

Este manual es el resultado de una revisión bibliográfica y recopilación de experiencias en cultivo de salicáceas, tanto de técnicos como de productores de la región patagónica, a las que se agregan experiencias de otras regiones que pueden ser de utilidad para Patagonia. Fue elaborado en 2006 y actualizado a principios de 2015 para su publicación. En él encontrará los siguientes temas: 1) importancia de los álamos y los sauces en el mundo, el país y en Patagonia, 2) aspectos generales sobre su plantación, manejo y crecimiento, 3) características de su madera, y 4) plagas y enfermedades presentes en la región, tanto en cortinas cortaviento como en macizos.

LOS ÁLAMOS Y LOS SAUCES EN LA REGIÓN PATAGÓNICA

Miguel Davel
Andrés Barbé
Darío Arquero
Sofía Havrylenko

Manual N° 14

LOS ÁLAMOS Y LOS SAUCES EN LA REGIÓN PATAGÓNICA





LOS ÁLAMOS Y LOS SAUCES EN LA REGIÓN PATAGÓNICA

Miguel Davel
Andrés Barbé
Darío Arquero
Sofía Havrylenko



Este manual, que abarca aspectos generales, silvícolas, tecnológicos y sanitarios del cultivo de salicáceas, surge como resultado de una revisión bibliográfica y de una recopilación de experiencias, tanto de técnicos como de productores de la Región Patagónica, a las que se agregan experiencias de otras regiones que pueden resultar de utilidad para la Patagonia. Esta recopilación, actualizada para su publicación, formó parte del proyecto “Estudio exploratorio para el desarrollo de forestaciones de Salicáceas en tres zonas de la Patagonia”, financiado por la Dirección Nacional de Programas y Proyectos Especiales de la entonces SeCyT y el CIEFAP, y ejecutado por esta Institución en 2006, por pedido de las provincias de Río Negro, Chubut y Santa Cruz.

El presente material fue financiado por el Ministerio de Ciencia,
Tecnología e Innovación Productiva de la Nación,
según Acta Acuerdo Interjurisdiccional 2015-CIEFAP.

Diseño: **Yanina Dillon**
Foto de Tapa: **Miguel M. Davel**
Revisión de texto: **Maria Laura Besio**
Impreso en Mayo, 2015

AGRADECIMIENTOS

A Patricio Dowbley de la Dirección General de Bosques y Parques del Chubut al momento de realizar el proyecto, a Juan Carlos Baffoni y Anibal Garcés de la Dirección de Bosques de Río Negro, y a Ernesto Heinz de la Dirección de Recursos Naturales del Consejo Agrario de Santa Cruz, que colaboraron brindando información y en la organización y el acompañamiento en las salidas de campo en cada provincia. A Julio García y Norberto Serventi por compartir sus conocimientos y experiencias. A Alberto Calderón, Nuria Riu y José Bustamante de la Cátedra de Dasonomía de la Universidad Nacional de Cuyo que nos recibieron y acompañaron en la visita a Mendoza y nos transmitieron toda su experiencia.

A Don Anibal Simoneta, Victor Guerrero, Ivana Amico, Esteban Thomas, Susana Pintos, y Osvaldo Busquets por los conocimientos aportados.

A las empresas MAM S.A., Forestal Medanito (Colonia 25 de Mayo), Vivero Vela, Lozano, Cuyo Placas S.A., Valerio Oliva S.A., Aserradero Leonángeli, Escuela Agrotécnica de Gobernador Gregores y a todos los productores de las provincias de Santa Cruz, Chubut, Río Negro y Mendoza que nos recibieron en sus establecimientos, nos mostraron sus experiencias y nos transmitieron sus valiosos conocimientos.

CONTENIDO

1. Importancia de las salicáceas	10	5.3. Preparación del terreno	37
2. Especies y clones empleados en la Patagonia	12	5.4. Marcación	38
2.1. Álamos criollos o negros	12	5.5. Herramientas de plantación	39
2.2. Álamos carolinios o deltoides	13	5.6. Plantación propiamente dicha	41
2.3. Álamos euroamericanos o canadienses	15	5.7. Plantación a raíz profunda	41
2.4. Álamos balsámiferos	16	5.8. Reposición de fallas	43
2.5. Álamos blancos	17	6. Manejo de la plantación	43
2.6. Álamos grises	18	6.1. Poda	43
2.7. Sauces	18	6.1.1. Herramientas de poda	45
3. Requerimientos ecológicos de las salicáceas	19	6.1.2. Época de poda	47
3.1. Luz	19	6.2. Riego	47
3.2. Suelo	20	6.3. Control de malezas	50
3.3. Elementos minerales	20	6.4. Raleos	51
3.4. Oxígeno	21	6.5. Corta y manejo de rebrotes	51
3.5. Agua	21	7. Crecimientos y turnos de corta	52
3.6. Temperatura	22	7.1. Santa Cruz	52
4. Vivero de salicáceas	22	7.2. Chubut	55
4.1. Ubicación del vivero	22	7.3. Valle de Río Negro (Neuquén y Río Negro)	58
4.2. Material de propagación	22	8. Características y usos de la madera	61
4.3. Producción de estacas	23	8.1. Color	61
4.4. Producción de plantas o barbados	25	8.2. Olor	61
4.4.1. Preparación del terreno para la producción de plantas	25	8.3. Características físico mecánicas	61
4.4.2. Plantación de las estacas para la producción de plantas	26	8.4. Características químicas	63
4.4.3. Manejo del vivero de barbados	27	8.5. Anomalías	63
5. Plantación	31	8.6. Usos de la madera	63
5.1. Tipos de plantación y espaciamientos	31	9. Aspectos sanitarios	66
5.1.1. Cortinas cortaviento	31	9.1. Daños de origen climático	66
5.1.2. Trincheras	34	9.2. Daños de origen edáfico	66
5.1.3. Macizos	35	9.3. Plagas entomológicas	67
5.2. Época de plantación	37	9.4. Enfermedades de origen fúngico	73
		9.5. Daños producidos por mamíferos	76
		10. Bibliografía	77

1. IMPORTANCIA DE LAS SALICÁCEAS

Las salicáceas (álamos y sauces) están ampliamente distribuidas en todo el mundo brindando servicios y productos madereros y no madereros. Los usos más frecuentes de estas especies, principalmente de los álamos, son los siguientes (Ball *et al.*, 2006):

- Madera para aserrió (muebles, otros usos interiores como estructuras y machimbre, armazones de techo, cajonería y embalajes).
- Debobinado (tradicionalmente usado para embalajes y cajas de fruta, además de otros usos que van desde la madera terciada y fósforos, hasta palillos de helados).
- Tableros multilaminados, aglomerado, tableros de astillas orientadas (OSB), contrachapados.
- Pulpa para papel.
- Forraje.
- Leña y bioenergía.
- Protección de márgenes de arroyos.
- Cortinas forestales cortavientos.
- Acción fitosanitaria en sitios contaminados (uso de árboles para eliminar la contaminación).
- Como ornamentales y paisajísticos.
- Retención de CO₂ (son eficaces dado su rápido crecimiento).

En el mundo existen alrededor de 70 millones de hectáreas cubiertas con bosques nativos de álamos; el 97 % de esa superficie pertenece a Canadá (28.300.000 ha), a la Federación Rusa (21.900.000 ha) y a Estados Unidos (17.700.000 ha). Otros 10 millones de hectáreas corresponden a plantaciones (Ball *et al.*, 2006) (Tabla 1).

La Federación Rusa tiene la mayor superficie de bosque nativo de sauces (2.850.000 ha), mientras que Ar-

gentina tiene la mayor superficie plantada con fines productivos, con 46.000 ha.

Actualmente, en la gran mayoría de las regiones del mundo donde la producción de salicáceas bajo riego es importante, el cultivo de las mismas se realiza principalmente en macizos, con el objetivo de producir madera de alta calidad destinada a debobinado (García 2002). Francia, Hungría y Bélgica son los países europeos que más exportan madera de álamo en rollo, mientras que Italia es el principal importador (Nervo *et al.* 2011).

Es interesante la evolución que ha tenido la madera de álamos en el mercado europeo. Alvarez Moreno (2009) menciona que la madera de álamo ha sido considerada tradicionalmente como de segunda clase frente a otras maderas "nobles" que alcanzan mayores precios en el mercado. Sin embargo, en las últimas décadas, su consumo ha aumentado, y hoy es más valorada por productores, industriales y consumidores. En España, hasta los años '40, esta madera se utilizaba sólo para vigas para la construcción. A partir de entonces, y hasta los años '70, se la empleó para la elaboración de muebles económicos. En la década de los '70 se comenzó a utilizar en debobinado para la elaboración de cajones de fruta y, a partir de los '80, para contrachapado industrial, exportándose a otros países de Europa. Los tableros se utilizan para la fabricación de muebles de oficina, cocina y baño; en la construcción para revestimientos decorativos de muros y techos; en carrocerías de camiones y equipamiento para motorhomes y yates. Esta evolución del uso de esta madera hacia productos con mayor valor agregado ha resultado, como es lógico, en un aumento del precio a lo largo de los años.

Nervo *et al.* (2011) indican que, aunque la demanda de madera de álamo es mayor que la oferta, y en Europa se espera que aumente la demanda, se deben considerar varios aspectos críticos que se presentan en los principales países europeos productores de álamos: bajo precio de la madera, complejidad de las leyes y ausencia de financiamiento por parte del Estado para sustentar el cultivo, entre otros. Éstas son algunas de las causas de la continua disminución de nuevas superficies forestadas. No obstante, el interés en la biomasa del álamo para la producción de energía y biocombustible, y el valor del álamo como materia prima estratégica están en aumento, y se están desarrollando nuevos proyectos para promover y apoyar su producción.

Tabla 1. Superficie forestada en los principales países productores de álamos (Ball *et al.*, 2006).

País	Superficie forestada (ha)
China	4.900.000
India	1.000.000
Francia	236.000
Turquía	130.000
Italia	119.000
Hungría	109.300
España	102.830
Argentina	64.000

En nuestro país, las salicáceas han aportado aproximadamente el 14 % del total de la madera extraída de bosques implantados entre 1983 y 2002 (Valor Agregado 2005). Las principales zonas productoras de salicáceas son el Delta del Paraná (58.000 ha), Cuyo (23.377 ha), Patagonia (19.595 ha) (Calderón 2006), y la Pampa Húmeda (5000 ha) (Achinelli, 2006).

Durante 2002, en Chubut, Río Negro y Neuquén, las salicáceas han aportado el 84 % de la madera extraída de bosques implantados, es decir que en esta región las salicáceas son las principales productoras de productos leñosos dentro de las especies implantadas (Valor Agregado 2005).

El consumo anual de madera por parte de la industria en el Valle del Río Negro, durante el período 1990-2001, fue de alrededor de 220.000 a 230.000 t/año, valor que aumentó, entre 2001 y 2003, hasta aproximadamente 300.000 t/año (Serventi y García 2004). De esta producción, el 42 % se destinaba a envases y embalajes, el 26,5 % a construcción, el 12,5 % a tableros multilaminados, el 12,5 % a aglomerados y el 6,5 % a celulosa (García, 2002).

Sin embargo, García y Serventi (2004), indican que la oferta ha disminuido drásticamente en cantidad y calidad, lo que pone en riesgo la subsistencia del complejo foresto industrial que ocupa unos 2800 empleados permanentes y alrededor de 1500 temporarios. Estos autores indican que, de las 3500 ha de macizos de álamos que existían entre el valle de Río Negro y La Pampa en la década de los '90, quedan alrededor de 2100 ha, de las cuales el 50 % tiene menos de 5 años de edad. La superficie es actualmente de 2796 ha (García, com. pers., 2013).

Esto mismo ha ocurrido también con las cortinas de protección. Serventi (2011) indica que, de una superficie de 16.171,7 km de longitud de cortinas forestales, con 3.115.605 m³ de madera y 16.750 ha protegidas a principios de los '90, se redujo a 12.150 km de longitud de cortinas forestales con 2.336.700 m³ y 12.562 ha protegidas en 2005.

En la última década, por problemas de pérdida de competitividad generada por el deterioro del tipo de cambio y la caída permanente de la calidad de la materia prima (madera rolliza), el consumo ha descendido hasta las

150.000 t/año. Actualmente se destina principalmente para envases y embalajes y, en mucha menor medida, para la fabricación de muebles y aberturas y para la construcción (García, com. pers., 2013). Por efecto del costo del flete, prácticamente ya no sale madera en bruto del valle de Río Negro hacia Mendoza, para fabricación de tableros aglomerados. Asimismo, se ha reducido severamente su utilización para la fabricación de pasta celulósica local. Esto no hace más que reforzar la necesidad de producir madera de calidad para ganar competitividad (García y Serventi, com. pers., 2013).

