populi*

#### MAPA DE DISTRIBUCION DE PLAGAS FORESTALES



Los síntomas de la enfermedad varían en función del clon, de las condiciones ecológicas y del estado fisiológico del árbol: anulación de yemas, desecación de los brotes, canchales evolutivos sobre las ramas y los troncos, estos últimos ocasionan daños tecnológicos irremediables en los cultivos más sensibles. Uno de los rasgos más característicos de la enfermedad es la aparición en primavera, y principalmente sobre los crecimientos de 1 a 2 años, de un exudado viscoso, blancuzco, virando después a pardo; este mucus gotea muy a menudo a nivel de las grietas situadas en la base de las yemas; constituye el inóculo que asegura nuevas contaminaciones, cuya producción es variable según los clones y los años.



Rama de álamo con presencia de exudaciones de *Xanthomonas populi*

El agente etiológico primario de la enfermedad no ha sido puesto en evidencia más que en 1958. Se trata de una bacteria gram negativa inmóvil, estrechamente ligada al género *Populus*. Su alto poder patógeno ha sido confirmado por numerosas observaciones. Las huellas estipulares, las de las escamas de las yemas y las cicatrices foliares constituyen las vías de entrada de la fase de contaminación activa primaveral. La contaminación otoñal sobre las cicatrices foliares es excepcional y sólo ocurre en algunos clones, aun cuando corresponde a un período de alta sensibilidad de los tejidos.

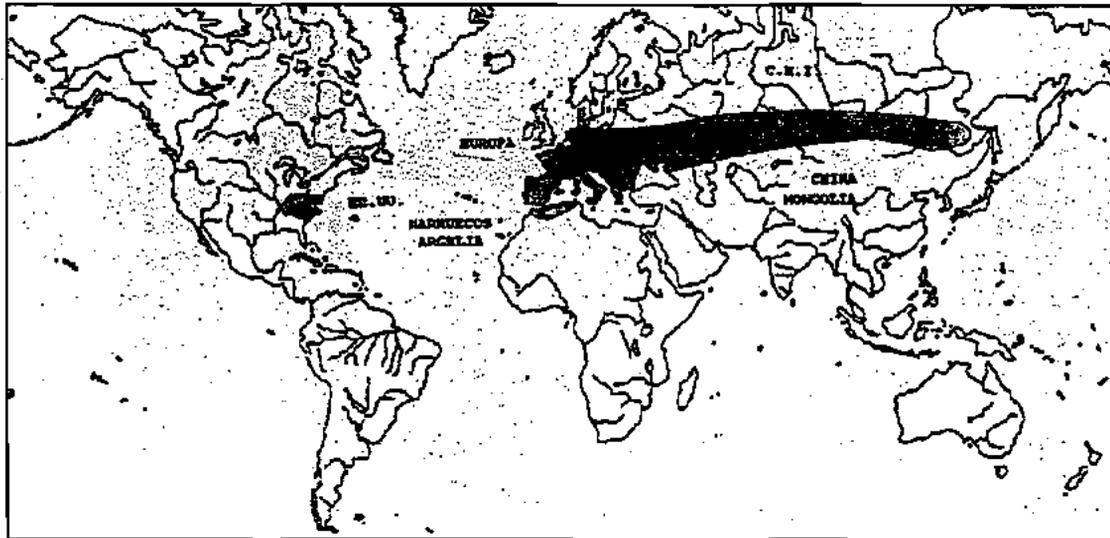
La sensibilidad fisiológica debe buscarse a nivel del brote del año: varía considerablemente de un clon a otro y está muy probablemente bajo el control de los reguladores del crecimiento, como se deduce de experiencias in vitro de cultivo de tejidos o de callos.

A la luz de sus resultados de los estudios de resistencia a *Xanthomonas*, se puede considerar que todos los *Populus nigra* puros presentan alto grado de resistencia al cancro bacteriano, mientras que las especies americanas *P. deltoides* y *P. trichocarpa*, que entran en los programas de hibridación, son a menudo sensibles o muy sensibles; de todos modos, se conocen clones resistentes, poco numerosos, pero extremadamente interesantes. La transmisión hereditaria de la sensibilidad al cancro es de naturaleza poligénica. Los híbridos *P. deltoides* x *P. trichocarpa* pasan generalmente de sensibles a muy sensibles; los híbridos *P. deltoides* x *P. nigra* presentan, en todos los países, todos los grados intermedios desde la resistencia a la alta sensibilidad (FAO, 1980).

### 13. *Paranthrene tabaniformis*, "Sesia del álamo"

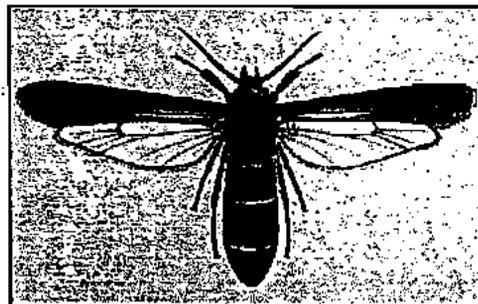
Pertenece a la familia Aegeriidae de los lepidópteros, son insectos de vuelo diurno o crepuscular (Zarco, 1956). *Paranthrene* (Sin: *Sciapteron*) *tabaniformis* Rott. existe en casi toda la región paleártica, a excepción de la parte más septentrional; vive a expensas del álamo y ocasionalmente del sauce. Tiene un ciclo biológico de una duración de un año en Argelia, Grecia, Italia, Marruecos, España, Turquía europea, y U.R.S.S. (Kirguistán), pero puede alargarse a dos años en las regiones de clima más riguroso: norte de Francia, Alemania, Yugoslavia, Polonia, Rumania, suiza y Hungría (FAO, 1980).

#### Distribución Geográfica de *Paranthrene tabaniformis*



163

Los insectos adultos tienen un color muy característico, que les hace parecerse a las avispas. Las hembras hacen la puesta de huevos aislados sobre la corteza de los álamos de mayo hasta agosto; después de 10 a 15 días de incubación, las larvas nacen y penetran los tejidos subcorticales, provocando una reacción de la planta que se manifiesta por un engrosamiento nudiforme. Más tarde, penetran en la madera hasta la medula, donde excavan una galería de 10 a 15 cm aproximadamente, en el fondo de la cual preparan una cámara de ninfosis.

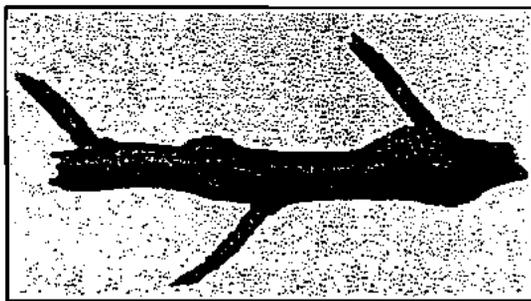


Adulto hembra de *Paranthrene tabaniformis*

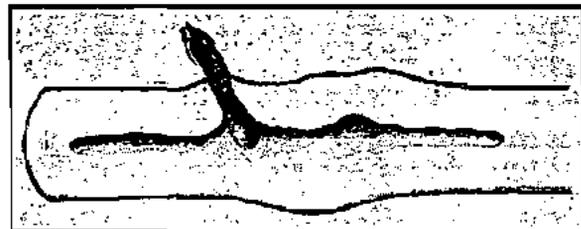
El insecto inverna en forma de larva, cuyo estado dura 10 meses cuando el ciclo es anual y de 21 a 22 meses cuando es bienal, y se transforma en crisálida en primavera. Después de unos 20 días, el adulto sale por el orificio de entrada de la galería o por una abertura habilitada con este objeto por la larva.



*P. tabaniformis* vive sobre todos los álamos cultivados y causa daños particularmente importantes en los viveros sobre las plantas de 1 año y, menos frecuentemente, sobre las plantas de 2 años. Los álamos ya plantados cuyo tronco ha sido lesionado por cualquier causa, pueden ser atacados por la sesia. Los ataques más graves se observan en la base de los brotes de las plantas jóvenes recepadas y de las cepas madres.



Rama de álamo con agallas provocadas por *Paranthrene tabaniformis*



Exuvia pupal de *Paranthrene tabaniformis* en rama de álamo



Debido al escalonamiento en la eclosión de los adultos, la lucha preventiva en los viveros exige 2 a 3 tratamientos a base de ésteres fosfóricos, con 12 a 15 días de intervalo, a partir de los 20 días de la aparición de los primeros adultos. Las larvas que han penetrado ya en la madera pueden ser alcanzadas introduciendo en la galería insecticidas de contacto o asfixiantes (FAO, 1980).

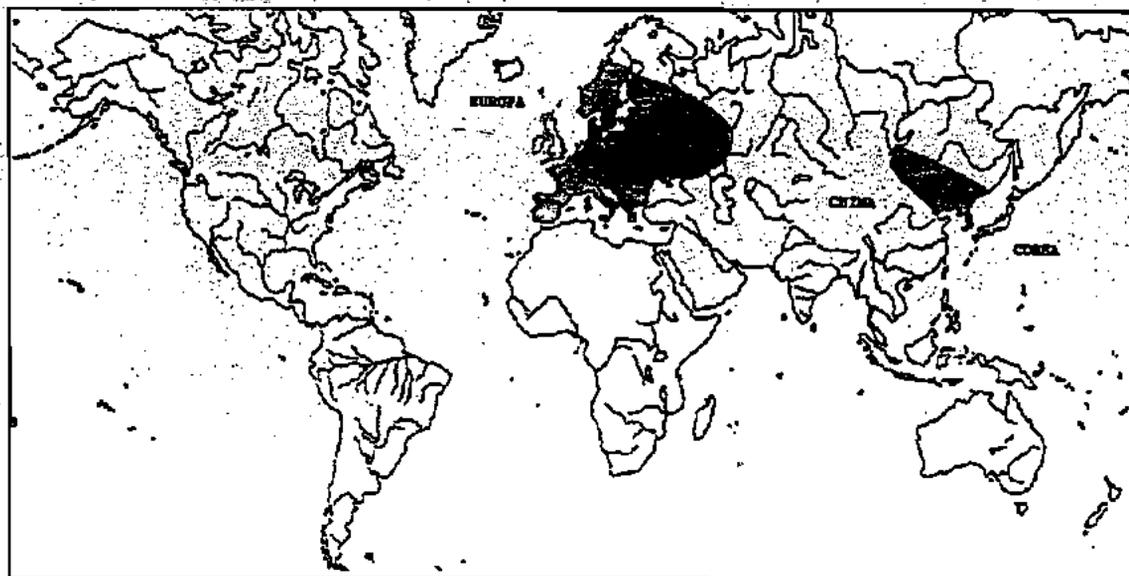
#### 14. *Saperda carcharias*, "Saperda grande"

Orden Coleoptera, Familia Cerambycidae. La gran saperda, *Saperda carcharias* L., está presente en toda Europa y en una parte de Asia, del Atlántico a Siberia y de Escandinavia al Mediterráneo. Se considera, en esta área, como el peor enemigo del álamo, sobre todo cuando la medera tiene que ser debobinada.

#### Distribución Geográfica de *Saperda carcharias*

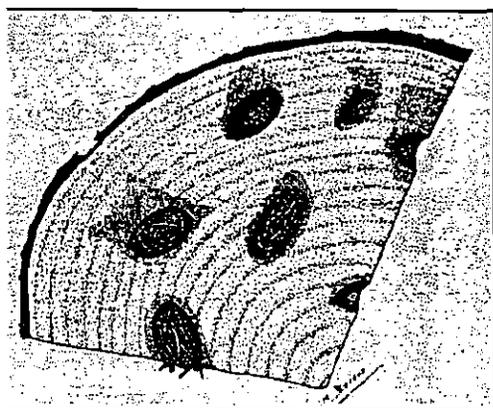
##### MAPA DE DISTRIBUCION DE PLAGAS FORESTALES

Año 1992

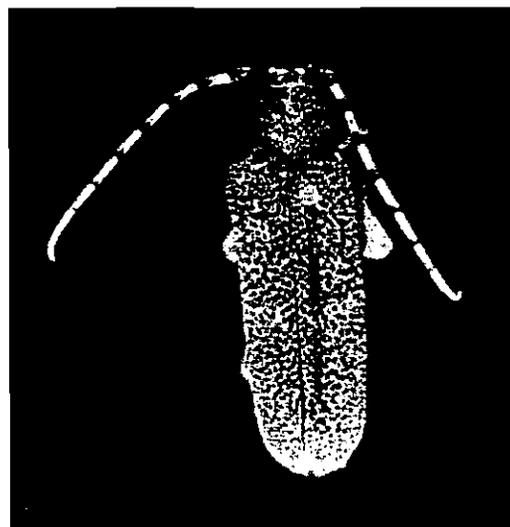


La duración del ciclo biológico varía según la latitud y el clima; es de 2 años en la región mediterránea, de 3 en Europa centro-oriental y de 4 en las regiones más frías. Los adultos salen en junio-julio; se alimentan de las hojas y producen profundas incisiones circulares sobre la corteza de las ramas. Las hembras ponen 20 a 60 huevos aislados, que son introducidos bajo la corteza por medio del oviducto, a través de una grieta preparada con las mandíbulas. Las larvas nacen en abril-mayo del año siguiente. Al principio, se alimentan de la corteza y de los crecimientos superficiales del leño (aproximadamente, durante 30-50 días, cuando el ciclo es bienal, 4-6 meses en los otros casos), posteriormente penetran profundamente en la madera por una galería, que ensanchan progresivamente.

Bajo clima frío, las larvas interrumpen su alimentación de octubre a abril; bajo climas templados, esta interrupción es más breve. La ninfosis se efectúa durante los meses de mayo a julio del segundo, tercero o cuarto año de la puesta. Los adultos aparecen de 2 a 4 semanas después y salen de las galerías larvarias por los orificios de entrada previamente ensanchados.



Galerías en madera de álamo provocadas por larvas de *Saperda carcharias*



Adulto de *Saperda carcharias*

Los álamos son atacados en todas las edades. Los daños en los viveros no son frecuentes. Por el contrario, los álamos en pleno campo son, por lo general, atacados 2 años después de su trasplante y posteriormente. Sobre las plantas jóvenes, los huevos son depositados solamente al pie, a lo largo del tronco y también de las ramas en el caso de ejemplares de más edad. Las plantas aisladas y en plantaciones lineales o en pequeños grupos son las preferidas por las hembras. No parece, por lo que se sabe actualmente, que algunos clones sean más atacados que otros. Sin embargo, la especie *Populus alba* L. Es quizás menos sensible que otras. Cuando las plantas crecen rápidamente (como sucede con las plantas jóvenes) la mortalidad de los huevos y de las larvas jóvenes es muy fuerte, hasta el 90 %.

### 15. *Platypus sulcatus*

*Platypus sulcatus* Chap. Es peligroso para los álamos en Argentina, y más raramente para los sauces; su ciclo evolutivo comprende una generación por año.

Insecto taladrador de la madera, cuyas galerías horizontales impiden la activa circulación de savia (Löewe et al., 1996).

Ataca a las plantas que tengan un diámetro inferior a 15 cm, en las cuales excava numerosas galerías que debilitan a los árboles, depreciando, por consiguiente, su madera. A menudo, los árboles afectados se tronchan por la acción del viento a 2-3 m por encima del suelo. Se lucha contra las larvas obturando las galerías y contra los adultos con tratamientos de carbarilo al 0,5% (FAO, 1980).

### 16. *Hylesia nigricans*

*Hylesia nigricans* Berg. Es un saturnido que ha causado daños importantes en Argentina (declarado plaga nacional) sobre *Populus nigra* cv. "Italica", así como sobre álamos híbridos y sobre los sauces (FAO, 1980). Ataca el follaje nuevo de los árboles y causa anualmente graves daños (Löewe et al., 1996).

### 17. *Phloeomyzus passerinii*

*Phloeomyzus passerinii* Sign, de la sección Aphididae (áfido), se multiplican abundantemente y recubren por entero los troncos. En los países bajos *Phloeomyzus passerinii* Sign vive sobre los Álamos Blancos, y *Phloeomyzus redelei* sobre los Álamos Negros y sus híbridos, pero sin causar graves daños, mientras que el "Robusta", parece ser resistente a ambos. En Italia septentrional, por el contrario hay tal número de infecciones atribuidas a *Ph. Passerinii* que ocasionan daños bastante graves a los híbridos *P. x euroamericana*; varias decenas de millares de plantas mueren como consecuencia de los ataques de éste áfido. El Álamo Carolino (*Populus deltoides* ssp. *Angulata* Ait.) es, por el contrario, indemne o prácticamente resistente. El insecto se ha observado también en España, Hungría, Marruecos, Israel y en Irán. Se le combate embadurnando o pulverizando los troncos con aceites minerales activados con ésteres fosfóricos (FAO, 1980).

### 18. *Meloidogyne incognita*

Los nemátodos del género *Meloidogyne* Goeldi parecen ser los más peligrosos para las Salicáceas. La especie *Meloidogyne incognita* Chit. Es peligrosa en Argentina sobre *Salix alba* cv. "Calva"; vive en una agalla formada a expensas de las raíces y las plantas atacadas se debilitan y mueren lentamente (FAO, 1980). Como síntomas se observan el decaimiento de las ramas anuales que al año siguiente se agrava, llegando al tercer año a producir la muerte de las ramas (Löewe et al., 1996).

### 19. *Marssonina brunnea*

Varias especies de *Marssonina* son la causa de enfermedades foliares de los álamos y sauces: *M. Populi-nigrae* Kleb. (=M. Populi Magn.) ataca frecuentemente a los álamos de la sección Aigeiros, *M. Castagnei* (Desm. & Mont.) Magn. A los de la sección Leuce, Mientras que *M. salicicola* (Bres.) Magn. Afecta a los sauces pertenecientes a la especie *Salix babylonica* y sus híbridos (FAO, 1980).

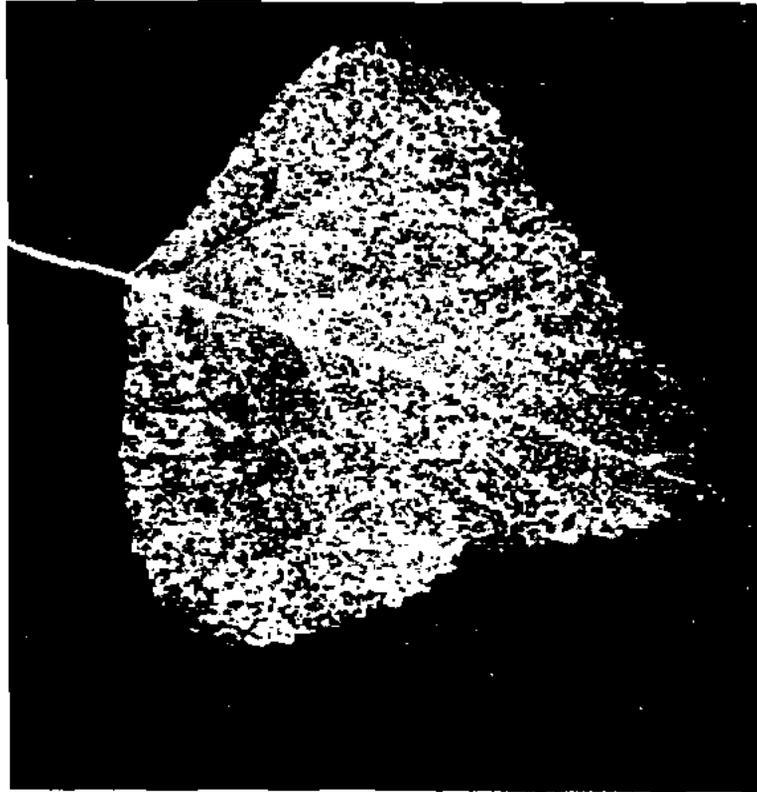
Una atención muy particular debe prestarse a la enfermedad causada por *Marssonina brunnea* (Ell y Ev.) Magn., hongo que fue descrito inicialmente en América del Norte bajo el nombre de *Gloeosporium brenneum* Ell. & Ev. y cuya forma perfecta es *Drepanopeziza punctiformis* Gremmen. Esta grave enfermedad del álamo, que hizo su aparición en Europa occidental en 1958, aunque largo tiempo pasó desapercibida, hoy hace estragos de forma mas o menos acentuada en Europa y en Japón. Causa serios daños por disminución de la producción que en Italia han sido estimados para el conjunto de los clones en un 16% y en un 60% para los álamos sensibles, ya que los efectos son acumulativos (FAO, 1980).

*Marssonina brunnea* constituye uno de los parásitos que más daño produce en dos de las secciones del genero *Populus* comercialmente más importantes, Aigeiros y Tacamahaca. Este agente causa una severa y prematura defoliación que resulta en una significativa reducción del crecimiento (Diamandis, 1996).

Según Spiers (1988), citado por Diamandis (1996), Se reconocen 4 especies de *Marssonina* patogénicas para los Álamos, *M. Brunnea* (Ell. & Mont.)Magn., *M. Populi* (Lib.)Magn., *M. Castagnei* (Desm & Mont.)Magn. y *M. balsamifera* Hiratsuka. Se han observado gran diversidad de síntomas como, tamaño y forma de puntos necróticos, tendencia a la fusión (coalesce) y epiphyllous o amphigenous de las lesiones en diferentes clones de *Populus x euroamericana* y en especies de otras secciones. Spierse (1984), citado por Diamandis (1996), concluyó que existen dos formas especiales de *M. Brunnea*, la *M. Brunnea f. Sp. Trepidat* identificada en *Populus tremula* y *Populus tremuloides* y *M. Brunnea f. Sp. Brunnea* encontrada en el resto de los hospedantes. La identificación de las especies de *Marssonina* está basada en la morfología de las esporas, de los acérvulos y en su especificidad. *M. brunnea f. Sp. Brunnea* es patogénica para un amplio espectro de clones euroamericanos y otros con una clara diversidad de sus síntomas. No se ha registrado la presencia de patotipos específicos para determinados clones, las características morfológicas del hongo no son suficientes para explicar la variación de la población (Diamandis, 1996).

*Marssonina brunnea* puede desarrollarse en la nervadura de las hojas, en peciolos, vástagos y estacas jóvenes (Spiers, 1984; citado por Valadon et al., 1996).

Este hongo infecta a las hojas y los brotes verdes. Se pueden observar sobre el limbo de las hojas numerosas manchitas pardas o pardo oscuras de menos de 1 mm de diámetro (las manchas de *M. Populi-nigrae* son más grandes y alcanzan frecuentemente 5 mm de diámetro). Sobre los pecíolos, los brotes jóvenes y los tallos, estas manchas, inicialmente idénticas, se extienden con posterioridad longitudinalmente. El limbo, alrededor de cada mancha, amarillea progresivamente; algunas manchas se juntan y finalmente toda la hoja toma color pardo y no tarda en caer. Se produce una defoliación precoz, a veces desde el mes de junio, que puede ser total en agosto (FAO, 1980).



Hoja de álamo infectada por *Marssonina brunnea*

El efecto de esta enfermedad sobre el árbol depende de la amplitud de la época de defoliación. Cuanto más precoz y completa es, mas se reduce la asimilación clorofílica y, por consiguiente, quedan mas afectados los crecimientos en diámetro y en altura del árbol, así como las reservas nutritivas. Al año siguiente hay una menor eclosión de las yemas laterales, especialmente sobre las ramas de los verticilos inferiores, y esto da lugar a una seria debilitación de la base de la copa. Si se suceden varios ataques, pueden dar lugar a la muerte de un buen número de árboles, especialmente en los clones más sensibles. Y, como los efectos de los ataques de *Marssonina* son acumulativos, la enfermedad es mas peligrosa para las plantaciones mal mantenidas, donde el suelo no se ha cultivado convenientemente.

En los viveros, las plantas jóvenes pueden ser también seriamente dañadas. Eventualmente, sufren una grave crisis de trasplante y, debido a su lignificación deficiente, son atacadas a menudo por *Dothichiza* u otros hongos parásitos de la corteza (FAO, 1980).

Observaciones hechas sobre el terreno y en el laboratorio han demostrado que el hongo puede invernar, sea bajo forma de pequeños estromas en el interior de los tejidos de las hojas caídas, o en el de las extremidades de los tallos y de las ramas pequeñas, sea bajo la forma perfecta de apotecios que se desarrollan sobre las viejas hojas infectadas caídas el año anterior. En la primavera siguiente, los nuevos conidios, procedentes de estromas y de las ascosporas escapadas de los apotecios, provocan infecciones primarias. La presencia de una minúscula película acuosa sobre las partes vulnerables del álamo permite a estos conidios o a las ascosporas germinar y provocar la infección.

El número y la gravedad de las infecciones dependen de las condiciones climáticas. Investigaciones realizadas en Italia han señalado que éstas son posibles durante los periodos lluviosos, en el curso de los cuales la temperatura varía de 8° a 26°C. Las infecciones más graves se producen con temperaturas que van de 15° a 25°C, y con lluvias que en 1 o 2 días consecutivos alcanzan respectivamente los 30 o 40 mm. Observaciones sobre el terreno han demostrado que el período de incubación sobre las hojas de *P. x euroamericana* cv. "I-214", con un grado higrométrico de 80%, dura de 6 a 8 días cuando la temperatura media es de 20° a 22°C, y sobrepasa 10 días cuando esta última se eleva por encima de los 25°C o desciende por debajo de los 16°C (FAO, 1980). Observaciones preliminares sugieren que el período de incubación es más largo en clones resistentes y más corto en los susceptibles (Castellani, 1966).

Se han sugerido numerosos métodos de protección. Comprenden especialmente la eliminación por barrido o enterramiento en invierno de las hojas muertas, asociada al recepado en vivero y a la poda de las ramas infectadas en la plantación, para limitar la producción de estromas y de los elementos de diseminación. Se han mostrado eficaces pulverizaciones de fungicidas tan pronto como comienza el brote de las hojas, repetidas cuando éstas han alcanzado su pleno crecimiento, pero hay que tener en cuenta las condiciones meteorológicas (FAO, 1980).

### 19.1. Selección de álamos resistentes a *Marssonina*

A pesar de la existencia de aceptables métodos de control químico, las mayores esperanzas relativas a la protección contra *Marssonina brunnea* descansan en la búsqueda de clones resistentes. Desgraciadamente, en Europa, los clones cuya comercialización está más extendida no han sido seleccionados con este fin y la mayor parte de ellos son más o menos sensibles a la enfermedad. Es el caso del álamo euroamericano "I-214". Los cultivares "Gelrica" y "Marilandica" son también sensibles. Por el contrario, "Robusta" es relativamente resistente, ya que no se defolia, y, si lo hace, además tardamente, no es más que en casos excepcionales. Actualmente, los trabajos de los mejoradores comienzan a dar sus frutos; utilizando los caracteres de resistencia manifestados por las diversas procedencias de *P. deltoides*; los seleccionadores italianos han comenzado a difundir en el comercio algunos clones resistentes a esta enfermedad, como el "Harvard", "Lux" y "Onda" (aunque Harvard se señala además como muy sensible a los virus), que son deltoides puros, o el "San Martino" que es un euroamericano. Por su parte, los investigadores holandeses han obtenido dos euroamericanos, "Dorskamp" y "Flevo", el primero de los cuales, sobre todo, manifiesta características interesantes. Genetistas belgas han relacionado cultivares muy prometedores entre los híbridos euroamericanos o interamericanos, *P. deltoides* x *P. trichocarpa* (FAO, 1980).

Valadon et al. (1996), en su estudio de susceptibilidad de 25 clones de Álamo a *Marssonina brunnea*, señala como los clones más susceptibles a la infección de tallo a "Lux" y "Triplo". Los clones "Beaupré", "Boelare" y "Hees" parecen ser susceptibles en un bajo nivel. Otros clones como "Robusta", "I-45-51", "Ghoy" y "Neva" son susceptibles pero infectados tardamente cuando la presión del inóculo es demasiado alta. Los clones "Dorskamp" y "Branagesi" pueden ser infectados a lo largo del periodo vegetativo, aún tarde en el otoño. "Koster", "Ellert" e "I-214" fueron catalogados como moderadamente susceptibles, estos pueden ser infectados muy tarde durante la estación de crecimiento (Diamandis et al., 1996).

La incidencia de *Marssonina* fue alta en el Noroeste de Alemania en las áreas costeras y planicies. De los híbridos de Álamos Negros, los cultivares "Robusta", "Brabantica", "Serotina", "Dromling" y "Grandis" fueron los menos afectados. La infección fue alta en "Marilandica", "Forndorf", y "Virginiana de Frignicourt". Los clones de *Populus nigra* y *P. deltoides* resultaron más resistentes que sus híbridos. Los Álamos Balsamíferos y sus híbridos fueron claramente resistentes. No se registró infección sobre *Populus trichocarpa* o en álamos de la sección leuce (Zycha, 1966).

Respecto a la situación de *Marssonina populi*, en China, Wan (1987), determinó resistencia para "I-63", "I-69" y para "I-72". El clon "Blome de garonne" demostró ser moderadamente susceptible, mientras que los clones "I-214" y "P15A" resultaron altamente susceptibles.

El desarrollo de la infección estudiado por Cellerino (1978) , en hojas de *Populus x euroamericana*, en vivero, indica que la susceptibilidad es baja cuando las hojas están en brotación, se incrementa rápidamente cuando las hojas se extienden, decrece al madurar y finalmente se incrementa cuando las hojas están senescentes. Así se concluyó que la susceptibilidad depende de la edad de la hoja y su condición fisiológica. Esto se cumple en diferentes grados para clones y viveros distintos.

Luego de un ataque severo de *Marssonina brunnea* se determinó que las pérdidas en producción de madera alcanzaron un 45% o por lo menos un 15% en los híbridos naturales de *Populus deltoides*. Los clones I-63/51, I-69/55 y el híbrido espontáneo de estas especies I-72/58, mostraron una gran resistencia. En ausencia del patógeno, el clon susceptible I-214 produce sustancialmente mas madera que el I-63/51 (resistente) desde los 10 años en adelante, pero expuesto a *Marssonina* se anula tal superioridad (Castellani, 1966).

Niveles de resistencia de algunos clones a *Marssonina brunnea*. Elaborado por Pinon (1992).

Clones	M. brunnea	Clones	M. brunnea
P. deltoides		P. x euroamericana	
ALCINDE	VR, MR		
CAROLINO	R	KOSTER	VS/R
HARVARD	VR/R	LAMPERTHEIM	S/MR
LINCOLN	VR, S	LINGENFELD	S/MR
LUX	VR/R	LOENS	VS/MR
MARQUETTE	VR, R/S	LUISA AVANZO	R/VR, S
ONDA	VR, R	MARILANDICA	R, VS/S
PEORIA	MR, S	NEUPOTZ	VS/MR
<b>P. nigra</b>		OGY	MR
ANKUM	MR/R	OSTIA	MR/R
BRANDARIS	VR/R	PAN	S
JEAN POURTET	VR	PRIMO	MR
LOENEN	R	REGENERE DE NEEROETEREN	VS
SCHOORLDAM	VR/R	RINTHEIM	?
TR 56/75	?	ROBUSTA	S/R
VEREECKEN	R, S	302 SAN GIACOMO	MR
WOLTERSON	R	SAN MARTINO	S/VR
<b>P. x euroamericana</b>		SEROTIN	S/R
ADIGE	MR	SEROTINA DE SELYS	MR
AGATHE F	MR/R		30
ALLENSTEIN	S/VS	SEROTINA ERECTA	VS
BELLINI	S/R	SPIJK	VS/R
BIETIGHEIM	VS/MR	STELLA OSTIGLIESE	MR
BL COSTANZO	VS/MR	GHOY	VS/VR
BLANC DU POITOU	MR	GIBECO	MR
BLEU D' EXAERDE	MR	GRANDIS	S/R
BOCCALARI	VS/MR	GUARDI	MR/R
BRANAGESI	VS/R	HARFF	VS/S
BÜCHIG	S	HEES	R
CAMPEADOR	S	HEIDEMIJ	S/MR
CAPPA BIGLIONA	S/R	I-45/51	VS/MR
CARPACCIO	MR	I-154	VS/MR
CIMA	R/VR	I-214	VS/MR
DOLOMITEN	VS/MR	I-262	VS/S
DORSKAMP	MR/VR	I-455	MR/VS
DROMLING	S/R	I-488	VS/MR
ELLERT	MR	I-MC	S
EUGENEI	VS	ISIERES	?
FLACHSLANDEN	S/MR	JACOMETI 78B	VS/VR
FLEVO	MR/VR	TANNENHOEFT	?
FLORENCE BIONDI	MR/R	TARDIF DE CHAMPAGNE	VS/R
GATTONI	MR	TRIPLO	VS/R
GAVER	S/VR	VIRGINIE DE FRIGNICOURT	VS/S

Proyecto: "Introducción de clones de alto rendimiento de álamo para cuatro zonas del país"

Niveles de resistencia de algunos clones a *Marssonina brunnea*. Elaborado por Pinon (1992).

Clones	Marssonina brunnea	Clones	Marssonina brunnea
<i>P. trichocarpa</i>		<i>P. deltoides</i> x <i>P. trichocarpa</i>	
BLOM	MR/R	BARN	VR, MR, VS
COLUMBIA RIVER	R/VR	DONK	MR/VR
FRITZY PAULEY	MR/VR	<i>P. trichocarpa</i> x <i>P. deltoides</i>	
MUHLE LARSEN	?	BEAUPRE	MR/R
SCOTT PAULEY	?	BOELARE	S/R
TRICHOBEL	R/VR	HUNNEGEM	MR/R
<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. trichocarpa</i>		RASPALJE	MR/R
ANDROSCOGGIN	MR/VR	UNAL	MR/R
O.P. 42	?	<i>P. balsamifera</i> x <i>P. trichocarpa</i>	
<i>P. deltoides</i> x <i>P. maximowiczii</i>		BALSAM SPIRE	?
ERIDANO	MR/VR	<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. nigra</i>	
SUWON	?	ROCHESTER	R/VR, S
		<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. berolinesis</i>	
		OXFORD	MR/VR

## 20. *Hypoxylon pruinaum*

El cancro provocado por el hongo *Hypoxylon pruinaum* (Klot.)Cke. (Sin: *H. mammatum* (Walh.) Mill.), es una de las enfermedades mortales mas importantes de los álamos del oriente de América del Norte. En Michigan, Minnesota, y Wisconsin, el impacto total de este agente ha sido estimado en un 30% del crecimiento neto anual. La enfermedad está presente a través de todo el rango de distribución de los álamos en Norteamérica, excepto en Alaska, también se ha encontrado en álamos europeos en Rusia, Checoslovaquia y Francia.

El hongo es un patógeno primario de los Álamos temblones, *Populus tremuloides* Michx.. Los niveles de infección en estas especies promedian un 12%, pero la susceptibilidad de los álamos al cancro varia según el clon. *Populus grandidentata* es generalmente infectado, por el contrario, la infección de *Populus balsamifera* es rara. Los álamos europeos (*P. Tremula*), los álamos chinos (*P.adenopoda*) y *P. Alba var. Pyramidalis*, son huéspedes adicionales del hongo.



Cancro juvenil



Cancro en evolución

El cancro aparece primeramente en la corteza de los álamos como una ligera hendidura con áreas amarillentas o anaranjadas de márgenes irregulares. Cuando la infección progresa, la corteza externa se rasga en tiras y cae, exponiendo la corteza interna que está negra y desgarrada (Anderson, 1998).



El cancro maduro, puede ser de varios pies de longitud, tosco y negruzco en el centro y amarillo anaranjado en los márgenes recién invadidos. Además ocasionalmente se pueden desarrollar callos en el margen de un cancro, pero el hongo invade nuevos tejidos tan rápido que el callo no tiene tiempo para formarse.



Muchos árboles infectados en la zona baja del tronco son anillados y muertos en un lapso de 5 años. En infecciones en la parte alta del tronco puede causar la muerte de una parte de la copa. El proceso de infección del hongo no se conoce completamente, pero evidencias recientes sugieren fuertemente que insectos como saperda y las cícadas estarían involucradas (Anderson, 1998).

## Bibliografía

- Anderson, R. y Anderson, G., 1998. Hypoxylon Canker of Aspen, U.S.D.A. (Internet). <http://willow.ncfes.umn.edu/fidl-hypox/hypoxylon.htm> Date: 13 de mayo 1998.
- Arreghini, R. Cerillo, T y Somoza, A. 1996. Argentina. National report on the activities related to poplars and willows cultivation y utilization. 1992-1995, Budapest, Hungría. 1996.
- Beeche C, Cerda M., Herrea A., Lermada F., Moreno L., Vergara B. 1993. Manual de Reconocimiento de Plagas Forestales Cuarentenarias. Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago, Chile. 169 pp.
- Butin, H. & Peredo, H. L. 1986. Hongos parásitos en coníferas de América del Sur con especial referencia a Chile. Ed. J. Crammer.
- Castellani, C. 1966. The influence of climatic factors on the infection of hybrid poplars with *Marssonina brunnea*. *Phytopatologia Mediterranea*, Bologna, 5 (1), (41-52).
- Cellerino, G. 1978. Influence of age on the susceptibility of poplars leaves to *Marssonina brunnea*. *European Journal of Forest Pathology*, 8: 5-6, 273-279.
- Diamandis, S. y Perlerou, C., 1996. Absence of pathotypes of *Marssonina brunnea* in Greece (En 20 th session IPC, Hungría).
- Donoso, J., 1997; "Reconocimiento de agentes bióticos" Primera Parte, Guía N° 3, Catedra de Patología Forestal, Departamento de Silvicultura, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales, Universidad de Chile.
- FAO, 1980, " Los Álamos y los Sauces"; Colección FAO Montes N° 10. Editorial FAO, Roma. 351 p.
- Lindquist, J.C. 1982; "Royas de la republica Argentina y Zonas limítrofes"; INTA, Buenos Aires, Argentina.
- Löewe, V. Toral, M. Fernandez M.P. Pineda, G. Lopez, C., 1996, " Monografía del Álamo", Potencialidad de Especies y sitios para un 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.
- Ostry, M., McRobert, R., Ward, K., y Resendez, R. 1988. Screening Hibrid Poplars In Vitro for Resistance to Leaf Spot Caused by *Septoria musiva*. *Plant disease* 72: 497-499
- Pinon, J., 1992; "Variability in the Genus *Populus* in Sensitivity to *Melampsora Rust*", *Silvae Genetica*, vol. 41, N° 1, pags. 25-34.
- Reporte IPC, 1996. China
- Reporte IPC, 1996. Holanda
- Tartakowsky, S.; 1941, "La roya del Álamo en Chile"; Ministerio de Agricultura, Departamento de Sanidad Vegetal; Boletín Vol. I, N° 2, Julio de 1941.

- Valadon, A. y Breton, V. 1996. Susceptibility of 25 poplar clones to *Marssonina brunnea* (Ell. et Ev.)P. Magn. stem pustules. En 20 th session of the International Poplar Commission, Budapest, Hungria 1-4 Octubre, 1996.
- Wan, XC. 1987. Diferent resistance of six clones of Aigeiros poplars to *Marssonina populi*. Journal of Nanjing Forestry University. N° 1, 35-41.
- Zarco, G. 1956. Insectos Perjudiciales al Chopo en España, Rd Madrid, España. Servicio de Plagas Forestales
- Zycha, H. 1966. The occurrence of the *Marssonina* disease on poplars species and cultivars in W. Germany. *Holzzucht*, Reinbek 20 (1/2), 1-8.

NIVELES DE RESISTENCIA DE ALGUNOS CLONES A LOS AGENTES MÁS IMPORTANTES (Pinon, 1992)

Clones	Cancro bacteriano	Marssonina brunnea	Melampsora larici-populina	Melampsora alli-populina	Melampsora medusae	Virus mosaico	Discosporium populeum
<b>P. deltoides</b>							
ALCINDE	S	VR, MR	VR	MR	?	S	?
CAROLINO	?	R	VR/R	VS/MR	P	?	?
HARVARD	MR	VR/R	VR/R	R/VR	S/R	S/VS	VR
LINCOLN	S	VR, S	VR	R/VR	?	R	MR/VR
LUX	S	VR/R	VR/R	R/VR	S	VS/MR	VR
MARQUETTE	S-VS	VR, R/S	VR	R/VR	?	S/MS	VR
ONDA	MR	VR, R	VR/R	VR	S	VS/S	VR
PEORIA	S-VS	MR, S	VR/R	R/VR	?	?	VR
<b>P. nigra</b>							
ANKUM	VR	MR/R	MR	?	?	?	?
BRANDARIS	VR	VR/R	MR/S	?	?	?	?
JEAN POURTET	?	VR	MR/R	R/VR	?	VR	VS
LOENEN	VR	R	MR	?	?	?	?
SCHOORLDAM	VR	VR/R	MR	?	?	?	?
TR 56/75	?	?	?	?	?	?	?
VERECKEN	VR	R, S	VS/MR	R/VR	?	?	S
WOLTERSON	VR	R	MR	?	?	?	?
<b>P. x euroamericana</b>							
ADIGE	?	MR	S/MR	VR, S/MR	?	R/VR	S
AGATHE F	R/VR	MR/R	VS	MR	?	?	?

Proyecto "Introducción de clones de alto rendimiento de álamo (Populus spp.) para cuatro zonas del país".

NIVELES DE RESISTENCIA DE ALGUNOS CLONES A LOS AGENTES MÁS IMPORTANTES (Pinon, 1992)

Clones	Cancro bacteriano	Marssonina brunnea	Melampsora larici-populina	Melampsora alli-populina	Melampsora medusae	Virus mosaico	Discosporium populeum
<b>P. x euroamericana</b>							
ALLENSTEIN	S/MR	S/VS	S/R	R/VR	?	R	S/R
BELLINI	S/MR	S/R	VS/MR	MR/R	VS	VR	VS
BIETIGHEIM	VR	VS/MR	VS/S	MR/R	?	?	VS
BL COSTANZO	VR	VS/MR	VS/MR	S/R	S/MR	R/VR	R, S
BLANC DU POITOU	S/MR	MR	S/VR	MR/VR	VS/S	S	S/VR
BLEU D' EXAERDE	R	MR	?	?	?	?	?
BOCCALARI	R/VR	VS/MR	VS/MR	R/VR, S	S/MR	R/VR	VS/S
BRANAGESI	?	VS/R	S/MR	MR/VR	?	R/VR	?
BÜCHIG	R	S	S/R	MR/VR	?	?	S
CAMPEADOR	R/VR	S	S/R	S/R	?	R/VR	MR/R
CAPPA BIGLIONA	?	S/R	VS/MR	S/VR	?	R/VR	S
CARPACCIO	?	MR	*	S/VR	S	VR	S
CASALE 78	?	?	?	?	?	?	?
CIMA	S	R/VR	*	VS/VR	P	VR	S
DOLOMITEN	VR	VS/MR	S/R	MR/VR	S	VR	VS/S
DORSKAMP	S/MR	MR/VR	*	MR/R	MR	S	VS/S
DROMLING	MR/R	S/R	VS/VR	MR/VR	?	VR, S/MR	S/MR
ELLERT	R	MR	*	MR	?	?	?