Por otro lado, las plantaciones de álamos en la Región Patagónica, se han realizado sin tener mayormente en cuenta el destino de la madera a producir y, por lo tanto, han carecido de un manejo adecuado. Además, la mayoría de las plantaciones se han realizado en terrenos descartados para otros cultivos, por dificultades de sistematización o inundables, y con clones cuyo comportamiento en estas condiciones de suelo se desconoce, por lo que frecuentemente han fracasado (Nolting 1983).

Serventi y García (2004) mencionan que el área potencial para forestar con salicáceas bajo riego en las regiones de Patagonia y Cuyo, estaría por encima de las 300.000 ha, las que, por sus condiciones ecológicas y de sitio, son aptas para producir madera de alta calidad y con altos rendimientos por hectárea. Según García (2002) la zona de los valles irrigados del norte de la Patagonia tiene una similitud muy grande con las principales áreas de cultivo de salicáceas bajo riego en las cuencas mediterráneas y del centro de Europa y del NO de USA, lo que debería estimular la plantación con estas especies.

En Chubut y Santa Cruz existe también un área potencial importante, no cuantificada, para el cultivo de salicáceas bajo riego. En Chubut se localiza a lo largo del valle del río Chubut, en la zona de Sarmiento (valle ubicado entre los lagos Musters y Colhué Huapi), y en algunos valles cordilleranos. En Santa Cruz se distribuye en los valles de los ríos Chico y Santa Cruz, parte del Deseado y algunos valles cordilleranos. Esta superficie es apta para el establecimiento de salicáceas en forma de cortinas de protección, asociadas con otras actividades agropecuarias. Existen sectores, sobre todo en Chubut, con aptitud para el establecimiento de macizos para la producción de madera de calidad (Davel 2011). En los valles irrigados de Patagonia Sur (desde los 42° a los 56° latitud sur), existen aproximadamente 1500 km lineales de cortinas cortaviento, princi-

palmente de “álamo criollo” (*Populus nigra* “Italica”) y *Salix* spp., lo que representa 3600 ha protegidas (Peri 2011).

Si bien en Patagonia Sur, estas especies se utilizan principalmente como cortinas forestales cortaviento, es muy importante lo que estas cortinas ofrecen a nivel local en cuanto a producción de madera aserrada y leña. En los últimos 7 años, en la provincia del Chubut se han extraído 3706 m³/año de madera de álamo, de los cuales el 88,5 % se destina para aserrío, 10 % para leña y 1,5 % para postes de alambrado, postes telefónicos y varillones (información de la DGBYP del Chubut, 2011).

2. ESPECIES Y CLONES EMPLEADOS EN LA PATAGONIA

Las especies que mejor se han adaptado en la Región Patagónica son:

2.1. Álamos criollos o negros (*Populus nigra* L. “Italica”)

Se trata de especies muy rústicas que resisten bien el frío, las heladas, la nieve y el viento. Juntamente con el “álamo chileno” (*Populus nigra* “Thayssiana”), fueron los primeros álamos introducidos en la región dado que, por su forma, resultaban ideales para la plantación de cortinas rompevientos a lo largo de las acequias y canales de riego (García 2002, Serventi 2011).

Tiene porte estrechamente fastigiado, y puede alcanzar 30 m de altura y 1 m de diámetro. El fuste es recto, con corteza pardo-oscura y con acanaladuras en la base por la presencia de raíces tubulares. Las ramas son abundantes y con ángulos muy agudos (Figura 1). Sólo existe el sexo masculino (Castiglioni *et al.* 1960). Se adapta a una amplia variedad de climas y suelos, se reproduce bien por estacas y presenta un rápido crecimiento en altura, sobre todo en la fase juvenil (Menoyo



Figura 1. Cortina de álamo criollo en Sarmiento (Chubut).

et al. 1994). Tiene el inconveniente de que es muy atacado por la “roya” (*Melampsora alli-populina*); sin embargo, puede emplearse sin inconvenientes en zonas de ambiente más seco, como los valles patagónicos y Mendoza (Castiglioni *et al.* 1960).

El origen del “álamo chileno”, también presente en la región, es incierto. Se asemeja notablemente al “álamo criollo” en todas sus características pero, a diferencia de éste, presenta follaje subpersistente y es de crecimiento más rápido (FAO 1980). Se lo cultiva con cierta predilección en Mendoza, a lo largo de las acequias de riego (Cozzo 1995).

En la Región Patagónica se está evaluando un grupo de clones seleccionados experimentalmente en Francia, que han mostrado gran adaptación y muy buenos crecimientos en los primeros años, y que se repro-

ducen bien por estacas. En general presentan porte erguido con fuste derecho y cilíndrico (Menoyo *et al.* 1994, García 2011). Entre ellos los más difundidos son:

Populus nigra F-Blanc de Garonne (=cv Jean Pourtet).
Populus nigra F-Vert de Garonne “Moissac” (Figura 2).
Populus nigra F-Vert de Garonne “Sehuil”.
Populus nigra F-Vert de Garonne “Naurduze”.
Populus nigra Vereken “Delion”.

2.2. Álamos carolinos o deltoides (*Populus deltoides*)

En general son mejores para producción de madera debido a que poseen fustes de buena forma, baja frecuencia de ramas con inserción casi perpendicular al fuste, y escasa pérdida de dominancia apical. No obstante, los crecimientos son inferiores compara-



Figura 2. Cortina de “Moissac” en Esquel (Chubut).

dos con los clones de álamos criollos y euroamericanos (Nolting 1983). El primero en plantarse en los valles patagónicos fue el “álamo carolino” (*P. deltoides* angulata) (Serventi 2011) (Figura 3). Entre los clones introducidos y evaluados en Patagonia se encuentran (Malaspina 1983; Nolting 1983; García 2002):

Populus deltoides “71/67 INTA”.
Populus deltoides “Austr. 129/602”.
Populus deltoides “341/69 INTA”.
Populus deltoides “10/69 INTA”.
Populus deltoides “Austr. 106/60”.
Populus deltoides “I-74/51”.
Populus deltoides “67/69 INTA”.
Populus deltoides “Stoneville 71”.

Populus deltoides “I-63/51 Harvard”.
Populus deltoides “I-64/51”.
Populus deltoides “I-94/51”.
Populus deltoides “44/67 INTA”.
Populus deltoides “233/69 INTA”.
Populus deltoides “217/68 INTA DELTA”.

Para los valles de los ríos Colorado y Negro, García (2002) recomienda implantar clones como el Harvard o los Australianos 129/60 y 106/60 en las zonas con cierta predisposición a la aparición de cancrisis (*Septoria musiva*), ya que son más resistentes al ataque de este hongo que los euroamericanos; no obstante son sensibles al viento y a las heladas.



Figura 3. Cortina de álamo carolino en Gobernador Gregores (Santa Cruz).

2.3. Álamos euroamericanos o canadienses (*Populus x canadensis* (Dode) Guinier)

Son híbridos entre el *Populus nigra* y el *Populus deltoides*. En principio se cruzaron naturalmente cuando se llevaron ejemplares de *Populus deltoides* originarios de América del Norte a Europa; luego se crearon artificialmente numerosos cultivares dados los buenos crecimientos que presentaban y la adaptación a diferentes climas, aunque son susceptibles a las heladas (FAO 1980).

Son más exigentes en cuanto a sitios. Necesitan suelos profundos y exigen mayor provisión de agua que otros álamos; no obstante resisten moderados períodos de sequía. Se adaptan a variadas condiciones climáticas aunque son sensibles a las temperaturas muy bajas y se hielan con facilidad. En general se multiplican bien por estacas y poseen muy buenos crecimientos. Tienen porte esbelto y copa amplia (Menoyo *et al.* 1994). Si bien exigen continuas podas para lograr madera libre de nudos y fuste derecho, los crecimientos son suficientemente importantes como para cubrir los costos de estos tratamientos (Nolting 1983). A mediados de la década de los '50 ingresaron a la región los siguientes “álamos híbridos”: *P. x canadensis* “I-214”, “I-488”, “I-205”, “I-209”, “I-262” e “I-455”. Para cortinas se han utilizado principalmente el “I-214” y el “I-488” (Serventi 2011). Los híbridos más difundidos son:

- *Populus x canadensis* “I-214”

Es un árbol de pie femenino creado en Italia y, excepto en las regiones frías y húmedas del noroeste europeo, su difusión en el mundo ha sido notable gracias a su plasticidad y a su crecimiento extremadamente rápido (FAO 1980) (Figura 4).

Es un clon de copa amplia, de poca dominancia apical, tronco ligeramente tortuoso, corteza levemente rugosa y ramificación verticilada con ramas gruesas que complican la poda. Se lo recomienda para producir madera y no como formador de cortinas cortavientos. La madera prácticamente no presenta corazón negro y es apta para todas las aplicaciones industriales, desde el aglomerado y la pulpa hasta los modernos procesos de laminado (Nolting 2002). La foliación es más precoz que la del álamo criollo, y la caída de las hojas más tardía, lo que lo hace más sensible a las heladas. Presenta muy buenos crecimientos; en el Valle del Río Negro existen montes de 25 años de edad con ejemplares de 36 me-



Figura 4. Silvopastoral de “I-214” (3 años de edad) con alfalfa en Añelo (Neuquén).

tros de altura y 60 cm de diámetro promedio, alcanzando volúmenes de 4,5 m³ por árbol (Nolting 2002).

Es el clon más difundido en las zonas bajo riego y, si bien presenta buenos valores en diámetro, altura y volumen, el peso de la madera resulta escaso en comparación con otros clones. Por lo tanto, se trata de un clon interesante para el industrial, pero no para el productor, ya que aquel puede adquirir el mismo volumen de madera por un costo menor, dado que se comercializa por toneladas y no por metros cúbicos (Scordo y Arreghini 1983).

- *Populus x canadensis* “I-455”

Es un híbrido femenino espontáneo resultante de repetidos cruzamientos naturales entre *Populus deltoides* “virginiana” (femenino) y *Populus nigra* “Italica” (masculino). De copa estrecha, es poco exigente en clima y suelo. Su crecimiento es más lento que el “I-214”, del cual se distingue por tener copa menos extendida y brotaciones verdes y no rojizas (Castiglioni *et al.* 1960).

- *Populus x canadensis* “I-154” o “Mussolini”

Este clon masculino se obtuvo por el cruzamiento entre *Populus deltoides* “virginiana” y *Populus nigra* “Italica”. Su porte piramidal abierto resulta poco esbelto y algo ramificado. El crecimiento es rápido. Es resistente a la roya pero no a la cancrisis de *Septoria musiva* (Castiglioni *et al.* 1960).

- Otros clones presentes en la región son:

Populus x canadensis "Virginiana de Frinicourt".

Populus x canadensis "I-488".

Populus x canadensis "I Conti 12" (Figura 5).

Populus x canadensis "Guardi" (Figura 6).

Populus x canadensis "I-262".

Populus x canadensis "Campeador".

Para el norte de la Patagonia, en suelos muy aptos, García (2002) recomienda los clones de *Populus x canadensis* "I-214", "Conti 12" y "Guardi". Éstos combinan buen crecimiento y calidad de madera apropiada. El "I-488" y el "I-262" (en mayor medida) poseen madera más densa, de mejor aptitud tecnológica pero de menor rendimiento volumétrico. En sitios no muy ventosos ni fríos de Chubut, se han logrado buenos resultados con el "I-214", el "I-488" y el "Conti 12".



Figura 5. Macizo de "Conti 12" en Mendoza.



Figura 6. Plantación de "Guardi" en Mendoza.

Actualmente los álamos más utilizados para macizos, en los valles de Río Negro y Río Colorado, son los híbridos o euroamericanos. Se utilizan distintos clones según la zona:

- Zona de El Chocón y Alto Valle: actualmente el más utilizado es el "Guardi", existiendo también plantaciones de "I-214".

- Zona del Valle Medio: predomina el "Conti 12" (Figura 7), aunque también hay plantaciones de "I-214" y "Guardi" (éste puede presentar problemas de cancroisis en esta zona).

- Zona de 25 de Mayo (La Pampa): el más plantado es el "Guardi" y, en menor medida, aparecen el "I-214", "I-488" y el "I-63". En esta zona los productores mencionan que "I-214" presenta ramas más gruesas que el "Guardi", lo que se observó claramente en las visitas de campo.



Figura 7. Silvopastoril de "Conti 12" (3 años de edad) y alfalfa en Lamarque (Río Negro).

2.4. Álamos balsamíferos (*Populus trichocarpa* Torr. y Gray)

Son árboles de gran porte, pueden alcanzar los 30 metros de altura y 1 metro de diámetro. Su madera es muy apreciada en América del Norte, su área natural. El crecimiento es rápido y el fuste generalmente presenta buena forma. Se multiplican fácilmente por estacas (Menoyo *et al.* 1994). A diferencia de otros álamos, tiene yemas grandes de color rojo intenso que segregan un bálsamo de aroma muy agradable. En las plantaciones, estos ár-

boles son menos atacados por las liebres debido a que el bálsamo actuaría como repelente (Amico 2001). Los cultivares que se están evaluando en la región son:

Populus trichocarpa "SP 1456".