NIVELES DE RESISTENCIA DE ALGUNOS CLONES A LOS AGENTES MÁS IMPORTANTES (Pinon, 1992)

Clones	Cancro bacteriano	Marssonina brunnea	Melampsora larici-populina	Melampsora alli-populina	Melampsora medusae	Virus mosaico	Discosporium populeum
<b>P. euroamericana</b>							
EUGENEI	?	VS	VS/MR	P	S, VR	S	?
FLACHSLANDEN	S/R	S/MR	S/VR	MR/VR	?	?	S/MR
FLEVO	MR	MR/VR	MR/VR	S/VR	R	S/MR	VS
FLORENCE BIONDI	R/VR, S	MR/R	VS/S	S	P	?	?
GATTONI	?	MR	S/MR	S/R	?	R/VR	R
GAVER	R/VR	S/VR	*	VR, S/MR	P	?	?
GELRICA	MR/R	VS/R	VS/S	S/R	?	R	VS/MR
GHOY	R/VR	VS/VR	*	S/R	P	?	MR/VR
GIBECO	R/VR	MR	*	R/VR	P	?	VS
GRANDIS	VS/S	S/R	VS/R	VR, S/MR	?	?	MR, VS
GUARDI	?	MR/R	S/R	VS/R	S	VR	VS/S
HARFF	S/VR	VS/S	VS/R	R	S	?	R
HEES	VR, MR	R	*	R	P	?	?
HEIDEMIJ	MR	S/MR	VS/MR	R/VR, S	P	S	S/MR
I-45/51	VS/S	VS/MR	VS/MR	R/VR	VR, VS	VR, S/MR	R/VR
I-154	S	VS/MR	MR/VR	MR/VR	MR/R	S/VR	S

NIVELES DE RESISTENCIA DE ALGUNOS CLONES A LOS AGENTES MÁS IMPORTANTES (Pinon, 1992)

Clones	Cancro bacteriano	Marssonina brunnea	Melampsora larici-populina	Melampsora alli-populina	Melampsora medusae	Virus mosaico	Discosporium populeum
<i>P. x euroamericana</i>							
I-214	R/VR	VS/MR	S/VR	S/VR	S/VS	VR, S	MR/VR
I-262	R/VR, S	VS/S	VS/R	MR/R	?	S/VR	MR/R
I-455	R/VR	MR/VS	VS/R	VR, S/MR	VS/S	MR/VR	MR/R
I-488	R/VR, S	VS/MR	VS/MR	R/VR, S	VS/S	VR	R
I-MC	?	S	R, VS/S	S/R	?	VR	R
ISIERES	R/VR	?	*	S/VR	P	?	?
JACOMETI 78B	VR, S	VS/VR	S/VR	R/VR	VR, VS	?	S/MR
KOSTER	R/VR	VS/R	VR	VR	?	?	?
LAMPERTHEIM	VR	S/MR	VS/S	VS/S	?	R	VS/MR
LINGENFELD	S/MR	S/MR	VS/MR	VS/R		?	R, VS
LOENS	R, S	VS/MR	S/VR	VR, VS/MR	?	S	MR
LUISA AVANZO	MR	R/VR, S	*	VS/VR	VS/S	VR	VS/S
MARILANDICA	MR/R	R, VS/S	VS/VR	S/VR	?	S	VS/MR
NEUPOTZ	S/MR	VS/MR	S/VR	S/VR	?	S	VS, VR
OGY	R/VR	MR	*	R/VR	?	?	VS
OSTIA	R/VR	MR/R	VS/R	MR/VR	VR, S	VR	VR

NIVELES DE RESISTENCIA DE ALGUNOS CLONES A LOS AGENTES MÁS IMPORTANTES (Pinon, 1992)

Clones	Cancro bacteriano	Marssonina brunnea	Melampsora larici-populina	Melampsora alli-populina	Melampsora medusae	Virus mosaico	Discosporium populeum
<i>P. x euroamericana</i>							
PAN	?	S	S/MR	S/R	?	R/VR	R, S
PRIMO	R/VR	MR	*	VS/R	?	?	VS
REGENERE DE NEEROETEREN	R, S	VS	?	?	?	S	?
RINTHEIM	VR	?	S/VR	MR/VR	?	R	MR
ROBUSTA	MR/VR	S/R	VS/VR	S/VR	VR, S	S	VS/S
302 SAN GIACOMO	?	MR	VS/MR	VS/R	?	R/VR	MR
SAN MARTINO	VS/S	S/VR	MR/VR	R/VR	S/MR	VS	R/VR
SEROTIN	R/VR, S	S/R	VS/S	S	MR/R	S	VS/S
SEROTINA DE SELYS	R/VR, S	MR	VS	?	?	MR	VS
SEROTINA ERECTA	R, S	VS	?	?	?	?	?
SPLJK	R/VR, S	VS/R	*	R/VR	VS/S	?	?
STELLA OSTIGLIESE	?	MR	VS/R	MR/VR	?	R/VR	S
TANNENHOEFT	S/MR	?	?	?	?	?	S
TARDIF DE CHAMPAGNE	S/R	VS/R	VS/R	MR/R	?	S	VS/MR
TRIPLO	MR	VS/R	MR/VR	R/VR	MR/VR	MR/R	MR
VIRGINIE DE FRIGNICOURT	VS/MR	VS/S	S/MR	VR, S/MR	P	S	S

NIVELES DE RESISTENCIA DE ALGUNOS CLONES A LOS AGENTES MÁS IMPORTANTES (Pinon, 1992)

Clones	Cancro bacteriano	Marssonina brunnea	Melampsora larici-populina	Melampsora alli-populina	Melampsora medusae	Virus mosaico	Discosporium populeum
<b>P. trichocarpa</b>							
BLOM	R/VR	MR/R	MR/VR	R/VR, S	?	R	VR
COLUMBIA RIVER	R/VR	R/VR	S/MR	VR	?	?	R/VR
FITZY PAULEY	R/VR	MR/VR	S/VR	VR	VR	R/VR	VR
MUHLE LARSEN	VS/S	?	S/MR	?	?	?	VR
SCOTT PAULEY	R/VR	?	VR	?	?	?	VR
TRICHOBEL	R/VR	R/VR	S/MR	P	?	?	R/VR
<b>P. maximowiczii x P. trichocarpa</b>							
ANDROSCOGGIN	MR, VS	MR/VR	S/VR	R/VR, S	MR/R	VR	S/VR
O.P. 42	?	?	?	?	?	?	?
<b>P. deltoides x P. maximowiczii</b>							
ERIDANO	?	MR/VR	MR/VR	MR/VR	MR	VR, S	VR
SUWON	?	?	?	?	?	?	?
<b>P. deltoides x P. trichocarpa</b>							
BARN	R, S	VR, MR, VS	*	R/VR, VS	VS/S	R	R
DONK	R, S	MR/VR	*	R/VR, VS	VS/S	R	VR
<b>P. trichocarpa x P. deltoides</b>							
BEAUPRE	R/VR	MR/R	*	VS/VR	S/MR	?	R/VR
BOELARE	MR	S/R	*	MR/R, VS	VS/S	?	VR
HUNNEGEM	R/VR	MR/R	VS	MR, VS	?	?	?
RASPALJE	R/VR	MR/R	S/VR	MR, VS	S/MR	?	?
UNAL	R/VR	MR/R	VS/VR	VS/VR	VS/S	?	R

NIVELES DE RESISTENCIA DE ALGUNOS CLONES A LOS AGENTES MÁS IMPORTANTES (Pinon, 1992)

Clones	Cancro bacteriano	Marssonina brunnea	Melampsora larici-populina	Melampsora alli-populina	Melampsora medusae	Virus mosaico	Discosporium populeum
<i>P. balsamifera</i> x <i>P. trichocarpa</i> BALSAM SPIRE	?	?	?	?	?	?	?
<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. nigra</i> ROCHESTER	MR/VS	R/VR, S	VS/MR	MR/VR	S	VR	VS/VR
<i>P. maximowiczii</i> x <i>P. berolinensis</i> OXFORD	MR/VS	MR/VR	VS/MR	VR	S/MR	VR	S/VR

## ANEXO 7

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FAC. DE CIENCIAS FORESTALES  
DEPTO. DE SILVICULTURA

## DENDROLOGIA DE SALICACEAE

PRINCIPALES TAXA DE INTERÉS FORESTAL ACTUAL Y POTENCIAL EN CHILE

MARÍA TERESA SERRA V.

1999

## Introducción:

El objetivo en el presente documento es reunir los antecedentes dendrológicos de la familia Salicaceae de interés actual y potencial para Chile.

Mediante la recopilación histórica de la introducción de los álamos en el país y la corroboración de la presencia de numerosos taxa, introducidos con fines de cultivo ornamental y en plantaciones con fines industriales, se ha intentado ordenar el caos nomenclatura de nombres científicos, sinónimos y cultivares, que tanta confusión causan a los profesionales y usuarios de la Populicultura.

Para los taxa de mayor interés, se ha incluido una ficha técnica descriptiva, en los aspectos de origen, botánicos, requerimientos y usos principales.

La literatura en el tema está muy bien desarrollada pero muy dispersa según la temática particular y generalmente en idiomas extranjeros, para los lectores motivados se incluye una amplia bibliografía para orientar la búsqueda de antecedentes específicos.

## Orden Salicales

De acuerdo a la Sistemática actual, el Orden Salicales Lindl. (1833), al cuál pertenecen los álamos y los sauces, se encuentran incluidos dentro de la Sub clase Dilleniidae y presenta una única familia: Salicaceae (Cronquist, 1988), probablemente derivado de las Flacourtiaceae especialmente al género *Idesia*, que presenta susceptibilidad al fitopatógeno conocido como "Roya" del género *Melampsora*, al igual que ocurre en *Populus* y *Salix*. (Miller, 1975).

El Orden Salicales está caracterizado por el dioicismo y por el fruto capsular que se abre en valvas (Taris, 1966), las flores femeninas y masculinas están dispuestos en amentos. El ovario lleva 2-4 estigmas sobre un estilo corto o a veces sésiles. Es un miembro amentifloro de las Dilleniidae, con placentación parietal y un número más o menos abundante de óvulos y semillas (Cronquist, 1988).

Las hojas son simples, alternas. Es frecuente en *Populus*, un polimorfismo foliar- más o menos marcado en las diversas secciones del género- según su posición en el árbol. Las hojas de los braquiblastos o ramas cortas, son más pequeñas que las de los macroblastos, estas se presentan en los individuos adultos o poco vigorosos. En tanto las hojas grandes de los macroblastos son frecuentes en los individuos jóvenes, en los rebrotes o retoños, en que las hojas son de mayor tamaño.

Según Bailey, 1963, en The Standard Cyclopedia of Horticulture, advierte sobre consideraciones que se deben adoptar para identificar a los álamos. Las hojas de *Populus* presentan una gran variación de acuerdo a la edad de la planta, la posición en las ramas y la interacción del clima y otras condiciones que las afecten, además se pueden distinguir tres tipos de hojas:

- a) Las hojas de los rebrotes o retoños, generalmente mas grandes que las adultas.
- b) Las hojas normales de las ramas jóvenes o poco vigorosas
- c) Las hojas de los árboles adultos, que se encuentran en el extremo de las ramas vigorosas de plantas jóvenes cuando entran en madurez.

Si se comparan hojas de los diferentes géneros o especies es necesario tener cuidado de observar el mismo tipo de

hojas, correlacionando los caracteres de hábito, hojas, yemas, ramillas, corteza, flores y frutos.

### **Familia Salicaceae Mirbel**

Familia de gran interés forestal por sus especies de rápido crecimiento, amplio cultivo y rusticidad. Habita generalmente en los climas templados, especialmente en el Hemisferio Norte.

Las características más notables de este grupo, son las siguientes:

1. Árboles, arbustos y subarbustos de madera blanda y rápido crecimiento. Muy adecuadas para fines Dendroenergéticos, pulpa para papel, fibras, astillas, combustibles especialmente por transformación en alcoholes combustibles (metanol) de gran respuesta en condiciones de Técnicas de Silvicultura Intensiva, con rotaciones cortas y de alta productividad.
2. Gran capacidad de rebrote o retoñación, escaso poder alelopático, de fácil enraizamiento por estacas o propagación vegetativa, con rápido desarrollo de raíces adventicias.
3. Hojas generalmente caducas, simples, delgadas a membranosas, pecioladas, de filotaxis alterna, con estípulas caedizas, o persistentes en algunos grupos de sauces. Especies con dimorfismo foliar según la edad. Presencia de macroblastos y braquiblastos en algunas especies.
4. Especies dioicas, cada especie presenta individuos femeninos y masculinos en ejemplares independientes, en los cultivares se mantiene el sexo definido, existen cv. o clones femeninos o masculinos.
- 5.. Flores unisexuales, femeninas y masculinas amentiformes, las que generalmente aparecen lateralmente, antes que las hojas. Perianto muy simple, consta de una bráctea en la base. Las flores masculinas presentan 2 a 30 estambres libres, o coherentes, cuando ello ocurre son monáfelfos. Anteras basifijas, dehiscencia longitudinal.. Las flores femeninas constan un gineceo sincarpico de 2 (4) carpelos y unilocular con 20-100 o más óvulos. Estigmas 2-4. Placentación basal, o parietal.  
  
El funículo se transforma en un mechón de pilosidad sedosa. Saco embrionario desarrollado según tipo-Polygonum. Perianto ausente, o vestigial, representado por un disco cupular o por pequeñas brácteas nectarías (Watson y Dallwitz, 1991)
6. Los frutos de las Salicaceae son cápsulas pequeñas con dehiscencia longitudinal, por 2-4 valvas. Las semillas muy pequeñas y livianas están rodeadas por largos pelos blancos, finos y sedosos.
7. Germinación fanerocotilar muy delicada. Cotiledones 2, plano, convexos, (Watson y Dallwitz, 1991) plántulas son muy sensibles a la sequía, calor, hongos. Propagación sexual desventajosa, en tanto muestran una excelente propagación vegetativa mediante el enraizamiento de estacas.
8. Polinización anemófila en álamos o entomófila en sauces y dispersión anemócora de sus semillas.
9. Presenta 3 géneros de los cuales, los 2 primeros tienen gran importancia forestal: *Salix*, *Populus* y *Chosenia*.

10. Permite el desarrollo de Silvicultura clonal. Ambos géneros presentan gran facilidad de hibridizarse. Amplio cultivo de álamos y sauces híbridos, cultivares o clones y especies naturales de alta productividad, facilitadas por técnicas de Mejoramiento Genético, Biotecnología y la Silvicultura Intensiva con cuidados culturales.
11. Existencia de híbridos intraseccionales e interseccionales de alta productividad o mayor resistencia a patógenos y a condiciones ambientales diversas
12. Número cromosómico haploide o X: 11, 12, 19 (Watson y Dallwitz, 1991)
13. En términos arquitecturales el crecimiento observado en álamos es de carácter rítmico y de construcción simpódica, lo que se corrobora por su gran facilidad de retoñación frente a las cortas periódicas, en muchas especies de rápido crecimiento se observa silepsis.

### ORIGEN DE LA FAMILIA

El primer fósil de la familia fue hallado en 1905 por Penhallow, quien lo ubicó el temprano desarrollo de los taxa en el período Cretácico. La evidencia fósil sugiere que el género *Populus* es el más primitivo de los géneros de las salicáceas y *Salix* aparece más tarde con un gran desarrollo en las regiones frías y templado-frías (Pohjonen, 1991)

### DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE SALICACEAE

El género *Salix* es escaso en las regiones calidad templadas, avanzando insignificativamente en los trópicos, y extendiéndose mayoritariamente en las regiones templadas y más tarde hacia el ártico. El lugar de origen de la familia fue probablemente el este de Asia, donde se encuentran actualmente sus tres únicos géneros: *Salix*, *Chosenia* y *Populus*. (Dom, 1976)

El género *Chosenia* se interpreta que ha evolucionado a partir de *Salix*. Presenta una sola especie: *Chosenia bracteosa* (Trautv.) Nakai, que es un árbol de más de 30 m, originario del noreste asiático. La inflorescencia es similar a los sauces, pero sus flores son polinizadas por el viento, como ocurre en los álamos (Pohjonen, 1991)

### CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LOS GÉNEROS DE SALICACEAE

1.- Hojas lanceoladas a linear-lanceoladas. Yemas con una sola escama. Flores masculinas con 2 a 5 estambres (rara vez más). brácteas floríferas sin lacinias, plantas entomófilas.....1.*Salix*. "Sauces"

1.- Hojas aovadas, deltoides o algo palmatilobadas. Yemas con numerosas escamas. Flores masculinas con muchos estambres. brácteas floríferas laciniadas, plantas anemófilas.....2.*Populus*. "Álamos"

## Género Populus

"Álamos", "Chopos", "Peuplier", "Aspen", "Cottonwood"

Los álamos se distribuyen muy extensamente a través de las regiones frías y templadas del Hemisferio Norte y son cultivados en el mundo entero.

Presentan alrededor de 30 especies y numerosos híbridos naturales o artificiales, así como también numerosos cultivares clonales, adaptados a diversas condiciones ambientales.

Especialmente adecuados para suelos húmedos y pesados, pueden crecer en gran variedad de suelos y toleran casi todos los climas (Toogood, 1992).

Cuando un nuevo cultivo de álamos se establece en nuevas localidades, se debe analizar las informaciones disponibles sobre las nuevas especies o clones y sobre la ecología de los sitios de plantación. Se requiere conocer las características del cultivo y las propiedades de la madera de las variedades utilizadas ( Vallée, 1987)

A continuación se presentan ciertas relaciones de las especies de álamos, respecto a las características ambientales preferenciales:

### Factores climáticos:

Las especies de *Populus* se distribuyen en una gran variedad de climas (Lavoie y Vallée, 1981), por ejemplo:

- Clima boreal frío y húmedo: *P. trichocarpa*
- Clima boreal frío y seco: *P. balsamifera*
- Clima tropical: *P. euphratica*
- Clima semidesértico o continental hasta clima marítimo en una misma especie: *P. trichocarpa*, *P. nigra*, *P. deltoides*, *P. tremuloides*, etc.

### Factores edáficos:

Las especies de *Populus* se desarrollan sobre una gran variedad de suelos (Lavoie y Vallée, 1981), por ejemplo::

- El pH varía desde ácido a alcalino y a veces resisten altas salinidades
- La textura varía desde arcillosa a arenosa
- Requieren o no de la presencia de napa freática

### **Vegetación:**

Las especies de *Populus* forman masas forestales naturales, puras o mezcladas con otras especies de latifoliadas y coníferas, por ej.: *P. tremuloides* con *Betula papyrifera*, *P. tremuloides* y *P. balsamifera* con *Picea mariana*, *P. trichocarpa* con *Pseudotsuga menziessii*.

### **Rol ecológico:**

En los ecosistemas naturales, los álamos juegan un rol crucial en la reconstitución de terrenos perturbados y constituyen un importante hábitat para los peces y la fauna (Settler et al., 1997). Toleran la polución, los suelos húmedos y los ambientes costeros.

### **Características del cultivo:**

Los álamos se cuentan entre los árboles de más rápido crecimiento y facilidad en su propagación vegetativa y condiciones de cultivo. Las tecnologías de propagación permiten del punto de vista económico la reproducción vegetativa de clones y otros materiales seleccionados, actualmente el cultivo in-vitro es realizado en varias especies de latifoliadas y aplicado especialmente en *Populus* (Vallée, 1987). La modalidad de cultivo de álamos es sobre la base de plantaciones regulares o en masa, coetáneas.

El rápido crecimiento se relaciona directamente en la medida en que sus exigencias son respetadas. Se indican rotaciones de 15 a 20 años en Populicultura (Francia), 25 a 35 años en ausencia de un objetivo directamente económico (Bourger y Castaner, 1988).

No necesitan poda regular, si se requiere debe hacerse antes del final del invierno. La poda puede provocar una excesiva producción de vástagos en las ramas principales y en el tronco, que tendrán que eliminarse anualmente. En general, los álamos son considerados quebradizos (Bourger y Castaner, 1988).

### **La propagación en álamos**

Al contrario de la mayoría de las especies que se propagan principalmente por semillas, en los álamos cultivados, son multiplicados únicamente por estacas: plantando simples fragmentos de ramas (Taris, 1966). La propagación vegetativa y el dioicismo determina que en álamos propagados por estacas del mismo pie, no hay diferencia entre las ramas de un mismo árbol que entre dos árboles con el mismo origen, (Taris, 1966) esto determina la Silvicultura clona.

### **Los álamos como especies ornamentales:**

Como árboles urbanos debe considerarse que sus raíces pueden extenderse y dañar desagües y otros servicios subterráneos, así como cimientos de construcciones, carreteras y caminos. se recomienda plantarlos alejados de edificios y servicios, por lo menos a 30 m de distancia (Toogood, 1992).

Los álamos tienen un arraigamiento poderoso, sus raíces se extienden en forma horizontal a gran distancia del cuello del fuste, cuando quedan en contacto con el agua corriente desarrollan numerosas y finas raicillas de color rojizo, que constituye una verdadera champa vegetal, que protege ampliamente los bordes de ríos y canales (Maldonado, 1926).

Como árboles de hilera se recomienda seleccionar clones masculinos para evitar la producción de "algodón" (

mechones de finos pelos que ayudan en la dispersión de las semillas) que pueden ocasionar problemas con el ganado y molestias diversas ( Bourgery y Castaner, 1988).

Loa álamos tienen mucha importancia para recrear rápidamente un patrimonio de árboles en hileras en los bordes de carreteras y autopistas , y debido a su corta rotación ofrecen la posibilidad de establecer un equilibrio entre las diferentes clases de edad y al término de la gestión permite entradas financieras de corto término ( Bourgery y Castaner, 1988).

### Populicultura:

La Populicultura o la silvicultura dedicada al cultivo intensivo del álamo, obtiene actualmente clones para todas las aplicaciones y situaciones. Algunos de ellos como *P. x euroamericana* l- 214, obtenido en 1929 y cultivado en varios países, ha dado y sigue dando excelentes resultados, aún que presenta sensibilidad al hongo *Marssonina brunnea*, igualmente que el Híbrido obtenido en España por el Instituto Forestal de Investigación y Experiencias: *P. x euroamericana* "Campeador".(Fanlo, 1979)

El cultivo de álamo es similar al agrícola, requiere de suelos profundos, con alto nivel freático, en cajas de ríos o con inundaciones invernales, en general es exigente en agua, luz y suelo (Barnèoud y Bonduelle, 1979). Muy sensibles a la competencia.

Debido a su alto valor forestal e interés mundial, se estableció en 1947 la International Poplar Commission (IPC) como uno de los cuerpos Statutory de FAO, que promueve el estudio de los aspectos científicos, técnicos, sociales y económicos del cultivo y utilización de los álamos y sauces a nivel mundial. En Chile se ha establecido la Comisión Nacional del Álamo ( CNA) , con los mismos objetivos de FAO, a nivel nacional esta entidad se encuentra liderada por la Corporación Nacional Forestal en coordinación con empresas forestales privadas, empresarios e instituciones universitarias y gubernamentales, las que integran la coordinación y planificación de la investigación, difusión, desarrollo tecnológico, la experiencia y aplicación de los conocimientos en el tema en sus perspectivas productivas, económicas y sociales.

### Características de la madera:

La madera de álamo es homogénea, sin que se pueda distinguir claramente los elementos del crecimiento de primavera y verano. Los vasos se encuentran rodeados de células parenquimatosas y de numerosas fibras lignificadas o fibras libriformes. Presenta numerosos rayos leñosos uniseriados constituidos por filas de células muy alargadas en el sentido radial.(Taris, 1966).

La madera es prácticamente inodora, punto importante para su uso como cajas de embalajes o transporte de alimentos (Taris, 1966).

Se utiliza en la producción de madera aserrada, paneles contrachapados, tablas de calidad FAS/IF, madera o trozas debobinables, pulpa, partículas, etc. Los productos más destacados son : alma de terciados, placas, palitos de helados, palillos chinos, fósforos y cajones de embalaje.

### Mejoramiento genético:

De acuerdo a Tessier du Cross ( 1984), los atributos a mejorar genéticamente al género *Populus*, se clasifican en los siguientes aspectos:

PROPAGACIÓN VEGETATIVA
CRECIMIENTO Y VIGOR
ADAPTACIÓN

RESISTENCIA A ENFERMEDADES
RESISTENCIA A LOS INSECTOS
TECNOLOGÍA DE LA MADERA
APTITUD PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA

### Enemigos y parásitos:

Los álamos son sensibles a numerosas enfermedades y parásitos que se propagan fácilmente, especialmente en las plantaciones monoclonales , reproducido por estacas, están constituidas por individuos exactamente iguales ( Bourger y Castaner, 1988)

Los principales ataques son:

**de origen vegetal:** Producidos por hongos y bacterias, principalmente el chancro bacterial, la marssonina y, la roya.

El Agricultural Handbok N° 165 ( 1960) y Brownie ( 1968) citado por Duke, 1983) indica los diferentes agentes de ataque en *P. deltoides*:

#### Bacteria:

*Agrobacterium tumefactens*, *Cercospora populina*, *C. populicola*, *C. reducta*, *Aplanobacter populi*

#### Fungi:

"Hongos de las hojas, Royas"

En España así como en muchos países que cultivan álamos , la *Venturia populina* y *Marssonina brunnea* son los principales hongos que dañan las hojas, para contrarrestar estos daños se orienta la selección y uso de clones resistentes (Montoya, 1988)

Existe el gran cuidado en la combinación del plantaciones de álamos con determinados cultivos tradicionales agrícolas, como suelen ser las cebollas (*Allium cepa*) , como intermediarios en diversos cuadros fúngicos.

Las royas o *Melampsora* sp. son propias de viveros y plantaciones densas, pueden causar daños por defoliaciones tempranas, son sensibles a este daño: *Populus nigra* var. *italica* y el clon "Negrito de Granada" o "Robusta", ambas también susceptibles a hongos del leño o *Dothichia populea* (Montoya, 1988).

*Armillaria mellea* "Hongo de raíz", *Cladosporium subsessile*, *Cryptodiaporthe populea*, *Drepanopeziza populorum*, *D. punctiformia*, *Fomes fomentarius*, *Ilyoxylon pruinaum*, *Leucostoma niveum*,

*Melampsora laricipopulina*, *M. populnea*, *Melampsora abietis-canadensis*, *M. medusae*, *M. occidentalis*, *Mycosphaerella populorum*, *Nectria coccinea*, *N. ditissima*, *N. galligena*, *N. haematococca*, *Neofabraea populi*, *Oxyporus populinus*, *Pezizula popul*, *Phellinus igniarius*, *Phyllosticta populina*, *Septotinia populiperda*, *Trametes suaveolens*, *Venturia macularis*, *Venturia populina*, ennegrece y seca los brotes y hojas, ataca principalmente el

clon "Canadá Blanc" o "Regenerata".

Existe numerosos hongos comestibles de valor económico que se producen sobre los tocones y maderas de los álamos como el cultivado " Hongo ostra" *Pleurotus ostreatus*, y la "Seta del chopo" *Pholiotus aegirita* etc.

### Plantas superiores:

En Chile su crecimiento se ve afectado por el desarrollo del arbusto hemiparásito: *Tristerix tetrandus* "Quintral del álamo" ( Loranthaceae) de difícil control, por su eficiente mecanismo de dispersión ornitocora o por aves que consumen los frutos o bien estos quedan adheridos en sus patas o plumaje por la viscosidad de su testa o "liga", que favorece su dispersión. Las semillas del quintral, de variadas adaptaciones, presentan precosidad en su desarrollo, siendo dispersadas con el embrión en un estado avanzado de madurez, que puede asignarse biológicamente a la vivipariedad, es decir, que cuando invade a un nuevo huésped álamo, su radícula se encuentra desarrollada y funcional al igual que los cotiledones ,estrategia que le permite infestar en forma muy eficiente a nuevo huésped o mesonero. Ya que al entra en contacto con las ramillas del álamo, los haústorios o raíces especializadas invaden los tejidos conductores para establecer la fusión de los tejidos vasculares y establecer el parasitismo. Los quintrales son arbustos siempreverdes, fotosintéticos, que invaden a diversas especies leñosas nativas y exóticas, produciendo una baja productividad o malformación del fuste y ramificaciones que interfieren en el normal desarrollo de los árboles. Cada árbol infestado es fuente de ataque o daño de los vecinos debido a la dispersión por las aves y su eficaz propagación.Tradicionalmente la identificación temprana del daño y la extracción mecánica del quintral mediante poda severa de las ramas del álamo es la práctica más eficaz.

**de origen animal:** Son susceptibles a daños causados por ataques de insectos defoliadores, chupadores y perforadores: Coleoptera, Diptera, Hemiptera ,Hymenoptera, Lepidoptera ( Duke, 1983).

La corteza y brotes tiernos de los álamos son apetecidos por el ganado mular, caprino y cervuno en Europa, que son los mas dañinos. El ganado ovino no debe entrar a la plantación antes de los 3 o 4 años, pues pueden dañar a la corteza, en general se recomienda impedir el paso al ganado hasta que los álamos alcancen los 20 cm de diámetro (Montoya, 1988)

Las plantas jóvenes deben protegerse de conejos y ratones, durante uno o dos años, mediante tubos o rejillas , especialmente durante el invierno (Montoya, 1988)

**Coleoptera:** *Capnodis miliaris*, *Chrysomela interrupta*, *Chrysomela. scripta* "cottonwood leaf beetle" consume en estado adulto y larvarios, los brotes suculentos y el follaje de las plántulas, matando o retardando el crecimiento en plantaciones y en viveros, *Tragocephala variegata*, *Zeugophora abnormis*, *Z. scutellaris*

**Diptera:** *Phytagromyza populicola*

**Hemiptera:** *Pemphigus populitransversus*, *Phloemyzus passerini*

**Himenoptera:** *Pontania bozemani*, *Trichlocampus viminalis*

**Lepidoptera:** *Acronicta lepusculina*, *Choristoneura conflictana*, *Leucoma salicis*, insecto defoliador que ataca a los álamos en España, *Nymphalis antiopa*, *Paranthrene tabaniformis*, insecto perforador.

La selección de clones deben tener en cuenta la resistencia a diversos ataques. De acuerdo a Bourger y Castaner(1998) indican que numerosas enfermedades pueden ser evitadas respetando las fuertes exigencias del álamo y reservándolo a los suelos que le convienen: un árbol que puede desarrollarse vigorosamente resiste mejor los ataques de patógenos. Los forestadores deben conocer muy bien los clones que mejor se adapten a las condiciones locales del área de plantación. De hecho, según las regiones ciertos clones son más o menos sensibles a ciertas enfermedades y parásitos.

### TAXONOMÍA:

El género *Populus* comprende aproximadamente a 35 especies nativas del hemisferio norte, la clasificación en 6 secciones, se basa en la morfología, distribución geográfica y capacidad de cruzabilidad. La identificación taxonómica es bastante dificultosa, especialmente por la semejanza morfológica entre las especies, variabilidad intraespecífica, enjambres de híbridos naturales, híbridos artificiales y clones o cultivares siendo los caracteres vegetativos y fenológicos de gran importancia para su identificación. Según diversos autores los datos morfológicos son difíciles de interpretar, y se ha desarrollado la sistemática molecular que se ha desarrollado para evaluar la diversidad genética, por ejemplo en una primera aproximación con sistemas de 12 enzimas, se determinó que *Populus nigra* es más cercano a *Populus maximowiczii* que a *Populus deltoides*, de su misma sección (Cervera, M.T. et al. 1994). Actualmente el desarrollo de la bioquímica y la tecnología de los marcadores moleculares., proveen de una nueva herramienta en los estudios de la sistemática de los vegetales.

La taxonomía moderna recurre a análisis cada vez más precisos: electroforesis, determinación de metabolitos en exudados de brácteas, etc. El uso de marcadores moleculares para la identificación de clones pertenecientes a rodales diferentes y cultivados in vitro facilita la tarea de la clonación, permitiendo conocer visualmente la huella de la identificación genética ( Bueno, Grau, Sánchez y Manzanera, 1995).

Actualmente se reconocen una treintena de especies de *Populus* y un gran número de subespecies o razas y de ecotipos (FAO,1980). Las especies están localizadas sobre cuatro continentes: Africa, América, Europa y Asia.

### DESCRIPCIÓN DE LAS SECCIONES DE POPULUS

Tradicionalmente se subdivide al género *Populus* en 5 secciones (Piccarolo, 1952) o seis según Eckenwalder, 1977, quién basa su proposición taxonómica en la morfología, distribución, ecología e información paleobotánica del género. Las secciones que presentan mayor compatibilidad de cruzamiento entre ellas, son: Tacamahaca, Aigeiros y Leucoides, lo que permite el desarrollo de híbridos intraseccionales.

Tabla N°1: CLASIFICACION Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS ESPECIES DE POPULUS (Taris, 1961, Vallée, 1987, Dillon, M. et al., 1994)

Sección	Especies	Distribución geográfica
<b>Abaso</b> Eckenwalder Álamo mejicano	<i>P. mexicana</i> (Wesm.) Eck.	Sudoeste de América del Norte (México)
<b>Aigelros</b> Duby Álamos negros, cottonwood, black poplars  Peciolos aplastados	<i>P. deltoides</i> Marsh. <i>P. fremontii</i> S. Wats. <i>P. nigra</i> <i>P. sargentii</i> Dode <i>P. angulata</i> Ait. ( <i>P. deltoides</i> var. <i>angulata</i> )	Centro y Este de América del Norte Sudoeste de América del Norte Europa, Este de Asia, Norte de África Oeste de América del Norte
<b>Leuca</b> Spach. Álamos blancos, aspen, white poplars  Peciolos redondeados, aplastados antes del limbo  Peciolos aplastados en la Subsección Tremulae	<i>P. adenopoda</i> Maxim. <i>P. alba</i> L. <i>P. davidiana</i> (Dode) Schneid. <i>P. grandidentata</i> Michx. <i>P. sieboldii</i> Miq. <i>P. tomentosa</i> Carr. <i>P. tremula</i> L. <i>P. tremuloides</i> Michx.	Este de Asia Sur de Europa, Asia y Norte de África Noreste de Asia Noreste de América del Norte Este de Asia Este de Asia Europa, Oeste de Asia, Norte de África Norte de América del Norte
<b>Leucoides</b> Spach Álamos del Himalaya, Wilson poplar  Peciolos cilíndricos o redondeados	<i>P. ciliata</i> Wall. <i>P. heterophylla</i> L. <i>P. lasiocarpa</i> Oliv. <i>P. wilsonii</i> Schneid.	Centro de Asia Sudeste de América del Norte Este de Asia Este de Asia
<b>Tacamahaca</b> Spach. Álamos balsámiferos, balsam poplars  Peciolos de sección redondeada	<i>P. angustifolia</i> James <i>P. balsamifera</i> L. <i>P. cathayana</i> Rehd. <i>P. koreana</i> Rehd. <i>P. laurifolia</i> Ledeb. <i>P. maximowiczii</i> Henry <i>P. simonii</i> Carr. <i>P. suaveolens</i> Fish. <i>P. szechuanica</i> Schneid. <i>P. trichocarpa</i> Hook.	Noroeste de América del Norte Norte de América del Norte Este de Asia Este de Asia Norte de Asia Noreste de Asia Centro y Este de Asia Centro y Este de Asia Este de Asia Oeste de América del Norte Sudeste de Asia

	<i>P. yunnanensis</i> Dode	
<b>Turanga</b> Bunge	<i>P. euphratica</i> Olivier	Oeste y centro de Asia, Norte y Centro de Africa
Álamo del Eufrates	<i>P. pruinosa</i>	Centro de Asia
Pecíolo redondeado, aplastado antes del limbo		

**CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LAS SECCIONES DE POPULUS**  
(Eckenwalder, 1977)

A. Anteras elongadas, apiculadas hacia el ápice, disco de la flor femenina profundamente lobado o lacinado.

B. Plantas con un marcado desarrollo heteroblástico en el desarrollo de las hojas. Hojas lineares en plantas juveniles, anchas en la etapa adulta, disco de la flor femenina caduco.

C. Hojas enteras o con pocos dientes grandes y gruesos. Carpelos (2)-3, óvulos > 30 por placenta.....Sección **Turanga**

C. Hojas a menudo aserradas en la mayoría de su extensión. Carpelos 2(-3), óvulos < 15 por placenta.....Sección **Abaso**

BB. Plantas sin desarrollo foliar heteroblástico, hojas de las plantas adultas y juveniles son anchamente ovadas, disco de las flores femeninas persistentes o solo tardíamente deciduas.... Sección **Leucoides**

A. Anteras cortas y anchas, truncadas o emarginadas en el ápice, disco de la flor femenina con márgenes enteros o débilmente sinuado-lobado, o a veces dentado.

D. Yemas invernales escasamente resinosas o densamente tomentosas, brácteas florales ciliadas, estambres 5-12 (-20), disco de la flor masculina ciliadas, disco de la flor femenina forma de copa estrecha, en general marcadamente oblicua, estigma 2 o 3-lobados, segmentos lineares. Carpelos 2..... Sección **Populus o Leuce** (Álamos blancos, Aspen)

DD. Yemas invernales muy resinosas, pubescentes no tomentosas. Brácteas florales no ciliadas, estambres(8-) 20-80, disco de la flor femenina anchamente acopado o reducido solo débilmente oblicuo, estigmas 2-lobadas, segmentos anchamente expandidos, a veces convolutados. Carpelos 2-4.

E. Hojas generalmente no deltoides, notoriamente heterolaterales, superficie superior verde oscura brillante, carente de un margen traslúcido, superficie inferior blanca, glauca, ha menudo discolorea con vetas de resina naranja, pecíolos teretes o cilíndricos, ha menudo acanalados en la parte superior.....Sección **Tacamahaca** (Álamos Balsámiferos, Balsam poplars)

EE. Hojas más o menos deltoides, no heterolaterales, las superficies superior e inferior de color verde brillante, con un angosto margen traslúcido, no marcadamente glauco en el envés, a veces marcados con vetas de resina lechosa, los pecíolos están comprimidos lateralmente cerca de la unión con la lámina foliar.....Sección **Aigeiros** (Álamos negros, cottonwoods, black poplars)

## DESCRIPCION DE LAS SECCIONES DE POPULUS

### Populus sección **Abaso** (Eckenwalder, 1977)

Incluye a *Populus mexicana* (Wesm) Ecken., o álamo mexicano, tradicionalmente considerada dentro de la sección Aigeiros, similar a *Populus nigra* de Eurasia y Noráfrica, es una especie nativa de la región de Sonora y Sinaloa (Eckenwalder, 1977).

### Populus Sección **Aigeiros**:

Conocidos como "álamos negros", por su follaje verde oscuro Son originarios de Norteamérica y la región Mediterránea, estas especies representan aproximadamente el 90% de los álamos cultivados en el mundo. Presentan pecíolos aplastados, con hojas deltoides o cuadrangulares de contornos traslucido, con 12- 60 estambres y 2-4 estigmas y cápsulas 2-4 valvadas ( Taris, 1966).

Se distinguen los álamos negros europeos, álamos negros americanos y los álamos negros híbridos euroamericanos ( Carnevale, 1955), provenientes principalmente de los siguientes especies y progenitores de los híbridos principales:

*Populus nigra* ( Originario de Europa, Asia y Norteamérica)

*Populus deltoides* Marsh. (Originario de Norteamérica)

De la combinación de las especies y sus cultivares de esta sección se han desarrollado numerosos híbridos, conocidos como *Populus x euroamericana* (Dode) Guinier o *Populus x canadensis* Moench., de los cuáles un número considerable de ellos se han creado en Italia en el "Instituto Nacciole de la Populicultura", y se les reconoce su origen por la letra I mayúscula en su nombre clonal.

Posteriormente se han desarrollado clones e híbridos en diversos países: Francia, Bélgica, Alemania, Hungría, Holanda, España, Turquía, China, Argentina, USA, Canadá, etc.

Debido a la gran cantidad de híbridos existentes y sus clones, según las normas internacionales se debe representar la calidad de híbrido con la letra x entre el género y la especie y C.V. para "cultivar" o sea un clon obtenido vegetativamente de ejemplares individualizados en su sexo y características de cultivo.

Cada clon o cultivar se reconoce mediante una serie de números o nombres propios, los que representan a individuos de un sexo y fenología determinados, así como la velocidad de desarrollo, resistencia a patógenos, la calidad y usos de su madera, las exigencias ambientales, etc.

TABLA N ° 2 : Caracteres botánicos distintivos de *Populus nigra* y *Populus deltoides* de la Sección Aigeiros ( Álamos negros)

( FAO, 1980)

<b>Populus nigra L.</b>	<b>Populus deltoides Marsh</b>
Tronco a menudo torcido y bastante corto, deformado por excrescencias. copa muy densa, compuesta por ramas fuertes, muy ramificadas, con un gran número de ramas cortas	Tronco bastante derecho y esbelto. copa poco densa, compuesta de fuertes ramas poco ramificadas, poda natural de ramitas secundarias
Ramas largas delgadas, cilíndricas. Coexisten naturalmente individuos pubescentes y glabros.	Ramas gruesas, mas o menos angulosas e incluso casi aladas
Hojas pequeñas, coriáceas, romboidales sobre ramas cortas, más o menos deltoideas sobre ramas largas Longitud de la lámina inferior de 10 cm	Hojas bastante grandes y deltoideas sobre ramas cortas, muy grandes y cordiformes sobre ramas largas. Longitud de la lámina hasta 30 cm.
Amentos masculinos cortos, 6 a 30 estambres en cada flor	Amentos masculinos bastante cortos, 40 a 60 estambres en cada flor
Flores femeninas en Amentos cortos, 8 a 13 cm. cápsulas globosas y densas con 2 valvas hemisféricas	Amentos femeninos muy largos con más de 20 cm , hasta 30 cm de largo. Cápsulas ovoideas, alargadas en racimos sueltos que se abren en 3-4 valvas
Plasticidad climática y edáfica	
Europa, Asia, Africa del Norte	América

**Populus Sección Leuce** ( incluye álamos blancos y temblones):

Representada por dos grupos o subsecciones:

**Subsección Tremulae o Trepidae:** incluye a los Álamos temblones de Europa y Asia.

De peciolo aplanado, hojas redondas a ovaladas, de pelos no persistentes. Con 5-20 estambres, 2 estigmas. frutos cápsulares con 2 valvas ( Taris, 1966)

**Subsección Albidae:** Incluye a los Álamos blancos y sus híbridos Son originarios de Europa y Asia. Hojas de peciolo redondeado, aplastadas antes del limbo. Hojas en el braquiblasto de tamaño pequeño, elípticas a redondeadas, las hojas de los macroblastos o ramillas largas , más largas, lobuladas y con la cara inferior blanquiza. Amentos pubescentes. Flores masculinas con 6- 10 estambres. Flores femeninas con 2 estigmas. Cápsulas bivalvas ( Taris, 1966)

Ambos de las regiones montañosas y septentrionales de Eurasia y Norteamérica, se conocen como álamos blancos y álamos temblones e incluye a : *P. tremula*, *P. alba*, representado por numerosas formas y tipos,

*Populus x canescens* (híbrido natural entre *P. alba* y *P. tremula*), muy cultivado como árbol ornamental..

**Populus Sección Leucoides:**

Álamos originarios de América y Asia Central. De peciolos redondeados o cilíndricos, hojas grandes, cordiformes, viscosos, brillantes, Flores femeninas con 2-3 estigmas, flores masculinas con 12-30 estambres, cápsulas 2-3 valvadas (Taris, 1966).

Es un grupo de álamos de escasa importancia económica. Incluye a: *Populus lasiocarpa*, *P. heterophylla*.

#### **Populus Sección Tacamahaca 0 Álamos balsámiferos:**

Arboles originarios de Asia Central, desde la India al extremo oriente y Norteamérica (Taris, 1966).

Incluye a especies con peciolo redondeados, Hojas ovoides más largas que anchas, e base redondeada, cara inferior de brillo metálico. viscosas, aromáticas. Flores masculinas con 15- 60 estambres, flores femeninas con 2-4 estigmas. Cápsulas con 2-4 cápsulas.( Taris, 1966).

En Chile se cultiva como ornamental *Populus simmonii*, originario de China, árbol poco longevo y de lento crecimiento, de 12-14 m. de altura, de hábito algo piramidal.

*Populus trichocarpa* Torr et Gray "Black cottonwood" que se hibridiza con *Populus deltoides* de la sección Aigeiros, generando numerosos híbridos, conocidos como *Populus x interamericana* Brockh. o *Populus x generosa* Henry ( Dillon, M. et al. 1994). También *P. trichocarpa* se hibridiza con *P. fremontii*, de la sección Aigeiros produciendo el híbrido: *Populus x parryi* Sarg. (Dillon, M. et al., 1994)

#### **Populus Sección Turanga:**

Incluye especialmente a especies de origen asiático, con algunas poblaciones de Africa del Norte ( Taris, 1966) Representado por escasas especies , de hojas variadas, marcadamente polimorfas o diversas en una misma planta, desde muy estrechas a amplias, coriáceas y reticuladas, peciolo más o menos cilíndrico, estambres escasos, estigmas tres, cápsulas pediceladas (Bailey, 1963).

#### ***Populus euphratica* Oliv.**

Árbol que se distribuye desde el noroeste de China, Asia Central y occidental y algunas áreas de Europa. Asilvestrado en España. Junto a *Populus pruinosa* Schrenk. de la misma sección, son las únicas especies mayores que pueden existir y formar bosques en el área desértica del noroeste de China, con precipitación anual menor de 50 mm y una evaporación anual de 1560 a 3700 mm.

El contenido de sales del suelo , donde habita *P. euphratica*, es de alrededor anegamiento y a la sequía. (Huan Cheng et al. 1996)

#### **Híbridos:**

*P. euphratica* se hibridiza con *Salix alba* L. formando *Populus x talassica* Kom (Huan Cheng, et al, 1996)

### **NOMENCLATURA DE LOS HIBRIDOS Y CULTIVARES**

Los nombres de las plantas cultivadas es tema de especialistas, tradicionalmente en la literatura consultada para Salicáceas, es habitual que encontremos tres nombres: el nombre genérico, el nombre específico y la designación varietal del clon. ( Taris, 1966) .

En la nomenclatura de los grupos de híbridos intergenéricos son tratados como géneros y los híbridos son tratados como especies, por ej.

*Populus deltoides* Marsch. cv. "virginiana" es P. de Virginia  
*Populus x euroamericana* ( Dode) Guinier cv. "Robusta" es P. robusta  
*Populus x euroamericana* ( Dode) Guinier cv. "I- 214 Casale" es P. " I -214"

Esta nomenclatura utilizada por gran número de especialistas y legos en la materia taxonómica ha traído como producto una gran confusión acerca de la correcta denominación de las especies, híbridos y cultivares utilizados en el país. El signo x indica el carácter híbrido de los álamos indicados en esta revisión, en el sentido de Taxis, 1961.

**Características taxonómicas que apoyan la identificación de los álamos y sus híbridos (Taxis, 1966)**

El sexo
La fenología de la foliación y la caída de hojas
El hábito o forma de crecimiento
La corteza y el ritidoma
Las ramas. las hojas y los peciolo
Las yemas, las flores y los frutos

**CLAVE DE IDENTIFICACION DE ÁLAMOS Y CULTIVARES DE INTERES**

( Adaptado de Pardé, 1941)

1. Corteza persistente, lisa y blanca, no muy fisurada en los árboles viejos. Tronco siempre grisáceo. escamas ciliadas en los botones, persistentes. Cápsula angosta y larga, yemas con escasa a nula viscosidad.....2. Sección LEUCE Duby

1. Corteza de los árboles viejos profundamente fisurada. Escamas de los botones no ciliadas, caducas en la floración. Hojas no verdaderamente lobadas, raramente tomentosas y solamente al inicio. Yemas más o menos viscosas.....10

2. Ramas jóvenes y yemas glabras o ligeramente pubescentes. Hojas no tomentosas, salvo a veces en primavera. Hojas de formas poco variables, generalmente orbiculares o casi. Peciolo aplastado ..... 9. Subsección Tremulae "álamos temblones"

2. Ramas jóvenes y yemas blancas, pubescentes. Hojas uxioblásticas o macroblásticas blanco-tomentosas o grisáceas por el envés, a lo menos las del medio y las apicales del macroblasto. Hojas de formas muy variables. Peciolo casi siempre redondeados .....3. Subsección Albidae "Álamos blancos"

3. Hojas del macroblasto palmatilobadas, blanco-tomentosas por el envés. Hojas del braquiblasto ovaladas a elípticas, groseramente dentadas, con pubescencia escasa a nula.....4

3. Hojas del macroblasto groseramente dentadas o sinuadas, más que netamente lobuladas.....6
4. Hábito fastigiado, ramificación ortotrópa, hojas del macroblasto generalmente muy profundamente lobuladas...*P. alba cv. bolleana*
4. Hábito no fastigiado, copa mas bien amplia.....5
5. Hojas del macroblasto blancas y algodonosas en el envés, a menudo solamente ligeramente lobadas, foliación precoz.....*P. alba*
5. Hojas densamente tomentosas de un blanco argenteo en el envés, generalmente profundamente 3-5 lobadas.....*P. alba var. nivea*
- 5'. Arbol híbrido, las hojas del macroblasto de hasta 10 cm de largo, hojas del braquiblasto pequeñas, orbiculares, glabras, peciolo más bien aplastado..... x *P. canescens*
6. Hojas del braquiblasto adulto no ciliadas.....7
6. Hojas del braquiblasto adulto ciliadas.....9
7. Limbo de las hojas, raramente mayor de 7 cm, peciolo casi tan largo como el limbo, ramas jóvenes y yemas glabras, foliación tardía.....*P. tremula* "álamo temblón"
7. Limbo de las hojas, generalmente mayores de 7 cm, peciolo más corto que el limbo. Ramillas jóvenes y yemas pubescentes al inicio, la pubescencia persiste en parte durante el verano.....8
8. Hojas del macroblasto muy grandes, redondeadas truncadas en la base, grosera e irregularmente dentadas, las adultas glabras en el envés. Hojas del braquiblasto con dientes muy fuertes en ángulo muy agudo.....*P. grandidentata*
8. Hojas del macroblasto mas pequeñas, ampliamente acorazonadas en la base, de dientes pequeños con pelos esparcidos en el envés. Hojas del braquiblasto con dientes en ángulos regulares y poco profundos.....*P. sieboldii*
9. Hojas del macroblasto adultas son glabras en el envés. Hojas del braquiblasto no son pubescentes en el envés en su despliegue..... *P. tremuloides*
9. Hojas del macroblasto adultas son pubescentes a lo largo de sus nervaduras y en la base por el envés. Hojas del braquiblasto blanco sedosas en el envés en su despliegue.....*P. adenopoda*
10. Hojas sin los bordes cartilaginosos, traslúcidos en el borde. peciolo más o menos redondeados, no aplastados....11. Álamos Balsámiferos
10. Hojas con los bordes cartilaginosos traslucidos, de formas deltoides a romboidales, verdes por ambas caras, más claras por el envés, peciolo aplastado, casi tan largo en las hojas del macroblasto como las del braquiblasto. Glándulas foliares en forma de cresta, yemas viscosas pero sin olor balsámico....36. SECCION AIGEIROS "álamos negros"
11. Yemas gruesas, cónicas, no muy viscosas, sin olor balsámico fuerte, a menudo pubescentes en la base. Hojas de formas poco diferentes, muy grandes, abiertas, coriáceas, generalmente de base cordiforme. Tomento metálico

al inicio, no blanquizo y raramente de aspecto metálico en el envés. peciolo habitualmente del largo de las hojas, tanto en los macroblastos como los braquiblastos....SECCION LEUCOIDES

11. Yemas, muy viscosas, con fuerte olor balsámico. Hojas a menudo blanquizcas, frecuentemente con reflejos rosado y de aspecto metálico en el envés. Más o menos en ángulo en la base, de ápice audo o acuminado y más largas que anchas, peciolo generalmente mas corto en las hojas en los macroblastos que en los braquiblastos. Glándulas foliosas generalmente en forma de cubete.....12. SECCION TACAMAHACA " Álamos balsamiferos"

12. Especies, tipos e hibridos interespecificos (Álamos balsamiferos), sus características son las indicadas para la sScción Tacamahaca.....13.