Populus trichocarpa "SP 125" (Figura 8).



Figura 8. Cortina de "Trichocarpa 125" en Esquel (Chubut).

Populus trichocarpa "Río Frío".

Populus trichocarpa "SP 919".



Figura 9. Cortina de "Bolleana" en Río Negro.

2.5. Álamo blanco (*Populus alba*)

Es originario de la cuenca occidental del Mediterráneo (Francia, España, Italia, Marruecos), Europa Central y Oriental y Asia Occidental y Central (Castiglioni *et al.* 1960).

Tiene porte variable y copa amplia. El tronco puede ser tortuoso o derecho, la corteza es, al principio, de color verdoso metálico y luego blanca, con grandes lenticelas romboidales. Las hojas son de color verde oscuro y el envés con un tomento blanquecino (Castiglioni *et al.* 1960). Tolera altas temperaturas, sequías y viento. Se adapta a suelos salinos y se reproduce naturalmente por renuevos de raíz o artificialmente por estacas.

Populus alba L. var *pyramidalis* "Bolleana"

Esta variedad se cultiva en Patagonia, principalmente en el valle del Río Negro para cortinas cortaviento (García 2011) (Figura 9). Es un clon masculino de porte esbelto, fuste derecho y copa fastigiada o piramidal. Es una variedad muy rústica, con mayor resistencia al frío que el álamo blanco. También se reproduce por estacas pero son los renuevos los que repueblan el sitio luego de una explotación (Menoyo *et al.* 1994). Es recomen-

dable para sitios con suelos pesados y/o algo salinos, pero siempre debe tenerse en cuenta que, al cortarlo, se producirá una fuerte aparición de renovales a partir de sus raíces gemíferas (García 2002).

Es muy cultivado en Mendoza, donde tiene un buen desarrollo diametral y gran rendimiento maderable. Por su forma resulta apto para plantaciones con densidades elevadas en cortinas y alineaciones. La madera de este clon es de segunda calidad, nudosa y difícil de pulir (Cozzo 1995), pero es apreciada por los productores de la meseta chubutense para postes, varillas y construcciones rurales.

2.6. Álamos grises (*Populus x canescens*)

Son híbridos entre las subsecciones Trepidae y Albidae (*P. tremula x P. alba*), se los denomina comúnmente grises o canos. La hibridación se produce espontáneamente de forma artificial. Las hojas son lobuladas de color verde en el haz, y el envés está cubierto de tomento poco abundante de color grisáceo. La madera es de buena calidad pero el fuste no es muy cilíndrico y la poda es más complicada. Se los puede ubicar en suelos pesados y con alto contenido en sales (García 2002).

2.7. Sauces

En la Patagonia algunos sauces se han naturalizado y se encuentran bordeando ríos, arroyos y canales (Amico 2001). Los más comunes en la región son:

Salix humboldtiana “sauce criollo”. Es la única salicácea nativa; se distribuye desde México hasta nuestro país y Chile. En Argentina se distribuye desde el norte hasta la provincia del Chubut. Habita en los bordes de los ríos y arroyos. La madera es blanda y liviana, y se utiliza para la fabricación de envases.

Salix fragilis “mimbrote”. Es la especie más difundida en la Patagonia donde se lo encuentra formando galerías en la mayoría de los ríos.

Salix babylonica “sauce llorón”. Fue la primera especie de *Salix* que se introdujo en el país. En principio se lo utilizó para leña, carbón y algunos artículos manufacturados de menor cuantía (Castiglioni *et al.* 1960). Tuvo

gran difusión, a pesar de su baja aptitud forestal, debido a su rusticidad y rebrote vigoroso que admite hasta 8 cortes. Soporta terrenos muy anegadizos. La antracnosis (*Marssonina salicicola*) produce la caída prematura de sus hojas y reduce el crecimiento (Castiglioni *et al.* 1960).

Salix alba var calva “sauce álamo”. El porte y las características de la madera son similares a los álamos (Castiglioni *et al.* 1960). Es el sauce más intensamente cultivado en Argentina y se mantiene gracias a su notable rusticidad, sanidad y rendimiento. El fuste es derecho y la madera es blanca; por estas dos razones ha recibido la denominación de “álamo”. El clon cultivado es del sexo femenino. En Patagonia se lo planta principalmente en Río Negro. La madera provee de excelente materia prima para las industrias de trituración (celulosa, tableros), para el aserrado (cajonería), debobinado para cajas de fósforos, etc. Dadas las características de los suelos donde habitualmente se lo cultiva (bajos y pajonales), no puede desarrollar grandes diámetros, ni es posible pretender grandes productividades en volumen (Cozzo 1995).

Salix babylonica x Salix alba “A131-25” “sauce 131-25” (masculino) y *Salix babylonica x Salix alba* “A131-27” “sauce 131-27” (femenino). Tienen porte alto y recto, más bien cilíndrico, de escasa ramificación, con ramas finas, corteza hendida pero poco profunda. Ambos tienen gran rusticidad y sanidad, son casi inmunes a la “antracnosis” y de muy buen crecimiento inicial; además ambos tienen madera blanca. Los dos clones son de brotación tardía y por eso, en general, no sufren los efectos de las heladas tardías (Cozzo 1995). Según Ubeda Molina (citado por Cozzo 1995), dichos híbridos se diferencian entre sí en la coloración de las ramas jóvenes (especialmente en estaqueros) durante la estación invernal. Las ramas del “131/25” adquieren coloración castaño-rojiza mientras que las del “131/27” son verdes. Además, los pecíolos foliares del primero tienen un apéndice en el extremo superior que no existe en el “131/27”.

Salix “524/43”. Introducido en Chubut (Malaspina 1983) y en Santa Cruz con muy buenos resultados. En los primeros años, plantado en cortina de protección, presenta crecimientos superiores a los del álamo criollo (Figura 10). También se está utilizando con buenos resultados en el valle inferior del Río Chubut. Es resistente al ataque de pulgones y se adapta a distintos tipos de clima y suelo (Peri 2004).



Figura 10. Cortina joven de “Sauce 524/43” en Gobernador Gregores (Santa Cruz).

Otros sauces cultivados en la región son: *Salix alba var vitelina* “mimbre amarillo”; *Salix viminalis* “mimbre negro”; *Salix caprea* “mimbre” o “sauce japonés”; *Salix nigra* “sauce negro”.

3. REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS DE LAS SALICÁCEAS

Existen numerosos factores que inciden, en mayor o menor medida, en el comportamiento y crecimiento de una planta, principalmente cuando se la introduce en un hábitat nuevo. Éstos pueden sintetizarse en cuatro grandes grupos: factores genéticos, ecológicos, biológicos y fisiológicos. En lo que respecta a la adaptación de una especie exótica a su nuevo ambiente, los factores que revisten mayor importancia son los ecológicos (Alonzo 1985).

Desde el punto de vista ecológico, las salicáceas tienen un cierto número de caracteres en común. Las diferencias entre las diversas especies o entre los diferentes clones de una misma especie, se manifiestan por variaciones en las necesidades de luz, características del suelo, elementos minerales, oxígeno, agua y temperatura (FAO 1980).

3.1. Luz

Las salicáceas son especies que necesitan mucha luz (heliófilas) y tienen elevada actividad fotosintética, por lo tanto requieren de espacios abiertos para crecer, y se comportan como pioneras (FAO 1980).

Los álamos presentan sensibilidad al fototropismo, que varía según las especies y los clones. Esto hace que, ante una iluminación desigual, los fustes de los álamos sensibles se curven en la dirección de la luz más intensa, tal el caso del *Populus x canadensis* “I-214”. Mientras que la sensibilidad a la luz define la curvatura del fuste, la dominancia apical determina la forma de la copa. Los álamos con fuerte dominancia apical, como el álamo criollo, tienen naturalmente un porte erecto (FAO 1980).

La sensibilidad a la luz es un factor importante al definir el distanciamiento de plantación en macizos destinados a la producción de madera de calidad. Con distanciamientos cuadrados (4 x 4, 5 x 5, 6 x 6, etc.), se tendrán fustes más derechos y cilíndricos que con distanciamientos rectangulares (2 x 6, 3 x 6, etc). Esto se observó en plantaciones del Valle Medio del Río Negro

y fue mencionado por Sierra (2006) en las Jornadas de Salicáceas; asimismo se observa en las cortinas simples o dobles en los valles de los ríos Colorado y Negro, donde el espaciamiento entre plantas es de 1-1,5 m y las cortinas están distanciadas por 8-10-20 m. Este tipo especial de plantación se denomina en “trinchera” o “canaleta”, y determina que cuando los árboles sean grandes, tengan un exceso de competencia lateral por tres lados y gocen de gran luminosidad en uno solo, lo que ocasiona deformaciones en los troncos en sentido transversal y longitudinal, y hace que la madera presente los defectos del leño de tensión (Cozzo 1995).

3.2. Suelo

Las características del suelo son de mucha importancia para el óptimo desarrollo de las plantas. Los álamos requieren de suelos sueltos, húmedos, de estructura granular, con elevada capacidad de retención de aire y de agua (Leonardis 1960).

Los suelos ideales son los de textura franco arenosa, es decir, suelos sueltos y con una proporción adecuada de partículas de arena (65-75 %), limo (15-25 %) y arcilla (5-15 %). Es importante que el suelo sea profundo (óptimo 2 m), que tenga buena aireación, que no sea arcilloso y que el contenido de materia orgánica sea de 3 a 5 % (Amico 2001). Los álamos balsámiferos son los que pueden soportar contenidos de arcilla más elevados (Menoyo *et al.* 1994). García (2002) propone como suelo apto para el cultivo de álamos, aquel que tenga de 5 % a 30 % de fracción arcilla, menos de 25 % de limo y no menos de 50 % de arena; con una porosidad del 50 % y una densidad aparente que no debe superar 1,15 kg/dm³.

Estudios realizados en Mendoza muestran, para el *Populus x canadensis* “I-214”, que el crecimiento de las plantas presenta una correlación lineal positiva con la profundidad útil del suelo, y una correlación lineal inversa o negativa con el incremento de arcilla en el suelo (Riu *et al.* 1988).

El pH apropiado de la solución del suelo debería ser de 6,5 a 7, aunque algunas especies toleran bien suelos algo alcalinos (Amico 2001). Un pH elevado puede dar lugar a deficiencias de asimilación de hierro, como se ha observado en plantaciones de los valles del Río Negro y del

Río Colorado (Deschamps y Wright 1997). Los álamos rechazan los suelos demasiado calizos, donde el pH es superior a 8, en ellos presentan amarillamiento y malos crecimientos. También rechazan los suelos demasiado ácidos a causa de su escasa fertilidad; un pH menor que 5,8 suele ser peligroso (Menoyo *et al.* 1994). Los álamos balsámiferos, y sobre todo los álamos temblones, pueden acomodarse a una cierta acidez del suelo del orden de 4,5 a 4,6 (FAO 1980). Suarez (1993) indica que el pH óptimo para el álamo se encuentra entre 5,8 y 7,8.

3.3. Elementos minerales

Los álamos en general rechazan los suelos salinos. El contenido de sales del suelo debe ser inferior a 4 micromohs, la concentración de Cloruro de Sodio (ClNa) no debe superar el 0,5 % y la relación Na⁺/Ca⁺⁺ debe ser menor al 12 % (Amico 2001). El álamo blanco es el que soporta suelos con cierto grado de salinidad (Menoyo *et al.* 1994). García (2002) menciona que la proporción [Na⁺]+[K⁺]/[Ca⁺⁺]+[Mg⁺⁺] debe ser menor a 0,2.

Respecto de la fertilidad del suelo, se aconseja tener niveles mínimos asimilables de 50 ppm de N, 30 ppm de P y 100 ppm de K (Amico 2001, García 2002). Riu *et al.* (1988) mencionan, para el “I-214” en Mendoza, una correlación lineal positiva entre el crecimiento y el contenido de fósforo en todo el perfil del suelo.

En cuanto a los cationes intercambiables del suelo se plantean los siguientes valores: 70-75 % de Ca⁺⁺ y 2,5-5 % de K⁺ (FAO 1980, Amico 2001, García 2002). Los micronutrientes más importantes para los álamos son el Cu, el Fe y el B (García 2002).

La deficiencia de elementos nutritivos causa alteraciones fisiológicas en los vegetales, que se manifiestan por patologías variadas. Para determinados minerales como nitrógeno, hierro, potasio o zinc, el diagnóstico es relativamente sencillo; sin embargo en otros casos los síntomas difieren según las especies (Deschamps y Wright 1997). Algunos síntomas de deficiencias, descritos por FAO (1980), son los siguientes:

- **Nitrógeno.** El limbo de las hojas se torna de color verde claro a verde amarillo; en los casos graves las hojas quedan pequeñas y el crecimiento de las plantas se retrasa fuertemente.

- **Potasio.** Provoca clorosis amarillo verdosa entre las nervaduras del limbo y a lo largo de los bordes; ocasionalmente se produce la necrosis.

- **Magnesio.** Coloración amarillo brillante entre las nervaduras de las hojas más viejas, con necrosis en los casos graves.

Los microelementos son indispensables en la nutrición de los álamos, pero solamente en cantidades pequeñas. Una excesiva concentración en la solución del suelo puede tener un efecto tóxico (FAO 1980).

- **Cobre.** Se manifiesta por una coloración verde oscura del follaje y por un amarilleo entre las nervaduras de las hojas, que quedan pequeñas y encogidas. En casos graves se produce necrosis de los meristemas apicales, lo que provoca la detención del crecimiento en altura y el aumento en la formación de ramas laterales.

- **Hierro.** Clorosis en las hojas de color amarillo pálido en contraste con las nervaduras que permanecen normales.

- **Boro.** Insuficiencia en el desarrollo de la planta, atrofia de las hojas y reducción en el crecimiento, tanto de los tallos como de las raíces.

Los álamos negros se encuentran entre los más exigentes en cuanto a la necesidad de suelos ricos en elementos minerales, en contraste con los balsámiferos y los temblones que tienen menos requerimientos en este aspecto (FAO 1980).

El consumo de CaO por parte de los álamos es extremadamente alto; no obstante, la mayor parte es absorbida por las hojas que, al caer, devuelven el calcio al suelo después de su mineralización (FAO 1980).

3.4. Oxígeno

Los álamos requieren de una buena aireación del suelo para lograr un adecuado desarrollo radicular. Las características de textura mencionadas anteriormente, sumadas a una buena estructura, facilitan esta aireación. Por este motivo hay que evitar suelos compactos, muy arcillosos o con capas impenetrables que impidan al álamo utilizar todo el perfil (FAO 1980).

Las raíces de las salicáceas son aptas para respirar el oxígeno disuelto en el agua de infiltración o el disuelto en el agua de una capa freática móvil. Por el contrario, el estancamiento impide la necesaria oxigenación del agua y produce asfixia de las raíces. En el período fisiológicamente activo, las raíces no se desarrollan en suelos saturados de agua. Los sauces resisten mejor la asfixia que los álamos (FAO 1980). Menoyo *et al.* (1994) indican que el encharcamiento prolongado en los primeros 50 cm de suelo es causa de asfixia de las raíces de los álamos.

3.5. Agua

Por el tipo de manejo silvicultural que requiere, se lo considera un cultivo intensivo de alta producción. Por lo tanto, es necesario optimizar todos los factores que intervienen en su desarrollo, de los cuales el agua es el más importante (Riu *et al.* 1993).

Las salicáceas se consideran especies hidrófilas, es decir, necesitan mucha agua. Los requerimientos hídricos de los álamos se satisfacen cuando el suelo está a capacidad de campo durante el período fisiológicamente activo de la vegetación; esto se da cuando las raíces pueden alcanzar la napa freática o bien llegan a la zona de ascensión capilar que está por encima de la misma (FAO 1980). La profundidad de la napa freática debe oscilar entre los 0,5 m y los 2 m de profundidad. Si se encuentra por debajo de los 2 m se corre riesgo de pérdidas por estrés hídrico, mientras que si se eleva hasta la superficie, las plantas pueden tornarse susceptibles a patógenos (Montoya Oliver 1988; Menoyo *et al.* 1994). Sanhuesa Silva (1996) indica que la profundidad de la napa freática se considera óptima entre 1 m y 1,5 m.

En Patagonia, García (2002) estima que el requerimiento de agua de los álamos es del orden de los 800 mm de lluvia durante la estación de crecimiento. Si las precipitaciones son inferiores y el álamo no está vinculado en forma permanente a una napa freática de buena calidad, deberá complementarse la dotación de agua mediante riego. Los sauces son más exigentes en humedad que los álamos (Leonardis 1960).

Suarez (1993) indica que lo óptimo para salicáceas son precipitaciones de 800 mm a 1200 mm durante

el período de crecimiento. Con precipitaciones menores habrá que regar (Patagonia, Mendoza), mientras que si hay exceso de agua habrá que evacuar (Delta); en ambos casos se deben programar obras de sistematización.

3.6. Temperatura

Las salicáceas, y en especial los álamos, provienen de zonas con inviernos fríos, algo rigurosos, por lo cual las bajas temperaturas, dentro de cierto rango, no constituyen un factor climático limitante de primer orden (Leonardis 1960).

La mayoría de los álamos responden sensiblemente a las temperaturas de verano. Dentro de límites razonables, en la medida que el verano es más cálido, el crecimiento es mayor y se produce un aumento en el consumo de agua. Sin embargo, cuando la temperatura de las hojas supera los 35 °C, comienza a reducirse la eficiencia fotosintética, hasta un punto en que ésta se anula (Sanhueza Silva 1996).

Durante el período de latencia, poseen gran tolerancia a temperaturas bajas y heladas severas. Sin embargo, las bajas temperaturas pueden causar daño, especialmente en los brotes apicales si ocurren durante el período de crecimiento vegetativo (Sanhueza Silva 1996).

Según INFOR citado por Sanhueza Silva (1996), los rangos de temperaturas medias óptimas para álamo son los siguientes:

- Temperatura media máxima del mes más cálido: 22 °C - 30 °C.
- Temperatura media mínima del mes más frío: 2 °C - 12 °C.
- Temperatura media anual: 12 °C - 16 °C.

La temperatura del suelo que marca el rompimiento de la latencia invernal es de alrededor de 15 °C (Sanhueza Silva 1996).

Según García (2002), en Patagonia difícilmente se encuentren álamos por encima de los 1000 msnm; a medida que aumenta la latitud el techo altitudinal disminuye por las bajas temperaturas.

4. VIVERO DE SALICÁCEAS

4.1. Ubicación del vivero

El sitio para instalar un vivero debe tener, idealmente, un suelo de textura limosa a algo arcillosa y con pH superior a 5 (FAO 1980). Amico (2001) sugiere que el suelo del vivero debe tener un pH cercano a neutro (entre 6,5 y 7), y debe contener de 3 a 5 % de materia orgánica. No debe instalarse en sitios con suelos que presenten horizontes que pudieran perjudicar o impedir el desarrollo de las raíces (capa de arcilla, piedras, etc). También deben evitarse suelos muy arcillosos ya que harán difícil el cultivo y la extracción de las plantas. Hay que tener en cuenta que en suelos arenosos, con baja capacidad de retención de agua, se necesitarán riegos más frecuentes (FAO 1980).

El terreno debe ser plano y estar protegido del viento y de las heladas. De no poseer protección contra el viento se deben plantar cortinas cortavientos antes de la ubicación de las estacas (FAO 1980). Siempre debe contarse con una fuente de agua para riego.

Se aconseja no realizar el cultivo de álamos en el mismo terreno por más de tres años. Es necesaria la rotación, alternando la producción de álamos con cultivos agrícolas y abonos verdes como vicia y avena u otro cultivo anual o bianual, con el fin de mantener la fertilidad del suelo y evitar plagas, enfermedades y malezas (FAO 1980, Amico 2001). Por lo tanto, al definir la superficie total para la instalación del vivero se debe tener en cuenta la superficie para rotación.

4.2. Material de propagación

Las salicáceas se reproducen principalmente en forma vegetativa; existen diferentes materiales de propagación que se diferencian por su tamaño y forma de obtención. Los más empleados en la región son (Menoyo *et al.* 1994, Amico 2001, García 2002):

- **Estaca:** segmento de tallo lignificado cuyo tamaño puede variar según si van a ser empleadas para producir barbados en el vivero o si van a ser llevadas directamente a plantación. En el primer caso tienen unos 20 cm a 30 cm de longitud y 1 cm a 2 cm de diámetro, mientras que para plantación se utilizan es-

tacas del mismo diámetro o de hasta 3 cm, pero de 40 cm a 50 cm de largo. En ambos casos deben obtenerse de brotes de un año de edad.

- **Vareta o varilla:** brote completo de un año de edad sin raíces. Del mismo se extraen las estacas o también pueden utilizarse directamente en plantación.
- **Barbado:** Se denomina barbado a la planta generada a partir de una estaca que ha enraizado y ha formado tallo. En general son de 1 o 2 años. Son las más empleadas en nuestra región y, hasta el momento, son las que han dado mejores resultados. En el norte de la Patagonia a este material se lo denomina "planta", y se define al barbado como parte de la planta de 1 - 2 años que queda luego de extraída la vareta.
- **Estacón:** tallo leñoso, grueso, de 2 o más años de edad, sin raíces. Muchos productores los han utilizado con buenos resultados en condiciones especiales. Una de las ventajas que tienen es que, al ser gruesos y largos, son menos atacados por los animales (chivos, ovejas y liebres). Aunque broten en la primavera siguiente, no aseguran un buen enraizamiento como las estacas.

En Compañía Agrícola y Forestal El Álamo Ltda. de Chile utilizan varetas de 2 años de 8 m de altura, con muy buenos resultados. Estas varetas se entierran por lo menos 80 cm, para la instalación de macizos silvopastoriles a 6 m x 6 m (Ulloa *et al.*, 2007).

4.3. Producción de estacas

Las estacas pueden provenir de estaqueros, de rebrotes de cepas o de poda de plantas jóvenes. Siempre es conveniente que provengan de brotes de un año. Lo ideal es tener un estaquero para cumplir con este fin.

Un método al que se acude en casos de no tener otra fuente de obtención de estacas es a partir de rebrotes de cepas de árboles apeados el año anterior. En este caso, se debe considerar solamente la utilización de las cepas de árboles con buena forma y buen estado sanitario en general (Amico 2001).

También se pueden obtener estacas a partir de la poda de ramas del año de ejemplares jóvenes de 2 o 3 años.

No es conveniente la extracción de árboles adultos debido a que pueden generarse fustes torcidos o con numerosas ramas (FAO 1980, Amico 2001). A este fenómeno que se produce debido a la edad de los meristemas (Hackett 1987 cit. por Pastur *et al.* 1994) o sólo al envejecimiento fisiológico (Comisión Internacional del Álamo, 1980), se lo denomina ciclófisis.

Se ha observado que algunas guías tomadas de diferentes partes de un árbol (Carmona *et al.* 1985, Martínez Pastur *et al.* 1994), o estacas tomadas de distintos sectores de una misma guía (Bunse y Cerrillo 1988, Martínez Pastur *et al.* 1994), pueden presentar un crecimiento diferencial en una plantación. A este fenómeno se lo conoce con el nombre de topófisis.

Diversos autores determinaron que la topófisis y la ciclófisis pueden afectar el crecimiento, el enraizamiento, la floración, la mortalidad, el tipo de corteza o de madera (Romero *et al.* 1983, Martínez Pastur *et al.* 1994). Por esto Bunse y Cerrillo (1988) indican que debe adoptarse como práctica ineludible la clasificación de las estacas por su posición en las guías y/o de acuerdo con el diámetro de las mismas, a fin de lograr homogeneidad en la plantación y maximizar los rendimientos.

En todos los casos las estacas deben ser sanas, rectas y sin lesiones en la corteza. Los cortes de las estacas deben realizarse en ambos extremos en bisel, con tijeras o machetes, descartando el extremo superior y la base de la guía (Menoyo *et al.* 1994). Cualquiera sea la herramienta, debe estar bien afilada para que el corte sea limpio y neto. El corte inferior en bisel facilita la plantación en el suelo y el superior facilita el escurrimiento de agua impidiendo la formación de un ambiente favorable a patógenos.

Las estacas se extraen en los meses de reposo vegetativo (en Patagonia entre julio y agosto), aunque se aconseja cortar lo más tarde posible para minimizar el riesgo de pérdida de vitalidad, reduciéndose así el tiempo entre el corte de la estaca y su instalación en vivero o plantación. Antes de la plantación las estacas deben colocarse en agua corriente por 2 o 3 días, para eliminar las sustancias inhibitorias del enraizamiento y obtener una buena rehidratación (Amico 2001).

En algunas zonas recomiendan que entre el momento del corte y la plantación, las estacas se estratifiquen

en tierra para que no sufran deshidratación (Menoyo *et al.* 1994). Se hacen zanjas de 40 cm de profundidad, en los primeros 10 cm se coloca arena y sobre ella se depositan las estacas atadas en fajos y se colocan en posición horizontal o, en caso de una plantación tardía, en posición vertical con las yemas hacia abajo para retrasar la brotación. Luego se tapan las estacas con tierra. Las zanjas deben ubicarse en lugares frescos, con sombra y no muy húmedos. En Santa Cruz es costumbre estratificar las estacas antes de plantarlas para la producción de barbados. Para ello se entierran los atados en posición horizontal, a unos 30 cm de profundidad, y se las mantiene así hasta que se comienza a formar el "callo" en la base de las estacas (Heinz, com. pers., 2006). Esta estratificación no es común en los viveros del Valle de Río Negro ni de Chubut, donde las estacas, una vez cortadas, se colocan en agua durante 24 hs y luego se las planta.