12. Hibridos entre álamos balsamiferos y álamos negros (Tacamahaca x Aigeiros) con características intermedias entre ambas secciones. Hojas no realmente blancas en el envés, con peciolo redondeado o casi, de borde cartilagosos y traslucido, pero solo visible a la lupa. yemas mas o menos viscosas...33

33. Ramas juvenes redondeadas o csai, glabras o ligeramente pubescentes, hojas groseramente dentadas, cordiformes en la base, verde brillantes por el haz, verde pálido o grisáceo por el envés .....P. generosa ( P. trichocarpa masculino x P. angulata Femenino)

33. Ramas juvenes angulosas....34.

34. Ramas juvenes glabras, hojas orbiculares-ovales, verde pálidas por el envés, foliación precoz.....P. rasumowskyana ( P. laurifolia x P. nigra)

34. Ramas juvenes mas o menos pubescentes....35

35. Ramas juvenes debilmente pubescentes, hojas redondeadas o cordiformes, con una glándula o dos en la base, verde pálido por el envés, a menudo mas largas de 10 cm.....P. petrowskyana (P. laurifolia x P. marilandica)

35. Ramas juvenes netamente pubescentes, hojas redondeadas o en angulo, con o sin glándulas en la base, ligeramente blanquizcas o verdosas por el envés, raramente sobrepasan los 10 cm..... P. berlinensis( P.certinensis, P. laurifolia x P. nigra cv. pyramidalis)

36. Hojas jamas ciliadas en el borde, hojas romboidales a ovaes, generalmente en angulo en la base, peciolo a menudo pubescente, ramas juvenes redondeadas, raro netamente angulosas, sin alas suberosas. Flores femeninas con dos estigmas. los braquiblastos sobre las ramas de dos años o más..... 37.Álamos negros del Viejo Mundo

36. Hojas mas o menos ciliadas, por lo menos al inicio, de forma ms deltoide, truncadas, cordiformes o solamente un poco angulosas. Flores femeninas con 2-4 estigmas, generalmente sin braquiblastos sobre las ramillas de dos años o más..... 43. Álamos negros de América del Norte

37. Macroblastos juvenes y peciolos glabros o lo vuelven a tener rapidamente.....38

37. Macroblastos juvenes y peciolos pubescentes.....41

38. Copa mas o menos amplia, hábito no fastigiado ni columnar, hojas de color verde brillante.....39

38. Copa mas o menos derecha, hábito fastigiado o columnar...40

39. Ramas jóvenes redondeadas, hojas del macroblasto romboidales-ovales, foliación tardía.....P. nigra
39. Ramas jóvenes ligeramente angulosas, hojas del macroblasto semioblicuas, muy glutinosas al desplegarse..  
P. nigra var. neapolitana
40. Hojas del macroblasto derechas en la base, macroblasto llevando algunos pelos cortos y espaciados, árbol masculino en los cultivos europeos, floración y foliación más precoz que P. nigra.....P. nigra var. pyramidalis
40. Hojas del macroblasto redondeadas en la base, macroblasto totalmente glabros.....P. nigra var. thevestina
41. Copa más o menos derecha, hábito fastigiado, floración y foliación más precoz que P. nigra var. betulifolia.....P. nigra var. plantierensis
41. Copa más o menos amplia, hábito ni columnar ni fastigiado.....42
42. Ramillas de dos años grisáceas, pubescencia amarilla....P. nigra var. betulifolia
42. Ramillas de dos años rojizas, pubescencia casi lanosa...P. nigra var. caudina
43. Especies tipos, por lo menos en América, donde existen árboles de los dos sexos, características generales de los álamos negros americanos.....44
43. Híbridos entre álamos negros, solo árboles de un solo sexo, características intermedias entre los álamos negros de América del norte y Eurasia, glándulas foliares 1,2, o nula.

## HISTORIA DE LA INTRODUCCION DE ÁLAMO EN CHILE

La historia de la introducción de los primeros ejemplares de álamo en el país suelen ser muy vagos, señalándose frecuentemente que llegaron en el período de la Colonia, ingresados por un sacerdote jesuita (Hoffmann, 1995), pero siempre se ha indicado como lugar de origen a la ciudad de Mendoza en Argentina como paso a su introducción en Chile.

Según Maldonado, 1926, y Bernath, en 1940 indican que el primer álamo introducido en Chile, fue *Populus nigra* var. *pyramidalis*, por el padre franciscano F. Guzmán quién trajo algunas ramas desde el convento de los franciscanos en Mendoza. En el Museo Nacional, actualmente Museo Nacional de Historia Natural (M.N.H.N) se conserva el tronco del primer álamo que se cultivó en el país (M. Muñoz, com. pers. 1998).

Bernath, 1940 indica la fuente más antigua referida a la introducción de *Populus nigra* var. *italica* en Chile y transcribe el artículo publicado en la revista chilena "El Agricultor", de abril de 1840, aportando los siguientes antecedentes:

"El año de 1810, siendo Provincial de la Orden del Patriarca San Francisco, el R.P.F. José Javier Guzmán, recibió 20 álamos que había encargado a la ciudad de Mendoza de Cuyo, en el año anterior, estas 20 plantas eran de media vara de largo y tenían el grueso correspondiente a plantas de un año, venían con cogollos y hojas verdes, que aquí llegaron secas, mas como las regaban a menudo en el cajón que estaban acomodadas, llegaron bien verdes 19 y una seca."

"Inmediatamente hizo el mismo padre plantar algunas en su convento y otras repartió entre los vecinos, de las plantadas en el convento algunas desaparecieron y el que las sacó, las plantó también. de estas diez y nueve plantas se han multiplicado en el tiempo de treinta años corridos hasta ahora una cantidad innumerable desde Copiapó hasta Talca."

"Los primeros árboles plantados están en toda su robustez y de un grueso y altura de los robles, pataguas y canelos indígenas de doble edad, que es cuando está en toda su fuerza" (sic).

Este completo relato confirma el origen mendocino de las varetas establecidas por primera vez en Santiago de Chile en 1810, su rápida difusión y facilidad de cultivo, lo que le ha valido el nombre de "álamo chileno", a pesar de no existir ninguna especie nativa de este género.

En el Tratado de Arboricultura de Maldonado, 1926, señala que en las vecindades de Aculeo (Región Metropolitana) "se formó una variedad de hojas persistente, que crece al mismo tiempo muy rápidamente, desde allí se ha difundido a las distintas regiones del país, fijándose completamente esta característica que no la tiene en Europa".

El álamo negro piramidal o Lombardo o chileno, es una especie proveniente del Asia Central, cultivada desde muy antiguo en la provincia de Lombardía en el norte de Italia, de donde fue llevada a España y luego traído a Argentina por los españoles, y de allá finalmente a Chile, por el R.P.F. José Javier Guzmán. (Bernath, 1940).

A continuación indicamos los distintos taxa que han sido citados por diversos autores para Chile, así como otros que han sido identificados en el transcurso de esta revisión

## ESPECIES Y CULTIVARES DE ÁLAMOS PRESENTES EN CHILE

### Especies , híbridos y cultivares tradicionales:

*Populus nigra* var. *italica* "Álamo Lombardo , Álamo piramidal, Álamo Chileno" ( Phillippi, 1868, Albert, 1902, Maldonado, 1926, Bernarth, 1940, Muñoz Pizarro, 1952, Vita, 1975, Hoffmann, 1995)

*Populus alba* L. "Álamo blanco" Introducido en el país con fines ornamentales ( Maldonado, 1926, Muñoz Pizarro, 1952, Vita, 1975, Hoffmann, 1995)

*Populus x canescens* Ait. "Álamo gris". Híbrido entre *Populus alba* y *Populus tremula*. Introducido como ornamental ( Maldonado, 1926, Muñoz Pizarro, 1952)

*Populus deltoides* citado como *Populus monilifera* Ait. o *P. canadensis* Michx. "Álamo del Canadá" Hojas con peciolo amarillento. Madera blanquecina- amarillenta, muy usada en embalajes y para hacer utensilios menores ( Maldonado, 1926)

*Populus deltoides* ssp. *angulata* o "Álamo Carolino, Álamo de la Carolina".  
Cultivado como ornamental en Chile, muy frecuente en el hemisferio norte .

*Populus deltoides* cv. *virginiana* Fouger "Álamo de Virginia o Álamo Suizo". Cultivar femenino. Introducido en Chile, se caracteriza por tener hojas de color verde pálido, grandes y sostenidas por un peciolo de color rojo inconfundible por este detalle de los demás álamos ( Maldonado, 1926).

*Populus x euroamericana* c.v. "I- 214": Cultivar femenino, de muy rápido crecimiento, de uso urbano y en la fabricación de palitos de fósforo. Su crecimiento es excelente, tanto en Chile como en Europa.( Vita, 1975 )  
Cultivado en el Populnetum de la empresa Forestal El Álamo, Parral ( VII Región)

*Populus x euroamericana* c.v. "El Campeador". Clon de origen español, obtenido por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias de Madrid, es muy afín al I-214, del cual es distinguible mediante técnicas de electroforesis. Cultivado en el Populnetum de la empresa Forestal El Álamo, Parral ( VII Región) y en el vivero de álamos del Arboretum de Rinconada de Maipú ( EIF 1412, col. A. Vita, 24/4/1968)

*Populus x euroamericana* c.v.. "I-154" conocido como "Álamo Mussolini": Cultivar masculino, de origen italiano, con buen crecimiento en Chile, cultivado en la década de los 50 en diversos viveros forestales ( Muñoz Pizarro, 1952, Agenda del Salitre, 1955). Su copa es muy abierta, es recomendable plantarlo en masas ( Vita, 1975). Fue el primer álamo híbrido propagado y distribuido en Italia ( Carnevale, 1955)

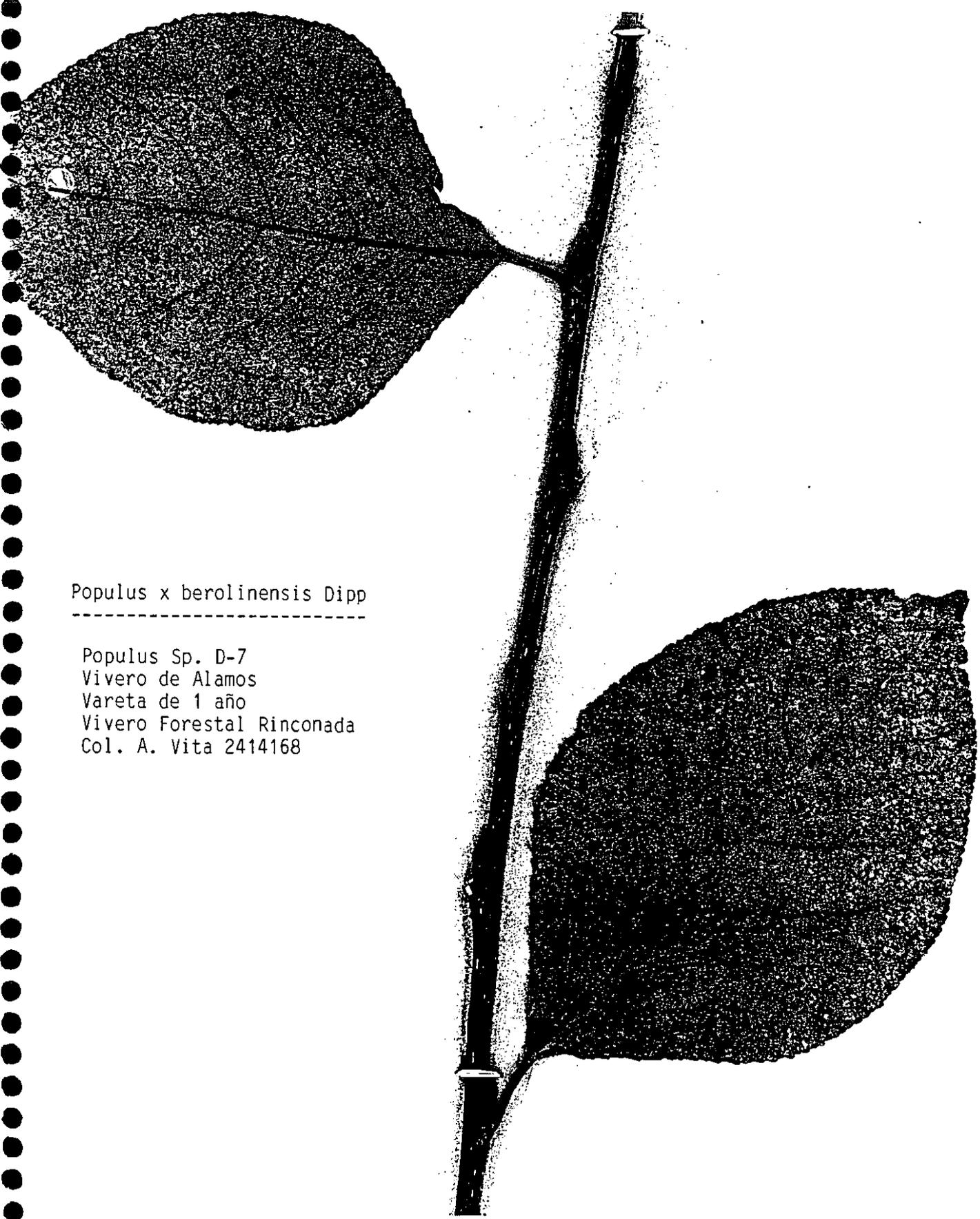
*Populus x euroamericana* C.V. "I- 455". Cultivar femenino, de fuste recto, soporta suelos secos ( Vita, 1975)

*Populus x euroamericana* "I -488 Tronco ". Cultivar femenino de origen italiano, de buen crecimiento. Es recomendable para cortinas cortaviento y para plantación en masas. Es usado para la fabricación de fósforos, actualmente existe buena oferta de varetas ( Sanhueza y Estevez, 1995, Vita , 1975)

*Populus x euroamericana* C.V. "I- 45-57": Cultivar masculino, de hojas grandes, muy adecuado como ornamental: presenta gran capacidad de enraizamiento. Se adapta a medios muy diversos. prefiere lugares más cálidos que otros cultivares. ( Vita, 1975). Cultivado en el Vivero de álamos del Arboretum de Rinconada de Maipú (EIF 1412. col. A. Vita, 24/4/1968). Hojas grandes, groseramente dentadas, peciolo aplanado, rojizo, ramas nuevas angulosas, yemas



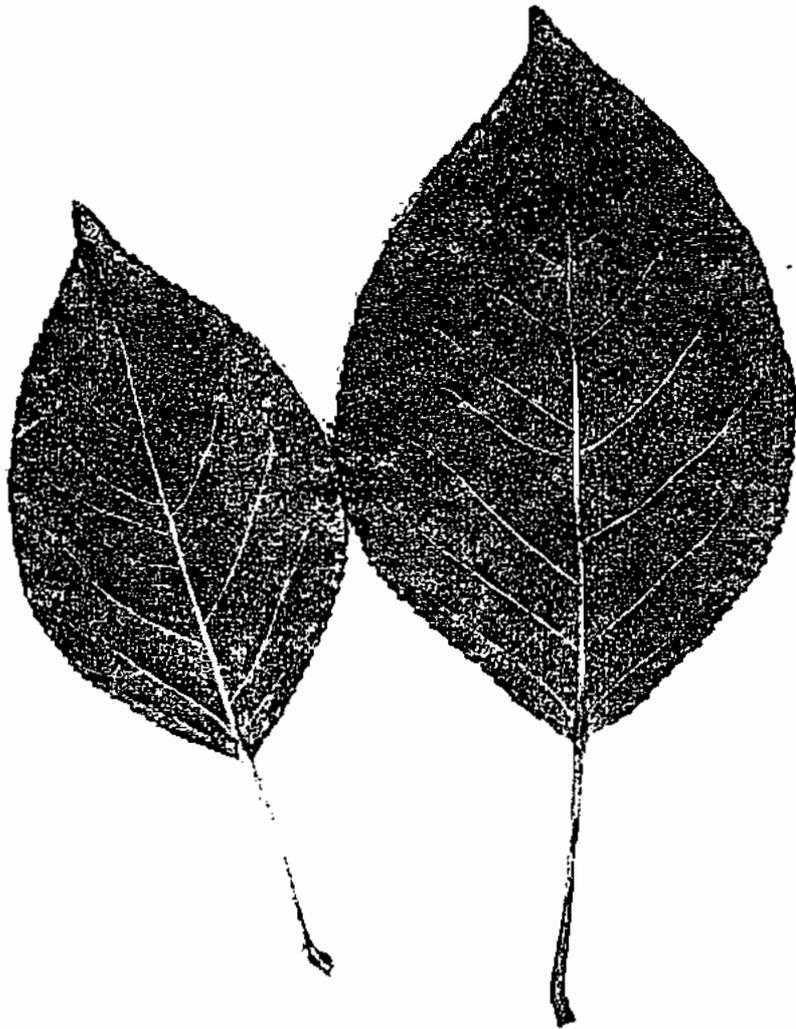
Hojas de *Populus balsamifera*, en cultivo en el Jardín Botánico de Chile,  
en Viña del Mar.



Populus x berolinensis Dipp

---

Populus Sp. D-7  
Vivero de Alamos  
Vareta de 1 año  
Vivero Forestal Rinconada  
Col. A. Vita 2414168



Diferentes hojas de *Populus simonnii* "Alamo chino"  
Cultivado en el Campus Antumapu de la Universidad de Chile, en Santiago

adpresas, presenta seis nervios principales, base acorazonada.

*Populus x euroamericana* C.V. "I- 64-51. Cultivado y comercializado en el Vivero de álamos del Arboretum de Rinconada de Maipú (EIF 1410, col.: A. Vita, 24/4/1968). Hojas de base recta, presenta once nervios principales, lámina de color verde pálido.

*Populus simonni* Carr. "Álamo chino, Álamo de Simón". Originario de China, de lento crecimiento, escasa longevidad y no alcanza gran desarrollo. por esta razón es adecuado para ser utilizado como ornamental, ya que no compite fuertemente con otras plantas ni obstruye cañerías de agua. (Vita, 1975) difundido profusamente en algunos países sudamericanos, en especial en Argentina, donde es utilizado para la formación de avenidas y como árbol aislado en parques. Madera de olor balsámico. Se ha aclimatado muy bien en el centro de Chile, pero su cultivo se ha difundido poco. (Maldonado, 1926). En Antumapu los ejemplares son masculinos y los amentos aparecen antes de la foliación., en la misma área se ha detectado su asociación micorrizica con *Agaricus campestris* (Gajardo, R. 1999., com. pers.)

*Populus tremula* "Álamo temblón" citado por Maldonado, 1926 y Muñoz Pizarro, 1956. Hemos encontrado varios ejemplares en la costanera de Puerto Montt (X región, Chile).

*Populus x berlinensis* o D-7. Cultivado en el Vivero de álamos del Arboretum de Rinconada de Maipú (EIF 1413, col: A. Vita 24/4/1968), citado por C. Muñoz Pizarro en 1962, como "Híbrido Alemán o Alemán N° 7. y el "Álamo Sauce " *Salix alba var. calva* ( Agenda del Salitre, 1955)

#### **Especies , híbridos y cultivares recientes, incluso en experimentación:**

*Populus alba* cv. "Roumi ". Clon masculino, creado en Siria. Cultivado en etapa de prueba en el Populetum del fundo Copihue, Chile (VII Región)

*Populus alba* cv. " 58/57 ". Clon femenino, creado en Italia. Cultivado en etapa de prueba en el Populetum del fundo Copihue, Chile (VII Región)

*Populus x " Androscoggin" ( P. maximowiczii x trichocarpa)*. Híbrido vigoroso de hasta 30 m de altura a los 70 años, de origen americano. Cultivado en Chile en el Populetum de Forestal El Álamo, Parral ( VII región).

*Populus deltoides* Cv. Stoneville 67. Cultivado en el Populetum de la empresa Forestal El Álamo, Parral ( VII Región)

*Populus deltoides* "CAT 64/51". Probablemente un cultivar de la línea Catfish o bien , expresado como categoría o CAT. Cultivado en el Populetum de la empresa Forestal El Álamo, Parral ( VII Región)

*Populus x euroamericana* C.V "Chopa" Comisión Nacional del Álamo ( com. pers. 1998)

*Populus x euroamericana* "I- 37/61" En etapa de prueba en el Populetum del fundo Copihue, Chile (Ulloa, 1995, en :Loewe et al., 1996)

*Populus x euroamericana* "I- 39/61" En etapa de prueba en el populetum del fundo Copihue, Chile (Ulloa, 1995, en :Loewe et al., 1996)

*Populus x euroamericana* o *P. deltoides* "I-63/51" o "Harvard" conocido en Chile como "Rolando" en reconocimiento a la labor de su introductor y propulsor de numerosos clones italianos en el país, el Ing. Agr.

Guillermo Rolando, administrador del fundo Copihue, situado en la localidad de Retiro en la VII Región, Chile.

\* La sigla EIF, corresponde a la denominación oficial del Herbario de la Escuela de Ciencias Forestales, de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile. El material citado se encuentra depositado en este herbario del Departamento de Silvicultura.

**Clones o cultivares de álamo comercializados en Chile ( 1997) bajo las siguientes denominaciones:  
(Fuente: Noticiero Comisión Nacional del Álamo, año 2, N° 5, 1997).**

Cultivar o clon	Vivero Los Álamos (VII Región)	Vivero Álamos del Sur (VIII R)	Vivero Dosaguas (VI Región)	Vivero San José de Idahue (VI Región)	Vivero Máfil (X Región)
Populus x euroamericana "I- 214"	20.000 unidades			115.000 unidades	6.000 unidades
"Carolinensis Porteño"	10.000 unidades	10.000 unidades			
Populus deltoides Cat "64/51"	5.000 unidades	15.000 unidades			
Populus x euroamericana "I-488"			70.000 unidades	100.000 unidades	18.000 unidades
Populus x euroamericana "I-63/51" o "Rolando"	90.000 unidades			5.000 unidades	55.000 unidades
Populus x euroamericana "I-154" o "A.Mussolini"	5.000 unidades				
Hibrido Norte-americano	8.000 unidades				
"Colección Extra-B"	10.000 unidades				

## PRODUCCION Y SUPERFICIE DE PLANTACION:

En la producción internacional del álamo en Europa, los principales países productores son: Francia, Italia, Hungría (Loewe et al, 1996), en América, se encuentra muy avanzado el cultivo en Argentina y en Chile:

### Chile

Las plantaciones se concentran desde la prov. de Aconcagua a la prov. del Bío-Bío, además de la X Región. Se estima una superficie cultivada de alrededor 3,798 ha en 1994 ( INFOR, 1994)..

La productividad es muy variable dependiendo del clon, las condiciones de sitio y las intensidades de manejo. En Chile se puede manejar en rotaciones de 10 a 16 años, con rendimientos sobre los 300 m<sup>3</sup>/ha. (Loewe et al. 1996).

Las exportaciones de álamo en la misma fecha, alcanzaron US\$ 2,4 millones, (0,2 % del total de exportaciones forestales), siendo los productos exportados: madera aserrada, madera para fósforos, palos de helados, palillos chinos (Loewe et al, 1996)

### Argentina:

La superficie cultivada con Salicaceae en Argentina es de alrededor de 200,000 hectáreas, de las cuáles 70,500 ha corresponde a plantaciones con *Populus* con 525,936 metros cúbicos al año y 51,500 ha con *Salix*. con 353,216 metros cúbicos al año (R. Arreghini y Cerrillo, T. 1996).

### España:

La superficie cultivada con Salicaceae en España es de alrededor de 100.000 hectáreas en 1996, las cuáles proporcionan 750-800.000 metros cúbicos de madera al año (González Antoñanzas et al 1996)

En España (1995) se establece un Catálogo Nacional de los Materiales de Base del género *Populus*, que contiene una lista de 14 clones de álamo, que son los que se autoriza para su comercialización como materiales forestales de reproducción

ESPECIES	CLONES O CULTIVARES
<i>Populus x euroamericana</i> ( Dode) Guinier	"Campeador", "I-214", "Agathe F", "Canada Blanco", "I-MC", "I-488", "Luisa Avanzo", "Flevo", "Triplo"
<i>Populus deltoides</i> Marsh x <i>Populus alba</i> L. "114/69"	
<i>Populus euroamericana</i> (Dode) Guinier	"Lux" (69-95)
<i>Populus nigra</i> L.	"Tr 56/75" o "Anadolu". Clon de Turquía
<i>Populus trichocarpa</i> Tor x <i>P. Deltoides</i> Marsh	"Beaupré", "Raspalje"

## FICHAS TÉCNICAS DE LAS PRINCIPALES ESPECIES Y SUS CULTIVARES

### *Populus alba* L.

"álamo blanco", "white poplar", "silver leaf poplar, peuplier blanc"

**Origen y distribución:** Especie colectiva, de amplia distribución geográfica, que se agrupan en tipos muy diversos en cuanto a la rectitud del fuste, a la forma e indumento de las hojas (Jacamon, 1992). Originario de regiones no montañosas del Hemisferio Norte. Se extiende en centro y sur de Europa al W. de Siberia y W. Asia. Muy cultivado desde antiguo y naturalizado en muchos países.

**Descripción botánica:** Árbol muy variable, de 30-35 m. de altura, corteza lisa de color gris ceniciento o verdoso, rugosa en la base cuando añosos. Copa amplia, ramillas tomentosas, con macro y braquiblastos, yemas pubescentes.

Hojas más o menos triangulares con dientes gruesos o pequeños lóbulos, muy polimorfas, blanco tomentosas por el envés. Ramillas nuevas tomentosas.

**Usos:** Madera de buena calidad, duramen de color rojizo, se utiliza en carpintería y pasta de papel. Cultivado como ornamental, en Chile se utiliza en confección de fósforos. En algunos países es considerado maleza arbórea ( Holm et al. 1979).

**Requerimientos ambientales:** Es una especie que resiste viento y frío de gran rusticidad, incluso es posible encontrar ejemplares asilvestrados creciendo a orillas de canales y cursos de agua en la zona centra de Chile.

**Recomendaciones de cultivo:** Se recomienda plantarlo en terrenos arenosos ya que es resistente a los vientos salinos, considerando el inconveniente, que como otros álamos, desarrollan un sistema radicular bastante extenso y superficial por lo que levanta los pavimentos de veredas y calles.

Híbridos y clones de *P. alba*:

### *Populus alba* cv. "Nivea "

Sinónimos: *Populus nivea* Willd.  
*Populus alba* var. *nivea* Willd.

**Origen:** Clon femenino, creado en Holanda, árbol resistente al viento, a la sequía, al frío y a la salinidad.

**Descripción botánica:** Presenta hojas con 3-5 lóbulos sobre las ramillas largas o macroblastos, con indumento blanco muy denso en el envés, hojas elípticas y menos pilosas, se ubican sobre las ramillas cortas o braquiblastos.  
**Usos:** Muy cultivado como ornamental en Europa. ( Pardé, 1941, Jacamon, 1992)

***Populus alba* cv. "Bolleana"**

Sinónimos: *Populus alba* var. *pyramidalis*

**Origen:** Originario de Asia Central, es cultivado principalmente como árbol ornamental, con escaso valor forestal (Pardé, 1941).

**Descripción botánica:** Árbol de hábito erguido, ramas ortótropas o fastigiadas, las hojas del braquiblasto son grandes, con lóbulos profundos y sublobulados (Pardé, 1941).

***Populus alba* cv. "Villafranca".**

Clon femenino resistente a suelos salinos, entre sus desventajas se considera su lento crecimiento, no se recomienda plantar en zonas aluviales, se cultiva como árbol de hilera en el norte de Francia, en España e Italia. Madera ligera que se presta para varios tipos de elaboraciones industriales (Cemagref/INRA, 1995, ENCC, 1994.).

Otros cultivares :

*Populus alba* cv. "Casole ". Clon femenino, creado en Italia

*Populus alba* cv. "49/51 ". Clon femenino, creado en Italia

*Populus alba* cv. "TIPO 3 ". Clon femenino, creado en Italia

*Populus alba* cv. "Poznan A7 ". Clon masculino, creado en Polonia

*Populus alba* cv. "A1 ". Clon masculino, creado en Italia

*Populus alba* cv. "Ankara AT ". Clon femenino, creado en Turquía

*Populus alba* cv. "Algeria ". Clon femenino, creado en Argelia

*Populus alba* cv. "42/57 ". Clon masculino, creado en Italia

*Populus alba* cv. " GA/1 ". Clon masculino, creado en Italia

*Populus alba* cv. " Shirazi". Clon masculino, creado en Irán.

*Populus alba* cv. "Chianciano ". Clon femenino, creado en Italia

*Populus alba* cv. "Casole 56/B ". Clon femenino, creado en Italia

*Populus alba* cv. "Casa OIA ". Clon de sexo indeterminado, creado en Italia

*Populus alba* cv. "BO/134 ". Clon masculino, creado en Italia

*Populus alba* cv. "BO/1 ". Clon masculino, creado en Italia

## ***Populus balsamifera* L.**

" Álamo balsamífero, Balsam Poplar, Peuplier baumier".

**Sinónimos:** *Populus candicans*, *Populus tacamahaca*, *Populus michauxii*

**Origen y distribución:** Arbol norteamericano, introducido a Inglaterra antes de 1689. Escaso en Chile, pero pueden observarse algunos ejemplares en el Jardín Botánico Nacional en Viña del Mar.

**Descripción botánica:** Arbol erecto, ampliamente columnar, tronco cilíndrico, corteza lisa, cenicienta a café-cenicienta, gruesa y surcada con la edad, de copa abierta con pocas ramas ascendentes. Ramillas redondeadas, glabras, café oscuras a café rojizas, con yemas grandes y pegajosas. Hojas ovadas a oval-lanceoladas, verde lustrosas por el haz y verde pálido a blanquizas por el envés, finamente dentadas en los márgenes y reticuladas en el envés. Las hojas se vuelven amarillas cuando caen en otoño. Las yemas son pegajosas, resinosas y de olor balsámico, lo que también se presenta en otros álamos, especialmente *P. x candicans* (Hillier, 1974).

Raíces poco profundas, especialmente en suelos húmedos. Arbol susceptible derribarse por efecto del viento (Rook, E. 1998)

**Requerimientos ambientales:** Forma parte de los extensos bosques boreales de Alaska a Labrador, ocupa sitios cercanos a terrenos aluviales cercanos a ríos, lagos, en depresiones húmedas, en zonas pantanosas, pero también puede crecer en sitios secos (Rook, E. 1998). Crece frecuentemente en morrenas glaciales.

Los suelos son aluviales, incluyendo gravas, arenas, arcillas gredosas, sedimentos, etc., requiere de suelos húmedos, con aguas corrientes. Los requerimientos nutricionales son altos, especialmente en calcio y magnesio, no tolera suelos turbosos muy ácidos ni humus con escasa cantidad de nutrientes (Rook, E. 1998).

Se considera una especie pionera y de rápido crecimiento en latitudes templadas, ya que puede establecerse y dominar en un período de 100 años. Arbol de gran adaptación al fuego en los bosques boreales templados, presenta una gran habilidad para producir retoños de raíces, tocones y ramas caídas, su gruesa corteza de cerca de 4 pulgadas lo aísla del fuego. Los álamos balsámicos colonizan grandes áreas quemadas debido a la dispersión de las semillas y su gran habilidad de reproducción vegetativa (Rook, E. 1998)

**Usos e Importancia:** Su abundante rebrote es utilizado como forraje por los alces. Su madera arde bien y fue usada como set de fricción para hacer chispas, las cenizas fueron usadas para limpiar el pelo y teñir las ropas. Los indios americanos usaban la resina de las yemas para tratar reumatismo, dolencias respiratorias de garganta y pulmones, etc. Las yemas contienen una resina cerosa con propiedades desinfectantes. La madera es utilizada para fabricar cajas de embalaje

### **Híbridos y cultivares:**

*Populus balsamifera* x *P. trichocarpa*. Gran árbol de muy rápido crecimiento con hojas blancas en el envés y yemas fragantes.

*Populus balsamifera* x *P. angustifolia* " Narrowleaf Cottonwood"

*Populus balsamifera* x *P. deltoides*

### ***Populus x candicans* Ait .**

**Origen:** Híbrido de *P. balsamifera* y *P. deltoides* cv. missouriensis " Ontario Poplar", "Balm of Gilead Poplar" Arbol de copa amplia, de talla mediana, con ramas gruesas angulosas y vellosas, hojas anchamente ovadas las cuales son gris-blanquizas por el envés, de fuerte olor balsámico cuando están en despliegue. Probablemente de origen norteamericano, solo se conocen individuos femeninos.

El cultivar "Aurora", es una notable forma variegada del híbrido, las hojas juveniles son de color crema-blanquizas y a menudo teñidas de rosado. las hojas adultas son verdes. Se recomienda podar severamente a fines de invierno.

### ***Populus x "Berolinensis"* Dipp.**

**Origen:** Antiguo híbrido intraseccional ( Aigeiros y Tacamahaca) entre *Populus laurifolia* x *Populus nigra* cv. "Italica" conocido como "Berlin Poplar", "Álamo de Berlín". Se utiliza principalmente el clon masculino, aunque existe igualmente bajo los dos sexos (FAO, 1980).

Muy utilizado como árbol urbano en Europa y como rompeviento o plantaciones lineares en las praderas Norteamericanas y en Europa.

**Descripción botánica:** Habito columnar o fastigiado, hojas acuminadas ovadas a romboideas, pálidas por el envés, yemas vellosas. Su débil a moderado crecimiento ha limitado su utilización en plantación ( FAO, 1980)

### ***Populus x canescens* Sm.**

"Álamo gris, peuplier grisard"

**Origen y distribución:** Plantado y naturalizado en Chile , es un híbrido natural entre *Populus alba* var. *nivea* y *Populus tremula*., hábita en Europa.

**Descripción botánica:** Arbol de talla mediana a grande, de 25- 30m de altura, que puede formar matorrales densos por su gran capacidad de retoñación mediante el desarrollo de chupones. Los ejemplares maduros desarrollan una corteza gris cremosa muy atractiva, caduca, copa amplia.. Las hojas son muy variables en forma, desde redondeada a deltoidea, de bordes sinuosos sin lóbulos, dentada a suavemente aserrada, mas o menos gris tomentosa por debajo . Las pequeñas hojas basales eventualmente se vuelven verdes y glabras (Muñoz Pizarro, 1955, Jacamon, 1992 ). Amentos masculinos son muy llamativos por su tamaño de hasta 10 cm de long. Los árboles femeninos son muy escasos. Las hojas del macroblasto son deltoides - ovales, de base acorazonada, irregularmente dentadas o lobulñadas, grisáceas, algodonosas en el envés, las hojas del braquiblasto son más largamente pecioladas, suborbiculares, muy irregularmente sinuoso-dentadas (Pardé, 1941).

**Requerimientos ambientales:** Uno de los mejores álamos para suelos arcillosos o pesados . Presenta una forma "Macrophylla" de hojas grandes, de crecimiento muy vigoroso conocido como "Picart's Poplars". Muy plantado a orillas de carreteras como especie ornamental y madera interesante.

***Populus deltoides* Bartram ex Marshall**

"Álamo", "Eastern Cottonwood", "Chopo del Canadá o de Virginia"

Sinonimia: *Populus monilifera* Ait.

*Populus canadensis* Michx. fil., non Moench.

**Origen y distribución:** Álamo originario de Norteamérica se distribuye desde Quebec a Dakota del Norte, sur de Florida y Texas.

La taxonomía y la nomenclatura de esta especie es frecuentemente confusa como resultado de una temprana introducción en Europa y su hibridación espontánea y artificial con *Populus nigra* L. Diferentes introducciones e híbridos de distintas procedencias han recibido nombres separados durante los siglos XVIII y XIX. Según Eckenwalder, 1977, define a *Populus deltoides* integrando a tres subespecies, que son distinguibles por el pedicelo, la pubescencia y los caracteres de las hojas.

**Descripción botánica:** Árbol de gran porte, de 20-30 (50) m de alto, corteza verde grisácea y lisa al principio, luego negruzca, surcada, profundamente agrietada. Copa amplia, piramidal y alargada, con ramas patentes en los ejemplares masculinos, con ramas ascendentes en los ejemplares femeninos. (Moro, 1988). Ramillas jóvenes pardo-grisáceas. Yemas pequeñas, pardas, lampiñas, viscosas.

Hojas grandes anchamente deltoideas, triangular-ovadas, de 8-15-20 cm de largo, anchas en proporción a su largo o casi truncadas o casi rectas en la base, glabras, cortamente o abruptamente acuminadas, márgenes dentados o sinuados, dientes con glándulas incurvas o callosas en extremo. Largo peciolo aplastado lateralmente, comúnmente con 2-3 glándulas en la base. Según Moro (1988), las hojas serían tan largas como anchas, con pelos en el margen, aovado-acorazonadas.

Brácteas de los amentos pestañosas o fimbriadas, de divisiones estrechas. Amentos estaminados de 7,5 a 12,5 cm de largo, densos, gruesos, estambres alrededor de 60 o más, o 20-30 según Moro (1988). Anteras rojas. Los amentos pistilados son verdes y más delgados, de 20 a 30 cm de longitud, ovarios glabros, estigmas 3-4.

Fruto una cápsula ovoide, 6-10 mm de long, dehiscente por cuatro valvas, glabra, verde, con pedúnculo de 3 a 10 mm. Semillas pequeñas cubierta de algodón, que hacen que este árbol se denomine en Norteamérica como "algodón leñoso".

**Usos:** La madera se utiliza principalmente para madera aserrada, materiales de construcción, chapas o revestimientos, madera en hebras y combustible (Laber, 1981) Ampliamente usado en U.S.A y Canadá como cortina cortaviento y árbol ornamental. Actualmente es considerado como una de las mejores especies potenciales para la silvicultura con objetivo de producción de biomasa.

En U.S.A, el aprovechamiento del ácido salicílico derivado de la especie, es sintetizado y vendido alrededor de \$2,5a \$3,0 Kg. El uso técnico del ácido salicílico es usado como agente de unión en colorantes intermedios, en la industria de la fundición, como agente de retardante en los procesos de vulcanización en caucho, como preservante de gomas y cuero y en alkyl / alkyd resinas y pinturas latex. (Duke, J.A., 1983) Además se le otorgan interesantes usos medicinales a su corteza, utilizándose en tratamientos de reumatismo, gota, afecciones pulmonares, etc. La corteza contiene salicortina, salicina, alcohol salicico, populosido. Las hojas también contienen numerosos productos químicos

**Requerimiento ambientales:** Esta especie y sus cultivares, son considerados como tolerantes al frío, suelos pesados, arenosos, en taludes y terrenos anegados. Habita en un amplio rango de situaciones, desde zonas cálidas templadas secas a húmedas a través de frías templadas secas a bosques húmedos. Tolera precipitaciones anuales de 600-1500 mm, temperaturas anuales de 8 a 14°C, y pH de 4,5 a 8. Puede crecer en suelos arenosos infértiles, suelos arcillo arenoso finos y en gredas duras, pero prospera en suelos húmedos bien drenados en suelos sedimentarios cerca de corrientes de agua ( Laver,1981). Especie muy intolerante a la competencia, presenta escasísima regeneración natural por ausencia de una adecuada cama de semillas.(Laver,1981)

Las semillas de *P. deltoides* son consideradas microbióticas o de corta duración, pero en condiciones adecuadas de humedad y almacenamiento en frío en contenedores sellados, puede mantenerse su viabilidad por varios años. La regeneración natural por semillas puede obtenerse en ambientes húmedos con preparación de sitio.

Su cultivo ha sido desplazado por sus híbridos y cultivares. debido a que se confunde con los más próximos es una especie mal definida botánicamente.

**Aptitudes Tecnológicas de algunos clones de álamos cultivados en Argentina , principales propiedades físico-mecánicas. Valores expresados al 15% de humedad (Petray, 1998)**

PROPIEDADES	<i>Populus deltoides</i> cv. I 72-51	<i>Populus deltoides</i> cv A 129-60	<i>Populus deltoides</i> cv Stoneville 71
<b>Físicas</b>			
Densidad g/cm <sup>3</sup>	0,506	0,504	0,504
Contracción volumétrica %	12,27	12,27	12,91
Relación T/R	2,52	2,62	2,58
<b>Mecánicas</b>			
Flexión estática			
Tensión de rotura kgf/cm <sup>2</sup> . Compresión paralela	567	608	558
Tensión de rotura kgf/cm <sup>2</sup> Corte paralelo	227	231	238
Tensión de rotura tangencial kgf/cm <sup>2</sup>	63	80	70
Tensión de rotura radial kgf/cm <sup>2</sup>	55	65	60
Dureza Janka transversal kgf/cm <sup>2</sup>	232	228	264
Tangencial kgf/cm <sup>2</sup>	165	159	207

Radial kgf/cm <sup>2</sup>	172	168	201
Cota de flexión	11,21	11,07	11,07
Cota de calidad específica	8,87	7,66	9,37
Cota de rigidez	26,9	29,1	29,1
Cota de tenacidad	2,5	2,63	2,34

Las maderas de los álamos analizados pueden clasificarse como maderas livianas, encontrándose a *P. deltoides* cv A 129-60 como el más denso de los considerados. Maderas de baja estabilidad dimensional cuando pasan del estado saturado a seco al aire, y en estas circunstancias pueden sufrir deformaciones. Una vez secas son maderas estables. Son maderas blandas, por lo tanto fáciles de clavar. La madera de mayor dureza es la del clon *P. deltoides* cv. "Stoneville 71" (Petray, E. 1998).

#### Cultivares de la especie:

#### *Populus deltoides* Marsh. spp. *angulata* cv. "Carolinensis" Foug.

"Carolino, Álamo de Carolina, Carolin"

Sinónimo: *Populus carolinensis* Foug.  
*Populus angulata* Ait.

**Origen y distribución:** Álamo originario del sudeste de U.S.A ( Parde, 1941, Taris, 1966) Conocido en Francia desde el siglo XVII, desde donde fue introducido a España en 1885, actualmente es considerado dentro de la especie *P. deltoides* spp. *angulata* (FAO, 1980), de dificultosa propagación vegetativa.

Es citado en 1869 por R.A. Philippi como *P. caroliniana* hort. *P. angulata* H.K., como árbol de más rápido crecimiento que *P. nigra* var. *pyramidalis*, con ramas nuevas angulosas, hojas muy grandes y señala que llega a ser un árbol inmenso.

Cultivado en Chile de antigua data ( Philippi, 1869) es considerado entre las introducciones más antiguas en Europa, inscrito en Francia bajo el nombre de *P. deltoides* spp. *angulata* cv. "Carolino", se desconoce su origen exacto, pero es posible que haya sido seleccionado entre el material introducido en el s. XVIII en el sudeste de los Estados Unidos (FAO, 1980).

**Descripción botánica:** Clon masculino. Arbol de copa amplia de ramas desplegadas, de sombra muy agradable, se caracteriza por tener los brotes y las ramas nuevas angulosas, las hojas son muy grandes, lustrosas, de color verde, de foliación precoz. . Las ramas adquieren un desarrollo vigoroso. Hojas caducas, muy grandes, de igual coloración en ambas caras, con glándulas basales, base recta u ovalada, peciolo comprimido, grueso, largo de alrededor de 7 cm., lámina de 15 cm de largo por 13 cm en su ancho mayor( Carnevale, 1955) Tronco cilíndrico, corteza grisácea agrietada longitudinalmente.

**Usos:** Maldonado, 1926, lo recomienda apto para ser cultivado en forma lineal en caminos rurales amplios, porque no permite podas rigurosas y hay que dejarlo crecer en forma libre. Se encuentra en los alrededores de Santiago formando parte de algunas alamedas y aislado en parques y plazas. (Maldonado, 1926) Este mismo autor indica que pueda tratarse de *P. monilifera*, taxa actualmente sinonimizado como *P. deltoides* spp *angulata*. Actualmente su

cultivo ha declinado en Europa , reservándose para terrenos ricos, profundos y frescos (Taris, 1966). Adecuado para terrenos húmedos, aún que también se desarrolla en suelos arenosos y crece en la Patagonia argentina ( Carnevale, 1955) No es un clon de rápido crecimiento (Cemagref/INRA, 1995).

**Requerimientos ambientales:** Se destaca por su gran desarrollo, resistencia al frío y a los vientos. Es un clon exigente en calor y humedad, no tiene buena propagación por estaquilla, su madera es de excelente calidad. Susceptible a las royas ( Carnevale, 1955). Se cultiva en la zona meridional de Francia (Cemagref/INRA, 1995).

**Usos:** Madera liviana, blanca o ligeramente rosada, blanda, fácil de trabajar, adecuada para cajonería, pasta para papel, madera terciada, armaduras, estanterías, etc ( Carnevale, 1955)

### ***Populus deltoides* " Angulata de Chautagne" Aiton.**

Clon femenino de origen francés, poco productivo, su cultivo esta en regresión, pero es utilizado para las hibridaciones (FAO, 1980)

### ***Populus deltoides* f. "Virginiana" Foug.**

"Álamo de Virginia o del Canadá".