Formación y manejo del estaquero

Preparación del terreno

Se realiza en otoño y consiste en una remoción superficial del suelo hasta aproximadamente 35 cm de profundidad, lo que resulta suficiente para destruir la vegetación herbácea y enterrarla y dejar el suelo bien desmenuzado para la plantación. Lo más aconsejable es realizar dos aradas cruzadas, para luego terminar la preparación con dos pasadas de rastra, también cruzadas.

Plantación del estaquero

Un estaquero se forma con barbados de un año, bien identificados y seleccionados. Los distanciamientos de plantación recomendados para el estaquero varían un poco de un autor a otro y de una a otra zona, los más comunes son:

- 1 m - 1,5 m entre plantas y 1,5 m - 2,5 m entre hileras (Amico 2001).
- 0,5 m entre plantas y 3 m entre hileras (Menoyo *et al.* 1993).

La plantación se realiza de la siguiente forma: el hoyado en forma manual, con palas, abriendo hoyos de 40 - 50 cm de lado y profundidad para asegurar una mejor expansión radicular lateral. Para plantar se necesitan

dos operarios, uno coloca el barbado en el hoyo y lo sostiene mientras el otro arroja la tierra y apisona. Esta actividad se lleva a cabo en primavera dependiendo de las condiciones climáticas, cuando el suelo no está congelado y antes del inicio de la brotación (Menoyo *et al.* 1993). Los hoyos, si el suelo no es pesado, también pueden hacerse con hoyadora.

Los estaqueros que han dado mejor resultado son los llamados de "cepas altas" (0,5 m a 1 m de altura). Resultan los más convenientes para la zona porque producen guías menos gruesas y más uniformes en diámetro, hay menor daño de los brotes por acción de las heladas, animales y malezas y, además, es más cómodo para el trabajo de los operarios (Menoyo *et al.* 1993). Para obtenerlos, se corta el fuste principal a 0,5 m - 1 m de altura, durante el mismo invierno de la plantación. En el Valle de Río Negro, los estaqueros se manejan a 0,4 m a 0,8 m de altura y el distanciamiento es de alrededor de 0,5 m entre plantas y 2 m entre hileras.

El estaquero entra en plena producción entre el tercero y el séptimo año de implantado, y su vida útil depende de numerosos factores: el vigor de la cepa madre, las condiciones del medio, la susceptibilidad a enfermedades, etc. (Menoyo *et al.* 1993, Amico 2001). Al llegar a la producción máxima se pueden obtener entre 80 - 150 estacas por planta (Amico 2001).

En Mendoza, las estacas se obtienen de cepas madres altas (0,80 m a 1 m) porque dan guías más uniformes y finas. De las guías se obtienen estacas de 25 - 30 cm. En un vivero en plena producción se obtienen, en promedio, alrededor de 150 estacas por cepa (Calderón, com. pers., 2007).

Obtención de estacas

De los brotes formados durante el ciclo vegetativo siguiente a la plantación se seleccionan las 3 a 6 mejores y el resto se elimina. Si no se realiza este desbrote las varas obtenidas serán de menor tamaño y las estacas no serán de buena calidad. En los viveros visitados en Río Negro y Neuquén se realiza el desbrote dejando 5 a 7 guías que pueden alcanzar entre 3 y 4 metros de largo luego de un año.

A fines del invierno siguiente, se cortan las guías cerca de su base, dejando un muñón con 3 o 4 yemas. Estas

guías alcanzan un largo de entre 2 m y 3 m (Menoyo *et al.* 1993), y de ellas se obtienen las estacas. Cada invierno se repite la misma operación (Menoyo *et al.* 1993, Amico 2001).

Las cepas madre deben renovarse cada 10 - 12 años como máximo, para evitar la propagación de enfermedades y porque también empieza a decaer la productividad (Amico 2001). Los sauces se manejan con cepa baja (20 - 30 cm del suelo) para evitar la formación de excesivas ramas y estacas delgadas (Lugano y Amico, 2001).

Labores culturales para el mantenimiento del estaquero

Las tareas para el mantenimiento del estaquero de producción son las siguientes:

- Desbrote y poda (descritos en el punto anterior).
- Desmalezado: puede ser mecánico con rotocultivador entre filas y azada entre plantas (Menoyo *et al.* 1993), o mediante combinación de control químico (con herbicida) y manual con azada (Lugano y Amico, 2001).
- Riego: cada siete a quince días y desde octubre o noviembre a marzo (según el sitio y las características climáticas).
- Control sanitario: se realizan tratamientos preventivos contra *Cytospora* con Benomil. Las únicas plagas presentes en sauces son los pulgones, que se controlan con cipermetrina (Lugano y Amico, 2001).
- Fertilizaciones anuales con NPK 15-15-15 (40 gr/m²) (Menoyo *et al.* 1993).

4.4. Producción de plantas o barbados

Según las condiciones del sitio a forestar o la finalidad de la plantación, se pueden producir diferentes clases de plantas (García 2002). Para una mejor diferenciación de los distintos tipos, se utiliza una codificación por medio de letras y números. La letra R seguida de un número subíndice determina la edad de la raíz, y la letra T seguida de un número subíndice designa la edad de la parte aérea. Por ejemplo R₂T₂ es una planta de dos años de raíz y dos años de tallo.

Plantas R₁T₁: es la producción más frecuente en los viveros porque los bajos costos de producción, transporte y manejo, hacen que su cultivo resulte económico. Poseen alta capacidad de enraizamiento y, al estar poco lignificadas, resisten bien el viento, aunque son más sensibles a las heladas (Amico 2001).

Plantas R₂T₁: poseen un mejor balance raíz/tallo que las plantas R₁T₁, lo que induce a una mayor rusticidad y un crecimiento más uniforme a campo. Para obtener este tipo de plantas se corta la parte aérea al finalizar la primera temporada de crecimiento ("recepado") y las plantas se mantienen un año más en el vivero (García 2002).

Plantas R₂T₂: se las usa en plantaciones sin riego, logrando que las raíces lleguen a la napa freática (Amico 2001).

Plantas R₁T₀, R₂T₀: se las obtiene plantando estacas en el vivero y cortando la guía luego de uno o dos años, antes de ser llevada a plantación (Amico 2001).

En la región, la mayoría de los viveros producen barbados R₁T₁ o R₂T₂ con los que se realizan las plantaciones, aunque hay casos de plantaciones realizadas directamente con estacas. Algunos productores mencionan también la utilización, con éxito, de estacas, varillas o estacones. En algunas regiones, principalmente de Chubut y Santa Cruz, no hay coincidencia sobre cuál es el mejor material de plantación, en cambio en Mendoza, Río Negro y Neuquén la mayor parte de las plantaciones se realiza con barbados de uno o dos años; sólo en el caso de cortinas, algunos productores utilizan estacas de unos 50 cm de longitud.

4.4.1. Preparación del terreno para la producción de plantas

El suelo debe ararse a una profundidad de 30 a 40 cm, de modo que se facilite la plantación de las estacas, se permita un adecuado enraizamiento y se favorezca el drenaje (FAO 1980, Menoyo *et al.* 1994, Amico 2001, García 2002). Esta labor se puede realizar con cincel, rotocultivador, rastra o arado (Amico 2001).

Amico (2001) y García (2002) mencionan que la labranza del suelo se debe realizar 2 o 3 meses antes de la plantación; unos días antes se desmenuza el suelo con rotocultivador (Amico 2001, García 2002). Menoyo *et al.*

(1994) sugieren que la preparación del suelo se realice mediante dos aradas cruzadas y dos pasadas de rastra también cruzadas, al final del invierno y cuando las condiciones climáticas lo posibiliten.

García (2002) recomienda realizar un tratamiento con herbicidas de preemergencia para facilitar el control de malezas durante la temporada de crecimiento (Trifluralina + Linurón = 0,8 kg/ha + 0,4 kg/ha).

La aplicación de fertilizantes depende cualitativa y cuantitativamente de la fertilidad natural del suelo. Cuando hiciese falta, se puede enterrar, con el arado, de 30 a 50 t/ha de estiércol. De ser necesario, se pueden aplicar de 50 a 100 kg/ha de P_2O_5 y 100 a 200 kg/ha de K_2O (FAO 1980).

Se puede utilizar estiércol de caballo, oveja, vaca o gallina previamente fermentado, dado que si se lo aplica fresco puede ocasionar daños a las plantas. Este abono de estiércol se puede suplementar con NPK 15-15-15 a razón de 300 kg/ha (Amico 2001). La aplicación de nitrógeno no debe ser excesiva para evitar retrasos en la lignificación y el crecimiento excesivo de la parte aérea (FAO 1980).

4.4.2. Plantación de las estacas para la producción de plantas

La mejor época para la plantación es entre final del invierno y principios de la primavera. Se marcan las líneas de plantación con un hilo y, como se trata de terrenos removidos, basta con hincar la estaca con la mano hasta que se entierre 2/3 de la misma, lo suficiente para dejar afuera 2 - 3 yemas (aproximadamente 5 cm fuera del suelo) (Menoyo *et al.* 1993). García (2002) sugiere enterrar al ras del suelo si es que este es mullido, en cambio si ya está asentado, debe dejarse 1 yema con 2 a 5 cm fuera de la tierra.

El espaciamiento de las estacas en el terreno depende principalmente del tipo de plantas que se desea obtener; no obstante, también influyen otros factores como el crecimiento de los diferentes clones, las características del suelo, las condiciones climáticas y la maquinaria usada en el mantenimiento (Amico 2001). Por ejemplo, la distancia entre líneas puede ser de 0,8 m cuando se trabaja de forma manual, de 1,2 m cuando se usan rotocultivadores manuales con barra porta herramientas y de, por lo menos, 2 m cuando

se usa tractor (Amico 2001). Las estacas, según el tipo de riego, pueden ir en el fondo de surcos o sobre camellones en una o dos hileras (Amico 2001).

Para plantas de un año, Menoyo *et al.* (1994) proponen un distanciamiento de plantación de 1 m entre filas y 20 cm entre estacas. Amico (2001) sugiere que para un desarrollo favorable se necesita una superficie de 0,30 m² a 0,60 m² por planta, lo que se logra con un distanciamiento de 1 m entre filas y 30 cm entre estacas. García (2002) aconseja de 1 m a 1,2 m entre filas y 25 cm a 35 cm entre estacas, alrededor de 0,30 a 0,50 m² por planta.

Para plantas de dos años (R_2T_2) Menoyo *et al.* (1993) sugieren un distanciamiento de 1 m entre filas y 40 cm entre estacas. En cambio Amico (2001) recomienda que se planten las estacas con el mismo espaciamiento de R_1T_1 y después de un año se retire la mitad.

En los viveros del Valle de Río Negro los distanciamientos más comunes son de 0,20 m entre plantas y 1 - 1,1 m entre filas (en uno de los viveros visitados, este distanciamiento era de aproximadamente 2,5 m por la maquinaria utilizada para desmalezar). En Mendoza, para la obtención de barbados de un año, se utiliza un distanciamiento de 0,20 m entre plantas y 0,80 m entre filas. Al año los barbados alcanzan alturas de entre 2 y 4 m.

En la Estación Agroforestal INTA Trevelin (Chubut), en la provincia de Santa Cruz y en el vivero de CORFO Sarmiento (Figura 11), se acostumbra emplear mulching usando polietileno negro de 50 μ y de ancho variable según el camellón. También se puede emplear hojarasca, ramas, paja o aserrín (Amico 2001). El mulch es una cobertura cuyo objetivo es evitar el desarrollo de malezas y el desecamiento prematuro del suelo, conservando la humedad por más tiempo y manteniendo las temperaturas más altas, lo que favorece un mayor desarrollo de las raíces (Amico 2001). Lugano y Amico (2001) obtuvieron mayores crecimientos con el uso de mulch para *Populus nigra* "Naurduze" (Tabla 2).

Tabla 2. Crecimiento en altura y diámetro de plantas de un año de *Populus nigra* "Naurduze" cultivadas en vivero sin mulch (testigo) y con dos tipos de mulch (hojarasca y nylon).

Tratamiento	Altura (m)	Diámetro (mm)
Testigo (sin mulch)	0,87	7,79
Hojarasca	1,3	12,37
Nylon negro	1,38	18,37

En Río Negro y Neuquén no es común el uso de mulching de nylon sino que se hace extracción manual o mecánica de malezas con escardillo entre hileras y azada entre plantas (Vela, Garcés, Thomas, com. pers., 2006).