**Descripción botánica:** Es un cultivar femenino, árbol de gran porte , de crecimiento rápido, con cima ovoide poco densa y tronco recto, cilíndrico a flexuoso, liso, grisáceo. El ritidoma de su corteza presenta fisuras verticales. Las ramillas tienen una sección más o menos cilíndrica . Hojas caducas, semejantes al álamo de Italia, pero más grandes y más precoces en su aparición que *P. nigra* var. *italica* .(Carnevale, 1955, Taris, 1966).

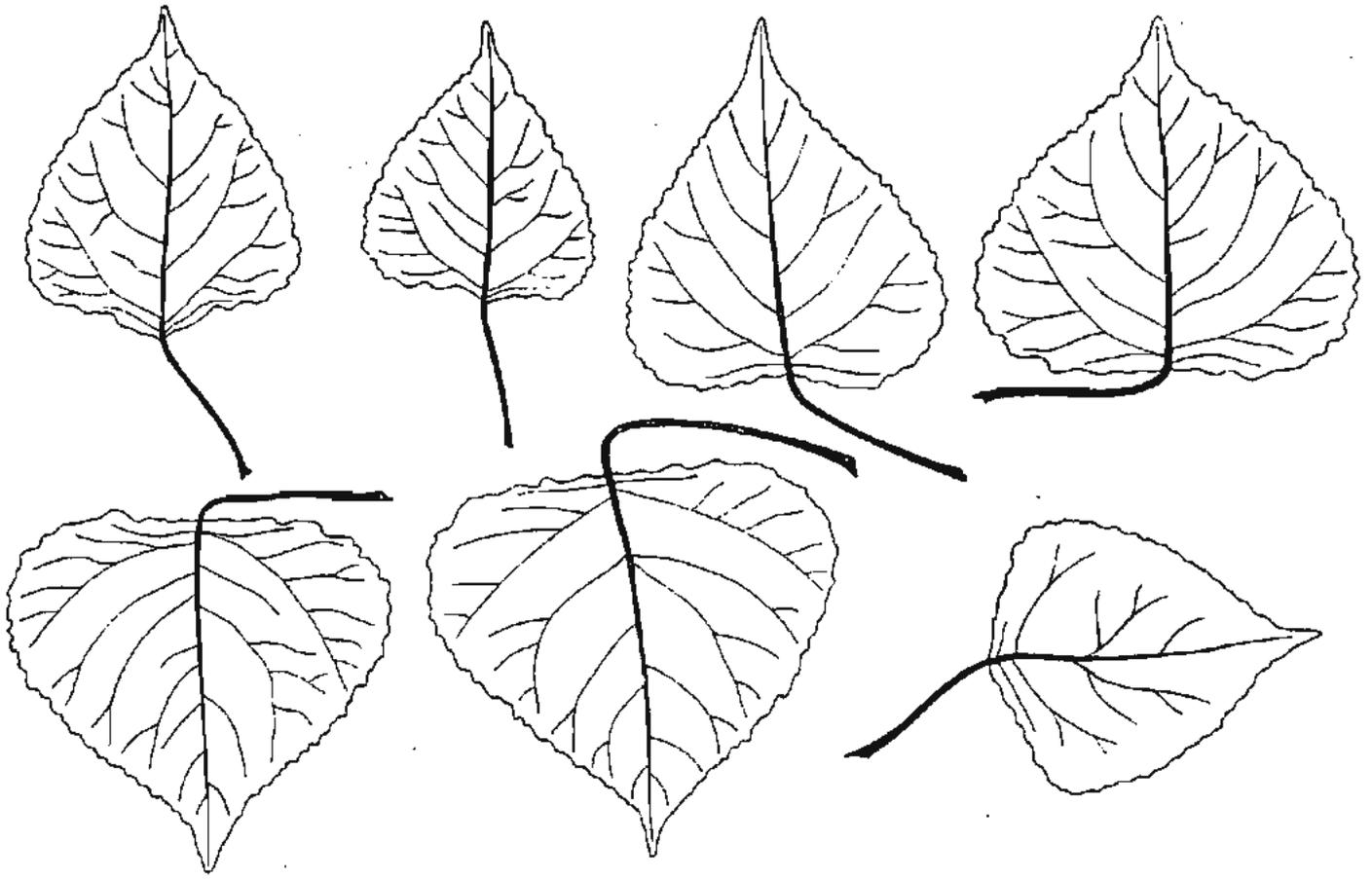
**Requerimientos ambientales:** Arbol muy rústico, bastante difundido en Argentina, desarrollándose tanto en terrenos fértiles y frescos como en los secos, poco profundos y arenosos de lugares semiáridos. Crece en la Patagonia argentina, donde soporta el viento, fríos y heladas de primavera y verano.( Carnevale, 1955) Cultivar muy frecuente en Francia, es considerado como un árbol plástico en relación con las variables climáticas, ha dado buenos resultados en valles aluvionales, tolera suelos arcillosos y poco profundos. es particularmente resistente a las heladas (Taris, 1966)

**Usos:** Madera liviana, blanda, blanca, ligeramente rosada en el duramen, homogénea, desprovista de nudos. Tiene aplicaciones en carpintería y es adecuada para armazones, cajas, etc ( Carnevale, 1955) .Es considerado de muy buena calidad para el debobinado ( Taris, 1988)

### **Clones o cultivares de *Populus deltoides*, desarrollados en Norteamérica:**

*Populus deltoides* cv. Catfish.2. Uno de los álamos más utilizados en plantaciones en el Delta del Paraná, en Argentina. En etapa de prueba en el Populeto del fundo Copihue, Chile (Ulloa, 1995 en Loewe et al., 1996)

*Populus deltoides* cv. "FNS 44/52" o "Walker Poplar". Clon femenino de origen canadiense, sensible al chancro. Habita en las praderas.



Principales tipos de hojas de *Populus deltoides*  
de C.V. "Virginia"

***Populus deltoides* cv. "Stoneville" cv. 63, 66, 67, 70, 71, 74, 75, 81  
, 91, 92, 107, 109 y 124.**

Constituyen 14 clones creados en Stoneville ( Mississippi, en Estados Unidos) desde 1960, creado por un equipo de genetistas y silvicultores de la Southern Forest Experiment Station. Estos clones son el producto de numerosas selecciones a partir de material proveniente de árboles de calidad polinizados naturalmente, son todos originarios de baja latitud, aproximadamente a 32 ° lat. norte, cercano al límite meridional de la especie, han sido seleccionados para la producción de astillas, de muy buen crecimiento juvenil especialmente en buenos suelos de aluviones ( Mohn et al, 1970 y FAO, 1980)

Estos clones son probablemente los mejores adaptados a las condiciones ambientales, cercanas a su área de origen, en el valle del río Misissippi entre Memphis, Tennessee y Vicksburg ( Mohn et al., 1970).

***Populus deltoides* "Stoneville" cv 63**

**Origen:** Progenie producida por polinización abierta de árboles fenotípicamente superiores (Stoneville 4) encontrado en Issaquena County, Mississippi ( 32°37'N , 91°W) (Mohn et al, 1970).

**Descripción botánica:** Cultivar de sexo indeterminado

***Populus deltoides* "Stoneville" 67**

**Origen:** Cultivar producido por polinización abierta de árboles fenotípicamente superiores (Stoneville 7) encontrado en Issaquena, Mississippi (32°37'N , 91°W). Sexo indeterminado (Mohn et al, 1970)

En etapa de prueba en el Populeto del fundo Copihue, Chile (Ulloa, 1995 en Loewe et al., 1996)

***Populus deltoides* "Stoneville" cv. 71**

**Origen:** Cultivar producido por polinización abierta de árboles fenotípicamente superiores (Stoneville 7) encontrado en Issaquena, Mississippi (32°37'N , 91°W). Sexo indeterminado. Se ha plantado en el Delta del Paraná, Argentina. En etapa de prueba en el Populeto del fundo Copihue, Chile (Ulloa, 1995 en Loewe et al., 1996)

***Populus deltoides* "Stoneville" cv. 72.**

**Origen:** Cultivar producido por polinización abierta de árboles fenotípicamente superiores (Stoneville 7) encontrado en Issaquena, Mississippi (32°37'N , 91°W). Sexo femenino (Mohn et al, 1970).

***Populus deltoides* cv. "Stoneville 109".**

**Origen:** Plantulas colectadas sobre sandbar en Bolivar County, Mississippi ( 33°47'N, 91 W).

**Cultivar femenino (Mohn, 1970).** En etapa de prueba en el Populeto del fundo Copihue, Chile (Ulloa, 1995 en Loewe et al., 1996)

*Populus deltoides* cv. "Stoneville" 66, es cultivado en Argentina.

*Populus deltoides* Cv. "Saskatchewan". Clon masculino de origen canadiense, sensible a las enfermedades foliares. Habita en las praderas, de clima continental, sequía y fuertes vientos. (FAO, 1980).

*Populus deltoides* cv " 3634/ 958" . Clon femenino, originado en Mississippi

*Populus deltoides* cv. "2374/ 958". Clon femenino, originado en Mississippi

*Populus deltoides* cv "2152/ 958". Clon masculino, originado en Mississippi

*Populus deltoides* cv "MIS 49". Clon masculino, originado en Mississippi

*Populus deltoides* cv. "Indian Point" Clon femenino, originado en Mississippi

*Populus deltoides* cv "458/231" Clon femenino, originado en Minnesota

*Populus deltoides* cv. "3065/ 011". Clon masculino, creado en Louisiana

*Populus deltoides* cv "8249/ 150". Clon femenino, creado en Iowa.

*Populus deltoides* cv. "ILL 17". Clon masculino, creado en Illinois

*Populus deltoides* cv "2 KEN 8". Clon masculino, creado en Kentucky

*Populus deltoides* cv. "683/ 181" Clon femenino, creado en Kansas

*Populus deltoides* cv " 7766/201" Clon femenino, creado en Wisconsin

*Populus deltoides* cv. "3-7" Clon femenino, creado en Texas

*Populus deltoides* cv " 2-8" Clon femenino, creado en Texas

*Populus deltoides* cv. "S7C20" Clon femenino, creado en Texas

*Populus deltoides* cv "S7C8" Clon femenino, creado en Texas

*Populus deltoides* cv. "S7C2" Clon femenino, creado en Texas

*Populus deltoides* cv "S7C1" Clon masculino, creado en Texas

*Populus deltoides* cv. "3751/070" Clon femenino, creado en Tennessee

*Populus deltoides* cv "5-4" Clon femenino, creado en Oklahoma

*Populus deltoides* cv. "3-3" Clon femenino, creado en Oklahoma

*Populus deltoides* cv "1-13-13-2" Clon femenino, creado en Oklahoma

*Populus deltoides* cv. "5112/200" Clon masculino, creado en Ohio

*Populus deltoides* cv. "2434/ 159" Clon femenino, creado en Nebraska

## Clones o cultivares de *Populus deltoides* desarrollados en Italia:

### ***Populus deltoides* cv. "Harvard".**

**Origen:** Clon italiano, ex "I - 63 /51"..Cultivar masculino.

**Requerimientos:** Muy cultivado en Chile como "Rolando" y en Argentina, Francia. Resistente a *Marssonina* (FAO, 1980)

### ***Populus deltoides* cv. "Lux".**

**Origen:** Clon italiano, ex "I - 69 / 55". de sexo femenino, de excelentes cualidades en los países donde se ha introducido ( Italia, Francia, España), pero con enormes dificultades en el enraizamiento de sus estaquillas, poco plástico. Es un clon resistente a la *Marssonina*, pero susceptible al chancro bacteriano y al virus del mosaico y de madera de buena calidad (González y García, 1987). Presenta rápido crecimiento juvenil.(Cemagref/INRA, 1995)

**Descripción botánica:** Clon de aspecto Carolino, de copa amplia y hojas muy grandes.(ECNN, 1994)

**Requerimientos:** No soporta situaciones de exposición al viento, y requiere de alta humedad en el suelo. (Cemagref/INRA, 1995). Muy resistente a *Marssonina brunea* y a otros parásitos foliares, pero sensible al virus del mosaico. Extremadamente resistente al pulgón lanígero (ECNN, 1994)

**Usos:** Madera muy adecuada para diversos usos (ECNN, 1994)

### ***Populus deltoides* cv. "Onda"**

**Sinónimo:** *P. deltoides* cv. I-72/51 ( ECNN, 1994)

**Origen:** Clon masculino de origen italiano, ex "I 72/51".. Muy utilizado en plantaciones en el Delta del Paraná, en Argentina y en Francia .

**Descripción botánica:** Presenta el aspecto de un carolino, de copa amplia y hojas muy grandes (ECNN, 1994).

**Requerimientos:** Requieren de buen suelo, más bien drenado, en clima no muy frío. Presenta ramas poco numerosas y gruesas, poco adecuado para la poda, de rápido crecimiento durante los 10 primeros años de plantación al igual que "Harvard" ( Barnèud y Bonduelle, 1979). Es menos sensible al viento que el clon "Lux" Muy resistente a la defoliación primaveral, a *Marssonina brunea* y al pulgón lanígero, pero sensible al virus del mosaico(ECNN, 1994)

**Usos:** Clon de muy rápido crecimiento especialmente en su fase juvenil, su madera se presta a diversos usos (ECNN, 1994)

***Populus deltoides* cv. "UAS 235"** Clon masculino, creado en Italia

***Populus deltoides* cv. " 77/51".** Clon masculino, creado en Italia

## Clones o cultivares de *Populus deltoides* desarrollados en Alemania:

***Populus deltoides* "Marquette"** Clon femenino, creado en Alemania

***Populus deltoides* "Peoria"** Clon femenino, creado en Alemania.

**Populus deltoides** cv. " Lincoln". Clon de sexo no determinado, creado en Alemania

Otros:

**Populus deltoides** Cv. DVINA.

Sinónimo: P. deltoides cv 35/66 y 66-035

**Origen:** Proveniente del cruzamiento de P. deltoides Kansas y especie desconocida por polinización abierta en casale Monferrato. Clon masculino recientemente seleccionado por el ISP de Casale Monferrato y cultivado en el sur de Europa, en Italia, sur de Francia y España, presenta características similares a la especie, madera de buena calidad, blanca, de aptitud para el debobinado. No presenta problemas de trasplantes del vivero al campo definitivo, es un clon con menor sensibilidad a las roturas producidas por el viento (Camps, 1999, com. pers.)

Copa semi extendida, follaje de color cobrizo al inicio y luego de color verde claro en la madurez, yemas de color rosado café, fuste derecho y corteza ruosa, de color claro.

Gran resistencia genética al pulgón lanígero. Presenta crecimiento superior al Y-214 en un amplio espectro de ambientes, parece tolerar bien los periodos de sequía mejor que la mayoría de los clones euroamericanos cultivados en Italia.

Madera de buena calidad adecuada para elaboraciones industriales. La densidad es de alrededor de 0,33 g/cm<sup>3</sup>, superior al Y-214 (ISP, 1997)

**Populus deltoides** Cv. LENA.

Sinónimo: P. deltoides R() y R89/64.

**Origen:** Clon masculino proveniente del cruzamiento entre P. deltoides Illinois y padre desconocido por polinización libre en Illinois, USA, siendo seleccionado por el ISP de Casale Monferrato (ISP, 1997) y recientemente cultivado en el sur de Europa, en Italia, sur de Francia y España de características similares a la especie, madera de buena calidad, blanca, de aptitud para el debobinado. No presenta problemas de trasplantes del vivero al campo definitivo, es un clon con menor sensibilidad a las roturas producidas por el viento (Camps, 1999, com. pers.)

Copa semiextendida, follaje algo bronceado en la etapa juvenil, de color verde oscuro en la madurez, nerviación rojiza, fuste ligeramente sinuoso, corteza acostillada de color claro., se considera resistente a la mayoría de las principales enfermedades en Italia, es muy susceptible al virus del mosaico, pero no requiere de tratamiento frente al pulgón lanígero (ISP, 1997)

Presenta buen crecimiento sostenido, en general, superior al Y-214, buena adaptabilidad en un amplio espectro de ambientes de cultivo y de tipo de terreno, tolera los periodos de sequía. La madera presenta una densidad media de 0,32 g/cm<sup>3</sup>, se presta para todo tipo de usos industriales (ISP, 1997)

**Populus deltoides** cv. 564-10. Clon originario del cruzamiento de P. deltoides cv. Stoneville 81 y P. deltoides Stoneville 107. Se cultiva en España.

**Populus deltoides** cv. 107/68. Cultivado en el Delta del Paraná, Argentina (1997)

**Populus deltoides** cv. "Alcinde" ( ex 5/2). Clon francés, poco plástico (FAO, 1980) se cultiva en suelos de textura equilibrada, al sur del Loira. Acepta suelos con agua superficial, madera de buena calidad y resistente al viento. Es susceptible al chancro bacteriano y al virus del mosaico ( Cemagref/INRA, 1995).

## *Populus nigra* L.

"Álamo negro", "Chopo castellano", "Liard, Piboule"

**Origen y distribución:** Esta especie habita en casi toda Europa, en los cursos de agua, pero se ve reemplazado su cultivo por los álamos negros americanos o bien por sus híbridos.

**Descripción botánica:** Árbol de 5-30 m, dioico, su tronco es derecho, más o menos esbelto, a menudo tortuoso o fexuoso, corto, profundamente fisurado, de color gris verdoso y su corteza lisa es muy resquebrajada en sentido longitudinal, formándose entre las grietas unas costillas o nudosidades negruzcas (Moro, 1988, Jacamon, 1992). En suelos húmedos y fértiles puede crecer hasta los 40 m de altura. (Moro, 1988)

Copa amplia, pero de poca sombra. Ramas robustas, largas, abiertas y más o menos rectas. Ramillas muy numerosas, patentes, redondas o cilíndricas, primero amarillentas, a los dos años de color gris verdosas con muchas lenticelas, más tarde grisáceas (Moro, 1988). Yemas pequeñas, agudas, con numerosas escamas un poco viscosas. Presenta muchos braquiblastos o ramas cortas donde se insertan hojas de menor tamaño (Jacamon, 1992)

Hojas alternas, glabras, caducas, verdes en ambas caras, son algo romboidales, terminadas en punta y de contorno finamente dentado. El peciolo mide 2-6 cm de largo y es comprimido lateralmente (Moro, 1988). Hojas de las ramas largas romboides- ovales, casi rectas en la base, acuminada en el extremo, finamente aserradas, verde-claro y glabras por debajo. Las hojas de los braquiblastos son más pequeñas, truncadas y de base redondeada.

Florece antes de la brotación de las hojas, al término del invierno. Las flores masculinas están dispuestas en amentos colgantes de 3-9 cm de largo, de color púrpura. Amentos femeninos más cortos y de color verde. La flor femenina está sobre un peciolo corto, con disco lobulado-dentado, truncado casi perpendicularmente al eje, ovario sentado, aovado-cónico, coronado por dos estigmas amarilla-pardusco, muy adosados al ovario (Moro, 1988) El fruto es una cápsula bivalva, cortamente pedicelada, aovado-cónica, de 7-9 mm, con cuatro surcos, primero verdosa y parda en la madurez. Los frutos se abren en la primavera, diseminando semillas algodonosas.

**Usos:** La madera es blanca, a veces rojiza o rosácea, homogénea, se raya fácilmente con la uña. Ligera, su densidad varía de 0,35 a 0,45. Es poco nervosa. Sus resistencias mecánicas son débiles, su durabilidad mediocre. Por el contrario, es una madera que se trabaja fácilmente, que se clava sin abrirse. Es madera de carpintería, se utiliza en chapados, interiores de muebles, en tabiques de cuarteles. A pesar de su poca dureza, su resistencia regular a la abrasión, la hace recomendable para escalones de vagones. La cajería utiliza fuertes cantidades de su madera por su ligereza y buena resistencia al claveteado.

**Requerimientos ambientales:** Especie heliofila y de temperamento robusto, no tolera bien la sombra. Evita los suelos salinos, requiriendo humedad en el suelo. Los terrenos de sedimentación junto a las aguas corrientes superficiales, o sobre napas freáticas poco profundas, son las condiciones más convenientes para su cultivo.

Sistema radical formado por un eje principal fuerte que se ramifica y alcanza capas profundas del suelo, ahondando más que el álamo blanco y el álamo temblón (Moro, 1988), la mayoría de las raíces son horizontales, extendidas, dando menos retoños que *P. alba* y *P. tremuloides*.

Resistente a las bajas temperaturas, muy tolerante en cuanto a suelos. El álamo negro es un árbol de llanuras y mesetas, montañas bajas o medias pudiendo alcanzar hasta los 1800 m de altitud (Moro, 1988)

**Recomendaciones de cultivo:** Rápido crecimiento, de longevidad mediana a escasa, no suele llegar al siglo. Se

reproduce por semillas, por estaquilla, vareta, estaca o plantón. Brota con facilidad después de cortado o desmochado (Moro, 1988)

***Populus nigra L. var. Italica* (Moenchh)Koehne**

"Álamo Lombardo", "Álamo negro criollo", "Chopo"

Sinónimo: *Populus nigra L. var. pyramidalis*

**Origen y Distribución:** Clon masculino proveniente de Italia. El clon standard de *Populus nigra var. Italica*, se conserva en el Instituto de Populicultura de Casale Monferrato.( FAO, 1980)

En Chile, se ha adecuado a las condiciones ambientales, una variedad de *Populus nigra var. italica* (o var. *pyramidalis*), conocido como "Álamo Chileno", es un árbol de hábito piramidal hasta columnar de ramas fastigiadas (ortotropas), típico de las cortinas cortaviento de los campos de Chile Central.

Forma natural de hoja persistente, que difiere del carácter caducifolio de la especie original, de hojas verdes, acuminadas, triangulares, con el borde aserrado, pecíolo de 4,5-5 cm de longitud, lámina de 7-7,5 cm por 6,5 a 9,5 cm de ancho, nervaduras muy notorias(Carnevale, 1955) .Es muy adecuado para crear alamedas en orillas de camino y cortinas corta-viento. Es citado como *Populus nigra var. sempervirens* Hort.

**Descripción Botánica:** Árbol de forma piramidal, debido a sus ramas que se insertan formando un ángulo agudo con el tronco y que debido a la competencia no alcanzan gran grosor. El hecho que las ramas sean delgadas y desaparezcan a los pocos años, es favorable para la formación de madera limpia de nudos o muy pequeños (Agenda del Salitre, 1955).

Ramillas nuevas anaranjadas durante el primer año, luego cenicientas. Hojas caducas, triangulares, finamente aserradas en el borde, filotaxis alterna, pecioladas, verde oscuras y brillantes por el haz siendo mas claras en el envés. Hojas muy variables, las jóvenes son grandes disminuyendo su tamaño en los ejemplares adultos. El álamo Lombardo solo presenta flores masculinas, las que se agrupan en amentos colgantes de color verde y anteras rojizas.

**Usos:** Madera de color blanco, liviana, blanda, se utiliza como madera aserrada para formas de concreto, maderas elaboradas para forros y cielos, fabricación de fósforos. Su follaje y corteza son consumidos por el ganado equino y caprino, por lo que es recomendable su protección durante la etapa de establecimiento.

**Requerimientos ambientales:** Crece muy bien en terrenos profundos, con abundante humedad, especialmente en la zona Central de Chile, en el llano central y a orillas de acequias, canales, esteros y ríos, de aquí su posición tradicional en los deslindes de potreros, caminos y avenidas en donde encuentran las condiciones mas favorables(Agenda del salitre, 1955). En suelos muy secos o muy permeables se retrasa su crecimiento, lo que ocurre también cuando se planta demasiado cercanos.

**Recomendaciones de cultivo:** Susceptible al "polvillo del álamo". La propagación de esta especie se hace únicamente por estacas, las que se deben obtener de árboles sanos de tronco recto y de ramas delgadas, una vez que han caído las hojas y se colocan en barbecho, para llevarlas a terreno tan pronto comienzan a desarrollarse esto ocurre a inicios de primavera por lo cual debe plantarse en terrenos con bastante humedad. El largo de las estacas es de 0,5 a 1,5 m con un diámetro de 1,5 cm en el extremo mas grueso. También las estacas pueden ser colocadas inmediatamente en terreno y se deben enterrar a 30 cm de profundidad.

Tradicionalmente las plantaciones en línea o avenidas suelen hacerse pareadas, colocando las plantas a 1,5 y 2 m sobre la línea y a 1,5 o 2 m entre las líneas. Al colocar mas de dos líneas deben distanciarse las plantas o hileras a 2,5 y 3,5 m, pues no tolera una plantación muy densa, tanto por las exigencia de luz como de humedad ( Agenda del Salitre, 1955).

La rotación es de 10 años en la zona central y se va alargando hacia el sur, para demorar hasta 25 años en Osorno y Llanquihue. Las cepas o tocones pueden producir hasta tres cosechas de renuevos, cuidando el estado fitosanitario, con cortes lisos e inclinados para que el agua escurra y no facilite la entrada de patógenos.

#### **Otras clones o cultivares de *Populus nigra*:**

*Populus nigra* var. "*betulifolia*" Torr. "Manchester Poplar". Tolerante a la contaminación atmosférica, muy plantado en la zona industrial del norte de Inglaterra.

*Populus nigra* cv. "Bordils" o Chopo canadiense blanco de Bordils. Clon masculino, cultivado en la cuenca del río Ter en España, documentado a partir de 1865 .

*Populus nigra* cv. "Poncella". Creado en 1875.

*P. nigra* cv. "Lombardo Leonés". Clon español

*P. nigra* cv. "Canadá Leonés". Clon español

*Populus nigra* var. "*Italica Foemina*". Forma femenina, de copa mas amplia que *P. nigra* cv. "*Italica*", con ramillas anaranjadas en el invierno.

*Populus nigra* var. "*Thevestina*". Forma femenina, de follaje con caducidad tardía, tronco claro

*Populus nigra* var. "Blanc de Garonne" . Cultivar masculino, de origen francés

*Populus nigra* var. "Vert de Garonne" . Cultivar femenino, de origen francés

#### ***Populus x euroamericana* ( Dode) Guinier.**

"Álamos híbridos euroamericanos"

Sinónimos: *Populus x canadensis* Moench.

El género *Populus* , es muy conocido por su enorme facilidad para la producción de híbridos, no solamente interespecíficos ( intraseccionales) sino incluso interseccionales. ( Catalán y Padró, 1988). Incluye un gran numero de híbridos entre el americano *P. deltoides* y formas del europeo *P. nigra*. Son conocidos colectivamente como "Hybrid Black Poplars".

El primer clon posiblemente se origino en Francia alrededor de 1750, sobre individuos de *P. deltoides* introducidos de Norteamérica, actualmente son el resultado de hibridaciones realizadas y controladas por los Institutos de selección especializados. La investigación mundial actual, está dirigida a la selección de clones resistentes a las enfermedades criptogámicas ( Jacamon, 1992)

El nombre *P. x euroamericana* Guinier es usado para cubrir todos los híbridos de álamos negros entre *P. deltoides* spp. *angulata*, *P. nigra*, y *P. deltoides*.

Constituyen los híbridos más populares siendo la base de la Populicultura mundial, es el producto del cruzamiento de *P. deltoides* x *P. nigra*, que dan por origen a *P. x euroamericana*.

El cruce recíproco de *P. nigra* x *P. deltoides* es incompatible.

### Clones o cultivares de *Populus x euroamericana* (Dode) Guinier

#### ***Populus x euroamericana* cv. "Eugenei"**

**Origen:** Clon masculino, seleccionada al fines del siglo XIX, muy cultivado en Europa occidental, de origen idéntico a "Robusta", probablemente producto del cruzamiento de *P. x euroamericana* "Regenerata" y *P. nigra* var. *Pyramidalis*. (FAO; 1980)

**Características botánicas:** Arbol estrecho con breves ramas ascendientes, hojas jóvenes de color cobrizo. Es uno de los mejores álamos de crecimiento comercial que se desarrolla en Inglaterra (Hilliers, 1975). Foliación precoz, hojas de color verde brillante, más pequeños que otros *P. x euroamericana*, con la base frecuentemente algo cuneiforme o recta. Pecíolos y ramillas no lignificadas, verdes o poco rojizas (Leloup, 1957).

**Requerimientos ambientales:** Parece desarrollarse bien en suelos secos. (Leloup, 1957).

#### ***Populus x euroamericana* cv. "Gelrica" (Houtz.) Houtz.**

**Origen:** Clon masculino de origen europeo. Es híbrido entre *P. x euroamericana* "Marilandica" y *P. x euroamericana* "Serotina".

**Características botánicas:** Arbol de corteza típicamente blanca, de ramillas no lignificadas de color cobrizo o rojizo en los brotes nuevos. Pecíolos casi verdes. (Leloup, 1957)

**Requerimientos ambientales:** Clon de rápido crecimiento, susceptible a cáncer, royas foliares y áfidos. Intolerante a fríos tempranos (Hilliers, 1975). Crece tanto en suelos arenosos como arcillosos, se adapta poco a suelos ácidos o turbosos (Leloup, 1957) Actualmente en etapa de prueba en el Populeto del fundo Copihue (VIII región, Chile) (Ulloa, 1995 en: Loewe et al., 1996)

#### ***Populus x euroamericana* cv. "Marilandica" (Bosc ex Poir.) Rehder.**

**Origen:** Clon femenino,

**Características botánicas:** Arbol muy ramoso, de copa amplia., de hojas verde claro, base cuneiforme y anchas. Pecíolos y ramillas tiernas, de color verde. Los amentos femeninos son largos. Foliación precoz. (Leloup, 1957)

**Requerimientos ambientales:** Es uno de los mejores álamos para suelos arcillosos o en terrenos arenosos y con abundancia de agua. No prospera en suelos ácidos, pantanosos o turbosos. Híbrido actualmente en etapa de prueba en el Populeto del fundo Copihue (VIII región, Chile), (Ulloa, 1995 en: Loewe et al., 1996).

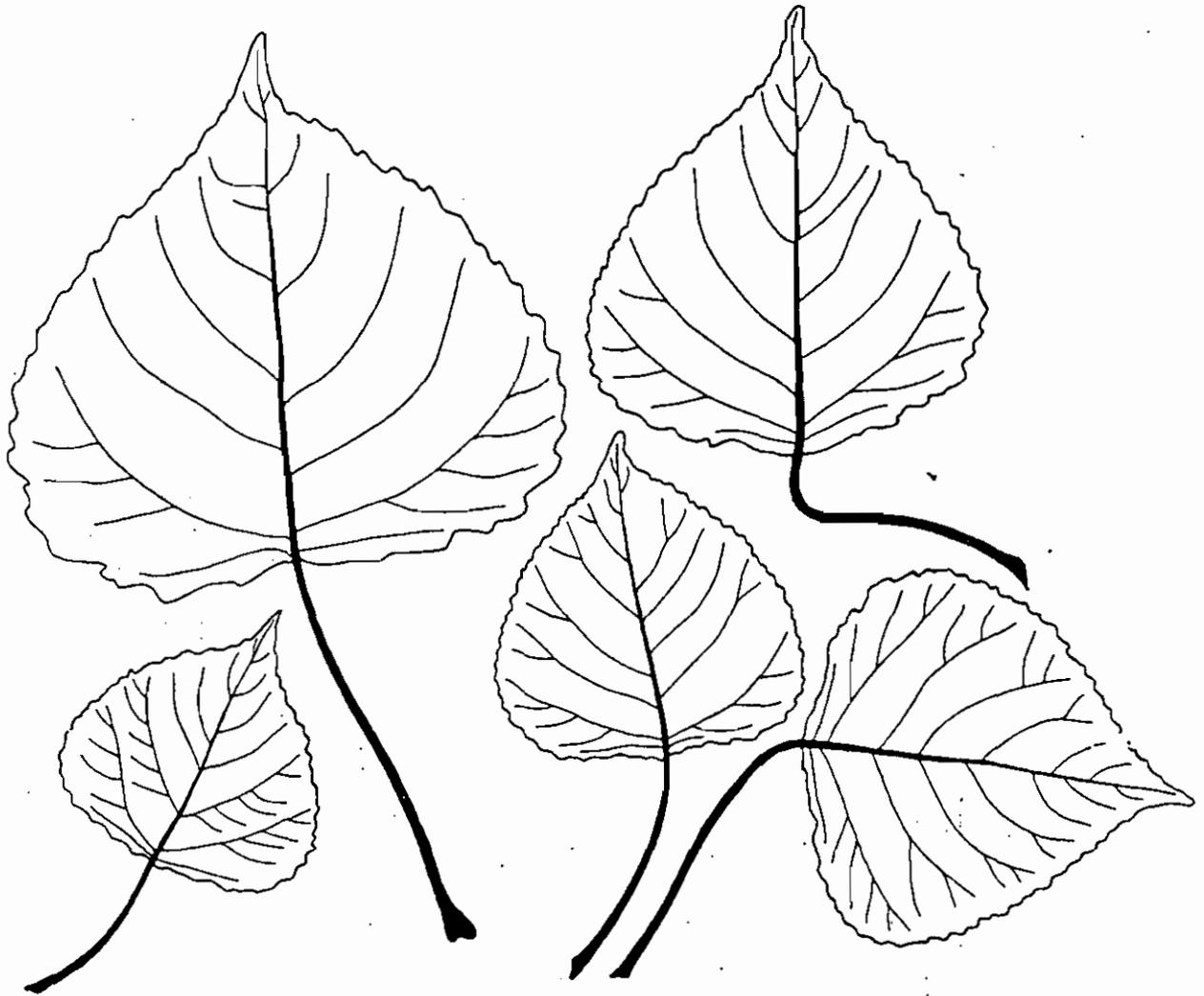
#### ***Populus x euroamericana* cv. "Regenerata" (A. Henry) Rehder.**

**Origen:** Clon femenino originario de un vivero cerca de París en 1814, actualmente muy plantado en zonas industriales de Inglaterra, aunque es muy susceptible al chancro (Hilliers, 1975).

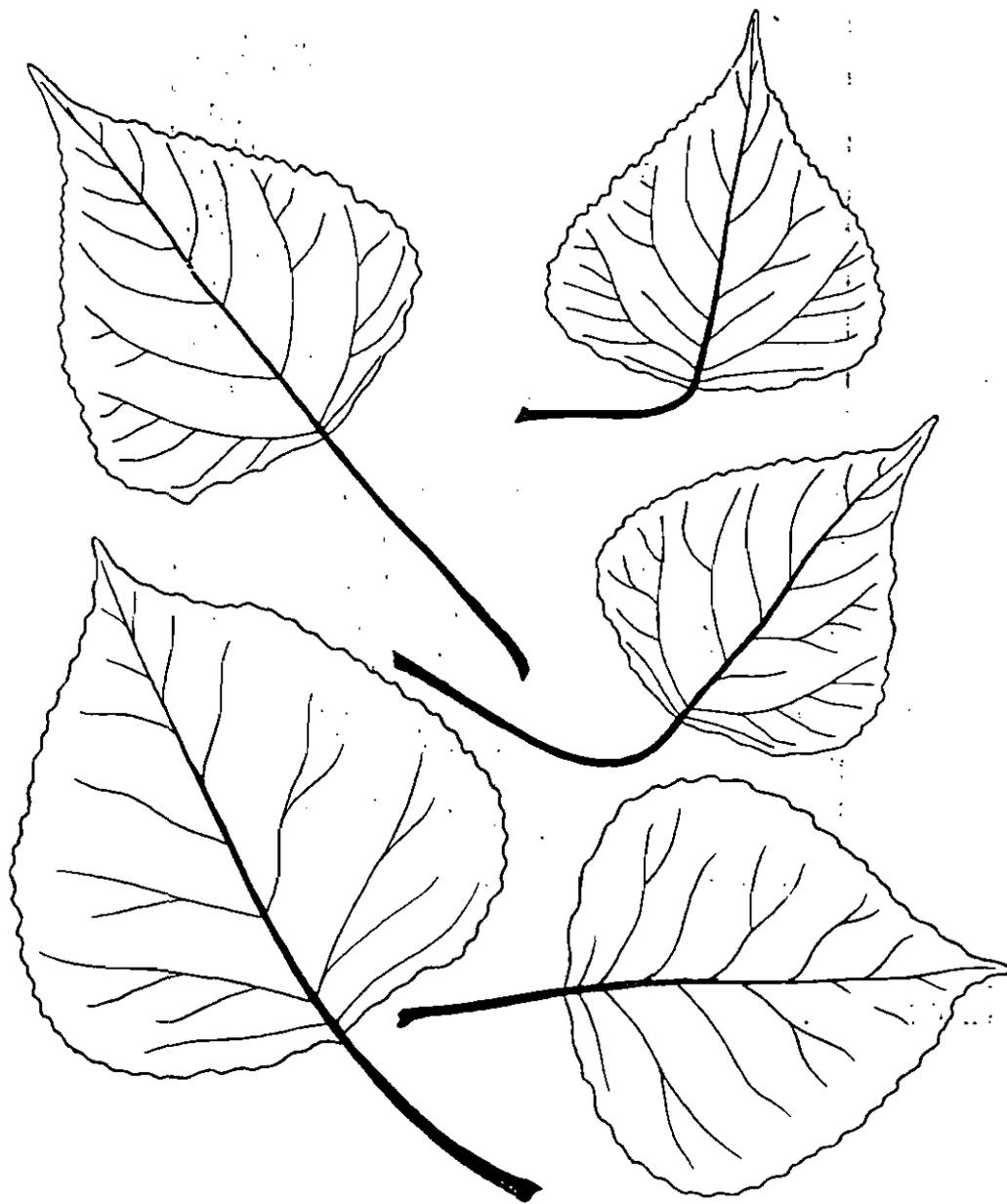
**Caracterización botánica:** Cultivar femenino con delgadas ramillas o varillas arqueadas hacia afuera. Ramas

delgadas, hojas jóvenes verdes. De foliación más tardía que el álamo lombardo. Corteza bastante lisa, de ritidoma tardío, con fuertes grietas longitudinales cuando está desarrollado. (Taris, 1966) Hojas rectas en la base, de color verde claro, pecíolos y ramillas no lignificadas, verdes. Los amentos femeninos suelen caer antes de la maduración, incluso antes de la foliación (Leloup, 1957).

**Requerimientos ambientales:** Especie de crecimiento bastante rápido y buena forma, de madera muy apreciada para debobinado (Taris, 1966). De sistema radical potente y denso, se adapta bien a terrenos húmedos, pantanosos y turbosos, así como a suelos ácidos de pH relativamente bajo. Escasa resistencia a la sequía y a los vientos marinos (Leloup, 1957).



Principales formas de hoja de *Populus x euroamericana*  
CV. "Serotina de Champagne"



Principales formas de hoja de Populus euroamericana  
CV. "Robusta" (extraído de Taxis, 1966)

***Populus x euroamericana* cv. "Serotina de Champagne" ( Hartig) Rehder.  
o *Populus x euroamericana* cv. "Blanc de Champagne"**

**Origen y distribución:** Es originario de Francia a partir del siglo XVII, siendo el cultivar euroamericano conocido más antiguo.(Taris, 1966). A su vez se conocen las formas "Aurea" (Andre) Rehder y "Erecta" (Sel.-Longch.) Rehder (Hilliers, 1975)

**Descripción botánica:** Cultivar masculino. Arbol alto, relativamente derecho, muy vigoroso, de ramas fuertes, abiertas de copa irregular, poco verticiladas, semierguidas, ramillas glabras, de sección casi cilíndrica. El apelativo de "serotino", se debe a que presenta muy tardíamente su foliación. Hojas de color rojo cobrizo cuando jóvenes. Amentos de 7,5 a 10 cm de largo, con estambres rojos. Corteza clara que le hace valer su nombre de "Blanc", ritidoma tardío.

**Requerimientos ambientales:** Crecimiento bastante rápido, en terrenos bien drenados, con buena resistencia a las heladas. Su madera es muy apreciada, especialmente para el debobinado. Cultivado en el norte de Francia, es apto tanto como árbol de hilera como de plantación (Taris, 1966).

***Populus x euroamericana* cv. "Robusta" C.K. Schneid.**

**Origen:** Clon masculino de origen francés, de cultivo bastante extendido. Muy utilizado como árbol urbano en Europa y como rompeviento o plantaciones lineares en las praderas norteamericanas y en Europa. Se considera un híbrido derivado del cruzamiento entre *P. deltoides* cv. "Angulata" y *P. nira* cv. "Platiensis" (Leloup, 1957).

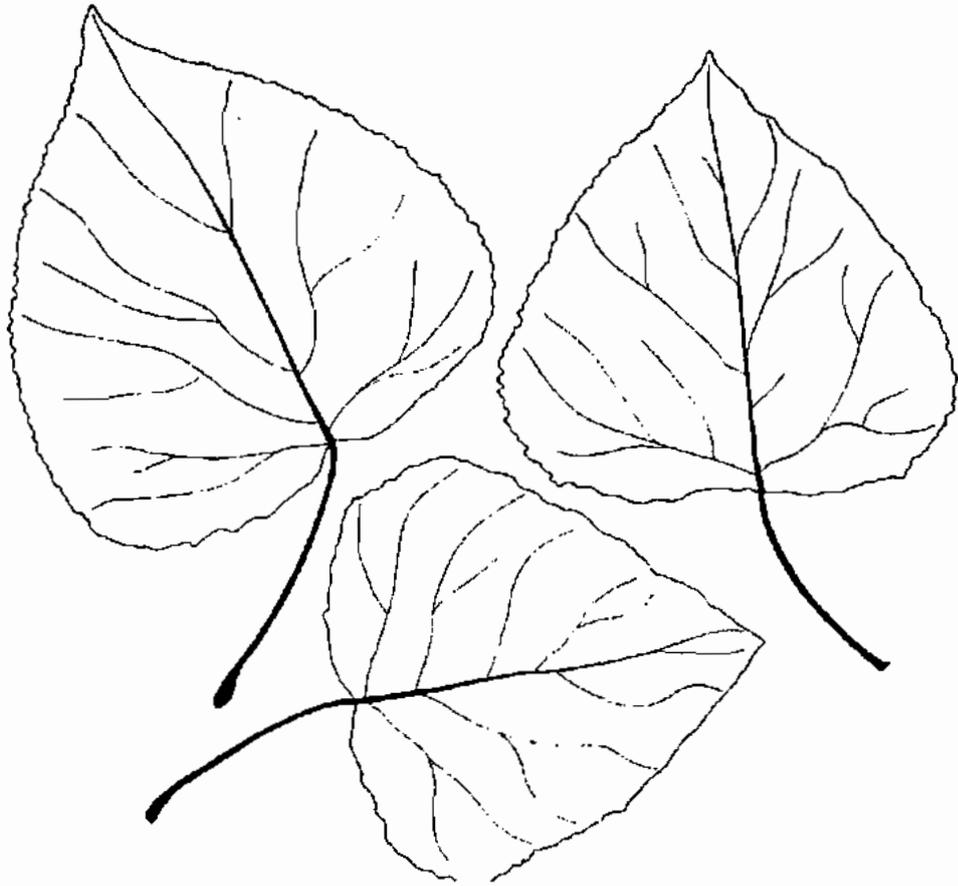
**Descripción botánica:** Arbol alto, vigoroso, consta de solo ejemplares masculinos con copa densa y compuesta de ramas erguidas en verticilos muy regulares, con la tendencia de partir en grupo desde un mismo nivel. Tronco muy recto. Corteza bastante clara, de ritidoma precoz, regularmente fisurado. Ramillas jóvenes a veces blandas y vellosas, presentan una sección muy angulosa, hojas nuevas de color cobrizo. de foliación precoz, las adultas son de color verde oscuro (Taris, 1966)

Es cultivado tradicionalmente en España como "Negrito de Granada" (Montoya, 1988). De rápido crecimiento, especialmente en altura, de madera apreciada, es bastante tolerante a terrenos poco húmedos, ligeros y secos similares a *P. x euroamericana* I-214 (Taris, 1966). Aunque prefiere los terrenos frescos, ligeros y bien drenados. No resiste un alto nivel de agua. (Leloup, 1957).

***Populus x euroamericana* "I-214".**

**Origen y distribución:** Clon femenino logrado en el Instituto de Casale Monferrato (Italia), fue obtenido y experimentado por el Prof. Piccarolo y su equipo. Seleccionado por Jacometti en el año 1929 es actualmente uno de los clones más apreciados entre los Populicultures (Padró, 1992)

Su cultivo se ha extendido desde Italia, luego de la Segunda Guerra Mundial a todo el mundo, a excepción de los países con clima fríos húmedos del noroeste europeo. Sus limitaciones se concentran en la calidad de su madera y su susceptibilidad a la *Melampsora*. Su rápido crecimiento produce ramas muy gruesas donde se forman peligrosas horquillas y es necesario podarlo en su debido tiempo (FAO, 1980) Según Piccarolo (1952) citado por Carnevale, 1955, es posible que el I-214 provenga del cruzamiento espontáneo de un *Populus deltoides* Marsh. intermedio entre la forma *virginiana* Foug. y la forma *carolinensis* Foug. con el álamo negro común.



Diferentes tipos de hojas de Populus x euroamericana  
C.V. "I-214"

**Descripción botánica:** Arbol de porte ligeramente sinuoso, de corteza Hojas de gran tamaño, de color verde claro en la madurez. La foliación es muy precoz y la caída de las hojas es tardía. Presenta solo flores femeninas. (Taris, 1966)

Copa bastante amplia con poca dominancia apical , ramificación verticilada con ramas gruesas. Poda complicada(Padró, 1992)

Presenta tronco derecho o ligeramente tortuoso, corregible parcialmente con la poda, corteza fina y lisa, presenta tableadura por viento (Padró, 1992) Porte mas uniforme, erguido y más cerrado que el álamo "A.Mussolini" o *P. x euroamericana* "I- 154". Excelente propagación vegetativa y sistema radical bien desarrollado (ENCC, 1994)

**Requerimientos ambientales:** Es considerado como uno de los clones más vigorosos y de gran plasticidad, de mayor adaptación a terrenos desfavorables, tanto por exceso o falta de drenaje ( ECNN; 1994) aunque requiere de suelo fértil y ligero, prefiere climas cálidos, es relativamente sensible a las heladas precoces pues es un clon de foliación precoz con defoliación a medio plazo, presenta un buen aprovechamiento del período vegetativo (Padró, 1992).

Se destaca por su adaptabilidad y rápido crecimiento (Padró, 1992) En Argentina ha demostrado mayor resistencia a enfermedades criptogámicas, tiene poca sensibilidad a la cancrrosis y es resistente a la roya que no lo ataca mucho y no lo perjudica ( Carnevale, 1955). Emite fuertes y abundantes raíces y las estacas prenden en elevado porcentaje. Sensibilidad media a las heladas (Taris, 1966).

Sensible al viento que puede producir fractura de copas y tableadura de la corteza(Padró, 1992) En cuánto a su sensibilidad a enfermedades es sensible a *Marsonnina* (I.S. de 1,00) y al virus del mosaico. resistente a *Melampsora*, *Dothichiza*, *Xanthomonas* y *Venturia* , buena resistencia al virus del mosaico y a las bacteriosis. Susceptible al ataque de áfidos lanígeros ( Padró, 1992, ECNN, 1994)

**Usos:** Proporciona madera lisa, ligera, homogénea, poco nudosa y muy clara, es estimada de muy buena calidad ( Carnevale, 1955, Taris, 1966) Es apta para múltiples usos , aunque su calidad es discutida, se presta para aplicaciones industriales, presenta baja densidad (0,250-0,320 gr/cm<sup>3</sup>). Pérdida volumétrica media en desenrrollo (Padró, 1992)

### ***Populus euroamericana* Cv. NEVA.**

Sinónimo: *P. x euroamericana* 74/76 y 76-074

**Origen:** Clon femenino proveniente del cruzamiento de *P. deltoides* 55-071 Illinois , femenino y *P. nigra* Lucca o PI65-014 , seleccionado por el ISP de Casale Monferrato. y recientemente cultivado en el sur de Europa , en Italia, sur de Francia y España , es considerado bastante sensible a las royas, pero presenta un buen nivel productivo y de muy fácil manejo, con gran dominancia ápical, ramas laterales pequeñas y fácil de podar( Camps, 1999, com. pers.) Fuste recto, corteza clara con una característica suberificación horizontal, follaje verdoso, nerviación rojiza . este clon es considerado con una forma casi perfecta, con buena dominancia apical por lo que no requiere de podas de corrección, la ramificación es escasa en la parte basal de la copa, horizontal, ligera y bien distribuida. Presenta buen crecimiento. Se recomienda evitar un excesivo riego para resistir al viento. la calidad de la madera es muy buena, con densidad de 0,33 gr/m<sup>3</sup>, con fuste cilindrico y recto, es idoneo para el debobinado. (ISO, 1997)

El principal defecto es su elevada susceptibilidad a la defoliación temprana causado por el hongo *Venturia populina* , que aparece en primavera provocando la desecación de las hojas y ramillas y el daño , causado por *Marsonnina alli-populina* y *M. larici-populina* (ISP, 1997)

### ***Populus x euroamericana* "I-154" o "Álamo AM".**

álamo "Arnaldo Mussolini"

**Origen y distribución:** Antiguo clon masculino, originario de Italia, obtenido en 1923 por el Instituto de Populicultura de Casale Monferrato y ampliamente cultivado en Sudamérica, España, etc. (FAO, 1980).

Fue el primer clon propagado y distribuido en Italia. Sus caracteres morfológicos lo ubican en el grupo de los álamos híbridos euroamericanos o híbrido del *Populus deltoides* Marsh. f. *virginiana* con el álamo negro común. de rápido crecimiento y muy resistente a la roya y a *Septoria musiva*, que produce cancrisis, muy cultivado en Argentina (Carnevale, 1955)

**Descripción botánica:** Arbol de copa erguida y tronco más o menos derecho, de corteza lisa, de color gris claro (Taris, 1966) Hojas grandes, de color verde oscuro, presenta foliación y caída de hojas tardía (Taris, 1966) Presenta tendencia a emitir ramas laterales abiertas, por lo que su porte es irregular, posee muchas raíces que se extienden superficialmente (Carnevale, 1955).

**Requerimientos ambientales:** Se adapta a los suelos más diversos, siempre que sean profundos, no tolera el agua estancada ni en los bajos de ambientes confinados. Requiere de ambientes desaguados y zanjeados, prefiere suelos livianos, humíferos o areno-arcillo-humífero, permeable, aunque crece también en los medianamente compactos y frescos. Se planta en bordes de canales principales y zanjas elevadas (Carnevale, 1955)

En Argentina brota en septiembre y sus hojas caen a fines de mayo, en ellas pueden aparecer manchas de roya desde febrero hasta mediados de marzo, de manera que la infección no se generaliza y no lo perjudica (Carnevale, 1955) Es considerado como un clon de gran rusticidad, que le permite acomodarse a diversos ambientes. (Taris, 1966) Soporta sequías prolongadas, aunque depende del tipo de suelo y los cuidados de la plantación. En suelos fértiles, sin riego y con alrededor de 850 mm. puede alcanzar 3-4 m al primer año.

**Usos:** Madera adecuada para la fabricación de envases y pasta para papel, utilizándose para este caso diámetros desde 12 cm. Se utiliza en carpintería económica y leña.

### ***Populus x euroamericana* cv. "I-262"**

**Origen:** Clon masculino de origen italiano, obtenidos por Jacometti a fines de los años 1920 al igual que el clon I-214. (Padró, 1992)

**Descripción botánica:** Arbol, de copa semiextendida, con buena dominancia apical, de fuste recto. ramificación típicamente verticilada, con ramas casi perpendiculares al fuste, razón por la cual no engrosan exageradamente, la poda por lo tanto, no resulta complicada. Excelente propagación vegetativa. (Padró, 1992)

**Requerimientos:** Clon muy sensible a *Marssonina brinnea* (FAO, 1980, Padró, 1992) presenta la defoliación más tardía que el I-214 y la ausencia de semillas, lo hacen adecuado para su plantación en parques y jardines (González y García, 1987) Crecimiento inferior al Y-214, requiere de suelos fértiles. sensible a la sequía y al fototropismo, muy resistente al viento. (Padró, 1992)

**Usos:** Madera de gran calidad, densidad muy alta (0,360 gr/cm<sup>3</sup>) lamentablemente debido su alta susceptibilidad a *Marssonina* (I.S. 3,61), su lento crecimiento y relativa poca plasticidad no parecen ser un clon exitoso (Padró, 1992)

### ***Populus x euroamericana* cv. "I-455"**

Clon femenino italiano. creado por el Instituto de populicultura de Casale Monferrato (Taris, 1966) de foliación

tardía y caída de hoja previa a I-214 es probablemente un híbrido natural entre *P. deltoides* f. *virginiana* con *P. nigra* "Italica" en consideración a su porte erguido y tronco derecho, con hojas de gran tamaño (Carnevale, 1955, Taris, 1966)

**Populus x euroamericana cv. "I- 488"**

**Origen:** Clon femenino de origen italiano, obtenido por propagación vegetativa de un euroamericano asilvestrado realizado por el populicultor italiano G. Tronco (Picarollo, 1952), sin embargo su origen es polémico con el clon "NNDV" desarrollado en Portugal (Padró, 1992)

**Descripción botánica:** Arbol de copa semiextendida, de fuste muy recto, corteza lisa verde blanquecina sedosa con buena dominancia apical. Ramificación verticilada, pero de ramas finas, de poda fácil. Foliación bastante tardía, defoliación intermedia. Excelente propagación vegetativa. (Padró, 1992).

**Restricciones:** Crecimiento limitado, inferior a I-214, de alta plasticidad. Abandona su cultivo en Italia por su gran sensibilidad a *Marssonina* (I.S. de 2,48) y a pulgón lanífero (*Phloemyzus passerini*), resistente a *Venturia* y virus del mosaico (Padró, 1992)

**Usos:** Madera muy buena, con densidad media a alta (0,315 gr/cm<sup>3</sup>), pérdida volumétrica por su excelente rectitud (Padró, 1992)

**Populus x euroamericana cv. "I-45 /51"**

**Origen:** Clon masculino de origen italiano, creado en Casale Monferrato, muy cultivado en Francia por su buena forma a pesar de su susceptibilidad al chancro exudante y a las royas causadas por *Melampsora*. Hojas deltoideas, crecimiento rápido y poco sensible al fototropismo. Sensible a *Marssonina*, *Melampsora* y otras royas (González y García, 1987)

**Populus x euroamericana cv. "Parvifol".**

Clon femenino, de origen italiano, creado en Casale Monferrato.

**Populus x euroamericana cv. "I- 476"**

Clon masculino, de origen italiano, es considerado un clon idóneo para su utilización en parques y jardines al no producir semillas algodonosas en primavera, de gran crecimiento, aunque sensible a la bacteriosis. Se cultiva en Europa y en Corea (González y García, 1987)

**Populus x euroamericana cv. "Guardi"**

Clon femenino, de origen italiano. En etapa de prueba en el Populeto del fundo Copihue (Ulloa, 1995, en: Loewe et al, 1996)

### ***Populus x euroamericana* cv. "Campeador"**

Cultivar de crecimiento muy rápido comparable al I-214. Obtenido artificialmente por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias de Madrid. Según Pardó, 1988, este clon de gran utilización en España y otros países, fue creado en el antiguo Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias (IFIE), en el año 1952. Clon femenino obtenido a través de un doble cruzamiento euroamericano (Pardó, 1988)

Este clon es el más representativo de la Populicultura española, con una amplia utilización actual en toda España. que muestra una gran similitud fenotípica con *P. x euroamericana* "I-214", lo que ha suscitado una fuerte polémica a nivel internacional.

La caracterización electroforética de las enzimas de ambos clones han demostrado claras diferencias entre ellas (Castillo y Pardó, 1987).

Arbol algo tortuoso y ramoso, presenta hojas de base recta, bordes dentados, peciolo rojizo aplanado, con 7 nervios principales., de crecimiento espectacular, incluso superior al productivo I-214 al que se parece mucho en su comportamiento.

Algo exigente en los suelos. La madera es de buena calidad, pero se discute su capacidad para el desarrollo (Montoya, 1988). presente en el Populeto del Fundo Copihue (VIII región, Chile) y se ha cultivado en el vivero de álamos del Arboretum de Rinconada de Maipú, (Ulloa, 1995, en :Loewe et al., 1996).

### ***Populus x euroamericana* cv. "Chopo de Pinseque",**

Clon femenino de origen aragones. Es un cultivar desarrollado en España. (Moro, 1988, Pardó, 1988)

### ***Populus x euroamericana* cv. "Negrito de Granada".**

Se cultiva en la vega del Genil en España a distanciamientos de 2 x 2 m. (Moro, 1988). Clon de gran utilización en España (Pardó, 1988)

### ***Populus x euroamericana* cv. "Chopita**

Clon femenino de origen español, híbrido entre la "Chopa de Santa Fé" y del "Negrito de Granada", de fuste recto y bello porte, rendimientos inferiores a el "Campeador" (González y García, 1987)

### ***Populus x euroamericana* cv. "I-45/51"**

**Origen:** Clon masculino, de origen italiano, seleccionado en el año 1948 por el Instituto de Casale Monferrato, a partir de semilla obtenida por cruzamiento natural entre un *P. deltoides* spp. *Angulata* y un *P. nigra* nativo del río Po. (Padró, 1992)

**Descripción:** Arbol de copa estrecha y piramidal, de fuste muy recto y cónico, corteza acostillada especialmente en los ejemplares jóvenes, de cultivo rústico, muy poco sensible al fototropismo. (Cemagref/INRA, 1995)

**Requerimientos ambientales:** Como limitantes presenta sensibilidad a *Cryptorhynchus lapathi* L y fractura de

copa, disminución fuerte del crecimiento, es susceptible al chancro bacteriano.( Cemagref/INRA, 1995). Existen algunos antecedentes del uso de su follaje como forraje ( FAO, 1980). En Chile se encuentra en etapa de prueba en el Populetum del fundo Copihue (VII región, Chile)

**Usos:** En Francia se cultiva como árbol de hilera, en áreas de suelos pesados y zonas secas, al sur del Bassin Parisien.( Cemagref/INRA, 1995)

#### ***Populus x euroamericana* cv. "BL Constanzo"**

**Origen:** Clon femenino de origen italiano (ECNN, 1994)

**Descripción botánica:** Arbol de fuste derecho

**Requerimientos ambientales:** Presenta rápido crecimiento en la fase juvenil. Se adapta a terreno fresco y tiene una buena plasticidad edáfica, con exclusión de los terrenos cálcicos (ECNN; 1994)

**Limitantes:** De sensibilidad media a *Marsonnina brunnea*, similar al clon "I-214", pero muy susceptible a la defoliación primaveral y al pulgón lanigero. (ECNN; 1994)

**Usos:** La madera se presta a varias aplicaciones. (ECNN; 1994)

#### ***Populus x euroamericana* cv " Blanc du Poitou"**

**Sinónimos:** *P. euroamericana* Cv. "Serotina de Poitou"

**Origen:** Clon masculino , de origen francés creado en 1870. Es lóngo. Conocido antiguamente como "Serotina de Poitou" (FAO, 1980).

**Requerimientos ambientales:** Acepta zonas de agua superficial. Las situaciones óptimas de cultivo se encuentran en zonas de agua superficial al sur del Loira en Francia . ( Engref/INRA, 1995) En etapa de prueba en el Populetum del fundo Copihue (Ulloa, 1995, en : Loewe et al, 1996) Es notable para climas y suelos húmedos, maderas de muy buena calidad (FAO, 1980). Exigente a la humedad y sensible al frío, pero de crecimiento rápido.

**Limitantes:** Débil crecimiento juvenil. Puede desarrollar tronco flexuoso, sensible al fototropismo. Se recomienda no plantar en zonas de chancro bacteriano (Engref/INRA, 1995)

#### ***Populus euroamericana* cv." Boccari"**

**Origen:** Clon femenino de origen italiano (ECNN, 1994)

**Descripción botánica:** Arbol de corteza lisa y muy clara (ECNN, 1994)

**Requerimientos ambientales:** De rápido crecimiento juvenil, exigente de suelos frescos, pero se adapta a aquellos relativamente pesados (ECNN, 1994)

**Limitantes:** Es menos sensible a *Marsonnina brunnea* que el clon I-214, pero presenta gran susceptibilidad a la defoliación primaveral y al pulgón lanigero, por lo cuál debe plantarse con prudencia (ECNN, 1994)

**Usos:** Madera muy compacta, es muy apreciado en usos industriales especialmente para la fabricación de fósforos ( ECNN,1994)

#### ***Populus x euroamericana* cv. " Branagesi"**

**Origen:** Clon femenino , de origen italiano., obtenida en 1968, por G. Brambilla y S. Nasi de la Sociedad Genovese

Societa Immobiliare a partir de la multiplicación vegetativa de un alamo euroamericano asilvestrado en Italia. (Padró, 1992)

**Descripción botánica:** Arbol de copa semiextendida, de fuste recto, ramificación verticilada, ramas gruesas, de poda complicada. Propagación vegetativa excelente en vivero, menor en plantación. Foliación mas tardía que Y-214, defoliación intermedia. Corteza muy clara y lisa. Es un típico alamo euroamericano "canadiense" similares a "Canada blanc", "BL Constanzo", "Boccalari", "Gattoni" o "B-1M" (Padró, 1992, ECNN, 1994) Lento crecimiento juvenil (ECNN, 1994)

**Requerimientos ambientales:** Cultivar poco sensible al fototropismo, presenta madera de buena calidad, apreciada para la fabricación de fósforos y palillos y tronco recto. Se utiliza en silvicultura intensiva en la parte meridional de Francia (Cemagref/INRA, 1995).. Cultivar rústico, que le permite adaptarse a una gran variedad de situaciones edáficas, con buen crecimiento y comportamiento, puede adaptarse a condiciones de raíz profunda sin riego, si llega a la napa freática. Su principal inconveniente es la dificultad de la poda y el engrosamiento de las ramas verticiladas . Resistente a *Marsonnina* y virus del mosaico, sensible a venturia y pulgón lanígero (Padró, 1992) Sensible a la defoliación primaveral (ECNN, 1994)

**Usos:** Madera de muy buena calidad, apreciada para usos industriales, en Italia es muy utilizado en la industria fósforera (Padró, 1992, ECNN, 1994)

#### ***Populus x euroamericana* cv. "Canada Blanc"**

**Origen:** Clon femenino de origen español, muy cultivado en Cataluña y el Valle del Ebro, al igual que el "Negrito de Granada", este álamo parece ser la obtención francesa "Regenerata".

**Limitantes:** Sensible a los ataques de *Venturia* , lo que disminuye su utilización.( Montoya, 1988) Madera de muy buena calidad para la obtención de chapa de desarrollo, pero de menor desarrollo en diámetro que otros clones de *P. x euroamericana* (González y García, 1987)

#### ***Populus x euroamericana* cv. "Tardif de Champagne"**

**Sinónimo:** *P. euroamericana* cv. "Serotina de Champagne"

**Origen:** Clon masculino de origen francés. En etapa de prueba en el Populetum del fundo Copihue (Ulloa, 1995, en : Loewe et al, 1996)

**Requerimientos ambientales:** *Escasa amplitud edáfica, se cultiva en la zona norte de Francia* (Engref/INRA, 1995)

**Limitantes:** No es considerado un cultivar de gran productividad (Engref/INRA, 1995) su cultivo se encuentra en regresión debido a su sensibilidad a *Marsonnina*. (FAO, 1980)

**Usos:** Su madera es considerada de excelente calidad (FAO, 1980).

#### ***Populus x euroamericana* cv. "Serotina de Sélys"**

**Origen:** Clon masculino originario del Vivero de Bemissem.

**Características botánicas:** Presenta hábito fastigiado, muy semejante a *Populus nigra* var. *pyramidalis*, pero se distingue de este por su tronco mas redondo y regular, hojas mas grandes.

**Usos:** Se utiliza en plantaciones de abrigo o protección.

#### ***Populus x euroamericana* cv. "Dorskamp"**

**Origen:** Clon masculino de origen holandés, muy vigoroso y poco exigente a la calidad de suelos.

**Requerimientos ambientales:** Sensible a heladas tardías, buena reproducción vegetativa, se ha experimentado desde 1956 como NL 925, de dudosa resistencia al chancro exudante ( FAO, 1988) Sensible al fototropismo, sensible a los vientos, bajo cuya influencia puede alterar la forma de la copa y el tronco se vuelve sinuoso ( Cemagref/INRA, 1995)

**Aptitudes:** Crecimiento comparable a I-214( FAO, 1980, Montoya, 1988) Es un clon considerado como resistente o muy resistente a *Marssonina*, de interés para los populicultores franceses. Fustes bastante sinuosos (González y García, 1987)

Clon muy productivo, de gran amplitud edáfica, madera de buena calidad. Prefiere zonas aluviales comprendiendo además estaciones secas, en Francia se cultiva al sur del Bassin Parisien ( Cemagref/INRA, 1995) No es recomendable para el debobinado, por su sinuosidad basal ( mayor que "Flevo") y amplia copa, pero si es adecuado para madera aserrada (Camps, 1999.com. pers.)

### ***Populus x euroamericana* cv. " Flevo"**

**Origen:** Clon masculino de origen holandés, creado por el Instituto Holandés De Dorschkamp de Wageningen en 1952 o 1956 como "NL 923", obtenido por el cruzamiento artificial de *P. deltoides* cv. missourensis y *P. nigra* del norte de Italia (FAO 1980, González y Gracia, 1987, Padró, 1992 ) de fuste sinuoso, sensible a las heladas tardías, requiere de podas cuidadosas. Es muy cultivado en Francia , España y Alemania.

**Descripción botánica:** Arbol de copa amplia, con ramificación no verticilada, túpida, de poda bastante fácil (Padró, 1992), presenta foliación muy precoz , es el más precoz de los clones euroamericanos cultivados en España, con defoliación normal intermedia, presenta buena dominancia apical, de fuste bastante flexuoso, puede ser mas recto en las zonas con mejor calidad de estación(Padró, 1992).

**Aptitudes:** Clon de gran amplitud edáfica. (Engref/INRA, 1995) es de gran plasticidad , tolera ciertos niveles de arcilla, es susceptible al viento, al frío y al fototropismo.(Padró, 1992) Presenta buena a excelente reproducción vegetativa.. Resiste a *Marssonina* y *Melampsora* (roya), sensible a *Dothichiza* (Montoya, 1988, Padró, 1992 ) pero es sensible a *Xanthomonas*, *Dothichiza* y al virus del mosaico ( Padró, 1992) Crece en zonas aluviales y también en secas, en Francia se planta al norte del Bassin Parisien (Engref/INRA, 1995)

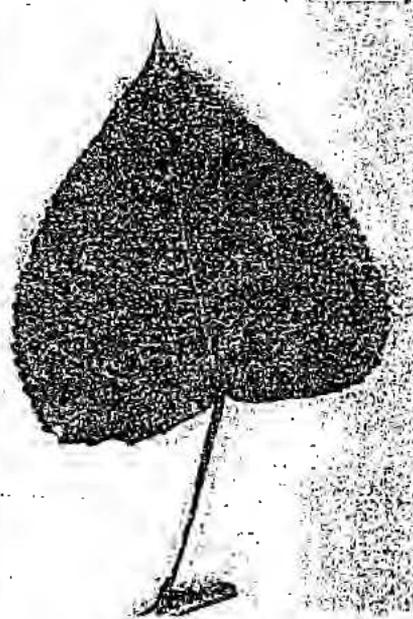
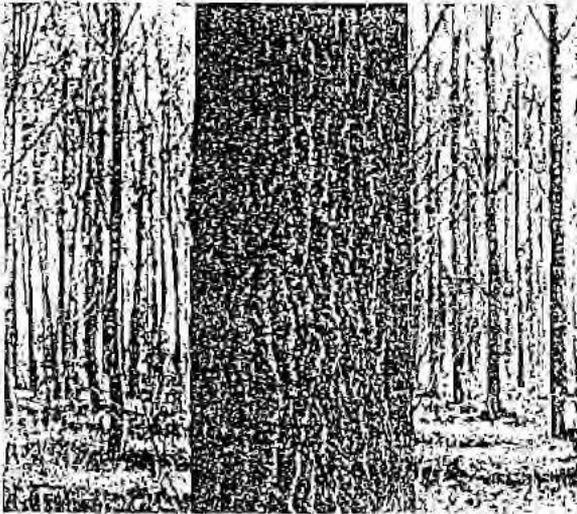
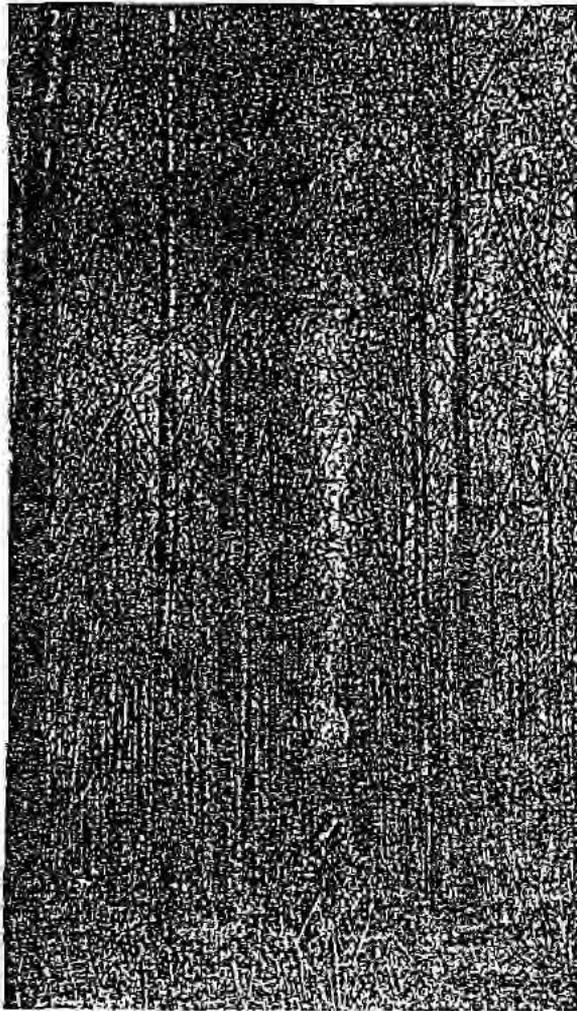
**Limitantes:** Es susceptible a los vientos fuertes, adoptando forma de bandera (Engref/INRA, 1995). No es muy recomendable como madera de debobinado, pero es aceptado para madera aserrada, es un clon vigoroso y poco exigente a los suelos. Clon que presenta una importante sinuosidad en la parte basal del tronco y copa muy ramosa (Camps, 1999.com. pers.)

**Usos:** Crecimiento inferior a Y-214, se considera medio a bajo, de lento crecimiento juvenil, pero suele recuperarse más tarde, con madera de densidad de tipo medio (0,300 a 0,350 gr/cm<sup>3</sup>), con pérdida volumétrica alta por torceduras del fuste. (Padró, 1992) Se considera valioso para plantaciones de tipo recreativo y paisajístico, áreas verdes y parques, por su amplia fenología, ramificación progresiva a lo largo del tronco, hojas pequeñas, produce interés para plantaciones lineales y cortinas cortavientos (Padró, 1992)

### ***Populus x euroamericana* cv. " Pinseque de Zaragoza"**

. Clon femenino , de origen español, de tallo algo tortuoso y no muy ramoso. tiene la corteza cubierta de un polvillo de cera. madera de buena calidad pero con dificultades para el desarrollo. Presenta pocas exigencias en cuanto a suelos ( Montoya, 1988)

*Populus x euroamericana* cv. "PANNONIA"



*Populus x euroamericana* cv. "PANNONIA"

***Populus x euroamericana* cv. "Negrito de Granada"**

Clon masculino de origen español. Suele afirmarse que corresponde al cultivar francés "Robusta" al que se le parece mucho por la calidad de la madera, por su porte y por su rápido crecimiento juvenil, así por su sensibilidad a la *Dothichiza*.

***Populus x euroamericana* cv. "Chopa de Santa Fé o Chopa de Granada"**

Clon femenino, de origen español cultivada en Granada, obtenido como híbrido de *P. deltoides* (angulata) x *P. nigra*, de gran desarrollo (González y García, 1987).

***Populus x euroamericana* cv. "Pannonia".**

**Origen:** Clon proveniente del cruzamiento de *P. deltoides* S-1-54. Clon femenino belga originario a su vez de *P. deltoides* A-142 Iowa y *P. deltoides* A-148 Missouri, con *Populus nigra* Lebeny 211, masculino. Muy cultivado en Hungría. (Hilliers, 1974)

***Populus x euroamericana* "Luisa Avanzo"** .

**Origen:** Clon femenino, de origen italiano, creado en 1968, con el nombre de "Giongione" de una selección de semillas semifrática de *P. deltoides* "3479/958" de Stoneville, supuestamente hibridado con un *P. nigra* del Lazio

Existen nuevos clones producidos por Enzo Avanzo en Italia, posteriores a la saga de "Luisa Avanzo", "CIMA", "BELLINI" y "CARPACCHIO" y al "2000 VERDE", con material inicial muy próximo, estos clones son conocidos como *Populus x euroamericana* "A2A", "A3A" y ultimamente "A4A". Estos clones son bastante sensibles a *Melampsora larici-populina*, resistentes a *Marssonina brunnea*, *Venturia populina* y *Phoemyzus passerini* o "pulgón lanífero del álamo" (Camps, 1999, com. pers.)

**Descripción botánica:** Arbol de copa bastante cilíndrica, con muy buena dominancia apical, ramificación no verticilada, abundante, túpida, extendiéndose a lo largo del fuste, poda muy sencilla. Fuste muy recto y cilíndrico. Tiene muy buen aprovechamiento del período estacional: foliación ligeramente más tardía que el Y-214 con defoliación muy tardía. Propagación vegetativa buena, algo inferior a Y-214 (Padró, 1992).

**Requerimientos:** Cultivar muy productivo, tiende a producir chupones, y es exigente en las características de suelo y en disponibilidad de agua. No resiste la sequía estival. En Francia se utiliza en silvicultura intensiva en zonas ricas y con disponibilidad de agua (Cemagref/INRA, 1995) Se cultiva en Chile en forma experimental y poco difundida. Bastante resistente al efecto del viento, a diferencia de "2000 VERDE" que es muy sensible (Camps, 1999, com. pers.) Padró, 1992, señala que este clon presenta un crecimiento extraordinario, superior a los 30 clones en cultivo en la zona del Ebro en España. Según algunos populicultores este clon es susceptible a *Melampsora larici-populina*, (Camps, 1999, com. pers.). Muy similar al clon "2000 VERDE", obtenido conjuntamente con "CIMA", obtenidos por el Prof. Enzo Avanzo de Italia.

Resiste *Melampsora*, *Marsonnina*, virus del mosaico y *Venturia*, especialmente sensible a *Dothichia* y pulgón lanigero (Padró, 1992)

Su limitante es la tendencia sufrir stress hídrico, lo que seca los ápices y brotes de las cepas, sensibilidad a los insectos perforadores (Padró, 1992).

**Usos:** Clon de alta plasticidad, se adapta a gran cantidad de terrenos, a excepción de suelos con caliza activa. Madera de calidad superior a Y-214, de densidad alta, útil para todas las aplicaciones industriales (Padró, 1992)

#### ***Populus x euroamericana* "MC"**

**Origen:** Clon femenino de origen italiano, obtenido por el populicultor Carlo Mellone, en 1954, por propagación vegetativa de una euroamericano asilvestrado (Padró, 1992)

**Descripción botánica:** Arbol de copa semia amplia, de mayor dominancia apical y frondosidad que el I-214, pero con ramas menos gruesas y semiverticiladas. Foliación intermedia, más tardía que "Y-214" y el clon Flevo, pero a su vez, más precoz que Y-488 e Y-262, con defoliación intermedia (Padró, 1992).

**Requerimientos:** Se adapta poco a periodos vegetativos cortos y fríos. Sensible a *Marsonnina* (I.S. de 1,33), se recomienda no plantarlo en zonas con riesgo de enfermedades foliares (Padró, 1992)

**Usos:** Clon de excelente propagación vegetativa, de crecimiento muy similar a Y-214 (Padró, 1992) Muy cultivado en España, donde se considera muy promisorio en Gerona (Camps, 1999.com. pers.), en la Depresión del río Ebro y en el Cinca en tanto en Italia su cultivo fué abandonado por su sensibilidad a *Marsonnina brunea* (Padró, 1992). Madera de excelente calidad para el desenrollo, muy homogénea con una densidad básica alta de 0,370 gr/cm<sup>3</sup>, presenta baja pérdida volumétrica (Padró, 1992).

#### ***Populus x euroamericana* cv. "San Martino".**

Sinónimo: *Populus euroamericana* cv I-72/58 (ECNN, 1994)

**Origen:** Clon femenino, de origen italiano, seleccionado en 1958 por el Instituto de Casale Monferrato, de semilla semifrática de un híbrido euroamericano de la localidad de San Martino Canavese de Torino. (Padró, 1992).

**Descripción botánica:** Clon de típico aspecto deltoideo, que recuerda al álamo Carolino de copa amplia y buena dominancia apical, fuste derecho y cilíndrico, corteza con costillas muy características y clara. Ramificación verticilada, ramas bastantes gruesas de poda complicada. Foliación muy tardía y propagación vegetativa relativamente difícil (Padró, 1992)

**Requerimientos:** Clon de buen crecimiento, incluso mejor que I-214 (ECCN, 1994) en los buenos sitios, siendo muy exigente al agua, de plasticidad media, sensible al frío y a la sequía, soporta muy bien el viento, medianamente sensible al fototropismo, exige suelos fresco y ligeros, aunque presenta buena adaptabilidad a diversos tipos de terreno, en casos de sequía prolongada no presenta necrosis cortical (ECNN, 1994). Resiste *Melampsora*, *Marsonnina* (I.S. 0,12), *Venturia* y el pulgón lanigero (Padró, 1992). Muy susceptible al virus del Mosaico, por lo que debe plantarse en zonas poco infectadas (ECCN; 1994)

**Usos:** Madera de densidad media a ligera (0,300 a 0,330 gr/cm<sup>3</sup>), con poca pérdida volumétrica, apta para todas las aplicaciones industriales (Padró, 1992, ECCN, 1994).

#### ***Populus x euroamericana* cv. "Triplo"**

Sinónimo: *Populus x euroamericana* I- 37/61 ( ECNN, 1994)

**Origen:** Clon masculino triploide , de origen italiano, creado en el Instituto de Casale Monferrato en el año 1961 , por hibridación controlada de *P. deltoides* "I-78/51" originario del Mississippi con el clon tetraploide Y-438, obtenido a su vez por reduplicación cromosómica con colchicina del clon *P.x euroamericana* cv. I-154, híbrido triploide (Bela y Lazlo, 1988, Padró, 1992)

**Descripción botánica:** Debido a que el origen de este clon es consecuencia del retrocruzamiento de un *P. x euroamericana* con *P. deltoides*, mantiene el típico aspecto deltoideo, del tipo Carolino: hojas grandes, fenología foliar tardía, ramificación verticilada, propagación vegetativa mediana (Padró, 1992) Arbol de copa muy amplia, con poca dominancia apical, tronco recto y cilíndrico, a veces ligeramente sinuoso, corteza muy rugosa y característica. Sin embargo este clon presenta en mayor grado el fenómeno de la topófisis, presentando cortezas finas y lisas que provoca confusiones dentro del clon (Padró, 1992)

**Requerimientos:** Es considerado como un cultivar de alta productividad, incluso superior a I-214 y de gran amplitud edáfica, Plástica, sensible al viento y al fototropismo , susceptible al chancro bacteriano (Cemagref/INRA, 1995) resiste *Melampsora*, *Marsonnina* (I.S. 0,10) *Venturia* y al virus del mosaico (Padró, 1992). Cultivado exitosamente en España ( Camps, 1999, com. pers.) Presenta cierta susceptibilidad al pulgón lanífero (ECNN, 1994)

**Usos:** Es utilizado en Silvicultura intensiva (Cemagref/INRA, 1995), es un clon de excelente crecimiento, superando al I-214 especialmente en buenas condiciones de sitio (Padró, 1992). Anteriormente conocido como *P. euroamericana* Cv. I-37/61 (FAO, 1980, ECNN; 1994). Madera de calidad superior al I-214, con densidad de tipo medio a alto (0,340 gr/cm<sup>3</sup>), con baja pérdida volúmetrica baja (Padró, 1992).

#### Otros clones o cultivares de interés:

*Populus x euroamericana* "I - A "Dodi. Clon italiano

*Populus x euroamericana* "I-70 D". Clon italiano

*Populus x euroamericana* " I Bianco di Cercenasco". Clon italiano

*Populus x euroamericana* " I- 92/40"

*Populus x euroamericana* " Guariento" . Clon femenino , de origen italiano

*Populus x euroamericana* " Gattoni" . Clon femenino , de origen italiano

*Populus x euroamericana* "DZ 21" . Clon femenino , de origen italiano

*Populus x euroamericana* " Cima" . Clon femenino , de origen italiano. Cultivar de tronco derecho y buena productividad, pero exigente a la calidad del suelo, prefiere suelos ricos y con agua abundante, poco adaptable a la sequía estival. Se cultiva bajo condiciones de Silvicultura Intensiva en la zona meridional de Francia (Cemagref/INRA, 1995).

*Populus x euroamericana* cv. "Cappa Bigliona "

*Populus x euroamericana* cv. " Veuves 1" . Clon masculino , de origen francés

*Populus x euroamericana* cv "Primo" . Clon, de origen belga

*Populus x euroamericana* cv "Ogy" . Clon, de origen belga

*Populus x euroamericana* cv "Ghoy" . Clon de origen belga, cultivado en Francia en zonas húmedas al norte del bassin Parisien, acepta aguas superficiales, pero presenta una escasa amplitud edáfica y geográfica con crecimiento juvenil débil. (Cemagref/INRA, 1995).

*Populus x euroamericana* cv "Gaver" . Clon de origen belga, con madera de buena calidad, pero con crecimiento juvenil débil, se cultiva en la zona norte de Francia (Cemagref/INRA, 1995).

*Populus x euroamericana* cv "Vernirubens" . Clon masculino , de origen holandés

*Populus x euroamericana* cv "Berolinensis" . Clon masculino , de origen holandés

*Populus x euroamericana* cv "Gelrica" . Clon masculino , de origen holandés, muy cultivado en Bélgica, su cultivo retrocede por su susceptibilidad a Marsonnina ( FAO; 1980)

*Populus x euroamericana* cv "M-2" . Clon femenino , de origen italiano

*Populus x euroamericana* cv " Tiepolo" . Clon femenino , de origen italiano

***Populus x euroamericana* "PAN" .**

Origen: Clon femenino , de origen italiano, muy similar a "BL Constanzo" por aspecto y exigencias (ECNN, 1994)

### ***Populus x interamericana***

Los híbridos interamericanos son el producto del cruzamiento entre las especies: *Populus deltoides* y *Populus trichocarpa*, los que muestran un incremento en el vigor y en la productividad, superior a sus especies parentales. Las hojas de los híbridos son alrededor de cuatro veces más grandes que sus progenitores a la misma edad. (Energy efficiency and renewable Energy Program Home Page, 1998)

La clonología de *Populus x interamericana* han resultado ser un excelente material de plantación principalmente en los terrenos abandonados por la agricultura tradicional, situados hasta altitudes de 900- 1000 msnm, con posibilidades de riego o con disponibilidad freática permitiendo la Populicultura en condiciones equivalentes al cultivo en riberas.

En alturas superiores a los 1000 m, en terrenos con dificultades de riego donde los clones euroamericanos no son útiles o presentan restricciones, la posibilidad de uso de clones de *Populus x interamericana* tales como "Beaupré", "Raspalje", "Unal" "Donk", etc. son utilizados en España, Francia, Hungría, Bélgica y otros países europeos con fines productivos y presentando rendimientos muy importantes, superiores incluso a los clones euroamericanos.

En los Estados Unidos, estos híbridos están probándose comercialmente en empresas forestales en Pacific Northwest. Se realizan investigaciones en necesidades de riego, comparándolas con otras especies de latifoliadas, así como en programas de mejoramiento genético en la búsqueda de clones resistentes al ataque de insectos y diversas enfermedades fungosas, probados en 4 estados de U.S.A. a partir de 1995, y conocido por el público a partir de 1998-2002 ( Energy efficiency and renewable Energy Program Home Page).

Algunos clones de interés en los próximos 5 años cultivados en el centro de Europa ( norte de Francia, Bélgica, Alemania y Holanda), producidos por el Institute for Forestry and Game Management de Belgie, disponibles con fines experimentales (Camps, com. pers. 1999):

"Hazendans". Clon belga híbrido de *P. trichocarpa* x *P. deltoides*

"Hoodvost". Clon belga híbrido de *P. trichocarpa* x *P. deltoides*

**Algunos clones de *P. x interamericana* cultivados en Europa:**

"Unal" Clon belga, de sexo masculino, híbrido de *P. trichocarpa* x *P. deltoides*

"Raspalje". Clon belga, de sexo femenino, híbrido de *P. trichocarpa* x *P. deltoides*, cultivado con éxito en España ( Camps, 1999, com. pers.)

"Beaupré" Clon belga, de sexo femenino, híbrido de *P. trichocarpa* x *P. deltoides* cultivado con éxito en España ( Camps, 1999, com. pers.)

## ***Populus tremula* L.**

"Aspen, álamo temblón, chopo temblón, tremolo, tremle, european aspen"

**Origen y distribución:** Ampliamente difundida en el norte de Europa y Asia, por su gran resistencia al frío extendiéndose hasta el norte de África.

**Descripción botánica:** Arbol de talla mediana de 15- 16 m de altura en su lugar de origen o ( 5 a 25 m), tronco más bien cilíndrico, de corteza verde claro o verde grisáceo, lisa en los árboles jóvenes, con la base agrietada en los viejos, salpicada de manchas oscuras romboidales o redondeadas. Copa ancha, cónica de joven, redondeada en la adultez, poco densa. Produce abundantes chupones, por lo cuál es su principal sistema de reproducción, no por estacas de ramas.

Hojas alternas, casi orbiculares, irregularmente dentadas y festoneadas, verdes por ambas caras, sin tomento o algo pilosas en la cara inferior, de 4-7 cm de diámetros. Peciolos largos, delgados, comprimidos según un plano transversal al limbo por lo que la línea de sutura con la hoja es muy leve, de ahí la gran movilidad de su follaje, que tiemblan con el viento. Las hojas de los braquiblastos son suborbiculares, crenuladas y glabras, en tanto, las hojas de los macroblastos son ovales, acuminadas, finamente dentadas, pubescentes en el envés.

Amentos masculinos de 8-12 cm de largo, grisáceos, colgantes y vellosos con flores de 4- 12 estambres rojos que aparecen durante el invierno o inicios de primavera. Los amentos femeninos son colgantes con flores con dos estigmas bifidos de color rojo. Los frutos son cápsulas aovadas, pediceladas, lampiñas, semillas pequeñas, provistas de un mechón de pelo blanco. Sistema radicular superficial con gran número de raíces que dan múltiples rebrotes o retoños. ( Moro, 1988, Jacamon, 1992) Presenta un mal rebrote de cepa, pero produce abundantes chupones (Pardé, 1941)

**Requerimientos ecológicos:** Es una especie boreal montana, muy resistente a los fríos y heladas. Especie muy exigente de luz, (Pardé, 1941) buen colonizador de claros de bosques, en España donde llega hasta los 1500 m en los Pirineos de Huesca.( Moro, 1988). De longevidad mediana, puede llegar a vivir hasta los 120 años (Pardé, 1941)

Prefiere suelos profundos y frescos, pero no compactos (Moro, 1988), puede crecer en suelos arcillosos y ambientes secos, pero con crecimiento reducido ( Jacamon, 1992).

Da pocas semillas fértiles y de escasa latencia. Presenta escaso rebrote de cepa, se renueva a base de los retoños muy abundantes y vigorosos, de rápido crecimiento juvenil, pero es poco longevo, ya que no supera los 80-100 años de vida ( Moro, 1988, Jacamon, 1992).

**Usos:** El álamo temblón es muy decorativo en sus variedades "*pendula*" o "Weeping aspen" cultivar masculino, "*villosa*" y "*variegata*". La madera es blanca, homogénea, de más dureza que otros álamos. su densidad es de 0,45-0,50. Sus resistencias mecánicas son buenas, su durabilidad mediocre, estimado para la carpintería, el chapado de muebles. Los rollos de la base son desenrollados. Se utiliza en la fabricación de pasta para papel y en la fabricación de fósforos, madera debobinada, etc. ( Carnevale, 1955, Jacamon, M. 1992).

Especie difícil de propagar por métodos convencionales, es cultivada en España a partir de material obtenido por cultivo in-vitro de individuos sobresalientes. Las vitroplantas han tenido una capacidad de enraizamiento y aclimatación cercana al 95%.(Moro, 1988)

Junto a *P. alba* es progenitor del híbrido *P. x canescens* (Ait.) Smith o "chopo cano", de hojas no lobuladas, dentado-aovadas, grisáceas en el envés y que es frecuentemente plantado como el álamo blanco( Moro, 1988).

***Populus simonii* Carr.**

**Origen:** China, donde ocupa una gran area entre China central y septentrional y Corea (FAO, 1980)

**Descripción:** Es un álamo balsámico, introducido a Europa como especie de montaña, pero actualmente solo tiene valor como especie ornamental. Ramas flexibles y colgantes, corteza lisa y blanquizca, hojas ovaladas. No alcanza grandes dimensiones y es poco lóngo (FAO, 1980)

***Populus tremuloides* Michx.**

"American Aspen, Trembling Aspen".

**Origen y distribución:** Es una de los álamos mas extensamente distribuidos en América, desde las montañas desde el Norte de México hasta Alaska.

**Descripción botánica:** Arbol de talla pequeña a mediana, puede alcanzar entre 25 a 30 m de altura (Pardé, 1941) tronco recto, curvado y achaparrado en los suelos pobres o degradados, de corteza amarillo pálido, verdosa. Ramillas cilíndricas, verde oscuras, glabras, con lenticelas ovales, distribuidas en los brotes jóvenes. Yemas adpresas, pequeñas, agudas, gomosas, escamas café, finamente pubescente, escama foliar pequeña, triangular. Hojas con lámina anchamente ovada o circular, con ápice acuminado, verde oscura, margen finamente aserrado, peciolo café-rojizo, aplanado, glabro, tan largo como la lámina, puede presentar glándulas terminales. (Roller et al. 1972).

**Comportamiento:** Sistema radical superficial. Produce abundante semilla y presenta buena capacidad de rebrote. A pesar de crecer en todo tipo de suelos, es muy sensible a los requerimientos de sitio, en sitios no favorables es de escaso desarrollo y se deteriora a corta edad (Lamb, 1967)

***Populus trichocarpa* Torr. et Gray**

"Black cottonwood, Peuplier baumiers"

**Origen y distribución:** De origen norteamericano, originario del oeste de U.S.A y Canada, de distribución muy extendida, con procedencias variadas, a lo largo de la costa del Pacífico, donde habita a lo largo de los ríos, en bosques acompañados de coníferas ( *Pseudotsuga menziessii*, *Picea sitchensis*, etc). Introducido a Inglaterra en 1892. pertenece a la sección Tacamahaca o álamos balsámicos.

**Descripción botánica:** Es uno de los álamos balsámicos de mayor tamaño y rápido crecimiento, de 20 a 25 m, hasta casi 60 m de altura en su hábitat nativo. Tronco generalmente recto, ramillas finas, bastante erguidas. ramas vigorosas, angulosas y un poco pubescentes durante el primer año. La corteza de los árboles jóvenes se exfolia o descascara. Yemas alargadas, agudas, grandes, muy pegajosas. Hojas grandes, de 12-14 cm de largo y 5-8 cm de ancho, ovoides, bastante alargadas, largamente apiculadas, dientes pequeños, de color verde oscuro por el haz y pálidas con reflejos metálicos y reticuladas por el envés, de fuerte olor balsámico al desplegarse. de hermoso color amarillo en el otoño, peciolo rojizo, de 2-3 cm de largo, un poco pubescente ( Bourger y Castaner, 1988, Jacamon, 1992)

## Requerimientos:

Resiste bien a la competencia: de rápido crecimiento, alcanza gran crecimiento en climas húmedos. presenta tendencia a desarrollar rebrotes. buena capacidad de enraizamiento (Jacamon, 1992). Sin embargo es propenso al cáncer bacteriano. Sus principales cultivares: "Columbia River", "Fritzi-Pauley" y "Trichobel" son resistentes a la competencia, soportan suelos ácidos, presentan gran capacidad de generar chupones, no soportan terrenos inundados y se recomienda su uso en Populicultura en áreas fuera de las zonas aluvionales ( Cemagref/INRA, 1995).

## Importancia de la especie, híbridos y sus cultivares:

El clon de *P. trichocarpa* cv. "Fritzi Pauley" (= SP 126) fue muy intensamente plantado en Francia durante 1975 a 1985, pero debido a su fragilidad el viento y a otros problemas económicos contingentes, fue dejado de plantar y prácticamente su cultivo ha sido abandonado ( Jacamon, 1992) . Actualmente se cultiva en la zona norte de Francia, en zonas de pH ácido, se utiliza en Populicultura fuera de zonas de suelos aluvionales( Cemagref/INRA, 1995).