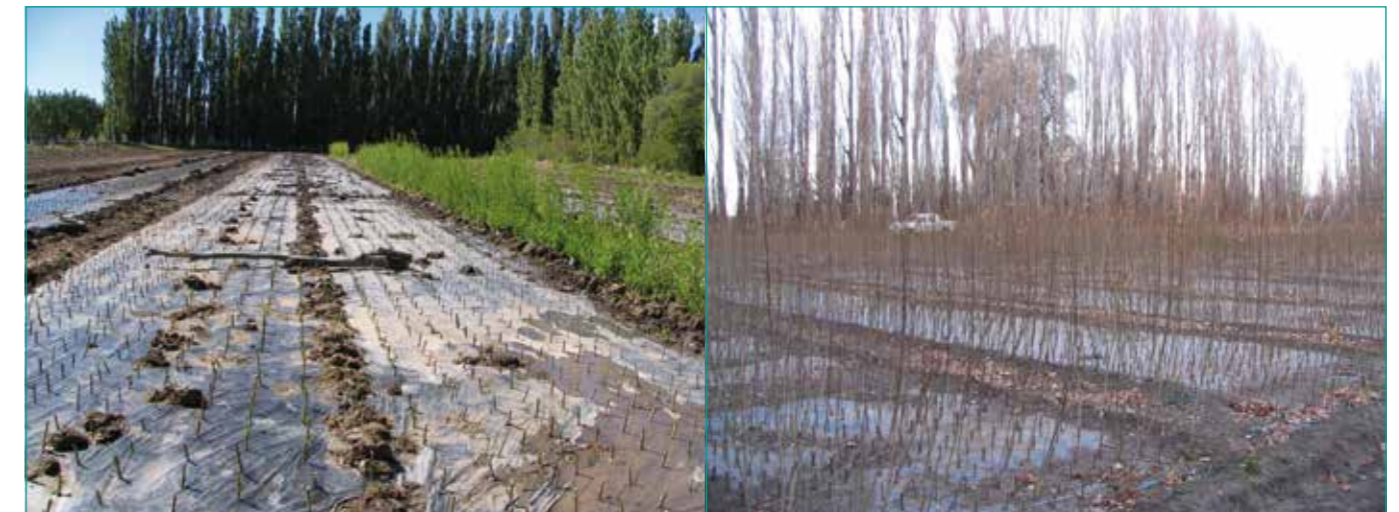


Figura 11. Nylon negro utilizado como "mulching" en el vivero de barbados en Santa Cruz (izquierda) y Chubut (derecha).

4.4.3. Manejo del vivero de barbados

Se debe tener en cuenta una serie de cuidados culturales para lograr un buen prendimiento de las estacas y el adecuado crecimiento de las plantas. Las tareas a realizar son las siguientes:

Riego

La frecuencia del riego varía no sólo según las características del suelo y de las condiciones climáticas, sino que también dependerá del sistema del que se disponga (por surcos, por manto, por aspersión o por goteo) (Amico 2001). El riego más frecuente es por surcos, aprovechando las líneas de plantación (Menoyo *et al.* 1993, Amico 2001, García 2002). Se realiza cada 7 o 15 días según el sitio y las condiciones climáticas reinantes. Se deberá asegurar la provisión adecuada de agua en todo el ciclo vegetativo y, sobre todo, en los dos primeros meses, cuando aún el sistema radicular es incipiente (García 2002).

Desmalezado o escarda

El vivero se debe mantener libre de malezas, sobre todo en los primeros meses de crecimiento, para evitar la

competencia por agua y nutrientes y para asegurar un buen desarrollo de las plantas. Las formas de desmalezado son variadas, puede ser manual, mecánica, con herbicidas o por medio del mulch (Amico 2001).

El desmalezado se puede hacer en forma mecánica con rotocultivador entre hileras y azada entre plantas, actividades que deben realizarse periódicamente durante el verano, combinando una pasada del rotocultivador con una sola aplicación de herbicidas. Entre los herbicidas ensayados con buenos resultados en el vivero de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco se encuentran (Davel 1994):

- Simazina en concentración de 0,1 gr p.a./m² (1 kg/ha).
- Linuron en concentración de 0,15 gr p.a./m² (1,5 kg/ha).
- Glifosato en concentración de 0,288 gr p.a./m² (6 litros/ha).

Estos herbicidas deben aplicarse en días calmos, evitando el contacto de los mismos con las estacas o las plantas de álamo dado su efecto fitotóxico. Habría que evaluar la aplicación de herbicidas preemergentes (simazina o linurón) antes de la plantación, y una posterior aplicación de glifosato (Davel, 1994).

Amico (2001) indica que se pueden utilizar herbicidas selectivos como el setoxidin que sólo actúa sobre algunas malezas y no afecta al cultivo de álamos. Otra posibilidad es el glifosato pero éste también puede dañar a los álamos, por lo que debe aplicarse con extrema precaución.

La utilización de mulch de polietileno (descrito anteriormente en el punto I.4.4.2.) evita gran parte de estas actividades de desmalezado y con buenos resultados.

Desbrotes

Al final de la primavera, cuando los brotes de la estaca alcanzan unos 30 - 35 cm de altura, se elige el más vigoroso y derecho y se cortan los demás. Esta tarea no debe efectuarse demasiado pronto ya que debe transcurrir el tiempo necesario como para que lignifique la base del brote elegido y evitar así el riesgo de rotura por efecto del viento (FAO 1980, Amico 2001). En lugares ventosos se suele elegir al que se encuentre en la cara de la dirección predominante del viento para evitar roturas (García 2002).

Poda de brotes

Para las plantas de más de un año de cultivo se aconseja podar hasta 1 m o más de altura, según el tamaño de la planta, en el primer invierno (Amico 2001).

García (2002) aclara que en los clones con tendencia a emitir brotes desde la base, es conveniente ir eliminándolos hasta una altura igual a la mitad de la planta. En el momento de la extracción se procederá a podar todas las ramas o dejar una copa preformada. Menoyo *et al.* (1993) mencionan que en el otoño se debe proceder al corte de todos los brotes laterales de la guía.

Prevención de plagas y enfermedades

Siempre es preferible evitar el desarrollo de enfermedades ya que, una vez instalados los patógenos que las ocasionan, se hace muy difícil el control. Como tarea de prevención es aconsejable desinfectar las herramientas de trabajo, sobre todo las tijeras de poda para evitar un posible contagio. Para dicha limpieza se puede usar lavandina o alcohol diluidos en agua (Amico 2001). Las heridas producidas en la poda se pueden cauterizar con una pasta a base de cera de abejas y parafina líquida (Amico 2001).

Los ataques de insectos no representan mayor problema salvo esporádicos ataques de pulgones a sauces que se controlan con insecticidas como cipermetrina (Amico 2001).

Se puede realizar anualmente un tratamiento contra *Cytospora* sp. que consiste en aplicaciones de Benomil (30 g/100 l de agua) (Menoyo *et al.* 1993). El "pulgón lanígero" (*Phloemyzus* sp.) afecta a los clones de *Populus nigra* y se lo puede combatir utilizando Pirmicarb (80 g/100 l de agua) (Menoyo *et al.* 1993).

Si el vivero es de gran extensión, conviene dejar una calle cada 10 a 12 filas, a fin de permitir el paso de un tractor para pulverizar en caso de posibles ataques de plagas o enfermedades (García 2002).

Fertilización

Además de la fertilización realizada en la preparación del terreno, antes de la instalación de las estacas, es necesario fertilizar cada 2 o 3 años. A modo de ejemplo se recomienda (Montoya 1993, Amico 2001):

- De 30 a 50 t/ha de estiércol como base cada tres años.
- De 120 a 150 kg/ha de fósforo y de potasio.
- De 30 a 40 kg/ha de nitrógeno, en primavera, sólo si es necesario.

Menoyo *et al.* (1993) recomiendan fertilizaciones anuales con NPK 15-15-15 (40 g/m²).

Peri *et al.* (1998) realizaron un ensayo de fertilización en vivero de barbados de "álamo criollo" en Santa Cruz. Los tratamientos aplicados fueron:

- Ferticare (20-5-10): 150 g/planta.
- Ylannos 4 (12-4-14): 250 g/planta.
- (17-9-17): 176 g/planta.
- Vital I (10-3-5): 300 g/planta.
- Urea-fosfato (18-44): 167 g/planta.
- Tradicionales: 65 g urea/planta + 46 g superfosfato triple/planta + 42 g sulfato de potasio/planta.
- Testigo sin fertilizar.

Los resultados demuestran diferencias en el desarrollo de los barbados para los diferentes tratamientos de fertilización (Peri *et al.* 1998) (Tabla 3). Estas diferencias fueron significativas en el crecimiento en altura y diámetro de los barbados de dos años y en el crecimiento en diámetro de los de un año.

Tabla 3. Altura total y diámetro del cuello (DAC) promedios alcanzados por los barbados de uno y dos años de álamo criollo para los distintos tratamientos.

TRATAMIENTOS	Barbados (dos años)		Barbados (un año)	
	Altura (cm)	DAC (cm)	Altura (cm)	DAC (cm)
Testigo	105,5 a	1,12 a	63,5 a	0,66 a
Urea - fosfato	123,0 b	1,40 b	69,1 a	0,79 ab
Tradicional	128,0 bc	1,42 b	69,5 a	0,79 ab
17-9-17	133,5 bc	1,48 b	69,8 a	0,80 ab
Ylannos 4	134,5 bc	1,50 b	70,3 a	0,82 ab
Vital I	136,5 bc	1,52 b	72,3 a	0,83 ab
Ferticare	140,0 c	1,57 b	79,3 a	0,91 b

Nota: Valores medios con la misma letra en sentido vertical no difieren significativamente por el test de Tukey (p<0,05)

Extracción, preparación y transporte de plantas

La extracción de las plantas se debe realizar cuando están totalmente desprovistas de hojas; esto ocurre entre otoño y principios de primavera. Esta tarea puede realizarse manualmente con palas, luego de una pasada de reja para cortar las raíces de un lado (García 2002). En viveros grandes suelen utilizarse implementos adaptados al levante hidráulico del tractor. El uso de estos implementos, en general en forma de "U", permite descalzar las plantas y extraerlas manualmente (García 2002).

Una vez extraídas se suele proceder a la poda de las raíces hasta 30 cm de largo, cortando las que estén dañadas. Las plantas se agrupan en atados para facilitar el traslado; la cantidad de plantas por atado depende del grosor y de la altura de las mismas (Amico 2001).

Es de suma importancia que el tiempo que transcurra entre la extracción de las plantas, su transporte y la plantación definitiva sea el menor posible. Si el transporte al lote de plantación no es inmediato, se colocarán en una zanja cubriendo las raíces con tierra para protegerlas (Menoyo *et al.* 1994). La zanja debe ubicarse en un lugar fresco, sombrío y húmedo (Amico 2001). Hay que

tener especial cuidado en evitar que las raíces queden expuestas a la acción de heladas (García 2002). Antes del transporte a la plantación es aconsejable sumergir las raíces en agua por 48 horas (Menoyo *et al.* 1994).

En caso de tener que transportar las plantas a una distancia considerable, deberán tomarse medidas para evitar la desecación de las raíces (García 2002). Por ejemplo:

- Humedecer bien las raíces con barro antes de salir.
- Si el vehículo es abierto, cubrir las plantas con una lona. Nunca llevar las plantas expuestas al viento y al sol.
- Tratar de transportarlas durante las primeras horas de la mañana o al anochecer, evitando las horas de mayor temperatura. Siempre se debe estacionar el vehículo en lugares con sombra. Cada tanto se deben controlar las raíces, de ser necesario se deben humedecer.

Algunos datos de crecimiento de barbados de distintos clones en diferentes zonas de la Patagonia

En el vivero de la EEAF INTA en Trevelin (Chubut), Lugano y Amico (2001) citan el siguiente tamaño promedio para barbados de un año (Tabla 4).

Tabla 4. Tamaño promedio en diámetro y altura para barbados de un año en el vivero de la EEAF INTA en Trevelin (Chubut).

Clon	Altura (m)	Diámetro (mm)
<i>P. nigra</i> "Delion"	1,21	11,51
<i>P. nigra</i> "Naurduze"	1,58	14,72
<i>P. nigra</i> "Moissac"	1,57	13,75
<i>P. trichocarpa</i> "SP1456"	1,59	16,42
<i>P. trichocarpa</i> "SP 125"	1,18	16,44
<i>P. trichocarpa</i> "Trevelin"	1,40	14,23
<i>P. x canadensis</i> "Conti 12"	1,42	15,00
<i>P. x canadensis</i> "I-124"	1,36	14,52
<i>P. x canadensis</i> "I-488"	1,49	14,72
<i>S. viminalis</i> var gigantea	2,09	14,86
<i>Salix</i> "RA 524/43"	1,81	15,47
<i>Salix</i> "RA 131/27"	1,88	16,89
<i>Salix caprea</i>	1,38	12,65
<i>Salix alba</i> var vitelina	1,42	14,00

Malaspina (1983), brinda información sobre el comportamiento de distintos clones de álamos y sauces en el vivero de la UNPSJB en Esquel (Chubut). En ese momento se utilizaban estacas de 0,50 m de longitud (enterrando 0,35 m de la estaca) y con un espaciamiento de 0,6 m entre filas y 0,50 entre plantas para álamos y 0,6 m entre filas y 0,30 m entre plantas para sauce. El autor menciona que los "nigra" han tenido un buen prendimiento en todos los cultivares, destacándose los "mejorados franceses" y entre estos el "Naurduze", con el mejor promedio de altura para la especie y un 100 % de prendimiento. Los "deltoides" han manifestado prendimientos dispares entre los clones involucrados, destacándose con un porcentaje óptimo de supervi-

vencia, el INTA DELTA 217/68 (100 %) y, por su crecimiento vigoroso, los cultivares I-94/51 e INTA 233/69. Los "euroamericanos" con prendimientos homogéneos demostraron desarrollos importantes, sobresaliendo el "Conti 12". También se destacaron los álamos "balsamíferos" (*P. trichocarpa*) por su incipiente vigor, denotando los mejores desarrollos de diámetro en guías. Los ejemplares de *Salix* demostraron crecimientos en muchos casos superiores a los álamos; los híbridos *S. matsudana x alba* ("R.A. 424-14", "R.A. 424-43", "N.Z. 1001" y "N.Z. 1002") se destacaron en cuanto a la altura lograda. Los valores de prendimiento y crecimiento para el primer ciclo vegetativo se presentan en la Tabla 5 (Malaspina 1983).

Tabla 5. Prendimiento y crecimiento en altura para distintos clones de álamos y sauces logrados en el vivero de la UNPSJB en Esquel (Chubut), (Malaspina 1983).

Clon	Prendimiento(%)	Altura (m)
<i>P. trichocarpa</i> "SP 919"	90	1,43
<i>P. trichocarpa</i> "SP 125"	90	1,27
<i>P. trichocarpa</i> "SP 1456"	77	1,03
<i>P. nigra</i> "Naurduze"	100	1,20
<i>P. nigra</i> "Sehuil"	97	1,18
<i>P. nigra</i> "Moissac"	93	1,20
<i>P. nigra</i> "Italica"	87	0,91
<i>P. x canadensis</i> "I-214"	100	0,99
<i>P. x canadensis</i> "Conti 12"	97	0,99
<i>P. deltoides</i> "INTA 233/69"	90	1,18
<i>P. deltoides</i> "I-64/51"	73	1,26
<i>P. deltoides</i> "INTA DELTA 159/68"	60	1,19
<i>P. deltoides</i> "INTA DELTA 227/68"	40	1,24
<i>Salix híbrido</i> "N.Z. 1001"	63	1,42
<i>Salix híbrido</i> "N.Z. 1002"	100	1,17
<i>S. x argentinensis</i> "Híbrido Galvete"	100	1,41
<i>S. híbrido</i> "R.A. 395/112"	93	1,25
<i>S. híbrido</i> "R.A. 525/31"	100	1,38
<i>S. híbrido</i> "R.A. 524/14"	100	1,34
<i>S. híbrido</i> "R.A. 524/43"	100	1,30
<i>S. purpurea</i> Hélix	70	1,22
<i>S. x argentinensis</i> "Mestizo Usoz"	100	1,05
<i>S. x argentinensis</i> "Mestizo Amos"	90	1,18
<i>S. x argentinensis</i> "Mestizo Pereyra"	100	1,05
<i>S. híbrido</i> "R.A. 131/27"	83	1,02
<i>S. híbrido</i> "R.A. 131/25"	90	1,06
<i>S. híbrido</i> "R.A. 160/16"	90	1,12

Posteriormente, en el mismo vivero de la UNPSJB en Esquel (Chubut), Menoyo *et al.* (1993), dan valores de los tamaños alcanzados por barbados de 1 y 2 años (Tabla 6).

fin de conocer sus características, fundamentalmente en cuanto a la textura y los parámetros químicos que definen la fertilidad y la existencia de sales (Amico 2001).

Tabla 6. Tamaño promedio en diámetro y altura para barbados de uno y dos años en el vivero de la UNPSJB Esquel (Chubut).

Clon	1 Año		2 Años	
	Altura (m)	Diámetro (mm)	Altura (m)	Diámetro (mm)
<i>P. nigra</i> "Italica"	1,55	13	2,50	24
<i>P. nigra</i> "Moissac"	1,40	11	2,50	26
<i>P. nigra</i> "Naurduze"	1,60	13	2,70	28
<i>P. nigra</i> B. de Garonne	1,60	13	2,70	25
<i>P. nigra</i> "Sehuil"	1,35	12	2,50	25
<i>P. nigra</i> "Delion"	0,90	10	2,00	24
<i>P. trichocarpa</i> "SP 1456"	1,50	14	2,60	28
<i>P. trichocarpa</i> "SP 125"	1,60	14	2,60	28
<i>P. trichocarpa</i> "SP 919"	1,40	13	2,30	27,5
<i>P. trichocarpa</i> "Río Frío"	1,30	13	2,20	27
<i>P. tremula x alba var pyramidalis</i>	1,00	9	1,80	23
<i>P. alba</i> "94/70"	1,10	9	2,10	25
<i>P. alba var pyramidalis</i>	0,90	9	1,80	24
<i>P. x canadensis</i> "El Campeador"	1,60	13	2,50	26
<i>P. x canadensis</i> "Veronese"	1,55	13	2,55	25
<i>P. x canadensis</i> "I-214"	1,55	13	2,50	27
<i>S. matsudana x alba</i> "NZ1001"	1,10	12	-	-
<i>S. matsudana x alba</i> "NZ1002"	1,20	13	-	-
<i>S. híbrido</i> "R.A. 524-43"	1,30	13	-	-
<i>S. babilónica</i>	0,80	9	-	-
<i>S. viminalis x aurita</i>	1,30	13	-	-
<i>S. viminalis gigantea</i>	1,25	13	-	-

5. PLANTACIÓN

El sistema de plantación va a estar definido por la necesidad o no de proveer agua de riego a la forestación. Patagonia posee un régimen mediterráneo donde existe un marcado déficit hídrico durante la temporada de crecimiento, por lo tanto el sistema más frecuente es el de plantaciones bajo riego (García 2002), que se realiza de distintas formas: por surco y por manto o inundación; también existen algunas experiencias de riego por goteo. Otra forma de plantación es el sistema conocido como "a raíz profunda" donde se pone en contacto a las raíces con la napa freática; esto es posible cuando hay presencia de napas permanentes de buena calidad a poca profundidad y los suelos son apropiados (García 2002).

Antes de plantar es muy importante conocer las propiedades del suelo porque es en base a éstas que se va a definir si el sitio es apto o no para plantar y, de ser apto, cuál sería el clon que mejor se adaptaría. Es necesario tomar muestras de suelo y analizarlas en laboratorio a

5.1. Tipos de plantación y espaciamientos

En Patagonia, las salicáceas se han plantado tradicionalmente bajo riego y en forma de cortinas rompeviento para proteger cultivos agrícolas, ganado o construcciones y viviendas. Con el tiempo, y debido al desarrollo de industrias, se comenzaron a establecer plantaciones en macizo cuyo objetivo es la producción de madera para abastecer a las mismas. Esto último se observa actualmente, en la zona del Valle de Río Negro y en La Pampa, asociado con la actividad ganadera en forma silvopastoril.

5.1.1. Cortinas cortaviento

Los principales beneficios de las cortinas forestales son: 1) La protección física de los cultivos al disminuir el daño ocasionado por los efectos del viento. 2) El aumento de la producción agrícola por la disminución de la evapotranspiración y, por lo tanto, del estrés hídrico de los cultivos. 3) En los campos de pastoreo, la dis-

minución de la mortalidad y la mejora de la producción ganadera por el abrigo que ofrecen al ganado y por el aumento de la producción de pasturas. 4) Reducción de la erosión eólica, disminuyéndose así la pérdida de fertilidad. 5) Incremento en la rentabilidad de los lotes, dado que las cortinas forestales determinan una mejora y aumentan su valor estético. 6) Adicionalmente, con un manejo forestal adecuado, pueden constituir una fuente importante de ingresos en concepto de producción maderera (madera aserrada, postes, leña y subproductos).

Las cortinas pueden estar formadas por una o más hileras y pueden tener distintos distanciamientos; estos dos factores determinan la porosidad de una cortina. En base a su porosidad las cortinas pueden ser clasificadas en (Peri 2003):

- **Densas:** la porosidad es menor al 15 %. Se utilizan para protección de casas rurales, ganado, invernáculos, cultivos de cerezas y frutillas.
- **Semipermeables:** porosidad entre 15 a 45 %. Son aptas para el cultivo de pasturas, alfalfa y tulipanes.
- **Permeables:** la porosidad supera el 45 %. Se usan para proteger cultivos poco sensibles a la acción del viento, como por ejemplo los de ajo.

Cuando la cortina es densa, la protección contra el viento es mayor cerca de la misma. Cuando la cortina es más abierta, la reducción de la velocidad del viento es menor pero el área protegida es mayor. Las cortinas densas mostraron una longitud de área protegida de 10 Ht (diez veces la altura de la cortina), las semipermeables de 15 Ht y las permeables de 18 Ht (Peri 1998). En la Figura 12 se puede observar la velocidad del viento para diferentes porosidades de cortinas y las distancias de protección. Las distancias se expresan como múltiplos de la altura total de los árboles. El valor 100 corresponde a la velocidad horizontal del viento medido en la zona testigo (descampado) (Peri 1998).

Peri *et al.* (1998) evaluaron el efecto protector de las cortinas de *Populus nigra* "Italica", sobre la producción de frutilla en Gobernador Gregores (Santa Cruz), a distintos distanciamientos (4 m, 6 m, 10 m, 18 m y 28 m) encontrándose que la mayor producción total (3.512,2 kg/ha) se produjo a los 4 m de la cortina. A distanciamientos de 18 y 28 m la producción total fue de 502,8 y 171,7 kg/ha, respectivamente.

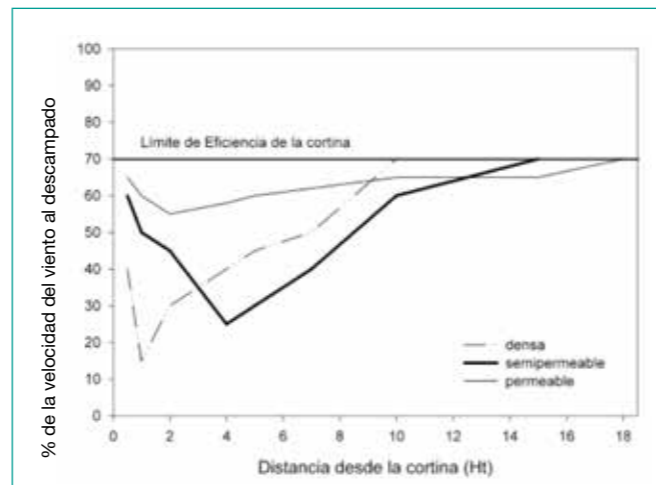


Figura 12. Valores medios de velocidad relativa del viento para diferentes porosidades de cortinas cortavientos (Peri 1996).

Monelos y Peri (1998) hicieron una evaluación similar sobre la producción de cerezas en Los Antiguos (Santa Cruz). Las distancias a las cortinas de las plantas de cerezas evaluadas fueron: 0,4 Ht; 1 Ht; 1,7 Ht; 2,1 Ht; 2,5 Ht; 2,9 Ht; 3,3 Ht; 5,4 Ht; 6,5 Ht; 7,6 Ht y 8 Ht. Se evaluaron, además, dos porosidades de cortina: densas (0,5 m entre plantas) y semipermeables (1,3 m entre plantas). Para ambas porosidades la producción de cerezas fue baja cerca de la cortina, aumentó hasta un máximo al aumentar la distancia, y luego disminuyó hasta alcanzar un mínimo. En la cortina densa la mayor producción se logró a 2 Ht (31,5 kg/planta), mientras que para la semipermeable a 1,7 Ht (27,2 kg/planta). A 2,5 Ht la producción disminuyó a 10-15 kg/planta. Los autores indican que la producción se incrementaría, para ambos tipos de cortina, si se dividieran los cuadros tradicionales de 110 m x 110 m con una cortina intermedia.