En su reemplazo se han desarrollado sus híbridos con *P. deltoides*, conocidos como **Populus interamericanos o Populus x interamericana** van Broekhuizen, originarios por el cruzamiento de *Populus trichocarpa* x *Populus deltoides* , los más conocidos de ellos, han sido creados y seleccionados en Bélgica:

### ***Populus x interamericana* cv. "Beaupré": clon femenino**

**Origen:** Clon producto del cruzamiento entre *P. trichocarpa* "Fritzi Pauley" femenino x *P. deltoides*. masculino ( Grenaway et al. 1989).

**Requerimientos ambientales:** Este clon presenta una gran amplitud edáfica, rectitud de fuste, muy productivo ( Cemagref/INRA, 1995)

**Restricciones:** Sensible al viento, que ralea la copa y puede llegar a producir curvatura . No se recomienda plantarlo en zonas de sequía estival, ni en zonas expuestas al viento, no es recomendable para zonas con agua temporal en el período vegetativo o terrenos anegados. En Francia se cultiva al norte del Loira( Cemagref/INRA, 1995)

### ***Populus x interamericana* cv. "Barn"**

**Origen:** Clon producto del cruzamiento entre *P. deltoides* x *P. trichocarpa* al igual que el clon "DONK" y la línea "NL1656" y " NL1783". Muy cultivado en Holanda.

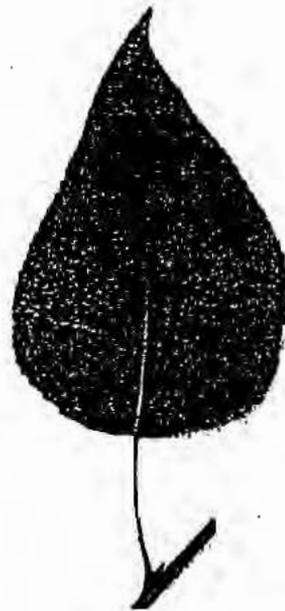
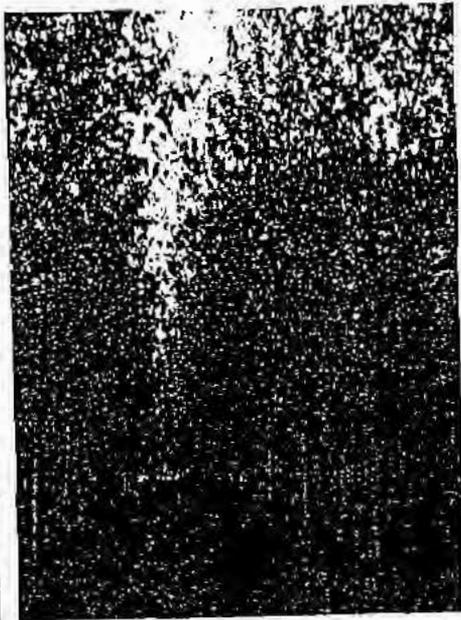
### ***Populus x interamericana* cv. "Boelare"**

**Origen:** Clon producto del cruzamiento entre *P. trichocarpa* "Fritzi pauley" femenino x *P. deltoides* como progenitor masculino (Grenaway et al. 1989)

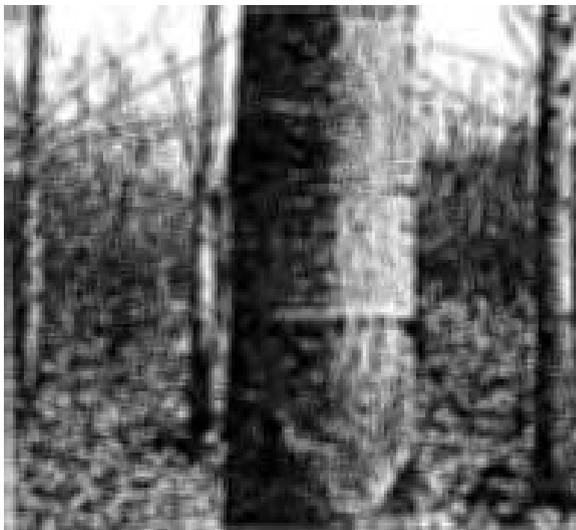
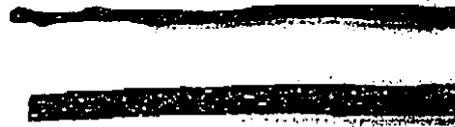
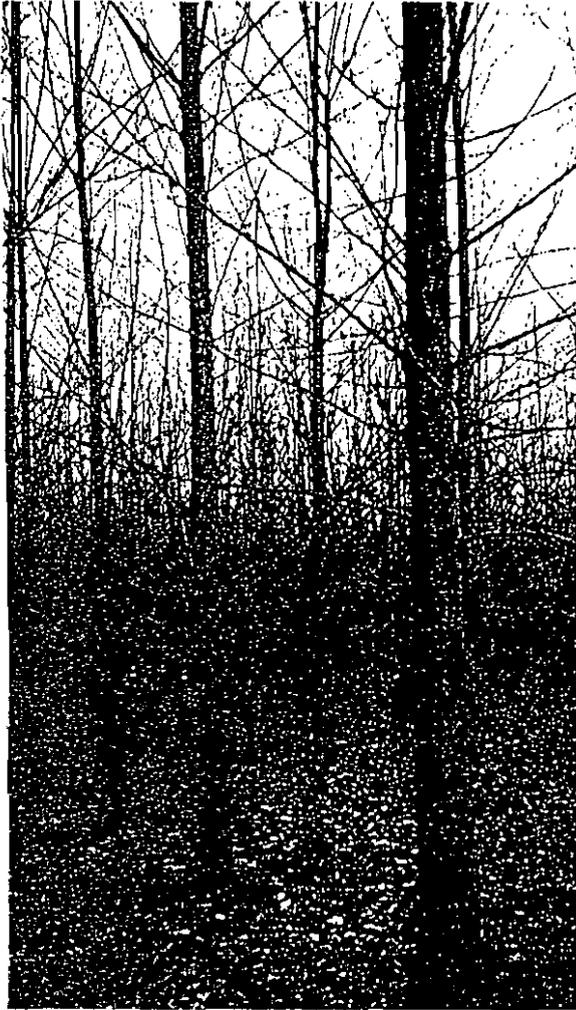
**Requerimientos ambientales:** Este clon presenta una gran amplitud edáfica, rectitud de fuste, muy productivo ( Cemagref/INRA, 1995) Muy resistente a heladas (ISGG)

**Restricciones:** Sensible al viento, que ralea la copa y puede llegar a producir curvatura . No se recomienda plantarlo en zonas de sequía estival, ni en zonas expuestas al viento, no es recomendable para zonas con anegamiento en el período vegetativo. En Francia se cultiva al norte del Loira( Cemagref/INRA, 1995)

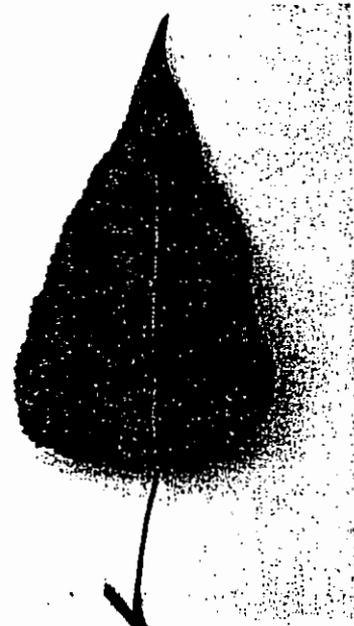
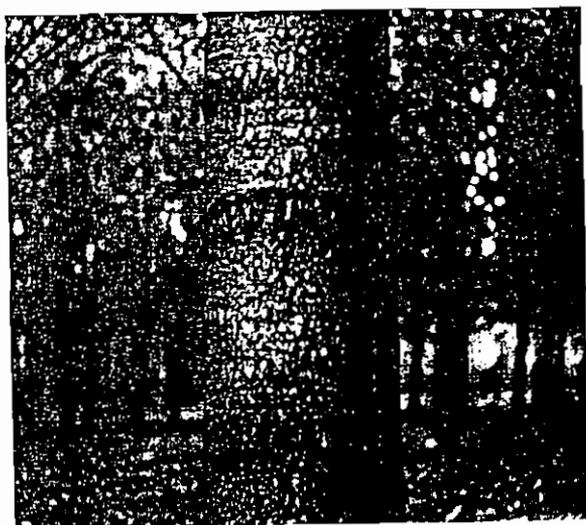
### ***Populus x interamericana* cv. "Donk"**



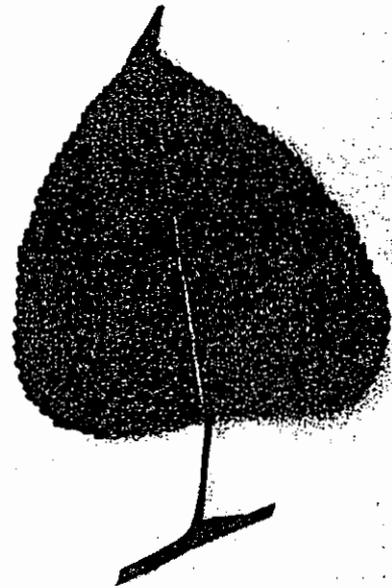
*Populus x interamericana* CV. "BEAUPRE"



Populus x interamericana CV. "Raspalje"



Populus x interamericana CV. "UNAL"



Populus x interamericana CV. "RAP"

**Origen:** Clon producto del cruzamiento entre *P. deltoides* femenino x *P. trichocarpa* como progenitor masculino (Greenaway et al. 1989).

**Requerimientos ambientales:** Este clon presenta una gran amplitud edáfica, muy productivo (Cemagref/INRA, 1995)

**Restricciones:** Susceptible al chancro bacteriano. No se recomienda plantarlo en zonas de sequía estival, ni en zonas expuestas al viento, no es recomendable para zonas con anegamiento en el periodo vegetativo. En Francia se cultiva al sur del Bassin Parissien y en Alsacia (Cemagref/INRA, 1995)

#### ***Populus x interamericana* cv. "Hunnegem"**

**Origen:** Clon producto del cruzamiento entre *P. trichocarpa* "Fritzi Pauley" femenino x *P. deltoides* como progenitor masculino (Greenaway et al. 1989)

**Requerimientos ambientales:** Este clon presenta una gran amplitud edáfica, rectitud de fuste, muy productivo (Cemagref/INRA, 1995)

**Restricciones:** Sensible a las heladas, no resiste sectores con sequía estival, o situaciones de anegamiento, se cultiva al sur del Bassin Parissien (Cemagref/INRA, 1995)

#### ***Populus x interamericana* cv. "Raspalje"**

**Origen:** Clon producto del cruzamiento entre *P. trichocarpa* "Fritzi Pauley" femenino x *P. deltoides* como progenitor masculino (Greenaway et al., 1989)

**Requerimientos ambientales:** Este clon presenta una gran amplitud edáfica, rectitud de fuste, muy productivo (Cemagref/INRA, 1995)

**Restricciones:** Sensible al viento, no resiste sectores con sequía estival, o situaciones de anegamiento, se cultiva al sur del Bassin Parissien (Cemagref/INRA, 1995)

#### ***Populus x interamericana* cv. "Unal"**

**Origen:** Clon masculino producto del cruzamiento entre *P. trichocarpa* "Fritzi Pauley" femenino y *P. deltoides* proveniente de Iowa y Missouri como especie parental masculino. (Greenaway et al. 1989)

**Requerimientos ambientales:** Este clon presenta una gran amplitud edáfica, rectitud de fuste rama terminal muy dominante, muy productivo con crecimientos anuales medios de 19,7 m<sup>3</sup>/ha/año en Bélgica (ISGG). Muy buen enraizamiento de las estacas, vigoroso en vivero (Cemagref/INRA, 1995). No es recomendable como plantación en hilera, frente al viento presenta susceptibilidad en la parte alta de la copa. Muy resistente a heladas en toda época del año. (ISGG)

**Restricciones:** Sensible al viento, no resiste sectores con sequía estival, o situaciones de anegamiento, se cultiva al sur del Bassin Parissien (Cemagref/INRA, 1995).

Muy sensible a *Melampsora larici-populina*, resistente a *Xanthomona populi* "chancro del álamo".

#### ***Populus x interamericana* cv. "Rap":**

**Origen:** Clon femenino producto del cruzamiento entre *P. trichocarpa* x *P. deltoides* (Greenaway et al. 1989)

Varios de estos clones están recomendados y en observación en Hungría, Francia, España (Cemagref/INRA, 1995, Tóth, B. 1996)

Los álamos interamericanos son bastante exigentes, en cuanto a la calidad del suelo y la disponibilidad de agua, prefieren los , prefieren los climas húmedos, siendo utilizados en Populicultura sobre suelos profundos, en climas templados húmedos (Jacamon, 1992).

## GENERO SALIX

"Sauces, mimbres, willows, salgueras"

Interesante grupo de árboles, arbustos y subarbustos dioicos, de flores unisexuales en amentos generalmente erguidos, que aparecen frecuentemente antes de las hojas, de follaje caducifolio, hojas simples alternas, a veces subopuestas, con estípulas a menudo muy desarrolladas y persistentes. Los frutos son cápsulas uniloculares, bivalvas, reunidas en grupos, la semilla acompañada por un mechón de pelos sedosos (Pardé, 1941)

Plantas leñosas de rápido crecimiento, con excelente capacidad de rebrote y enraizamiento. Se reproduce por propagación vegetativa. Cortezas con ácido salícico, de uso medicinal.

De creciente interés en la agricultura y en la silvicultura por la producción de biomasa a partir de las especies de rápido crecimiento. Se caracterizan por alta tasa de crecimiento durante la etapa juvenil, la habilidad de rebrotar luego de la cosecha y la posibilidad de propagarse vegetativamente. ( Sennerby- Forsse, I., Berggren, B., Brunkener, L. y I. Fjell, 1984)

### Taxonomía de Salix

El género *Salix* es uno de los más extensos dentro del reino vegetal, Pohonen, 1991, señala que de algún modo los sauces son similares a los *Eucalyptus* (Myrtaceae) en la evolución de las especies arbóreas, *Salix spp.* ocupa un nicho similar en el oeste natural de la línea de Wallace como *Eucalyptus spp.* lo hace hacia el este de esta línea. Sauces y *Eucalyptus* son especies pioneras, jóvenes en tiempos evolutivos y representadas por cientos de especies.

Los sauces se distribuyen principalmente en el Hemisferio Norte, en regiones frías y templadas en casi todo el mundo, a excepción de Australia.

Andersson fué el primer sistemático en estudiar el género *Salix*, reconociendo 160 especies a nivel mundial. Actualmente el número de especies estimadas oscila entre 300-500 dependiendo de la amplitud de la definición de ellas. Pohjonen, 1991 reúne alrededor de 275 sauces, en una lista generada a través de diversas fuentes que incluye especies de todos los subgéneros.

El género *Salix* se divide en tres subgéneros: *Salix*, con 6 secciones, *Vetrix* con 15 secciones y *Chamaetia* con 5 secciones ( Pohjonen, 1991).

**Subgénero *Salix*:** Corresponde a los sauces arbóreos, pueden alcanzar entre 10 y 35 m de altura. son consideradas las más primitivas del género, aislados morfológicamente de los sauces más evolucionados. las especies primitivas de este subgénero llegaron a América desde el este cuando África estaba adyacente a Norte y Sudamérica (Dorn, 1976)

**Subgénero *Vetrix*:**

**Subgénero *Chamaetia*:**

Tabla N° : **Algunas características primitivas y avanzadas en el género Salix.** ( Dorn, 1976)

Caracteres primitivos	Caracteres derivados
Distribución subtropical	Distribución templada y boreal
Arboles	Arbustos
Diploides	Poliploides
Brácteas de las yemas libres	Bracteas de las yemas sin márgenes libres
Amentos en el ápice de las ramillas del año	Amentos sésiles sobre ramas de años anteriores
Amentos laxos, escasamente floridos	Brácteas florales pigmentadas, persistentes
Bracteas florales sin pigmentos, caducas	Estambres 1 o 2
Estambres más de dos	Estilos largos
Estilos cortos	

Viven muy ligados a buenos suelos y con alta humedad edáfica. Los sauces son consideradas especies pioneras especialmente en habitats húmedos, esta característica es importante para explicar su distribución pasada y actual.

### CARACTERISTICAS REPRODUCTIVAS DE SALIX

Los sauces pueden presentar diversos mecanismos de especiación.

- Las primeras especies americanas probablemente evolucionaron ampliamente como resultado del aislamiento y divergencia genética con las especies parentales. Esto se refleja en el hecho de la baja proporción de poliploides en el más primitivo de los subgéneros: Humboldtianae. *Salix humboldtiana* tiene 38 cromosomas.(2 n).
- La Hibridización puede ser importante en conjunción a la poliploidia. Alrededor del 40% de las especies americanas de las especies que se ha contabilizado el numero cromosómico han resultado ser poliploides. Algunos autores sugieren que las especies poliploides pueden ser derivadas independientemente en mas de una localidad en diferente tiempo (Argus en Dorn, 1976).
- En las poblaciones naturales de *Salix* se producen numerosos híbridos, otros se han obtenido artificialmente, muchos han sido descritos y se les ha dado un nombre. Algunos híbridos presentan interes económico y ornamental, los más importantes son los de las secciones *Albae* y *Fragiles*, además de *Albae* y *Nigrae*
- Otra importante consideración incluye la alogamia o polinización cruzada como resultado del dioicismo.
- La gran mayoría de los sauces cultivados por su madera se interhibridan fácilmente, debido a su naturaleza dioica. En Argentina se ha obtenido un híbrido múltiple cruzando *Salix alba* x *Salix babylonica* con *Salix alba* x *Salix argentinensis*, este último es un híbrido de *Salix babylonica* y *Salix humboldtiana*. (FAO, 1980)
- Un buen sistema para hibridizar, consiste en plantar muy próximos dos clones que florezcan simultáneamente. Los huertos para la producción de semillas deben estar alejados de cualquier árbol masculinos por lo menos 500 metros (FAO, 1980)

### Caracteres recomendados para distinguir clones de *Salix* ( Rulkeens, 1988):

Los siguientes caracteres son útiles para distinguir los clones de sauces: sexo, color de ramillas en invierno, forma de las yemas invernales, presencia de escamas negras en las yemas, época de despliegue foliar, color del peciolo, presencia de brácteas en el peciolo, glaucosidad en el envés. Algunos problemas lo constituyen : la persistencia de estípulas, longitud de las dimensiones foliares.

### SELECCIÓN DE ESPECIES PRODUCTIVAS CON FINES ENERGÉTICOS

Actualmente el cultivo de *Salix* a nivel mundial, esta orientado bajo el concepto de especies leñosas de rápido crecimiento con fines principalmente energéticos, en especial desarrollado en los países del Norte de Europa. En Suecia, por ejemplo, las plantaciones de cultivo intensivo con sauces producen entre 12 a 15 toneladas de materia seca por hectárea/año, esto supone desde el punto de vista energético, corresponde aproximadamente a 1 metro cúbico de combustible.

*La meta actual en estos países es lograr una mejor optimización de la producción mediante los programas de mejoramiento genético, el aumento de la productividad en áreas marginales y la intensificación de los métodos de cultivo para lograr una mayor productividad de materia seca leñosa por hectárea/año.*

Según Zsuffa y Morgan, 1983, señalan que la selección de las especies productivas de *Salix*, con fines energéticos, se basan en el conocimiento de las características deseables, especialmente para su manejo y aprovechamiento en Silvicultura Intensiva o de corta rotación.

Muchas de las características deseables se cumplen para muchas especies de este género, tales como:

1. Alta tasa de crecimiento juvenil
2. Amplia utilización de la estación de crecimiento, generalmente con hábito de crecimiento indefinido, con yemas florales que aparecen al final de la estación de crecimiento.
3. Alta tasa de fotosíntesis neta
4. Bajo consumo de energía en las estructuras reproductivas
5. Copas estrechas y ramas erguidas, para maximizar la intercepción solar.
6. Tolerancia a la competencia cuando se plantan en parcelas con alta densidad
7. Buena propagación vegetativa, fácil establecimiento
8. Fácil regeneración después de la cosecha por rebrote vegetativo de las cepas.
9. Alta variabilidad genética, factibilidad de presentar ganancia genética a través de técnicas de mejoramiento genético y selección clonal.
10. Propiedades de la madera aprovechables para su uso energético: alto peso específico, bajo contenido de humedad y corteza delgada.

11. Resistencia a pestes y enfermedades

12. Adaptación al stress, incluye resistencia al frío y tolerancia a la sequía.

Wasielowski, 1982, indica que el género *Salix* esta conformado por especies pioneras de estado sucesional temprano, especialmente en condiciones de disponibilidad de agua, además por su gran variabilidad y diversidad a nivel del género y entre especies y sus cultivares, estos pueden adaptarse a las más diversas condiciones de sitio.

## SAUCES HIBRIDOS

(FAO; 1980)

### Híbridos entre las secciones *Fragiles* y *Albae*:

*Salix x blanda* Anders: Híbrido entre *S. babylonica* x *S. fragilis*, es un sauce llorón, muy vigoroso, cultivado frecuentemente, del cual existirían varios clones de los dos sexos .

*Salix alba var. tristis* Ser. Híbrido entre *Salix babylonica* x *S. alba var. vitellina*, con flores hermafroditas. Son más resistentes al frío que *S. babylonica*. Cultivado en Europa Occidental y central.

*Salix x erythroflexuosa* Ragonese y Rial Alberti. Híbrido entre *S. matsudana* cv. "tortuosa" x *S. alba var. tristis*, es un arbusto vigoroso que presenta la forma tortuosa de las ramas, de color rojizo brillante, de prote llorón. Introducido en Francia en 1961.

### Híbridos entre las secciones *Nigrae* y *Albae*:

*Salix x argentinensis* Ragonese y Rial Alberti, híbrido de gran aceptación comparable al *Populus x euroamericana*, logrado por la fecundación de *Salix babylonica* y *Salix humboldtiana*. Los genetistas han seleccionado un cierto número de clones pertenecientes a este grupo de rápido crecimiento, de grandes dimensiones y es cultivado en Argentina.

Sus principales cultivares son:

*S. x argentinensis* cv. "Híbrido": Clon masculino de tronco retorcido, horquillado, con ritidoma precoz.

*S. x argentinensis* cv. "Mestizo": Clon masculino de bella forma, con ritidoma precoz en pequeñas placas que se desprenden fácilmente

*S. x argentinensis* cv. " Mestizo Amos". Clon femenino, de fuste algo sinuoso y ritidoma hendido poco profundamente.

**CLAVE DE IDENTIFICACION DE SALIX**  
(Bailey, 1925)

1. Los amentos aparecen antes de las hojas, principalmente laterales en las ramas invernales.

- Hojas oblanceoladas, glabras en ambas superficies, estípulas ausentes .....S. purpurea
- Hojas lineares, revolutas, blanco tomentosa por el envés, estípulas ausentes....S. incana
- Hojas lanceoladas o estrechamente lanceoladas, no revolutas, con pelos sedosos en el envés, estípulas presentes en ramas juveniles .....S. viminalis
- Hojas anchas y cortas, blanco tomentosas en el envés, estípulas prominentes en ejemplares juveniles. .... S. caprea

1. Los amentos aparecen junto a las hojas o más tarde sobre ramas cortas laterales hojas

- Hojas anchas (ovadas a oval oblongas). estambres más de tres.....S. pentandra
- Hojas estrechas, de tipo lanceolado, glabras, pubescentes o seríceas.
- Arboles de crecimiento erguido o abierto
  - Hojas glabras, estambres 2 o 3..... S. fragilis
  - Hojas pubescentes o sedosas, estambres 2
    - Ramas jóvenes de color amarillo brillante..... S. vitellina
    - Ramas jóvenes de color verde o café..... S. alba
  - Arboles con largas ramas colgantes..... S. babylonica

**FICHAS DESCRIPTIVAS DE LAS PRINCIPALES ESPECIES CULTIVADAS Y DE USO POTENCIAL EN CHILE**

**Salix alba L.**

" Sauce blanco, White Willow, Saule blanc"

Origen: Ampliamente distribuido a través de las tierras bajas y valles fértiles de las islas Británicas y Europa. *S. alba* fué introducido en Norteamérica en la época del colonialismo y actualmente en el Norte de África, norte y este de Asia (Newsholmes, 1992) , y en Sudamérica. Pertenece a la sección *Salix* del subgenero *Salix* ( Pohjonen, 1991).

**Descripción botánica:** Es el más grande de los sauces arborescentes. Arbol de hasta 25 m. de altura, de tronco grueso y derecho, puede llegar hasta alcanzar un metro de diámetro. En Rusia puede alcanzar hasta los 30 m de altura. Corteza primero gris verdosa, luego pardo-grisácea con estrías longitudinales en los ejemplares adultos. Copa irregular y estrecha, poco densa. Ramas numerosas, erguidas, alargadas, flexibles y tenaces, ramillas más o menos péndulas, pilosas de jóvenes. Yemas pequeñas, aovado-oblongas, aquilladas, sedosas, aplicadas a las ramas.

Hojas caducas, alternas en las ramillas, lanceoladas, glandulosas, acuminadas, sedosas por ambas caras especialmente en el envés de color blanquecino, de 7 a 12 cm de largo, márgenes finamente dentados y con peciolo muy corto, estípulas lineal lanceoladas, agudas, aserradas, sedosas y caducas. ( Moro, 1988)

Amentos compactos de 4 a 6 cm de largo, cilíndricos, estrechos, aparecen junto con las hojas, rectos o algo arqueados, sobre pedúnculos hojosos y tomentosos como el raquis. Escamas amarillentas, caducas, pilosas en la base y en el borde, lampiñas en el dorso, oblongo-lanceoladas. Flores masculinas con dos estambres de filamentos

libres, pilosos en la base, dos nectarios. Flores femeninas tienen un estilo corto, generalmente partido, con un nectario, estigmas divididas en lacinias extendidas o algo curvadas. El fruto es una cápsula verdosa, aovada-cónica, lampiña. Semillas numerosas, envueltas en penachos lanosos.

**Comportamiento:** Especie de rápido crecimiento, de media luz, muy atractiva para parques. Prefiere los climas templados a los frío-templados, siendo común en las tierras bajas de Europa central y oriental, extendiéndose hacia Asia oriental y el norte de África (Pohjonen, 1991). Su crecimiento es rápido y no suele pasar los 100-120 años por ahuecarse el tronco (Moro, 1988). En Europa, es considerado como la latifoliada de más rápido crecimiento, con rendimientos de 68,9 m<sup>3</sup>/ha/año a los 7 años de edad (Pohjonen, 1991). Sus cultivares y clones han sido probados en estudios de producción de biomasa en Inglaterra, Finlandia y Suecia.

Pohjonen, 1991, indica que las plantaciones mayores de 80.000 ha de *S. alba*, se encuentran en Rumania, 20.000 ha en Yugoslavia, 16.000 ha en Hungría y 2.500 ha en Bulgaria.

En Finlandia se cultiva como árbol ornamental, el clon masculino *S. alba* "Siberica" o "silver willow", exitoso en jardines cercano al círculo polar ártico.

Se reproduce por semilla y por estacas de 2 a 2,50 m de largo por 3 a 6 cm de diámetro, por varetas o ramas no despuntadas igual que los álamos. Buena reproducción por brotes de cepa. Prefiere suelos arenosos, ligeros, frescos o ligeramente húmedos. Se asocia generalmente con álamos y alisos en los bosques de ribera. En Francia es frecuente y común hasta los 1.200 a 1.400 msnm. Sin embargo se indica la preferencia de ocupar lugares bajos hasta los 800 m de altitud como máximo, por lo general crece a la altura del nivel medio del agua, en sustratos calcáreos (Bollinger et al. 1990).

**Usos:** Sus ramas se utilizan para fabricar cestos, por ello este árbol fue muy cultivado en grandes superficies en el pasado en Europa. Actualmente es ampliamente cultivado en regiones templadas, en suelos orgánicos y arenosos (Pohjonen, 1991).

El tallo principal y las ramas son recortadas cada año con lo que el árbol adquiere una forma característica, en el extremo engorda del tronco se desarrollan ramitas largas y no ramificadas que se utilizan como mimbre. El sauce blanco es muy apreciado como ornamental a causa de su porte majestuoso (Bollinger et al. 1990).

Madera blanca con tinte rosado, ligera, homogénea, de grano fino, poco duradera, débiles resistencias mecánicas. Se utiliza como madera de carpintería y para realizar esculturas. Las ramas se utilizan como mimbre en cestería, muy apreciadas. Presenta numerosas variedades productivas y ornamentales. Corteza con propiedades medicinales (Moro, 1988). Existen varias formas híbridas con *Salix fragilis* L.

#### **Variedades y cultivares:**

*S. alba* L. var. *argentea* Wimm "Silver Willow". Uso ornamental

*S. alba* L. var. *aurea* "Gold leaf Willow". Uso ornamental

*S. alba* L. var. *calva* "Sauce-Álamo" Clon femenino, de fuste recto y rápido crecimiento, muy cultivado en Argentina pero actualmente ha sido desplazado por el cultivo de otras especies y clones debido a los intensos ataques de *Marssonina salicicola* y *Cercospora salicina* (Arreghini y Cerrillo, 1996). Requiere de suelos fértiles y profundos, con excelente drenaje. Presente en Chile en forma espontánea o en cultivos menores (Agenda del Salitre, 1955).

*S. alba* L. var. *vitellina* f. "Britzensis" Spaeth. o *Salix britzensis* Spaeth. Clon masculino de origen alemán, utilizado

para la producción de biomasa en Suecia ( Pohjonen, 1984).

*S. alba* L. var. *coerulea* (Sm.) Koch ( *S. alba calva* G.F.W. Meyer) " Cricket Bat Willow", "Blue Willow" Arbol de hasta 30 m , de hábito pirámidal, ramillas de color café rojizo en los extremos, hojas lanceoladas, finamente acuminadas y cuneadas, brillantes por el haz y sedoso pubescente por el envés, volviéndose glabra y glauco-azulada más tarde. Clon femenino bajo cultivo. Ideal para suelos aluviales profundos cerca del agua, con distanciamientos de 9 a 12 m entre otros árboles , situación en la que logra su máximo crecimiento.

*S. alba* L. var. "Cardinalis". Clon femenino.

*S. alba* L. var. "Liempde". Clon masculino muy popular en Holanda

*S. alba* L. var. *vitellina*. Ramillas jóvenes delgadas y elásticas, de corteza amarillenta o rojiza, hojas más estrechas que en el tipo y las escamas de los amentos son coloreadas.

#### Híbridos:

*S. alba* x *Salix babylonica* L.: *Salix* x *sálamonii*

*S. alba* x *Salix fragilis* L.: *Salix rubens*

*S. alba* L. var *vitellina* x *Salix babylonica*: *S* x *chrysocoma*

### ***Salix babylonica***

"Sauce Llorón".

Origen y distribución: Originario de Asia Central, el clon femenino se cree que se originó hace 300 años en China, los clones masculinos existen en el Tibet y el norte de India. La especie es común a lo largo del río Yangtze ( Newholme, 1992)

Introducido en Europa a fines del siglo XVII. Asilvestrado en la zona central del país, frecuente en bordes de ríos y canales.

Descripción botánica: Arbol de 8- 12 m , raras veces hasta 20 m de altura en óptimas condiciones, tronco ramificado a baja altura , produciendo una amplia copa redondeada, coronada de ramillas colgantes, corteza pardo- oscura, profundamente hendida. Ramas delgadas, largas de hasta 2 m, flexibles, verdes o café, glabras excepto los nudos, cuelgan perpendiculares o péndulas llegando casi a tocar el suelo. Hojas caducas, alternas, de peciolo corto de 3-5 mm , lanceoladas y muy puntiagudas, de 8-16 cm de largo por 0,8 - 1,5 cm , enteras o levemente aserradas, de color verde suave por el haz y glaucas en el envés. Estípulas lineales , casi igual de largas que el peciolo, agudas, denticuladas, caducas (Moro, 1988, Newsholme, 1992).

Amentos aparecen junto con las hojas, cilindricos de 2 cm de largo y 0,3 a 0,4 cm de ancho, delgados, densos, sobrepasados por la bráctea foliácea del pedúnculo, curvados. Escamas amarillentas, unicolores, aovado-lanceoladas, obtusas, lampiñas, caducas. Flores masculinas con dos nectarios y dos estambres de filamentos libres y pilosos en la base. Flores femeninas con un nectario más largo que el pedicelo, estigmas divergentes, estilo corto y grueso. El fruto es una cápsula aovado-cónica, lampiña. (Moro, 1988)

Usos: Arbol de gran valor ornamental, ha sido ampliamente difundida en parques y jardines, habiéndose plantado preferentemente ejemplares o clones femeninos.

Consideraciones ecológicas: Especie de media luz, de rápido crecimiento, no es muy longeva. Presenta buen rebrote de cepa, se reproduce por esqueje o estaca. Prefiere los suelos ligeros, frescos y húmedos (Moro, 1988). Especie escasa en las regiones frías de Europa, susceptible a las heladas, por lo que es reemplazado por *S. x chrysocoma* (*S. babylonica* x *S. alba* var. *vitellina*).

#### Variedades:

*Salix babylonica* var. *annularis* o *S. babylonica* var. *crispa*: Arbol más pequeño que el tipo, de lento crecimiento con ramillas cubiertas de hojas enrolladas o en tirabuzón, formando anillos rígidos. su origen exacto es desconocido (Newholme, 1988)

*Salix babylonica* var. *salomonii*, de porte erguido, casi pirámidal y unicamente las ramillas juvenes se inclinan. Se confunde con *Salix alba* var. *tristis*, cultivado en Europa Central, esta variedad tiene los brotes del año de color amarillo claro sin tonalidad rojiza alguna (Moro, 1988).

#### Híbridos:

*Salix x argentinensis* "Sauce híbrido o mestizo" En este grupo se incluyen numerosos híbridos originados en la Argentina debido al cruzamiento natural entre ejemplares femeninos de *Salix babylonica* "sauce llorón" y *Salix humboldtiana* "Sauce criollo" ( Arreghini y Cerrillo, 1996)

*Salix x argentinensis* cv "híbrido". Clon masculino , muy rustico. Fuste algo ramificado, buena capacidad de rebrote. Madera de color algo rosado, se utiliza en Argentina para madera aserrada, pulpa para papel, tableros y leña. resistente a Marsonnina. ( Arreghini y Cerrillo, 1996)

*Salix x argentinensis* cv "mestizo" Clon masculino, de fuste mas recto que el cv. "híbrido". Madera rosada de usos similares al anterior. ( Arreghini y Cerrillo, 1996)

*Salix x argentinensis* cv "mestizo Usoz ". Clon femenino, rústico y vigoroso, de fuste recto y con menos ramificaciones que el cv. "híbrido". Madera rosada similares a los anteriores.

*Salix x argentinensis* cv "Híbrido Galvete"

*Salix x argentinensis* cv "Mestizo Pereyra"

*Salix x argentinensis* cv "Mestizo Amos "

*Salix x argentinensis* cv "híbrido Santefesino"

#### ***Salix caprea* L.**

"Sauce cabruno, Goat Willow, Great Sallow"

**Origen y distribución:** Habita las tierras bajas de Europa y Asia central. muy relacionado con *S. bakko* y *S. akame*

que son nativas de Japón y China. Varios clones son cultivados en Europa ( Newsholme, 1992). Presente en Chile, como especie ornamental. Perteneciente a la sección *Vetrix* del subgenero *Vetrix* (Pohjonen, 1991).

**Descripción botánica:** Pequeño árbol con corteza fisurada, alcanza entre 6 a 9 m, hasta 10 m en forma excepcional, con ramas abiertas formando una ancha copa, tronco con corteza pardo-grisácea, agrietada y suele ramificarse desde la base. Ramas abundantes, erectas de corteza pardo-grisácea o verdosa, lisa en los jóvenes. Ramillas gruesas, pubescentes, volviéndose glabras y café-rojizas o amarillo-verdosas dentro del primer año. Yemas ovoides, redondeadas, la bráctea es brillante, de color café-castaño. Las yemas de los amentos son glabras, prominentes, oblongo-cónicas y a menudo son pardo-rojizas.

Las hojas caducas son las más grandes entre los sauces europeos, anchamente elípticas o obovadas, es una vez y media más larga que ancha, parecido a hojas de manzano, haz pubescente de color verde y envés plumoso y tomentoso con una prominente nerviación reticulada; base redondeada o cordada, ápice cortamente agudo, terminado en una punta oblicua, los márgenes de las hojas ondulada y glandular-aserrada o dentado irregular. Pecíolos de 1-3 cm de largo. Estípulas auriculares, agudas con bordes ondulados-aserradas, generalmente caducas.

Florece antes de la aparición de las hojas. Amentos precoces, ovoides, erectos de más de 3 cm de largo y 2 cm de ancho. Las escamas de las flores son ovadas, agudas cubiertas de pelos sericeos. Flores femeninas con ovario cubierto de finos pelos plateados con pedicelo prominente. Flores masculinas con dos largos estambres, filamentos glabros de 1 cm de longitud y anteras doradas, un solo nectario de forma oblonga ( Newsholme, 1992) Cápsula ovoido-cónica, blanco-tomentosa con pedicelo lanoso ( Moro, 1988)

**Usos:** Especie melífera, las flores femeninas constituyen el primer alimento para las abejas a inicios de primavera, razón por la cual esta protegido por ley en Europa. Los entomólogos utilizan los amentos en la crianza de mariposas que emergen temprano. Su uso ornamental es notable, debido a sus vistosas flores, que son cortadas para preparar ramilletes (Bollinger et al. 1990). La madera es la más dura y densa de los sauces europeos, es muy utilizada en herramientas de uso agrícola. Su corteza tiene un contenido de 70% de tanino y se emplea para curtir pieles. Con el liber pueden fabricarse cuerdas. Su follaje es ramoneado por el ganado especialmente caprino, con 13,74 a 15,56 % de proteínas, 1,47 a 5 de materias grasas, 24,25- 25,39% de celulosa y alrededor de 41% de materias extractivas ( Moro, 1988).

**Observaciones:** Es muy frecuente la hibridación natural entre *S. caprea* y *S. cinerea*, pudiéndose reconocer los numerosos estados intermedios de *Salix caprea* por el color de sus ramas anuales, relativamente gruesas ( Newsholme, 1992) El sauce cabrino puede llegar a vivir unos 60 años. se multiplica por esquejes y es cultivado por el valor ornamental y por sus ramas que se usan en cestería ( Moro, 1988)

**Consideraciones ecológicas:** En condiciones favorables es una especie de rápido crecimiento (Pohjonen, 1991). Tolera suelos cálcicos y ambientes secos, es una especie pionera de los táludes y canchales. No tiene exigencias especiales y crece preferentemente en toda clase de suelos húmedos o encharcados, bien aireados. En la región mediterránea sólo crece en las montañas, desde el nivel de las colinas hasta el piso subalpino, a los 2000 msnm, en bordes de ribera, los claros y linderos de bosques (Bollinger et al. 1990)

#### **Varietades:**

*Salix caprea* L. var. *sphacelata* ( Sm.) Wahlenb. Esta variedad reemplaza a *S. caprea* var. *caprea* en mayores altitudes en las tierras altas de Escocia, Suecia, Rusia y los Alpes.

*Salix caprea* L. var. "Atlas"

*Salix caprea* L. var. "Silverglans"

Híbridos:

*Salix caprea* x *Salix aurita* L.: *Salix* x *capreola* Kern.

***Salix discolor* Muhl.**

"American Pussy Willow", "Saúce alemán" (M. Muñoz. com. pers.)

Origen y distribución: Nativa de los estados del este de U.S.A y Canadá, introducida en Gran Bretaña en 1811 (Newsholme, 1992)

Descripción botánica: Arbusto con pocas ramas principales o un pequeño árbol de cerca de 8 m de altura, ramillas robustas, rojizas o café-oscuras, pubescentes inicialmente luego glabras. yemas prominentes sobre los 10 mm. de longitud, hojas de 5-12 cm de largo, por 2-4 cm de ancho, generalmente elípticas a obovadas, subenteras a onduladas-crenadas, ápice agudo, base aguda a redondeada, verde oscuro brillante por arriba, glaucas azuladas por el envés con prominente nerviación. Amentos precoces, sésiles, sin brácteas y vigorosos. amentos masculinos cilíndricos de 2,5- 10 cm de longitud y más de 2,5 cm de ancho. Dos estambres, con largo filamento glabros y anteras marillo brillantes. los amentos femeninos sobre 10 cm de largo.(Newsholme, 1992)

Usos: Especie muy ornamental con las ramillas rojizas, y las hojas notoriamente glaucas por el envés, además de los vistosos estambres masculinos (Newholmes, 1992)

***Salix fragilis* L.**

"Mimbrera", "Mimbrana" " Crak Willow"

Origen y distribución: Ampliamente distribuido a través de Europa y en Medio Oriente, se encuentra en el este de Norteamérica, donde fué introducido en el período del colonialismo. Su habitat natural es a lo largo de los bancos de ríos ( Newholme, 1992). Constituye uno de los sauces más comunes de Europa. Presente en Chile.

Descripción botánica: Arbol robusto de 8- 15 m de alto, ocasionalmente en forma de arbusto ( Bollinger et al., 1990). Tronco derecho de hasta 50 cm de diámetro, de corteza gruesa. Tiene abundantes raíces laterales que dan brote de raíz. Ramas adultas amarillas o pardas, totalmente glabras y lustrosas, erguidas, fácilmente quebradizas en su axila, de ahí deriva su nombre "fragilis", Las ramas rotas que derivan del árbol, enraizan en el suelo si se les proporcionan humedad y fertilidad adecuadas( Moro, 1988).

Las ramas son muy flexibles en toda su longitud y para obtener rebrotes largos o mimbres se cortan severamente o descabezan ( Newholme, 1988).

Las ramillas o brotes son lisas, brillantes y crecen oblicuamente cruzandose entre ellas. Yemas aovado-acuminadas derechas, algo curvadas, pardo-rosáceas o amarillentas, lampiñas, lustrosas, glutinosas al inicio.

Hojas caducas, alternas, glabras, con la cara superior verde oscuro y lustrosa, la inferior de color verde clara o verde mate, con nervio central muy prominente, alargadas de 8 a 15 cm, algo más anchas que las del sauce ( 1,5 -4 cm) de forma lanceolada, más anchas en el centro o por debajo de la parte central, totalmente glabras, con dientes glandulares regulares y el ápice curvado. Pecíolo corto o de hasta 2 cm de largo con dos glándulas pequeñas en la parte superior.

Estípulas cortas y anchas de aproximadamente 1 cm de ancho, groseramente dentado glandulosas, pequeñas, semiacoronadas, persistentes en las ramillas gruesas, fugaces en las restantes. escamas de las yemas pardas, glabras, por lo general algo separadas. Los amentos de 3- 7 cm de largo y 1 cm de ancho, aparecen junto con las

hojas, de color grisáceo-amarillento.

Las flores masculinas y femeninas están en árboles diferentes. Las flores masculinas tienen dos estambres ocasionalmente más, de filamentos libres, pilosos en la base, anteras elípticas y dos nectarios. Las flores femeninas reunidas en amentos cilíndricos alargados, de hasta 7 cm de largo y 8 mm de ancho, algo laxos, tienen ovario oviforme de hasta 1,2 cm de longitud con estilo corto y grueso, estigmas bifidos, glándulas nectarías. El fruto es una cápsula aovado-cónica que se abre al dispersar las semillas con un mechón algodonoso (Moro, 1988, Bollinger et al. 1990).

Hábitat: Prefiere suelos silíceos, fértiles, húmedos y fríos. (Moro, 1988) Crece en el llano y en las montañas centrales de Europa y Asia, en las orillas de las corrientes de agua, sobre suelos húmedos, periódicamente inundables, guijarrosos o arenosos, por lo general ricos en nutrientes. Se desarrolla junto a sauces y alisos (Bollinger et al. 1990)

Usos: Esta especie no es muy apropiada para la obtención del mimbre para cestería como *S. viminalis*. Es un árbol muy adecuado para fijar el suelo en las orillas de ríos y arroyos. Frecuentemente se asilvestra (Bollinger et al. 1990)

#### Híbridos y cultivares:

*S. triandra* x *S. fragilis*: *S. alopecuroides* Taush.

#### ***Salix humboldtiana* Willd.**

"Sauce chileno, sauce criollo, sauce amargo, sauce negro, sauce de Humboldt, sauce colorado"  
"Theige"

Sinónimos: *Salix chilensis* Mol.  
*Salix magellanica* Poir.

**Origen y distribución:** Es el único *Salix* nativo de Sudamérica (Dorn, 1976), esta presente en otras regiones subtropicales, citado en América Central (Newsholme, 1992).

En Chile se encuentra en las provincias centrales hasta Concepción (VIII Región) y en el norte hasta Copiapó (III Región). Especie frecuente, crece desde el nivel del mar hasta los 600 msm, principalmente en la cordillera de Costa y el Valle Central (Navas, 1976, Rodríguez et al. 1983, Barrera y Meza, 1997). Es miembro del subgénero *Salix*, relacionado con otras especies encontradas en África y el sur de Asia (Dom, 1976).

El naturalista Abate Molina (1740-1829), menciona el nombre común del sauce chileno, llamado "theige" por los indígenas, indicando además que todos los años produce una buena porción de maná, los labradores beben con buen efecto la infusión de la corteza de este árbol, cuando enferman de fiebres ardientes."

Esta especie está representada en las regiones templadas a lo largo de los grandes ríos (al sur hasta Río Negro). En Argentina los bosques de *Salix humboldtiana* son conocidos como "sauzales o bosques de sauce criollo o colorado".

**Condiciones del Hábitat:** Asociado a la presencia del agua, crece de preferencia en lugares húmedos y a veces arenosos, a lo largo de los ríos, esteros y lagos, también frecuentemente en zonas bajas y vegas. generalmente se encuentra aislado o formando pequeños grupos asociados al matorral típico ribereño (Rodríguez et al. 1983)

Carnevali (1994) identifica las siguientes características de esta formación, en el estudio fitogeográfico de la provincia de Corrientes (Argentina). Menciona que el sauzal forma consocios casi puros en las partes bajas de las islas del Paraná, en un nivel superior al "alisal" o bosque pionero desarrollado en islas sedimentarias y orillas de aluvios jóvenes, de suelos arenosos o arcillosos, con dominancia absoluta de *Tessaria integrifolia*, favorecida por sus raíces gemíferas.

Carnevali (1994) señala que el sauce cumple el papel de pionero en el Alto Paraná por su rápida propagación por semillas, con fisonomía de Bosque bajo cerrado, casi puro, higrófilo. La agrupación vegetal consta de un estrato arbóreo casi puro de 10 a 12 m de altura, con diversas clases diámétricas, al que se le agregan esporádicamente las especies más higrófilas del bosque ripario de inundación.

En enero, de 1999, en la zona de Coltauco (Chile, VI región), sobre los islotes sedimentarios del río Cachapoal, se muestreo la regeneración natural de sauce chileno, contabilizándose el número de individuos de aproximadamente 12 a 15 cm de altura por metro cuadrado, los resultados obtenidos en zonas de estancamiento en suelo arenoso, la densidad alcanzó las 124 plántulas/m<sup>2</sup>, a 6 m de una pequeña población adulta, en tanto que a 2 m de la misma, sobre sustrato arenoso con mayor contenido de materia orgánica, la densidad de plántulas de sauce alcanzó a las 388 plantas (Serra y Magni, com. pers. 1999).

Las especies vegetales presentes en el área, son las siguientes:

**Estrato arbóreo (3-4 m de altura)**

*Salix humboldtiana* Willd.  
*Salix alba* L.  
*Acacia caven* (Mol.) Mol.

**Estrato arbustivo (1-2 m de altura)**

*Tessaria absinthioides* (Hook. et Arn.) DC.  
*Baccharis linearis*  
*Baccharis pingrea* DC

**Parásito leñoso:**

*Desmaria mutabilis* "quintral", sobre *Salix alba* L.

**Estrato herbáceo:**

*Cynodon dactylon* L. "chépica"  
*Polypogon interruptus* H.B.K.  
*Galega officinalis* L. "Alfalfa alemana"  
*Hirschfeldia incana* "yuyo"  
*Rumex acetosella* "duraznillo"  
*Facelis retusa* (Lam.) Schultz-Bip.  
*Mentha piperita* L. "menta"  
*Veronica persica* L. "cachanlagua"

**Estrato acuático flotante:**

Azolla filiculoides Lam "Helechito de agua"

**Descripción botánica:** Arbol dioico, caduco de 10 a 18 m de altura, de ramas erectas o fastigiadas y hojas más pequeñas que el sauce llorón. Tronco recto de 20-80 cm de diámetro, ritidoma grueso de color pardo-grisáceo, escamoso en pequeñas placas, muy rugoso. Ramas largas, gruesas, tiesas, ramitas parduzcas a rojizas, estriadas, ligeramente pilosas, cortas, algo péndulas. Hojas alternas, simples, de 3-10(15) cm de largo por 0,5- 1,5 cm de ancho, ( Barrera y Meza, 1997) linear-lanceoladas, dentado aserradas, glabras, peciolo de 1 -5 mm de long, acanalado, pubeerulo, nervio principal prominente, ápice acuminado, base atenuada. margen aserrado con dientes glandulares, glabra en el envés, vena principal pilosa a puberulenta y glabrescente en el haz ( Barrera y Meza, 1997). Brácteas de la yema con margenes libres sobresalientes (Newholme, 1992).

Inflorescencia en amentos péndulos en el extremo de las ramitas, de 5- 7 cm de largo, flores sin cáliz ni corola, raquis pubescente. Amentos masculinos solitarios, cilindricos de 5 cm de long., en número variable de 5- 8- 10 - 12 (14) estambres exertos, 2- 3 veces más largos que las brácteas, filamentos desiguales de 1,5- 3 mm de largo, pubescentes con pelos blancos en su mitad inferior, anteras subglobosas, amarillentas, muy pequeñas. Flor masculina ubicada en la axila de una bráctea entera, amarillenta, pubescente, aovada-acuminada, de 2- 3 mm de largo po 0,5- 1 mm de ancho, glándulas nectaríferas 1-2, amarillentas. (Navas, 1976, Rodriguez et al., 1983)

Flor femenina con bráctea y glándulas nectaríferas similares a las flores masculinas, ovario glabro, elipsoideo, bicarpelar, unilocular, pluriovulado, estilo corto, glabro, estigma bifido, plumoso. Amentos femeninos cilindricos, de 2 a 4 cm de long., con las brácteas ovado- lanceoladas, agudas, parduzcas, vellosas. ( Navas, 1976).

Fruto una cápsula ovada, muy pequeña, de 4- 5 mm de largo, ápice acuminado, subleñosa, uniloculares, dehiscente por dos valvas, cortamente pediceladas. (Rodriguez et al. 1983)

Semillas numerosas, algo fusiformes, pequeñas, de 0,6 a 0,7 mm de largo, rodeadas por abundantes pelos sedosos, blancos ( Rodriguez et al., 1983).

#### **Anatomía de la epidermis foliar:**

Cara abaxial: Células epidérmicas tetra-hexagonales, paredes lisas, de 20,3 (30,59) 43,5  $\mu$ m de largo por 11,6(16,2) 27,6  $\mu$ m de ancho. Estomas de 17,4( 24,6) 29  $\mu$ m de largo por 11,6 (16,5) 18,9  $\mu$ m de ancho. Densidad 111,1 estomas/mm<sup>2</sup>. Tricomas filiformes, unicelulares de 276 (469,2) 552  $\mu$ m de largo por 9,2  $\mu$ m de ancho en la base, distribuidos en la superficie de la lámina y nervio medio. Células epinérvicas de 29,9  $\mu$ m de largo por 14,8  $\mu$ m de ancho. Presenta estomas en ambas superficies foliares, con densidades similares ( Barrera y Meza, 1997)

Cara adaxial: Células epidérmicas tetra-hexagonales, paredes lisas, de 17,4( 31,9) 65,3  $\mu$ m de largo por 27,3(48,3) 84  $\mu$ m de ancho. Estomas de 18,9( 24) 27,6  $\mu$ m de largo por 13,1 (16,6) 20,3  $\mu$ m de ancho. Densidad 115,1 estomas/mm<sup>2</sup>. Células epinérvicas de 29,1  $\mu$ m de largo por 12,2  $\mu$ m de ancho. Tricomas filiformes, simples, escasos ( Barrera y Meza, 1997).

**Usos:** Valor ornamental mediano y controlador de cauces de agua. Madera muy liviana. En medicinal popular se utiliza la corteza amarga como febrifugo y astringente. Su composición química indica un glucósido, la salicina y taninos.(Navas, 1976). El ganado consume sus hojas y corteza en épocas desfavorables ( Rodriguez et al. 1983)

El sabio naturalista Abate Molina ( 1740-1829) menciona el nombre común del sauce chileno, llamado "theige" por los indígenas, indicando además "que todos los años produce una buena porción de maná. Los labradores beben con buen efecto la infusión de la corteza de este árbol, cuando enferman de fiebres ardientes" (Alone, 1966)

Bien representado en la República Argentina, donde presenta cierta importancia económica y donde ha sido utilizada en programas de mejoramiento genético. No se cultiva (FAO, 1980)

**Restricciones:** Especie es muy susceptible al frío. (Newsholme, 1992)

Fenología: Florece desde septiembre a noviembre en Chile, al mismo tiempo en que aparecen las hojas nuevas. Fructifica a partir de octubre, se pueden encontrar semillas hasta diciembre (Rodríguez et al. 1983).

***Salix humboldtiana* Willd. var. *fastigiata* André**

"Sauce de Castilla, Sauce de Copiapó, sauce pirámidal"

Sinónimos: *Salix chilensis* Mol var *fastigiata* (André) Muñoz. 1959

Variedad descrita que difiere de la especie en sus ramas erectas, de crecimiento monopódico.

Citada por L. E. Navas como frecuente en la zona de Pudahuel y Termas de Colina en la Región Metropolitana. En tanto Rodríguez et al. 1983, indican que la variedad crece principalmente en Copiapó ( III Región).

Florece en octubre. (Navas, 1976). No es reconocida válida en las revisiones actuales ( Newsholme, 1992). Otros autores han distinguido formas o variedades con distribución geográfica particular: var. *martiana* Anders, y cv. " *Pyramidalis*", cultivado en Chile y Argentina (FAO,1980)

***Salix matsudana* Koidz.**

Distribución geográfica: Hábita en el norte de China, Corea

Descripción botánica: Arbol de 10-12 m de altura, presenta una curiosa variedad péndula de ramas colgantes y muy tortuosas.

Usos: Cultivada como ornamental en el sur de Chile (VII-X región), escasos ejemplares.

***Salix viminalis* L**

"Sauce mimbre"

**Origen y distribución:**

**Descripción botánica:** Arbusto grande, ocasionalmente hasta un árbol de más de 10 m , con ramas esbeltas, erectas. Brotes o renuevos tiernos a menudo con densa pilosidad tomentosa. Ramitas de color verde amarillento o pardo grisáceo a rojizo.

Hojas pecioladas, de 5- 15 cm de largo por 1,5 cm de ancho, lanceoladas, estrechas , de bordes paralelos, verde oscuro por el haz y el envés de brillo plateado, borde foliar enrollado hacia abajo.

Amentos masculinos erectos de hasta 3,5 cm de largo, estambres sobresalientes. Amentos femeninos erectos,

cilíndricos de hasta 3 cm de largo.

Habita en sectores planos y bajos, en suelos húmedos. Numerosos híbridos y a lo menos con 29 clones adaptados a diversas situaciones ambientales especialmente al frío ( Pohjonen, 1984)

. Proporciona el mejor mimbre para usos artesanales y mueblería, pero además es una especie de rápido crecimiento, de alta productividad, siendo utilizada en países noreuropeos (Suecia, Noruega, Finlandia) como planta productora de metanol de uso energético o combustible.

De amplia distribución en Chile, cuenta con casi centenas de años de adaptabilidad a las condiciones ambientales de la zona centrosur del país, en que se ha constituido como un interesante recurso de uso tradicionalmente artesanal ( VI-VII Región).

Con potenciales altamente productivos para el resto del país, utilizando las herramientas modernas de la biotecnología, prácticas de silvicultura intensiva, incluido el mejoramiento genético, muy desarrollados en Suecia, Canada, USA, etc.

Junto a la importante sabiduría y prácticas populares que han permitido la mantención y utilización de la especie en Chile de a lo menos dos siglos de tradición, enraizada en el folklore popular.

## Bibliografía

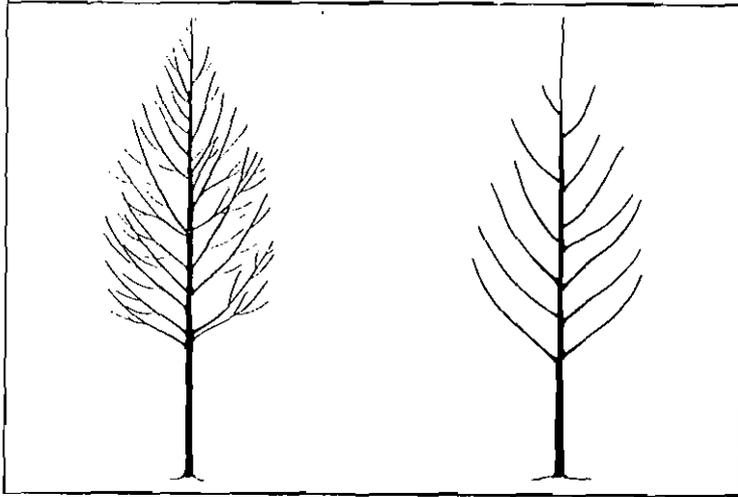
- Agenda del Salitre. 1955. Corporación de ventas de salitre y yodo de Chile. Santiago. Sexta Edición. 737 p.
- Albert, F. 1902. Memoria de 1902-1903. La Sección de ensayos zoológicos i botánicos del Ministerio de Industria. Santiago de Chile. 47-134.
- Alone, 1966. Antología del árbol. ed. ZIG-Zag. Santiago. 175 p.
- Bernath, E. 1940. El cultivo del pino, el álamo y el eucalipto. Editorial Zig-Zag. 184 p.
- Bailey, L.H. 1925. Manual of Cultivated plants. The MacMillan Company. London. 851 p.
- Barneod, C.L. y Bonduelle, P. 1979. La Culture du Peuplier. Association Forêt- Cellulose (AFOCEL). Nangis. France. 274.
- Barrera H. Y Meza, I. 1997. Características de la epidermis foliar de árboles chilenos. III SubClase Dilleniidae. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 46: 33 – 43.
- Bollinger, Erben, Grau, Heubl. 1990. Arbustos. Blume Naturaleza. Naturart, Barcelona. 164- 207.
- Boom, B.K. 1957. *Populus euroamericana* Moench versus *P. canadensis* Guinier. Acta Bot. Neerl. 6: 54-59.
- Bourgery, C. y Castaner, D. 1988. Les Plantations d'alignement. Le long des routes, chemins, canaux, allées. Institut pour le développement forestier. Paris. 416 p.
- Bravo, E., Grau, J.M. y Gonzalez Antoñanzas, F. 1996. Análisis de modelos de producción para *Populus x euroamericana* en la Cuenca del Duero. Invest. Agr.: Sist. Recur. For. 5(1): 77-95.
- Carnevale, J.A. 1955. Árboles Forestales. Ed. Hachette. Buenos Aires. 689 p.
- Carnevali, R. 1994. Fitogeografía de la provincia de Corrientes. Gobierno de la provincia de Corrientes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 324 pp mas anexos.
- Castillo, T. y Padró, A. 1987. Electrophoretic characterization of the Euroamerican Poplar Clones "I- 214" and "Campeador". Sylvae Genetica 36, 5-6: 250-251.
- Catalán, G. y Padró, A. 1988. Hibridaciones : Su aplicación a la Mejora Forestal. En: Mejora Genética de Especies Arboreas Forestales. FUCOVASA, Madrid, 373- 388.
- Cemagref/ INRA. 1995. Peupliers. 3. Exigences stationnelles et Sylvicoles. Copyright Cemagref INRA- Nov. 95. 2 p.
- Dillon, M., Carman, r., Mee-Sook Kim , 1994. Scientific and common names of biological organism associated with *Populus* biotechnology. En: Klopfenstein, N.B., Young Woo Chun, Mee-Sook Kim, M. Raj Ahuja (Eds.) 1997. Micropropagation, Genetic Engineering, and Molecular Biology of *Populus*. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RM-GTR-297.p: 290- 294.

- Dorn, R. B. 1976. A synopsis of American *Salix*. Can. J. Bot. 54: 2769- 2789.
- ENCC, 1994. Pioppi. Ente Nazionale per la Cellulosa e per la Carta. Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura della Società Agricola e Forestale . Roma, 94 pp.
- Eckenwalder, J. E. 1977. North american cottonwoods ( *Populus*, Salicaceae) of sections Abaso and Aigeiros. Journal of the Arnold Arboretum 58(3):193-208.
- FAO. 1980. Los Álamos y los sauces en la producción de madera y la utilización de las tierras. Colección FAO: Montes N° 10. 349 p.
- Gonzalez Antoñanzas, F. 1983. Aumento de la producción en las choperas, resultados de doce años de un estudio comparativo de técnicas selvícolas. Comunicaciones INIA. Serie : Recursos naturales N °17:5-38.
- Gonzalez Antoñanzas, F. y Gonzalez, F. 1983. Estudio comparativo de los resultados de la aplicación de distintas técnicas selvícolas sobre los crecimientos y producciones de las choperas. Comunicaciones I.N.I.A.. Serie Recursos naturales N°: 22.:5- 27 p.
- Gonzalez Antoñanzas , F. y Domingo, P. 1987. Primeros resultados obtenidos en la comparación de clones de chopo en los Populetum del INIA en la Meseta Central. Comunicaciones INIA. Serie Recursos Naturales N° 45:1- 38.
- Greenaway, W., Jobling, J., Scaybrooks,T. 1989. Composition of bud exudate of *Populus x interamericana* clones as a guide to clonal identification. Silvae Genetica 38, 1: 28 -31p.
- Grez, I., Serra, M.T., Vita, A. 1992. Antecedentes preliminares para la Silvicultura del mimbre (*Salix viminalis* L.) Informe final para la Intendencia Regional VI Región. Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 67 p
- Hilliers' Manual of Trees and Shrubs. 1975. David & Charles: Newton Abbot (Holdings Lim.) Winchester, England: 226-230.
- Hoffmann, A. 1995. El árbol urbano en Chile. Ed Claudio Gay. Santiago de Chile. 255 p.
- Holm, I., Pancho, J.V., Herberge, H.p., Pluknett, D.L. 1979. A geographical atlas of world weeds. John Wiley and Sons. New York.
- Institut de Sylviculture et de Gestion du Gibier/Xilindus s/d. Les clones de Peupliers Belges. Les clones UNAL e.a. Fiches technique culturale et des caractéristiques technologiques du Bois. Belgica. Ministere de la Communauté Flamande. 41 pp.
- Jacamon, M. 1992. Guide de Dendrologie. ENGREF. Paris. p: 90-104.
- Klopfenstein, N.B., Young Woo Chun, Mee-Sook Kim, M. Raj Ahuja (Eds.) 1997. Micropropagation, Genetic Engineering, and Molecular Biology of *Populus*. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RM-GTR-297. 326 pp.
- Laber,M.L. 1981. Harwoods, p. 271-287. In: MacClure, T.A. y Lipinsky, E.S. (eds). CRC Handbook of biosolar

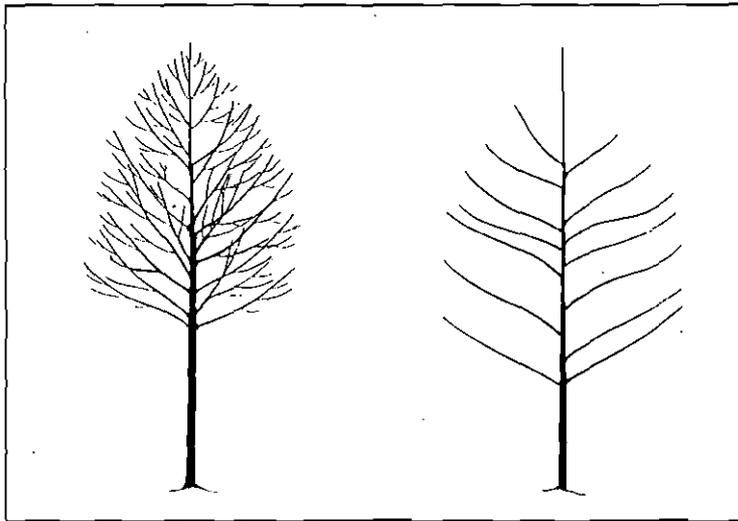
- resources, vol.II. resource materials. CRC Press,Inc., Boca Raton,Fl.
- Lamb, F.M. 1967. Aspen wood characteristics, proprieties, and uses. N. Cent. Forest Exp. Sta., St. Paul, Minn. 15 pp.
- Leloup, M. 1957. Los chopos en la producción de madera y la utilización de las tierras. FAO. Roma, 525 p.
- Little, A. 1953. Check list of native and naturalized trees of the United States ( Including Alaska). Agriculture Handbook N° 41. Forest Service. Washington DC. 472 p.
- Loewe, V., Toral, M., Fernandez,P., Pineda, G. y Lopez, C. 1996. Monografía de Álamo: *Populus* spp. En: Potencialidad de Especies y sitios para una diversificación Silvícola Nacional. INFOR: Proyecto financiado por CONAF. 11 p. más anexos.
- Lopez Lillo, A. 1984. Arboles de Madrid. Comunidad Autonoma de Madrid. 141 p.
- Maldonado,E. 1926. Tratado de arboricultura forestal y de adorno. Tomo II. Imprenta y librería Artes y Letras. Santiago de Chile. 134-162.
- Martinez Pastur, G., Boyeras, F., Abedini, W. Y Beltrano, J. 1994. Análisis de la ciclofisis y la topofisis en *Populus deltoides* Bartr. Desde la formación del estaquero hasta una plantación comercial. Invest. Agr.: Sist. Recursos Forestales 3(2): 126-133.
- Miller, W.D. 1974. An annotated bibliography of Southern Harwoods. Vol II. Tech. Bull. N° 228. North Carolina Agricultural Exeperiment Station. 271 p.
- Miller,R.B. 1975. Systematic anatomy of the xylem and comments on the relationships of Flacourtiaceae. J. Arnold Arbor. 56:20-102.
- Mohn, C.A., Randall,W.K. y Mc Knight, J.S. 1970. Fourteen cottonwood clones selected for Midsouth Timber Production. Southern Forest Experiment staction. Forest Service. U.S. Department of Agriculture.Paper SO-62. 17 p.
- Molina,J.I. 1788. Compendio de la historia geográfica natural y civil del Reyno de Chile. Madrid, 2 vol.
- Montoya,J.M. 1988. Chopos y choperas. Agroguiás Mundi-prensa.124 p.
- Moro S., R. 1988. Guía de los árboles de España. Ediciones Omega. Barcelona. España. 407 p.
- Muñoz Pizarro, C.1952. Botánica Agrícola. Tomo I. Editorial Universitaria. Santiago. 237 p.
- Navas, L.E. 1976. Flora de la Cuenca de Santiago de Chile. Ed. de la Universidad de Chile. Tomo II. 541 p.
- Neven, C. 1996. La Fichier écologique des essences. 3. Ministere de la Region Wallonne. Faculté des Sciences Agronomiques de I'État á Gemblaux. Bélgica.
- Newsholme, C. 1992. Willows. The genus *Salix*. Batsford Book. 224 p.
- Padró, A. y Orensanz, J.V. 1984. Correlaciones juventud- madurez en algunos clones euroamericanos de chopos. Anales INIA, Serie Forestal, 8: 63- 71.

- Padró, A. 1988. Mejora de *Populus* spp. En: Mejora Genética de Especies Arbóreas Forestales. FUCOVASA, Madrid, 373- 388.
- Padró, A. 1992. Clones de Chopo para el valle medio del Ebro. Gobierno de Aragón. Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes. 203 pp.
- Pardé, L. 1941. Les Feuillus. La Maison Rustique París. 383 p.
- Petray, E.M. 1998. Aptitudes Tecnológicas de distintos clones de *Salix* (Sauces) y *Populus* (Álamos), principales características físico-mecánicas. SAGP y A Forestal N°5. Dic. 1997-Feb.1998. pp: 13-17 .
- Piccarolo, G. 1952. Il Pioppo. Manuali di Agricoltura. Roma.
- Philippi, R.A. 1868. Botanica. Santiago de Chile. 361-362.
- Pohjonen, V. 1991. Selection of species and clones for biomass willow forestry in Finland. Acta Forestalia Fennica 221. 58 p.
- Prevosto, M. 1965. L'acrescimento del pioppo euroamericano I-214 nei diversi ambienti della pianura Lombardo-Piemontese in relazione alla spaziatura e al turno. Pubblicazioni dell'ente Nazionale per la cellulosa e per la carta. Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura. Roma. 160 p.
- Rehder, A. 1951. Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America. Ed. Mac Millan co. New York. 996 p.
- Roller, K.J., Thibault, D.H., Hildahl, V. 1972. Guide to the identification of poplar cultivars on the prairies. Canadian Forestry Service. Publication N° 1311. Ottawa. 55 p.
- Rulkens, A.J.H. 1988. Characters distinguishing Osier-Willow Clones. Sylvae Genetica 37 (1): 39-43.
- Sanhueza, A. y Estevez, R. 1995. "Indicaciones para el cultivo del Álamo". Programa Nacional de Diversificación forestal. CONAF. Santiago.
- Stettler, R.F., Bradshaw, H.D., Hellan, P.R., Hinckley. 1997. Biology of *Populus* and its implications for Management and Conservation. Conseil National de Recherches du Canada. 539 p.
- Tahkatajan, A. 1980. Outline of the Classification of Flowering plants (Magnoliophyta) Bot. Review: 46(3):225-359.
- Taris, B. 1966. Peupliers et Populiculture. Editions Eyrolles. Paris. France. 207 p.
- Tessier du Cros, E. 1984. Breeding strategies with poplars in Europe. Forest Ecology and Management 8: 23- 29.
- Toogood, A. 1992. Manual de Arboles de Jardín. Ed. Blume. 223 p.
- Vallée, G. 1987. Stratégie d'Amélioration du Peuplier. En: Adenda del Simposio sobre Silvicultura y mejoramiento genético de especies forestales. Buenos Aires, Argentina, 6-10 de abril, 1987. CIEF: 42-58.
- Wright, J.W. 1964. Mejoramiento genético de los árboles forestales. FAO: Estudios de Silvicultura y Productos Forestales N° 16. 435 p.

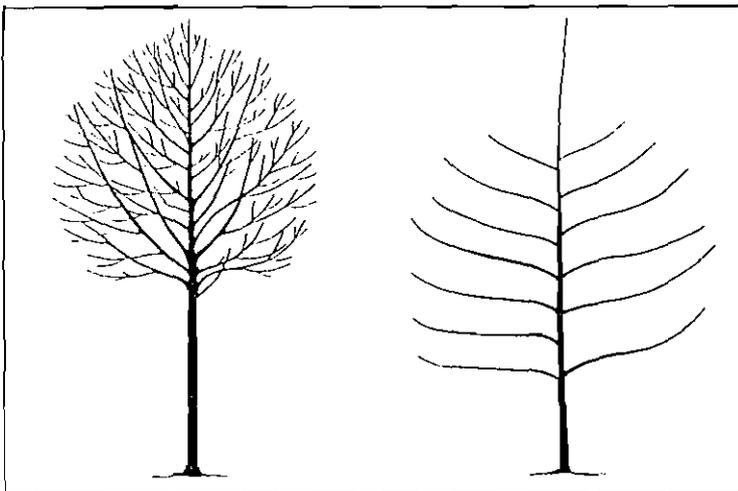
## Hábitos de Crecimiento en Populus



Hábito pirámidal, decopar estrecha, ramas fastigiadas con ángulos de 45° de inserción; Presente en los cultivares: *P. nigra* var. *italica*, "Pannonia", "Robusta", "Rap", I - 45/51, "Raspalje"



Hábito de copa semi extendida, ramificación laterales poco vigorosas. Presente en cultivares: "Parvifol", "Triplo", "BL", "I-58/57", "UNAL", "I-154", "Beaupré".



Hábito muy ramificado, copa amplia, redondeada, ramas laterales muy vigorosas. Presente en cultivares: "Blanc de Poitou", "I-24", "I-154", "I-273", "Marilandica", "Parvifol".

## ANEXO 8.1

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA de *Populus nigra var italica* E  
IDENTIFICACIÓN DE CLONES A TRAVÉS  
DEL MÉTODO DE ELECTROFORESIS EN GELES DE ALMIDÓN



Autor: Boris Zúñiga I.

## TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción	3
2. Variabilidad genética	4
3. Base molecular de la variabilidad	6
4. Aplicación de la investigación de isoenzimas	6
5. Electroforesis	8
5.1 Tipos de electroforesis	9
5.2 Aplicaciones generales de electroforesis en geles de almidón en especies Forestales	11
5.3 Estudios a nivel nacional	13
5.4 Aplicación de electroforesis en el género <i>Populus</i>	14
6. Glosario básico	18
7. Bibliografía	20

## 1.INTRODUCCIÓN

Hoy en día, los recursos naturales están siendo ampliamente deteriorados, muchos de ellos sobre todos los vegetales presentan importantes pérdidas de variabilidad, que se transforma en muchos casos en una pérdida de información de gran relevancia, la cual no se puede recuperar de ninguna manera.

Mantener la variabilidad genética es muy importante, debido a lo frágil que son muchas especies y ecosistemas, de manera que cualquier alteración por lo pequeña que esta sea las afecta fuertemente, dejándolos "indefensos" ante cualquier cambio del medio en el cual habitan.

Conocer esta variabilidad implica interiorizarse sobre diferentes métodos de estimación de esta, unos más complejos que otros, pero que a la larga con sus resultados se logra determinar de manera clara y precisa las variaciones existentes entre, ya sea, diferentes individuos, diferentes poblaciones, clones parecidos y un sinnúmero de otras aplicaciones de gran importancia.

En este contexto uno de los métodos utilizado más ampliamente por investigadores en el mundo, y que no presenta una gran complejidad para la determinación de la variabilidad genética es la electroforesis en geles de almidón, técnica basada en la propiedad que tienen los aminoácidos de ionizarse mediante la aplicación de una corriente eléctrica, obligando así a migrar a los diferentes polos a éstas moléculas. Esta migración diferencial determina distintos patrones (zimogramas), con los cuales se puede inferir acerca de similitudes o diferencias genéticas.

En Chile, el género *Populus* está presente con un número reducido de clones, además de la potencialidad de esta especie en el sector forestal nacional, convierte a electroforesis en un método de real importancia tanto para conocer sus patrones genéticos como para interiorizarse a cabalidad de las diferencias de entre un sinnúmero de clones existentes con características morfológicas similares, por no decir iguales a simple vista, así como la variabilidad de especies dentro de poblaciones o situaciones a nivel nacional, logrando de esta forma diferenciar individuos de la misma especie que por una u otra causa se han diferenciado creando ecotipos interesantes, posibles de cultivar aprovechando la interacción clon sitio por las características que presentan (rápido crecimiento, resistencia a patógenos, tortuosidad del fuste, cantidad de ramas, etc.), además de aumentar así la variabilidad, siempre interesante para disminuir los problemas que trae consigo el cultivo de pocas especies o el monocultivo.

Es mediante este método y en marcado en los objetivos generales del proyecto FIA "Introducción de clones de álamo de alto rendimiento para diferentes zonas del país" que se analizará la variabilidad genética del álamo chileno (*Populus nigra var italica*) a lo largo de diferentes zonas del país, de manera de tratar de identificar si los individuos presentes en el territorio pertenecen solamente a una especie o si esta ha sufrido cambios adaptativos por la gran diversidad de situaciones en que este recurso se encuentra.

## 2. VARIABILIDAD GENÉTICA

La variabilidad genética existente en los bosques hoy en día es principalmente el resultado de fuerzas naturales sobre las cuales el forestal ejerce poco control, por lo tanto es fundamental que se entiendan estas fuerzas que determinan la cantidad y tipo de variación genética encontrada entre y dentro de las poblaciones.

Estas fuerzas naturales son cuatro, dos que aumentan la variabilidad y dos que la disminuyen. Las fuerzas de la naturaleza que actúan para aumentar la variabilidad son la mutación y el flujo génico; las que la disminuyen son la selección natural y la deriva genética (Zobel y Talbert, 1988).

**i. Mutaciones:** Las mutaciones son la fuente última de la variación. Una mutación es un cambio heredable en la constitución genética de un organismo, por lo común a nivel del gene. Estas ocurren con bastante frecuencia en cualquier punto del organismo, pero esto no suele ocurrir para cualquier gene específico o complejo génico, o bien para una característica dada de un árbol (Zobel y Talbert, 1988).

Según cita textual de Stebbins (1963), Mayr define mutación como: "Un cambio discontinuo cromosomal (cambios químicos en una pequeña parte del cromosoma.) con un efecto genético.". Los cuatro principales tipos de cambios son deficiencias, duplicaciones, traslocaciones e inversiones.

Las mutaciones ocurren más o menos al azar. La mayoría de ellas son deletéreas y muchas son eliminadas de la población.

A través del tiempo, las fuerzas de la evolución han hecho que la mayoría de las poblaciones se adapten bien a sus ambientes, mediante genes o complejos génicos en la población que sean los más ventajosos para el crecimiento y la reproducción. La probabilidad de que una mutación al azar mejore dicho sistema altamente coordinado, es muy pequeña (Zobel y Talbert, 1988).

**ii. Flujo génico (migración génica):** Es la migración de alelos de una población o especie hacia otra, donde pueden faltar o estar con una frecuencia distinta. Las causas más comunes de la ocurrencia de este fenómeno son el movimiento del polen o de las semillas.

El flujo génico es importante en las poblaciones naturales, y causa diferentes cambios en los patrones de variación. La acción combinada del flujo génico y la recombinación genética es la fuente inmediata de mayores patrones de variación en muchas poblaciones, aun cuando la fuente final de variación sea la mutación (Zobel y Talbert, 1988).

**iii. Selección natural:** Son procesos naturales que favorecen a los individuos que están mejor adaptados y que tienden a eliminar a los inadaptados a su medio ambiente. (Gardner, 1971). Es una importante fuerza que suele reducir la variabilidad (Mason y Langenheim, 1961; citado por Gardner, 1971).

La selección natural favorece al más apto; es decir, a aquellos árboles que posean combinaciones génicas que los hacen estar mejor adaptados para crecer y reproducirse en un determinado ambiente. La selección natural preserva y conduce a un aumento en el número de aquellos

genotipos que están más adaptados a un ambiente específico. Aunque normalmente es un proceso que disminuye la variabilidad, la selección natural en realidad preserva o aumenta la variación si favorece a los heterocigotos. Si la selección natural actúa favoreciendo a los heterocigotos (que mantendrían la variabilidad) o a los homocigotos (que la disminuirían), es un tema de considerable discusión; no obstante, la mayoría de los genetistas piensan en que la selección natural actúa disminuyendo la variación al favorecer a los mejores alelos en una condición homocigótica (Zobel y Talbert, 1988).

El proceso de selección natural puede ser discutido en términos de lo relativo de las ventajas que otorga la selección a los diferentes genotipos. Aunque esto es útil en las discusiones sobre los cambios que ocurren en la frecuencia de genes, es descartado por algunos genetistas, no siendo del todo correcta esta aproximación.

Podemos expresar la relación entre el efecto del genotipo sobre el fenotipo y estos efectos en la selección natural en el siguiente diagrama (Robertson, 1970).

Genotipo, mediambiente → adaptación, otras medidas → genotipo  
(Fenotipo)

**iv. Deriva génica:** Es llamada de esta forma a las fluctuaciones al azar de las frecuencias génicas. El efecto de la deriva génica es despreciable en las grandes poblaciones, pero en las pequeñas poblaciones la pequeña cantidad de individuos en la progenie puede ser del mismo tipo con respecto a ciertos pares génicos debido solamente al azar (Gardner, 1971).

La deriva génica es un mecanismo complejo que opera a través de fluctuaciones aleatorias (no fluctuaciones causadas por presiones de selección.) en la frecuencia de alelos de una población. Es esencialmente un fenómeno de muestreo, en el que las frecuencias génicas de las poblaciones de progenie se desvían al azar de las encontradas en las poblaciones parentales. Dichas poblaciones casi siempre son pequeñas y muestran una tendencia hacia la fijación o pérdida de un alelo que afecta a una característica (Zobel y Talbert, 1988).

La deriva génica no es direccional, es decir, no tiene ningún patrón definido, por lo que tiende a crear "desorden". La cuestión de que genes o alelos se fijen o pierdan es estrictamente un asunto aleatorio. Aunque en la teoría la deriva genética es admisible, es difícil demostrar su acción en árboles de gran longevidad y pueden citarse muchas razones del por que no puede ser un factor importante en la variación natural de los árboles forestales. Sin embargo, a pesar de estas objeciones, algunos rodales naturales muestran patrones de variación que podrían ser el resultado de la acción de la variación genética. En general, la deriva genética es importante en pequeñas poblaciones como las que se emplean en mejoramiento genético, formadas tal vez por 25 o menos individuos, una situación que suele presentarse en los bosques debido a catástrofes naturales o a la acción del hombre (Zobel y Talbert, 1988).

### 3. BASE MOLECULAR DE LA VARIABILIDAD

Todos estos cambios que provocan la variabilidad genética son impulsados por pequeñas moléculas llamadas **enzimas**, que tienen la misión de acelerar una reacción dentro de un sistema vivo. Las enzimas son moléculas proteicas muy especializadas, elaboradas por células a partir de aminoácidos sencillos. Cada enzima puede catalizar un tipo específico de reacción química (Lehninguer, 1978).

Existen distintos tipos de enzimas, que se diferencian por la especificidad de sustrato en el cual actúan, y son:

**Isoenzimas:** Por definición, son isómeros cargados de proteínas enzimáticas (Hodgskiss, 1999).

Markert (1975) Las define como tipos de enzimas con igual especificidad de sustrato, que se producen ya sea en un individuo o en distintos miembros de la misma especie

Las isoenzimas se subdividen en tres clases dependiendo de la forma en que se biosintetizan:

i. **Isoenzimas:** proceden de loci de genes múltiples, que codifican cadenas de polipéptidos de la enzima estructuralmente diferentes.

ii. **Aloenzimas o aleloenzimas:** Son variantes estructuralmente diferentes de una cadena particular de polipéptidos, codificada por alelos múltiples de un único locus.

iii. **Isoenzimas secundarias:** Proceden de modificaciones de la estructura de la enzima posteriores al proceso de "traducción".

### 4. APLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN DE ISOENZIMAS

#### 4.1 Identificación de lotes de semillas

Las diferencias en las secuencias de aleloenzimas se pueden emplear para determinar el origen de un lote de semillas o de brinzales procedentes de un huerto semillero o de diferentes poblaciones de una especie arbórea determinada (Adams 1983 y Bergmann 1975; citado por Rothe, 1990). Un aplicación clara de esto es la separación que se ha hecho en muchos países de Europa, en que los bosque se han dividido geográficamente, topográficamente y ecológicamente en zonas de semilla suponiendo que cada zona representa una unidad ambiental relativamente homogénea, dentro de la cual los genotipos están adaptados, en principio, para su utilización en cualquier otra parte de la misma zona, mientras las semillas del exterior de esta es de prever que no estén tan bien adaptadas (Adams et al, 1983). Limitando la semilla utilizada para reforestación a la recolectada en el interior de las zonas de semillas seleccionadas, se confía en garantizar de este modo que la semilla esté debidamente adaptada a las condiciones de sitio de plantación.

#### 4.2 Determinación de la fiabilidad del cruzamiento controlado y niveles de autofertilización

La fiabilidad del cruzamiento controlado se puede evaluar examinando los patrones de isoenzimas en las semillas resultantes de tales cruzamientos, comparando los resultados con los previstos teóricamente, basados en los genotipos de los progenitores (Adams 1983; citado por Rothe, 1990). Una polinización controlada puede considerarse un fracaso si las semillas de una de cada 4 muestras (o una de cada dos si la especie es conífera) contienen alelos que no estén presentes en ninguno de los dos progenitores que estén supuestos (Adams et al, 1983).

#### 4.3 Identificación de especies de árboles

La variación de los patrones de las aloenzimas puede utilizarse para distinguir distintas especies o híbridos de árboles. Ejemplo de esto es la separación de dos especies de alerce, **Larix decidua** y **Larix kaempferi**, realizada por Bergmann(1975)( citado por Rothe, 1990), en donde se separaron mediante análisis de movilidad de las enzimas sikimato-deshidrogenasa. En **L kaempferi** la enzima migró más rápidamente al ánodo que en **L decidua**. En híbridos de ambas especies parentales se pudieron identificar ambas variantes enzimáticas.

#### 4.4 Características de las poblaciones de árboles forestales

Se pueden estudiar las diferentes características genéticas de poblaciones empleando frecuencias de aleloenzimas, además de utilizar esta información para determinar:

- El nivel de variabilidad genética dentro de una población.
- La variación entre poblaciones.
- Posibles factores de la variación observada.

Este punto es de real interés debido al sinnúmero de situaciones que se pueden determinar y comprobar como por ejemplo la real hibridación, muy frecuente en los bosques nativos del sur de nuestro país, como es el caso de lo que ocurre con el Hualo (**Nothofagus glauca**) y el Roble (**Nothofagus obliqua**), Coigüe (**Nothofagus dombeyii**) con Coigüe de Chiloé (**Nothofagus nítida**) y Coigüe (**Nothofagus dombeyii**) con Coigüe de Magallanes (**Nothofagus betuloides**) (Mendez, 1995).

#### 4.5 Adaptación de los árboles a diferentes ambientes

Por ser los árboles organismos de vida prolongada, estos deben estar bien adaptados a sus hábitats originales y a las fluctuaciones ambientales previstas en tales hábitats para largos períodos de tiempo. Esto se puede conseguir, ya sea mediante una extensa adaptación dentro de la población o mediante adaptaciones específicas de la población a condiciones específicas de la estación.

#### 4.6 Identificación de clones

Las isoenzimas se pueden utilizar también para identificar árboles individuales estrechamente relacionados, o clones (Adams et al, 1983). Los estudios de isoenzimas pueden realizarse con yemas invernales, hojas o acículas del año. Para la identificación de clones es suficiente comparar patrones de isoenzimas fenotípicas, incluso sin conocer su base genética (Cheliak y Pitel 1984; Bergman 1987).

Esta es la aplicación principal que se le dará en el presente estudio que tratará de determinar la variabilidad genética del **Populus nigra var italica** "álamo chileno", y ver el potencial uso que tiene esta técnica para identificar clones del género *Populus*, que por sus características presenta innumerables clones provenientes de hibridaciones tanto naturales como artificiales, con aspectos morfológicos de difícil diferenciación.

Existen muchas técnicas que utilizan a este principal factor de variabilidad (enzimas) para la diferenciación de patrones genéticos; entre estas técnicas está la electroforesis que por su poca complejidad y gran aplicabilidad se ha transformado en un método muy utilizado por investigadores para estos fines.

### 5. ELECTROFORESIS

Las técnicas electroforéticas se aplicaron por primera vez en la estima de la variabilidad genética en poblaciones naturales en 1966, cuando se publicaron tres estudios uno relacionado con el hombre y los otros dos relacionados con moscas **Drosophila**. Numerosas poblaciones de muchos organismos han sido estudiadas desde entonces y muchas más se estudian cada año (Ayala y Kiger, 1984).

La electroforesis es el método más utilizado y práctico para poder determinar la variabilidad genética de especies forestales.

Esta técnica fue desarrollada en la década de los 60 (Ayala y Kiger, 1984) cuando Hubby y Lewontyn (1966) propusieron una metodología que diera cuenta del tipo y monto de las variantes presentes en poblaciones naturales, demostraron que la variación observada por este método se comporta según las reglas mendelianas, por lo que a partir de ciertos fenotipos pueden ser deducidos los genotipos en un loci individual, sean estos homocigotos o heterocigotos.

Es un método que permite separar las moléculas simples (aminoácidos) mediante la aplicación de una corriente eléctrica que pasa directamente a través de una solución (muestra) la cual va a ser

analizada. Este método se basa en la propiedad que tienen las moléculas de los aminoácidos de ionizarse.

Este se enmarca en todas las operaciones en que las moléculas migran a través de soluciones.

Las operaciones de electroforesis son clasificadas en dos clases dependiendo de la presencia o ausencia de una matriz sólida que soporta un medio que lleva el sistema electroforético.

El sistema de electroforesis en solución emplea un buffer acuoso en la ausencia de una matriz sólida, tal sistema puede tener una pérdida de resolución durante la aplicación de la muestra; por lo tanto los sistemas de electroforesis en solución deben usar varias modificaciones para estabilizar las soluciones acuosas en las células de electroforesis. Las moléculas electrificadas migran hacia uno u otro polo dependiendo de la medida e intensidad de su carga.

Cheliak y Pitel (1984) definen la electroforesis como un proceso relacionado con proteínas, introducidas dentro de un tamiz molecular, que son forzadas a migrar a través de este, bajo la influencia de una corriente eléctrica. La distancia total que las proteínas migran depende sobre todo del pH, del sistema de buffer, la carga eléctrica neta de la proteína, y la estructura enzimática del árbol.

Gracias al descubrimiento realizado por Hardy (citado por Pineda, 1998) de que muchos coloides y enzimas muestran movilidades electroforéticas características, que dependen del pH, fue lo que estimuló a la realización de trabajos electroforéticos, como también la localización de sustancias por medio de sus movilidades en un campo eléctrico.

## **5.1 TIPOS DE ELECTROFORESIS**

### **5.1.1 Electroforesis libre o de frente móvil**

Es el prototipo de todos los métodos modernos. Consiste en colocar una disolución buffer de una mezcla de proteínas en una célula de observación de forma de U mayúscula, depositando una de tampón puro sobre la disolución de proteína.

La célula se mantiene sumergida en un baño a temperatura constante, aislada de vibraciones y se establece un campo eléctrico entre los electrodos; las proteínas cargadas negativamente se desplazan hacia el ánodo y las de carga positiva hacia el cátodo.

### **5.1.2 Electroforesis de zona**

Se caracteriza por su mayor sencillez, mayor capacidad de resolución y por requerir muestras menores, en comparación de electroforesis libre.

En este método, la disolución acuosa de proteínas se inmoviliza en una matriz sólida o soporte, un material poroso hidratado que posea rigidez mecánica y elimine alteraciones causadas por la

convección o la vibración. El papel filtro y las tiras de acetato de celulosa son soportes usados ampliamente.

El proceso de la electroforesis concluye cuando los principales componentes proteicos se separan en zonas distintas. La posición y cantidad de proteína existente en cada una de las zonas separadas se determina por aplicación de un colorante que tiñe las proteínas, la densidad de la coloración retenida es proporcional a la cantidad de proteínas y se valora mediante un densidómetro (Lehninger, 1978).

#### **a. En papel**

Este es el método más común por análisis y resolución de moléculas pequeñas. No se usa para proteínas por desnaturalización. Se divide en dos procedimientos:

i. aplicación seca

ii. aplicación húmeda.

#### **b. En acetato de celulosa y nitrato de celulosa**

Se usa un soporte elaborado con acetato o nitrato de celulosa . Muy adecuados para solución de proteínas ya que no la desnaturalizan.

También se usa para moléculas pequeñas, procedimiento muy similar a los anteriores.

### **5.1.3 Electroforesis discontinua o de disco**

La mezcla de proteínas a analizar se somete a un campo eléctrico en un gel soporte separado en dos secciones, que difieren en su porosidad y que están tamponadas a valores diferentes de pH. La mezcla de proteínas migra desde el gel más poroso al menos poroso, proceso que va acompañado de un cambio de pH. Como resultado cada especie proteica se concentra en una banda muy estrecha y definida, produciéndose una mejor resolución que la que se consigue en un tampón continuo (Lehninger 1978).

Se usan dos o más buffer. El gel está en tubos en los que se pone la solución a polimerizar. Luego se ponen las proteínas, introduciéndolas por microjeringas en dicha solución. El buffer usado es el de glicina.

Para el presente informe se considerará como sinónimo de electroforesis, la descrita como electroforesis en geles de almidón, ya que será la que se utilizará en el estudio.

### 5.1.4 Electroforesis en gel

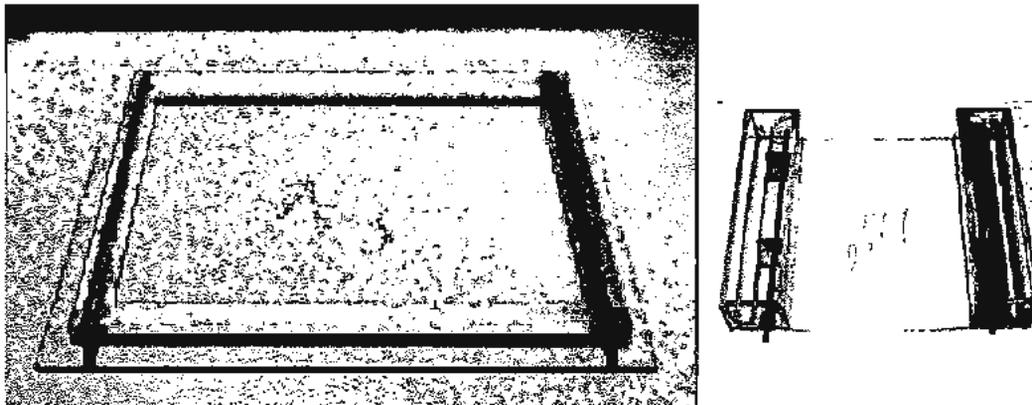


Fig: Placa de electroforesis con el buffer del electrodo

Esta forma de electroforesis de zona puede separar una mezcla de proteínas basándose en la carga eléctrica y en el tamaño de las moléculas (Lehninger, 1978).

Es la más usada. Las moléculas se separan en buffer acuoso inmerso en un gel polimerizado. Su ventaja es que se pueden identificar moléculas más grandes que las anteriores, además es más puro permitiendo así mayor fricción y por lo tanto más migración.

El gel se puede hacer con polímeros como la agarosa, almidón, policriamida, que se ocupa en separación de ácidos nucleicos y lipoproteínas.

Por su mayor comodidad además de su menor costo, no diciendo con esto que entrega los mejores resultados, el polímero que se utilizará para el método antes indicado es el almidón.

Las muestras que se utilizan para el análisis electroforético pueden ser de diversa índole destacándose las hojas por entregar excelentes resultados, no descartándose con esto raíces, corteza, semillas, yemas, etc.

De esta forma la electroforesis utilizando geles de almidón será el método utilizado para la determinación de la variabilidad genética de la especie *Populus nigra var italica*, a lo largo del país.

### 5.2 APLICACIONES GENERALES DE ELECTROFORESIS EN GELES DE ALMIDÓN EN ESPECIES FORESTALES

La aplicación de electroforesis en el ámbito forestal para la determinación de variabilidad genética u otros temas afines data de alrededor 1960, década en la cual se elaboraron diversos estudios, sobre todo en USA y Europa creando una línea de investigación acerca de este tema. Como ejemplo de estas investigaciones a nivel mundial se tiene:

Esta técnica fue ocupada para la determinación de características de poblaciones de **Cupressus** del Sudeste de los Estados Unidos y Baja California (Little 1970; citado por Rothe, 1990), determinando que estas poblaciones aparecen como mosaicos separados por tipos de suelos. El ciprés de Santa Cruz (**Cupressus abramsiana**) fue analizado en 62 poblaciones sobre 25 loci de toda la taxa de Baja California, encontrando ejemplos de parentescos que eran diferentes del sugerido por la clasificación taxonómica. En 5 poblaciones estuvo bien dentro del rango de variación del complejo ciprés de Sargent (**Cupressus sargentii**), pero se observó una distancia genética más baja con relación a otras taxas como **Cupressus forbesii** o **Cupressus arizonica**.

Para determinar las distintas procedencias del abeto rojo de Noruega (**Picea abies**), Adams et al (1983) concluyeron que deben analizarse a menos 7 semillas de cada uno de 200 árboles, para determinar las frecuencias de aloenzimas.

Houston (1978)(citado por Rothe, 1990), identificó seis fuentes geográficamente diferentes de semillas de **Quercus rubra**, mediante el reconocimiento de peroxidadas.

Esta semejanza en los patrones e isoenzimas es probable que refleje su estrecha relación taxonómica (y por tanto genética). Sin embargo, en el análisis, los individuos de algunas especies mostraron genotipos distintos; estos pudieron distinguirse también con facilidad porque demostraban fenotipos diferentes.

Investigaciones realizadas con yemas y tejidos cotiledonales de bellotas procedentes de diversas fuentes de semillas de roble rojo del norte (**Quercus rubra** L.), roble negro (**Quercus velutina** Lam.), roble blanco (**Quercus alba** L.), roble blanco de los pantanos (**Quercus bicolor** Wild), roble "bur" (**Quercus macrocarpa** Michx) y roble de "chinkapin" (**Quercus muehlenbergii** Engelm.), demostraron que la mayoría de las bandas isoenzimáticas de leucina aminopeptidasa, alcohol deshidrogenasa, ácido fosfatasa y aspartato aminotransferasa, eran comunes a dos o más de estas especies (Tobolski 1978). Esta semejanza en los patrones de isoenzimas es probable que refleje su estrecha relación taxonómica (y por tanto genética). Sin embargo, en el análisis, los individuos de algunas especies mostraron genotipos distintos; éstos se pudieron distinguir también con facilidad porque mostraban fenotipos diferentes (Tobolski 1978).

Experimentos realizados en pino Oregón (**Pseudotsuga mensiezii**) demostraron que la mayoría de los fracasos en los cruzamientos controlados se deben a la contaminación de polen extraño (Adams et al, 1983).

El pino torreyana (**Pinus torreyana**) endémico de dos pequeñas y separadas poblaciones en California, disminuyó a cerca de 500 árboles para 1921 (Dusek 1985). La no variación aloenzimática fue encontrada entre alguno de los 59 loci isoenzimáticos, aunque aquí fueron estables las diferencias en dos loci entre las poblaciones (Ledig y Conkle 1983), determinando así la causa de tal deterioro de la población.

Rieseberg (1988), mediante electroforesis determinó los patrones isoenzimáticos de 7 Caobas catalinas (**Cerocarpus traskiae**) remanentes, determinando que eran híbridas de la caoba común (**Cerocarpus betuloides**). Con este conocimiento se logró instar a los conservacionistas a propagar las 5 caobas catalinas puras con el intento de reproducirlas dentro del hábitat cercado sobre la isla Santa Catalina.

Conkle **et al** (1988), muestreó mediante este mismo método la diversidad y filogenia de **Pinus brutia** y tasas relativas concluyendo que la frecuencia de alelos varió por poblaciones y subespecies. Siete loci (ACP, EST, GOT 1, GOT 2, MDH 1, PGI 2, SKDH 2) son polimórficos en los grupos de **Pinus brutia** incluyendo los pinos de Quetta pero son monomórficos en **Pinus halepensis**. La enzima MPI tuvo una menor variación en **P. halepensis**. Estos loci contribuyeron significativamente a la más grande variación en el grupo de **P. brutia** comparada con la variación de **Pinus halepensis**.

Prober **et al.** (1990a) analizó la variación aloenzimática de los 12 "fresnos grises" especies de Eucalyptus, los cuales incluyen varias especies raras de interés de conservación, e identificó varios parentescos que habían estado pobremente identificados morfológicamente. Es así como basado en el análisis de la distancia aloenzimática y la diversidad genética mostró la rareza de **Eucalyptus paliformis** y **Eucalyptus rupicola**, además de determinar que la rareza de **Eucalyptus burgessiana** es debida a divergencia reciente.

Otra aplicación de esta técnica fue realizada por Hamrick y Schnabel (1990), que mediante la observación e los patrones isoenzimáticos determinaron que la población de **Quercus mandanensis** de Colinas blancas al sur de Dakota y Wyoming no era tal, sino que pertenecía a una hibridación entre **Quercus macrocarpa** y **Quercus gambelii**.

Millar y Wesfall (1990), evaluaron la contaminación genética en un pequeño bosque de **Sequoiadendron giganteum**, concluyendo la remoción de todos los árboles de procedencia no local, para la restauración de este.

En un estudio realizado por Rothe (1990), se analizó de 6 a 7 sistemas de enzimas variables, incluyendo de 10 a 20 loci diferentes, permitiéndose así la certificación de 50 a 100 clones de una variedad multiclinal del abeto rojo de Noruega (**Picea abies**).

En 1993 Aguinagalde y Bueno utilizando la electroforesis analizaron dos poblaciones de pino negro europeo (**Pinus nigra** Arn.), llegando a la conclusión que las semillas de estas especies es un excelente material para el análisis genotípico. Los ocho sistemas enzimáticos elegidos proporcionaron un total de 17 isoenzimas, 17 distintos loci, todos ellos anódicos excepto la enzima GOT-1 que mostró movilidad alrededor del cátodo. Las frecuencias de alelos calculadas para estos 17 loci en las dos poblaciones bajo estudio mostraron poca variación en los demás casos. Algunas de las isoenzimas (LAP-1, PGM-2, MDH-4, GOT-3) aparecieron como monomórficas en todos los individuos estudiados, no variando así entre las dos poblaciones.

Gandara **et al** (1995), con el objetivo de estimar la diversidad genética y la tasa de crecimiento lejano en una especie forestal rara (es decir, especie con baja densidad de población), examinó una población natural de **Cedrela fissilis** Vell. en el bosque primario de Fazendeas Intervalas, en Sete Barras, Sao Paulo, Brasil, utilizó electroforesis en geles de almidón determinando que la heterozigosidad media era de 0,222, mientras que la heterozigosidad para loci polimórfico era de 0,228. La población adulta estaba en equilibrio de Hardy-Weimberg.

Mejia y Enriquez (1996) en un estudio establecieron los zimogramas o patrones de bandeado electroforético de isoenzimas, de 25 clones de cacao del Jardín Clonal del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), analizando hojas tiernas, registrando en los nueve sistemas enzimáticos una variación en una o más regiones de tinción. Se pudo establecer que las enzimas

fosfatasa ácida (ACP), alcohol deshidrogenasa (ADH) y ácido shikímico deshidrogenasa (SKD) son marcadores útiles para realizar estudios de paternidad de cacao y que la enzima esterasa (EST) es útil para la diferenciación de clones.

Además con buenos resultados, la electroforesis se ha aplicado para las siguientes especies (Pineda, 1998), **Abies alba** (Schroeder, 1989), **Cupressus sempervirens** (Papageorgiu et al, 1993), **Fagus sylvatica** (Barriere et al., 1984; Cuguen et al., 1988; Comps et al, 1990; Comps et al 1991), **Nothofagus spp** (Hasse, 1993), **Pinus monticola** (El-Kassaby et al., 1993, **Pinus thumbergii** (Shiraishi, 1988), **Pseudotsuga menziesii** (Yeh y O'Malley, 1980; El-Kassaby et al., 1996; El-Kassaby y Ritland, 1986a; 1986b), **Quercus spp** (Bordács y Korányi, 1993; Savill et al., 1993), **Robinia pseudoacacia** (Hertel, 1992) y **Taxus baccata** (Lewandowski et al., 1992)

### 5.3 ESTUDIOS A NIVEL NACIONAL

En Chile, alumnos de la Universidad de Chile de la Facultad de Ciencias (1985), mediante este método trataron de determinar 18 sistemas enzimáticos para tres especies del género **Colliguaya** y mediante los patrones electroforéticos deducir el mecanismo de origen del **Colliguaya salicifolia**.

Los resultados obtenidos no fueron muy alentadores, analizando solo cuatro de los sistemas enzimáticos propuestos ya que los otros no presentaban resultados claramente distinguibles. En beta enterasa, se encuentran alelos compartidos por todas las especies (A1), solo por **C. odorifera** y **C. integerrima** (A3). Por último el alelo B1 es compartido solamente por **C. salicifolia** y **C. integerrima** en el sistema PER.

Eaton (1997), determinó que todos los individuos estudiados pertenecían a un mismo clon. Esto se observó porque el patrón de bandas fue idéntico para todas las enzimas teñidas.

Pineda (1998), concluyó que la mayoría de las enzimas estudiadas de raulí son polimórficas, lo que se constata que tales poblaciones son genéticamente bastante variables; sin embargo, algo similar ocurre con las muestras de ruil por lo que no se puede concluir que esta segunda especie posea menos variabilidad que **Nothofagus alpina**.

Tanto raulí **Nothofagus alpina** como ruil **Nothofagus alessandri** presentan en promedio entre 2 y 4 alelos por locus.

Las poblaciones naturales de raulí y ruil y las pseudopoblaciones confeccionadas con clones de Huerto Semillero de raulí indican incumplimiento de la ley de Hardy-Weimberg, detectándose escasez de heterocigotos, es decir altos niveles de consanguinidad.

Sobre el 85 % de la variabilidad genética de ambos **Nothofagus** se concentra dentro de sus poblaciones naturales y el 15 % del polimorfismo restante diferencia a las mismas; esto indicaría que a lo largo del tiempo ha existido un flujo génico tal como para provocar sólo una diferenciación moderada entre las agrupaciones naturales.

## 5.4 APLICACIÓN DE ELECTROFORESIS EN EL GENERO POPULUS

Por las características taxonómicas de este género, además de presentar una gran cantidad de híbridos y clones, más la potencialidad de esta especie en el sector forestal nacional; la aplicación de electroforesis es de real importancia tanto para conocer sus patrones genéticos de manera de conocer a cabalidad las diferencias entre un sinnúmero de clones existentes con características morfológicas similares, por no decir iguales a simple vista, así como la variabilidad de especies dentro de poblaciones o situaciones a nivel nacional, logrando de esta forma diferenciar individuos de la misma especie que por una u otra causa se han diferenciado creando ecotipos interesantes, posibles de cultivar aprovechando la interacción clon sitio por las características que presentan (rápido crecimiento, resistencia a patógenos, tortuosidad del fuste, cantidad de ramas, etc.), además de aumentar así la variabilidad, siempre interesante para disminuir los problemas que trae consigo el cultivo de pocas especies o el monocultivo.

De esta forma diferentes investigadores han aplicado este método para determinar diferencias reales entre especies morfológicamente muy parecidos, es así como se han realizado distintos estudios con esta Género entre los que destacan:

Weber y Stettler (1980), determinaron el promedio de heterozigosidad por locus (H) para 10 poblaciones de **Populus trichocarpa** en el Pacífico Noroeste, concluyendo que esta característica varió poco entre las 10 poblaciones. Las poblaciones de Index (IND) y Chilliwack (CHI) presentaron la diversidad de genes más baja, estas poblaciones están ubicadas cercanas al drenaje del río, en cambio las poblaciones de Nisqually (NIS) y Rockport (ROC) mostraron gran diversidad, pudiéndose especular de que esta variabilidad se debe a la ubicación en que estas dos poblaciones están (a lo largo del drenaje del río). Con estos resultados se confirma la correlación entre el tamaño del drenaje y la diversidad genética.

El promedio de heterozigosidad dentro de la población (Hs) fue mucho más grande que entre poblaciones (Dst), con valores de 0,090 y 0,06 respectivamente. El total de diversidad de genes (Ht) fue de 0,096 y el coeficiente de diferenciación de genes (Gst=Dst/Ht) fue de 0,063. En otras palabras, solo cerca de un 6% de la diversidad total de genes fue atribuible a la diferencia de genes entre poblaciones, y el 94% de la diversidad de genes que fue encontrada está sobre el promedio de cualquiera de las poblaciones. Otros dato se adjuntan en la tabla siguiente.

### Promedio de heterozigosidad por locus (H) y proporción de loci polimórficos en distintas poblaciones de **Populus trichocarpa** en el Pacífico Noroeste(Weber y Stettler, 1980)

	POBLACIONES									
	CHI	ROC	ARL	MON	IND	SNO	ORT	NIS	LON	SAN
Promedio de heterozigosidad por locus (H)	0,07	0,10	0,09	0,08	0,07	0,09	0,09	0,11	0,09	0,09
Error standard (H)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03
Promedio n	45,8	46,7	43,7	49,3	45,1	44,9	48,1	46,4	41,1	44,4
Proporción de loci polimórficos	0,22	0,39	0,33	0,22	0,39	0,33	0,28	0,39	0,39	0,22

Las abreviaciones de las poblaciones son las siguientes: Chilliwack (CHI), Rockport (ROC), Arlington (ARL), Monroe (MON), Index (IND), Snoqualmie (SON), Orting (ORT), Nisqually (NIS), Longview (LON) y Santiam (SAM).

Bergmann (1987), discriminó clones de álamo usando isoenzimas paternas mediante el método de electroforesis ocupando cinco sistemas de enzimas en hojas de 11 clones de **Populus tremula**. Cada clon presentó una única combinación de padres.

Sobre todo la similitud genética muestreada entre las diez poblaciones se observó una desviación significativa desde el punto de vista de la Proporción de Hardy-Weimberg, y en todos los casos ha cumplido con el exceso de homocigotos. De las 23 desviaciones significativas, 17 fueron encontradas en las 5 poblaciones del sur.

Castillo y Padró (1986), mediante una caracterización de dos clones similares, I-214 y "Campeador" con electroforesis concluyeron que las yemas parecen tener mayor actividad enzimática que la corteza, pero no muestran claras bandas paternas. Las hojas muestran un comportamiento similar en términos de número de bandas, intensidad y posición para cada clon estudiado.

LAP mostró actividad con el método de Scandalios, revelando 6 claras bandas, sin mostrar diferencias percibibles entre los 2 clones. Con el método de Scandalios modificado por Tanksley no mostró actividad.

Para PGM y PX mostró claras bandas paternas diferenciando claramente los clones I-214 y "Campeador".

Mediante el mismo método se investigó la variación genética en clones de **Populus tremuloides**. La muestra correspondió a raíces jóvenes de 200 clones **Populus tremuloides** colectados desde 8 regiones geográficas mediante transectos NS y EO. La diversidad total de genes fue de 0,252. Un promedio de 79% de loci son polimórficos (considerando todas las poblaciones), con un promedio de 2,7 alelos por locus. Se encontró una deficiencia de heterocigotos en todas las poblaciones. Distancia geográfica y genética entre poblaciones no están correlacionadas. En **conclusión Populus tremuloides** en Ontario es genéticamente variable y moderadamente diferenciado. (Hyun J.; Rajora O.; Zsuffa L..1987).

Farmer et al (1988), concluyeron acerca de la variación enzimática en álamo balsámico (**Populus balsamifera**) a lo largo de un transecto latitudinal en el Noroeste de Ontario. Las características de las enzimas fueron examinadas mediante 8 sistemas de enzimas en 50 "ortets" de 5 poblaciones colectadas en la Longitud 90°W y latitudes 45 a 55° N. En el 54% de los árboles se detectó polimorfismo en uno o más loci, y en 8 de los 17 loci examinados se encontró polimorfismo en una o más poblaciones. El promedio de heterocigosidad fue bajo (0,037) y varió poco entre poblaciones (0,025-0,043), no apartándose significativamente de las proporciones de genotipos multilocus. Las distancias genéticas y F-estadísticas indicaron que la diferenciación genética es pequeña entre poblaciones en términos de los sistemas de enzimas observados.

Para **Populus deltoides**, **Populus nigra**, **Populus maximowiczii** y **Populus canadensis** se determinó la variación aloenzimática y heredabilidad en hojas y raíces, mostrando zimogramas idénticos en todos los clones y su descendencia para 8 de los 10 sistemas de enzimas examinadas

en ambos tejidos (ACO, GOT, IDH, LAP, MDH, 6-PGD, PGM Y PGI). SDH mostró una sola zona monomórfica de actividad, SDH-1 en hojas corresponde a SDH-1 en raíces en estas especies de *Populus*.

PER-L1, PER-L2 y PER-L4 fue observada en hojas de las tres especies de *Populus* y **Px canadensis**; mientras 4 zonas PER (PER-1, PER-2, PER-3 y PER-4) fueron observadas en raíces (Rajora, 1988, 1989a; b; Rajora y Zsuffa, 1989).

**Identidad de códigos de genes de aloenzimas para 10 enzimas en raíces y hojas de *Populus* y sus híbridos. (Rajora, 1988, 1989a y b; Rajora y Zsuffa, 1989).**

Especies/ Híbridos	Nº Loci Raíces	Nº Loci Hojas	Nº Loci Raíces+Hojas	Nº Loci Idéntico Raíces y hojas	% Nº Loci Idéntico Raíces y hojas
<i>Populus deltoides</i>	30	29	32	29	90,6
<i>Populus nigra</i>	29	27	31	27	87,1
<i>Populus maximowiczii</i>	27	26	29	26	89,6
<b>P x canadensis</b>	35	33	37	33	89,2

Muller-Starck G. (1991) investigó el control genético y la heredabilidad de isoenzimas de álamos de la Sección Tacamahaca y sus híbridos mediante la aplicación de electroforesis llegando a resultados acerca de:

- Descendencia de cruzamientos controlados.
- Caracterización de fenotipos enzimáticos mediante análisis genético (Medioambiente, ontogenético y variación específica del tejido, declaración preliminar sobre la localización de enzimas.).
- Análisis genético (control genético y modo de heredabilidad y estudios de recombinación.)

Gallo L y Geburek (1991), estudiaron las enzimas GOT (aspartato aminotransferasa), LAP (citosol aminopeptidasa), 6-PGDH (fosfogluconasa deshidrogenasa) y SKDH (sykymato deshidrogenasa) en 8 clones de ***Populus tremula***, 6 clones de ***Populus tremuloides*** y 49 interespecíficas familias de hermanos completas. Para GOT, se encontró una zona polimórfica. Para LAP, dos loci polimórficos fueron propuestos basados en la segregación fenotípica de las variantes isoenzimáticas en 6 y 34 familias de hermanos completas, respectivamente. En 24 familias completas de hermanos, se detectó la presencia de alelos nulos interfiriendo en ambos loci. En SKDH también se demostró la heredabilidad mendeliana paterna en 12 de las familias de hermanos completa.

Para ***Populus tremuloides*** se detectó la variación de 10 loci de enzimas polimórficas mediante el análisis de 9 poblaciones en Minnesota. La heterocigosidad estimada de la enzima fue de 0,220, con diferencias no significativas en las frecuencias de alelos entre poblaciones y sin diferencias significativas desde las frecuencias genotípicas esperadas bajo el equilibrio de Hardy-Weimberg. Estos resultados sugieren altos niveles de flujo génico entre poblaciones. (Lund S.; Furnier G. y Mohn C., 1992.).

Rajora y Dancik (1992) realizaron una caracterización genética mediante isoenzimas entre **Populus alba**, **Populus tremula** y **P. x canescens** y sus clones concluyendo que el híbrido natural **P. x canescens** consiste de una mezcla de híbridos F1 de **P. alba** y **P. tremula** y sus retrocruzas con **P. alba**.

Para el género *Populus* y como parte de él, para **Populus nigra** la utilización de este método toma real importancia debido a la gran cantidad de híbridos y clones que esta especie presenta, además de la potencialidad que este género tiene en el sector forestal nacional. La aplicación de electroforesis es de mucha utilidad, para conocer sus patrones genéticos con el fin de interiorizarse a cabalidad de las diferencias entre un sinnúmero de clones existentes con características morfológicas similares, por no decir iguales a simple vista, así como la variabilidad de especies dentro de poblaciones o situaciones a nivel nacional, logrando de esta forma diferenciar individuos de la misma especie que por una u otra causa se han diferenciado creando ecotipos interesantes, posibles de cultivar aprovechando la interacción clon sitio por las características que presentan (rápido crecimiento, resistencia a patógenos, tortuosidad del fuste, cantidad de ramas, etc.), además de aumentar así la variabilidad, siempre interesante para disminuir los problemas que trae consigo el cultivo de pocas especies o el monocultivo.

Bueno et al 1993, analizaron clones de *Populus tremula* mediante electroforesis comparando tres sistemas enzimáticos (esterasas, peroxidasas y fosfatasa ácida) además de los polimorfismos determinando que este método es una útil herramienta para diferenciar a estos.

Es así como muchos investigadores han aplicado este método con diversos objetivos en la especie meta de esta investigación entre los que destacan: Rajora, 1986, citado por Muller-Starck 1991; Rajora, 1989a y 1989b; Rajora y Dancik, 1992; Muller-Starck, 1992; Legionet y Lefevre, 1996; Janßen, 1997 y Malvolti et al, 1991 citados por Heinze, 1998.

Como se ha visto la aplicación de electroforesis en el género *Populus* data de finales de la década de los 70 mostrando gran potencialidad para determinar y caracterizar diferencias isoenzimáticas en este complejo género que cuenta con un sinnúmero de clones e híbridos naturales, además de poder determinar efectividad de cruzamientos, parentescos entre poblaciones, grado de heredabilidad de rasgos de hojas y raíces, variabilidad enzimática entre poblaciones cercanas y distantes, grados de heterocigosis por locus, y la aplicación que se le dará en este proyecto, es decir determinar la variabilidad genética del **Populus nigra var italica** a lo largo del país pudiendo así determinar si esta especie pertenece a un mismo clon o si mediante la interacción del ambiente ha cambiado su genotipo, si es así poder tomar e identificar en un futuro cercano esta variabilidad de manera de aumentarla y conservarla de manera de disminuir el riesgo de plagas que podrían entrar al país, como también ver su potencial productivo y de establecimiento en distintas zonas del país, no sólo con el objeto de producción de madera aserrada para una industria que crece rápidamente, si no que además ver su utilidad en la protección de cuencas.

## GLOSARIO BÁSICO

**Alelo:** Uno de un par o serie de genes alternativos que pueden aparecer en un locus determinado en los cromosomas de los cromosomas homólogos; una forma contrastante de un gene. Los alelos son representados con el mismo símbolo básico.

**Biotipo:** Diferentes razas fisiológicas o líneas dentro de especies morfológicas. Una población de individuos con constitución genética idéntica. Un biotipo puede estar formado por homocigotos o heterocigotos, de los cuales sólo los primeros se espera que sean una línea pura.

**Clon:** Todos los individuos derivados de un individuo original sencillo por medio de propagación vegetativa, o de otra forma, un grupo de plantas genéticamente idénticas (ramets) derivadas asexualmente desde un solo individuo (ortet).

**Codón:** Terna de bases de ADN que cifran aun aminoácido.

**Coenzima:** Sustancia necesaria para la actividad de una enzima.

**Cruzamiento de hermanos:** Cruzamientos que involucran a dos o más individuos de los mismos padres.

**Cruzamiento de prueba:** Retrocruzamiento al tipo progenitor recesivo o u cruzamiento entre individuos genéticamente desconocidos con un probador totalmente recesivo para determinar si el individuo en cuestión es heterocigoto u homocigoto para un cierto alelo. También se usa como prueba de ligamiento.

**DNA:** Ácido desoxirribonucleico, material químico que contituye la porción que lleva la información hereditaria o gene.

**Ecotipo:** Grupo de plantas de genotipo similar que ocupan un nicho ecológico. Con frecuencia, los ecotipos no son distinguibles mediante características morfológicas y sólo pueden separarse a través de diferencias fisiológicas, las cuales están relacionadas por lo general a la capacidad de supervivencia (Rehfeldt, 1979. Citado por Zobel y Talbert, 1988).

**Endogamia:** Cruzamiento entre individuos emparentados.

**Enzima:** Proteína que acelera una reacción química específica en un sistema vivo.

**Epistasis:** Supresión de la acción de un gene o genes no alelos de aquellos suprimidos. A los suprimidos se les denomina hipostáticos. La diferencia con la dominancia se basa en que en ésta los genes son pares de alelos.

**Fenotipo:** Característica de un individuo observada o discernida por otros medios. Los individuos del mismo fenotipo pueden aparecer semejantes, pero no procrean similarmente.

**Frecuencia génica:** representación de la proporción de un alelo en una población que se cruza.

**Gene:** Partícula determinante de la herencia; unidad de herencia; unidad de ADN; localizada en un lugar fijo en el cromosoma.

**Genotipo:** Constitución genética, expresada y latente, de un organismo. Los organismos del mismo genotipo se aparean similarmente.

**Heterocigoto:** Organismo con miembros diferentes de cualquier par determinado o serie de alelos, que consecuentemente produce distintos gametos.

**Híbrido:** Progenie de progenitores homocigóticos que difieren en uno o más genes.

**Homocigoto:** Organismo cuyos cromosomas portan miembros idénticos de cualquier par de genes. Por tanto, los gametos son todos similares con respecto a este locus y los individuos serán de una línea pura.

**Locus:** Posición fija de un cromosoma ocupada por un gene determinado o alguno de sus alelos.

**Polinucleótido:** Unidad de ADN que consiste de cuatro nucleótidos.

**Polipéptido:** Compuesto que contiene dos o más aminoácidos y uno o más grupos peptídicos. Son llamados dipéptidos, tripéptidos, etc., de acuerdo con el número de aminoácidos que contienen.

**Progenie:** Descendencia de animales o plantas; individuos que resultan de determinado cruzamiento.

**Recesivo:** Aplicado a un miembro o par alélico que carece de capacidad para manifestarse cuando está presente el miembro dominante. Una característica heredada expresada solamente cuando el gene que la gobierna es homocigótico.

**Retrocruzamiento:** Cruza de un híbrido con uno de los tipos progenitores. La progenie de tal cruzamiento se conoce como generación de retrocruzamiento o progenie de retrocruzamiento

## BIBLIOGRAFÍA

ADAMS, M.; BABERSTOCK, P.; RICHARDSON, B. 1983. allozyme electrophoresis. A handbook for animal and population studies. Academic Press. Australia. 409 p.

AGUNAGALDE, I; BUENO, M. 1994. Morphometric and electrophoretic analysis of two populations of european black pine (*Pinus nigra* Arn.). *Silvae Genetica* 43, 4 (1994).

AYALA, F; KIEGER, J. 1984. Genética moderna. Ediciones Omega. Barcelona, España. 836 p.

BERGMANN, F. 1981. Discrimination of *Populus* clones using isozyme patterns. *Holzzucht*. 1981, 35: 3-4, 24-27.

BERGMANN, F. 1987. Characterization of multiclonal aspen cultivars using isozyme electrophoresis. *Forest Ecology and Management* 22: 1-2, 167-172.

BUENO, M; GRAU, J; GARCÍA DE LOS RIOS, M. 1993. Micropropagación de árboles adultos de *Populus tremula* e identificación de clones en rodales mediante electroforesis. Congreso forestal español. Laurizan 1993. Ponencias y comunicaciones Tomo II.

CASTILLO T.; PADRO, A. 1987. Short Note: Electrophoretic characterization of the euroamerican poplar clones "I-214" y "Campedor". *Silvae Genetica* 36: 5-6.

CHELIAK, W.; PITEL, J. 1984. Techniques for starch gel electrophoresis of enzymes from forest tree species. Agriculture Canada. Canadian Forest Service. Information Report PI-X-42. 49 p.

CONKLE, M; SCHILLER, G Y GRUNMALD C. 1988. Electrophoretic analysis of diversity and phylogeny de *Pinus brutia* and closely related taxa. *Systematic Botany* (1988), 13(3): pp 411-424.

EATON, L. 1997. Informe. Asesoría en determinar variabilidad genética en especies de *Salix*. Genética y Tecnología Ltda. Santiago Chile. 3 p.

ELENA-ROSELLO, J. y CABRERA E. 1996. Isozyme variation in natural populations of Cork-Oak (*Quercus suber* L. ). Population structure, diversity, differentiation and gene flow. *Silvae Genetica* 45: 4. 229-235.

FARMER, R., CHELIAK, W., PERRY, D., KNOWLES, P., BARRET, J. y PITEL, J. 1988. Isozyme variation in balsam poplar along a latitudinal transect in northwestern Ontario. *Canadian Journal of Forest Research* 18: 8, 1078-1081.

GALLO, L. 1991. Genetic analysis of metric and isozyme traits in *Populus tremula*, *Populus tremuloides* and their híbrids. Disertation. Göttingen, Suecia. p. 212-243.

GALLO, L. y GEBUREK, T. 1991. Genetics of isozyme variants in *Populus tremula*, *P. tremuloides* and their híbrids. *Euphytica*. 53: 3, 225-233.

- GANDARA, F. 1998. Citado por FAO, Recursos genéticos forestales N° 25. p. 23-24.
- GARDNER, E. 1971. Principios de Genética. Limusa-Wiley. Méjico. 531 p.
- HODGSKISS, P. 1999. ISOZYMES, ALLOZYMES: Assays of Genetic Variation. En [wwws27w007.pswf.gov/~pdh/iso.index.html](http://wwws27w007.pswf.gov/~pdh/iso.index.html)
- HURTADO, S. 1997. Informe participación proyecto. Desarrollo integral de la silvicultura e industrialización de **Salix viminalis** (Sauce mimbre).
- HYUN, J., RAJORA, O., ZSUFFA, L. 1987. Genetic variation in trembling aspen in Ontario based on isozyme studies. Canadian Journal of Forest Research, 17: 9, 1134-1138.
- STEBBINS, G. 1963. Variation and Evolution in plants. Columbia University Press.
- LEHNINGER, 1978. Principios de bioquímica. Barcelona. Omega Editores. 242p.
- LEWONTIN, R.; HUBBY, J. 1966. A molecular approach to the study of genic heterozygosity in natural populations . II.- Amount of variation and degree of heterozygosity in natural populations of **Drosophila pseudobscura**. Genetics 54: 595-609.
- LUND, S., FURNIER, G., y MOHN, C. 1992. Isozyme variation in quaking aspen in Minnesota. Canadian Journal of Forest Research 22: 4, 521-524.
- MARKERT, C. 1975. Isoenzymes Vol. 1-4. Academic Press. New York.
- MEJIA, L.; ENRIQUEZ, E. 1996. Identificación de 25 clones de cacao (**Theobroma cacao** L.) por electroforesis de isoenzimas. Tikalia (Gua.) 14(2): 11-26.
- MENDEZ, P. 1995. Corlogía y fitogeografía de **Nothofagus dombeyi** (Mirb.) Blume. Tesis para optar al título de Ingeniería forestal. Universidad de Chile. 83 pp.
- MÜLLER-STARK, G. 1992. Genetic control and inheritance of isoenzymes in poplars of the Tacamahaca Section and híbrids. Silvae Genetica 41, 2. 87-95.
- NAVARRO, C. 1998. Variación genética de la **Swietenia macrophylla** en Upala, Norte de Costa Rica. FAO. Recursos Genéticos Forestales. N° 25: 34-35.
- PINEDA, G. 1998. Determinación de los patrones de variabilidad genética en poblaciones de raulí (**Nothofagus alpina** (Poepp. et Endl.) Oerst.) y ruil (**Nothofagus alessandrii** Espinosa), por medio de electroforesis horizontal en geles de almidón. Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 79 p.
- RAJORA, O. y DANCİK, B. 1992. Genetic characterization and relationships of **Populus alba**, **P. tremula** and **P. x canescens** and their clones. Theoretical and Applied Genetics. 84: 3-4, 291-298.

RAJORA, O. y DANCİK, B. 1992. Allozyme variation and inheritance in leaves of *Populus deltoides*, *P. nigra*, *P. maximowiczii* and *P. canadensis* in comparison to those in root tips. *Silvae Genetica* 41, 4-5.

ROBERTSON, A. 1970. The spectrum of genetic variation. En proceedings Population biology and evolution. Proceedings of the International Symposium Sponsored by Syracuse University and the New York State Science and Technology Foundation. Syracuse University Press. 205p.

ROTHER, G. 1990. Eficacia y limitaciones de los estudios de isoenzimas en la genética de árboles forestales.

TOBOLSKY, J. 1978. Isozyme variation in several species of oaks. Proceedings of the second central hardwood forest conference, Purdue University, West Lafayette. USA.

THOMPSON, M., HODGSKISS, P., NUNNALLY, L. y HUNTER, S. 1982. Starch gel electrophoresis of conifer seeds: a laboratory manual. United States, Department of Agriculture. Forest Service. Pacific southwest Forest and Range Experiment Station. General Technical Report PSW-64. pp 20.

WEBER, J.; STETTLER, R. 1981. Isoenzyme variation among ten populations of ***Populus trichocarpa*** Torr. et Gray in the Pacific Northwest. *Silvae Genetica* 30, 2-3: 82-87

WU, R.; BRADSHAW, H.; STETTLER, R. 1997. Molecular genetics of growth and development in *Populus* (Salicaceae).V. Mapping quantitative trait loci affecting leaf variation. *American Journal of Botany* 84(2): 143-153.

YING, CH-CH; BERGLEY, W. 1976. Genetic variation of eastern cottonwood in an eastern Nebraska provenance study. *Silvae Genetica* 25, 2: 67-73.

ZOBEL B.; TALBERT J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Editorial Limusa. Noriega Editores. Méjico. 545 p.

## **ANEXO 8.2**

## SISTEMAS ENZIMÁTICOS A ENSAYAR

Los sistemas enzimáticos a probar para la determinación de la variabilidad genética de *Populus nigra var italica* son:

<b>ACP</b>	Acid phosphatase
<b>ACO</b>	Aconitasa
<b>DIA</b>	Diaforasa
<b>IDH</b>	Isocitrato dehidrogenasa
<b>MDH</b>	Malato dehidrogenasa
<b>PGM</b>	Fosfoglucomutasa
<b>SDH</b>	Shikimato dehidrogenasa

### Referencias

HEINZE, B. 1998. Biochemical and molecular genetic methods available for the characterization of *Populus nigra* L. Institute of Forest Genetic, Federal Forest Research Centre. Austria.

THORSEN, J. 1996. Description of the genetic structure of *Salix viminalis* L. in nature by isozymes and morphological (quantitative) traits. Department of Plant Breeding Research. Uppsala Genetic Center. Swedish University of Agricultural Sciences. 60 p.

## ANEXO 8.3

## PROTOCOLOS DE ELECTROFORESIS

### Buffers de extracción

#### Buffer de extracción 1:

8	%	PVP (7:1 de 40M; 360M)
0,3	M	Sucrosa
0,5	m M	EDTA
1	m M	Ditiotreitol
1	m M	Ácido ascórbico
0,1	%	Bovine Serum Albumin
0,4	m M	NAD
0,3	m M	NADP
0,2	m M	Pyridoxal 5'-phosphate

Ajustar a pH 6,7 con 1M Tris y se adicionan 0,66 ml  $\beta$ -mercaptoethanol para 100 ml de buffer .

#### Buffer de extracción 2: (Para IDH y PGM)

2	%	Tergitol 15-S-9
2	%	PEG (20M)
8	%	PVP (7:1 40M; 360M)
50	mM	Acido ascórbico
0,4	mM	NAD
0,1	%	Bovine serum albumin
0,2	mM	Pyridoxal 5'-phosphate
0,3	M	Sucrosa
12	mM	Cysteine-HCl
0,66	ml	$\beta$ -mercaptoethanol

Se disuelve en 0,05 borate buffer (pH 7,1); a un volumen final de 100 ml. Ajustar nuevamente el pH al final. Adicionar  $\beta$ -mercaptoethanol sólo previo al uso.

**Preparación de geles de almidón:**

**Sistema A (Ashton y Braden 1961)**

**Stock 1:**

0,191	M	Acido bórico
0,05	M	Hidróxido de litio

**Stock 2:**

0,051	M	Tris
0,008	M	Acido cítrico

Ambas soluciones a pH 8,1

Gel: Stock 1 y 2 (1:9)

Buffer electrolítico Stock 1

**Sistema B (Clayton y Tretiak 1972)**

Gel 0,002 M Acido cítrico

Buffer electrolítico 0,04 M Acido cítrico

El gel y el buffer electrolítico se ajustan ambos a pH 6,5 con N-(3-aminopropyl)-morpholine.

El gel y el buffer del ánodo se le agrega 30 mg de NAD cada 100 ml.

**Sistema C (Aravanopoulos 1992)**

**Gel:**

0,01	M	Tris
0,03	M	Acido cítrico

Ajustado a pH 6,7

**Buffer electrolítico:**

0,223	M	Tris
0,28	mM	Acido cítrico

Ajustar pH a 6,3

El gel y el buffer electrolítico se ajustan con 30 mg de N-(3-aminopropyl)-morpholine.  
 El gel y el buffer del ánodo se le agraga 30 mg de NAD cada 100 ml.

### Sistema D (Cheliak y Pitel 1984)

#### Gel:

0,01	M	Histidina-HCl
0,28	mM	EDTA

Ajustado a pH 7,0 con 1M Tris

#### Buffer electrolítico:

0,125	M	Tris
-------	---	------

## RECETAS DE TINCIÓN

### ACP

0,2 M Acetato de sodio, pH 5:	25	ml
<b>(sodium acetate 3H<sub>2</sub>O</b>	<b>11,48</b>	<b>gr</b>
<b>Glacial acetic acid</b>	<b>3,6</b>	<b>ml</b>
<b>Deionized H<sub>2</sub>O)</b>	<b>1</b>	<b>L</b>
a-Naphtyl acid phosphate	75	mg
Fast garnet GBC salt	25	mg
1% MgCl <sub>2</sub> (peso/vol)	2,5	ml
<b>(MgCl<sub>2</sub> 4H<sub>2</sub>O</b>	<b>2,03</b>	<b>gr</b>
<b>deionized H<sub>2</sub>O)</b>	<b>100</b>	<b>ml</b>

### ACO

0,2M Tris pH 8	45	ml
<b>(Trizma base</b>	<b>96,8</b>	<b>g</b>
<b>Deionized H<sub>2</sub>O</b>	<b>4</b>	<b>L</b>
<b>Ajustar pH 8,0 con HCl)</b>		
Acido cis aconítico	5	ml
0,1 MgCl <sub>2</sub>	1	ml
<b>(MgCl<sub>2</sub> 4H<sub>2</sub>O</b>	<b>2,03</b>	<b>gr</b>
<b>deionized H<sub>2</sub>O)</b>	<b>100</b>	<b>ml</b>
Isocitric dehidrogenase:	1	ml
<b>(Isocitric dehidrogenase</b>	<b>300</b>	<b>mg</b>

<b>H2O</b>	<b>10</b>	<b>ml</b>
NADP	0,5	ml
<b>(NADP</b>	<b>250</b>	<b>mg</b>
<b>Deionized H2O)</b>	<b>25</b>	<b>ml</b>
MTT	0,5	ml
<b>(MTT tetrazolium</b>	<b>500</b>	<b>mg</b>
<b>Deionized H2O)</b>	<b>50</b>	<b>ml</b>
PMS	0,1	ml
<b>(Phenazine methosulfate</b>	<b>500</b>	<b>mg</b>
<b>Deionized H2O)</b>	<b>50</b>	<b>ml</b>

## DIA

0,2 M Tris pH 8	50	ml
<b>(Trizma base</b>	<b>96,8</b>	<b>g</b>
<b>Deionized H2O</b>	<b>4</b>	<b>L</b>
<b>Ajustar pH 8,0 con HCl)</b>		
2,6-Dichlorofenol indophenol	1	mg
NADH	12,5	mg
<b>(NADH</b>	<b>125</b>	<b>mg</b>
<b>Deionized H2O)</b>	<b>10</b>	<b>ml</b>
MTT	2	ml
<b>(MTT tretazolium</b>	<b>500</b>	<b>Mg</b>
<b>Deionized H2O)</b>	<b>50</b>	<b>ml</b>

## IDH

0,2 M Tris pH 8	40	ml
<b>(Trizma base</b>	<b>96,8</b>	<b>g</b>
<b>Deionized H2O</b>	<b>4</b>	<b>L</b>
<b>Ajustar pH 8,0 con HCl)</b>		
0,1 M MgCl <sub>2</sub>	1	ml
<b>(MgCl<sub>2</sub> 4H<sub>2</sub>O</b>	<b>2,03</b>	<b>gr</b>
<b>deionized H2O)</b>	<b>100</b>	<b>ml</b>
0,1M iso ácido cítrico	6	ml
<b>(Na<sub>3</sub> DL-iso ácido cítrico</b>	<b>2,94</b>	<b>gr</b>
<b>Deionized H2O)</b>	<b>100</b>	<b>ml</b>
NADH	1,5	mg
<b>(NADH</b>	<b>125</b>	<b>mg</b>
<b>Deionized H2O)</b>	<b>10</b>	<b>ml</b>
MTT	1	ml
<b>(MTT tretazolium</b>	<b>500</b>	<b>Mg</b>
<b>Deionized H2O)</b>	<b>50</b>	<b>ml</b>

PMS	0,5	ml
<b>(Phenazine methosulfate</b>	<b>500</b>	<b>mg</b>
<b>Deionized H2O)</b>	<b>50</b>	<b>ml</b>

#### Sustrato de la enzima IDH

Isocitric dehidrogenase	300	mg
H2O	50	ml

#### MDH

0,2 M Tris pH 8	40	ml
<b>(Trizma base</b>	<b>96,8</b>	<b>g</b>
<b>Deionized H2O</b>	<b>4</b>	<b>L</b>
2M Sodium-L-malate, pH 7	7	ml
<b>Con frasco en un baño de hielo sobre un agitador max-mix, disolver 26,82 gr L-malic acid en 50 ml de agua. Mientras se agita, lentamente añadir 160 gr NaOH. Agregar agua hasta completar un volumen total de 100 ml, ajustar a pH 7 con NaOH.</b>		
NAD	2	ml
<b>(NAD</b>	<b>200</b>	<b>mg</b>
<b>Deionized H2O)</b>	<b>20</b>	<b>ml</b>
NBT	1,5	ml
<b>(Nitroblue tetrazolium</b>	<b>500</b>	<b>mg</b>
<b>Deionized H2O)</b>	<b>50</b>	<b>ml</b>
PMS	0,5	Ml
<b>(Phenazine methosulfate</b>	<b>500</b>	<b>mg</b>
<b>Deionized H2O)</b>	<b>50</b>	<b>ml</b>

#### PGM

0,2 M Tris pH 8	5	ml
<b>(Trizma base</b>	<b>96,8</b>	<b>g</b>
<b>Deionized H2O</b>	<b>4</b>	<b>L</b>
agua	25	ml
0,1 M MgCl2	5	ml
<b>(MgCl2 4H2O</b>	<b>2,03</b>	<b>gr</b>
<b>deionized H2O)</b>	<b>100</b>	<b>ml</b>
Glucose-1,6-diphosphate (disodium salt)	5	ml
Glucose-1-phosphate	1	ml

## SDH

0,2 M Tris pH 8	30	ml
<b>(Trizma base</b>	<b>96,8</b>	<b>g</b>
<b>Deionized H2O</b>	<b>4</b>	<b>L</b>
0,1 M MgCl <sub>2</sub>	7	ml
<b>(MgCl<sub>2</sub> 4H<sub>2</sub>O</b>	<b>2,03</b>	<b>gr</b>
<b>deionized H<sub>2</sub>O)</b>	<b>100</b>	<b>ml</b>
Shikimic acid	20	mg
NADP	0,5	ml
<b>(NADP</b>	<b>250</b>	<b>mg</b>
<b>Deionized H<sub>2</sub>O)</b>	<b>25</b>	<b>ml</b>
MTT	1,5	ml
<b>(MTT tretazolium</b>	<b>500</b>	<b>Mg</b>
<b>Deionized H<sub>2</sub>O)</b>	<b>50</b>	<b>ml</b>
PMS	0,5	ml
<b>(Phenasine methosulfate</b>	<b>500</b>	<b>mg</b>
<b>Deionized H<sub>2</sub>O)</b>	<b>50</b>	<b>ml</b>