Peri y Utrilla (1997) evaluaron, además, el efecto de las cortinas sobre la producción de alfalfa en Gobernador Gregores. Compararon la producción con protección de cortinas dobles de *Populus nigra* "Italica" y sin protección (descampado). La cortina presentaba las siguientes características: distanciamiento entre hileras = 1,2 m; distanciamiento entre plantas = 1 m en una hilera (altura dominante de los árboles 18,8 m) y 0,5 m en la otra (altura de los árboles = 6 m). En el segundo ciclo, la alfalfa protegida por la cortina tenía una altura de 74 cm al primer corte y de 81 cm al segundo, mientras que la alfalfa al descampado tenía una altura de 34,5 cm al primer corte y 43 cm al segundo. La producción total de materia seca de alfalfa para los tres cortes, fue de 12.286 kg/ha para la situación con protección, y de

7392 kg/ha para el descampado. En la Figura 13 Se observa producción de alfalfa y ajo con cortinas de protección en Gobernador Gregores (Santa Cruz).



Figura 13. Producción de ajo (izquierda) y alfalfa (derecha) con cortinas de protección en Gobernador Gregores (Santa Cruz).

La distancia entre plantas va a depender de la especie utilizada, de la porosidad de la cortina, de la velocidad del viento en la zona y de la sensibilidad al viento del cultivo a proteger. La distancia entre cortinas va a depender de la permeabilidad de la cortina y de su altura, que a su vez va a depender de la productividad del sitio para la especie a utilizar. Por lo tanto los distanciamientos van a variar de una zona a otra.

A modo de ejemplo, para la zona de Gobernador Gregores, Peri recomienda el uso de cortinas densas para la protección de cultivos *sensibles* al viento (cerezo, frutilla, lechuga), y *cortinas semipermeables* para cultivos *semi-resistentes* al efecto del viento (alfalfa, tulipanes, ajo) (Davel *et al.* 2010). Se debe considerar que diferentes estructuras de cortinas pueden tener similar porosidad y, en consecuencia, similar reducción del viento. En este caso, y a nivel orientativo, se recomendaron los siguientes tipos de *cortinas densas principales*:

- Cortina doble de álamo criollo con distanciamiento entre hileras de 1,5 y 1 m entre plantas, plantadas a tresbolillo (Figura 14).
- Cortina doble con distanciamientos entre hileras de 1,8 - 2 m. Primera hilera (ubicada en el lugar de donde

viene el viento) de sauce 524/43 a 2 m de distancia entre plantas, y segunda hilera de álamo criollo a 1 m entre plantas, plantadas a tresbolillo.

- Cortina doble de sauce 524/43 con distanciamiento de 2 m entre hileras y 1,5 m entre plantas, plantadas a tresbolillo.

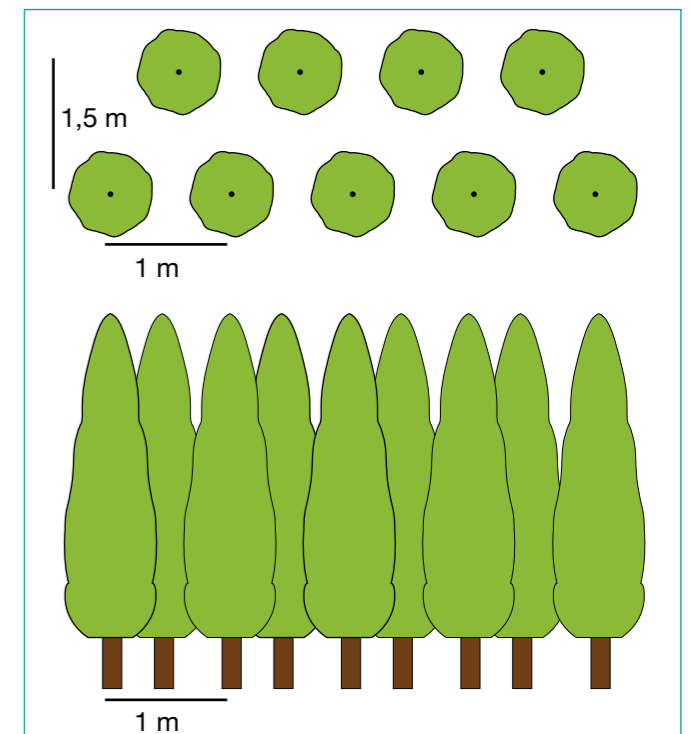


Figura 14. Cortina doble plantada a tresbolillo con una distancia de 1 m entre plantas y 1,5 m entre filas.

Para el caso de *cortinas semipermeables principales*, se recomendaron los siguientes tipos:

- Cortina simple de álamo criollo, distanciada a 1,2 m entre plantas (Figura 15).
- Cortina doble con una primera hilera de sauce 524/43, a 3 m entre plantas y la segunda hilera de álamo criollo, a 1,5 m entre plantas y 2,2 m entre hileras.

Para el caso de cortinas secundarias, se recomiendan cortinas simples de una hilera de sauce 524/43 con plantas distanciadas a 1,5 m, o de álamo criollo plantas a 1,2 m una de otra.

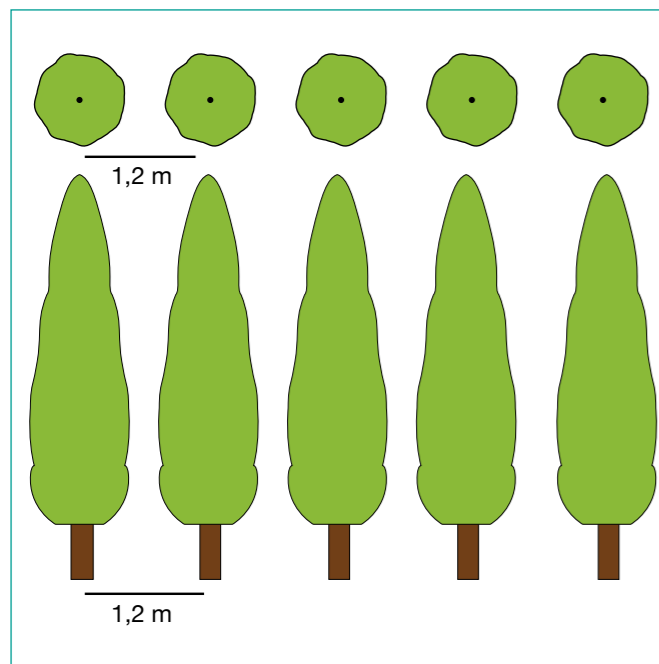


Figura 15. Cortina simple con un distanciamiento de 1,2 m entre plantas.

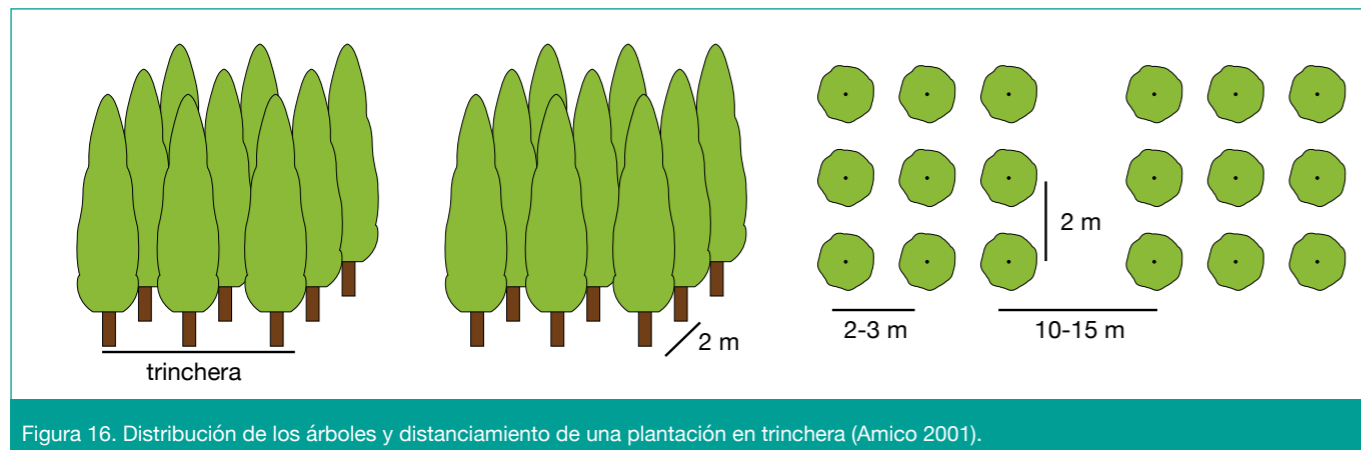


Figura 16. Distribución de los árboles y distanciamiento de una plantación en trinchera (Amico 2001).

Tabla 7. Distanciamiento óptimo entre cortinas densas (para cultivos sensibles al viento) y semipermeables (para cultivos semi-resistentes al efecto del viento) para las diferentes clases de sitio en Gobernador Gregores.

Clase de Sitio	Tipo de cortina	Distanciamiento óptimo entre cortinas (m)
Apto	Densa	75
	Semipermeable	230
Medianamente Apto	Densa	63
	Semipermeable	194
No Apto	Densa	40
	Semipermeable	123

En cuanto a la distancia entre cortinas, para el estudio realizado en Gobernador Gregores, en la Tabla 7 se presentan los distanciamientos óptimos, entre cortinas densas y semipermeables para las diferentes clases de sitio (Davel *et al.* 2010).

Un estudio similar se está realizando en el Valle Superior del Río Chubut, donde los cultivos principales asociados a las cortinas son papa, cebolla, bulbos de tulipán, alfalfa, pasturas y vid (Davel *et al.* 2012).

5.1.2. Trincheras

Consiste en la plantación de dos o más hileras de árboles dejando espacios intermedios para la implantación de distintos cultivos (hortícolas, frutícolas o pasturas). Las hileras van distanciadas de 2 a 3 m y las plantas a 2 m. El espacio entre trincheras generalmente es de 10 a 15 m, dependiendo del cultivo que se realice entre ellas (Menoyo *et al.* 1994, Amico 2001) (Figura 16).

5.1.3. Macizos – Sistemas agroforestales y silvopastoriles

Las plantaciones en macizo tienen como fin principal la producción de madera. El distanciamiento utilizado dependerá del objetivo de producción. Si éste es la producción de madera de calidad para debobinado o aserrío, se utilizarán distanciamientos amplios, tratando de lograr un mayor volumen por árbol.

Los distanciamientos de plantación utilizados en la región patagónica norte son variables (8 m x 3 m, 6 m x 3 m, 6 m x 2 m y 5 m x 5 m, son los más comunes); no está claro cuál es el más conveniente para el objetivo perseguido. La tendencia mundial es plantar a distanciamiento definitivo (5 m x 5 m o 6 m x 6 m) y realizar cultivos intercalares, como por ejemplo maíz o alguna hortaliza, durante los primeros años. Una vez que los árboles se cierran y alcanzan un tamaño en el que no pueden ser dañados por el ganado, se siembra pastura y se incorpora el ganado (Figura 17). Además hay estudios que recomiendan la utilización de estos distanciamientos cuadrados (5 m x 5 m o 6 m x 6 m) porque los árboles crecen más rectos y cilíndricos. En este tema se debe determinar cuál es el distanciamiento más adecuado para producir madera de calidad y, a su vez, combinar con otras actividades. También se debe determinar cuál o cuáles son los cultivos y las pasturas compatibles y que pueden dar los mejores rendimientos.



Figura 17. Producción de madera de calidad combinada con ganadería (Neuquén).

Si el objetivo es la producción de madera para triturado (pulpa, tableros aglomerados, etc.), donde interesa producir el mayor volumen por superficie, se utilizan distanciamientos menores (2 m x 2 m, 3 m x 3 m).

En Mendoza, el distanciamiento de plantación varía con el objetivo de producción. En el caso de plantaciones para triturado se utilizan distanciamientos de 3 m x 3 m. En el caso de madera para aserrío los distanciamientos tradicionales son 6 m x 2 m y 6 m x 3 m. La tendencia para la producción de madera de calidad es distanciamientos más amplios (6 m x 6 m), pero en general los productores se resisten a aumentar los distanciamientos. Estos distanciamientos permiten realizar cultivos intercalares durante los primeros años de la plantación, un ejemplo común en la zona es el cultivo de zapallos. También se observó un caso en el que se producían barbados de álamos entre las líneas de plantación.

En esta provincia se realizó un estudio para evaluar el crecimiento y la forma de los árboles a diferentes densidades de plantación. El área individual ocupada por las plantas fue de 9 a 49 m²/planta. En cuanto al crecimiento, como era de esperar, se observó que éste aumenta a medida que aumenta el distanciamiento entre las plantas. No se encontraron diferencias en la forma de los fustes. Sí hubo una marcada relación con la dirección cardinal; para más del 90 % de los árboles el diámetro medido en sentido Este – Oeste fue 7 % mayor que el medido en el sentido Norte – Sur (Calderón *et al.*, 2009).

Achinelli (2006) menciona que en la Pampa Húmeda (Buenos Aires), las plantaciones destinadas a producir madera para triturado se manejan como monte alto en el primer turno y como monte bajo en los dos turnos siguientes. El turno es de 10 años y durante el mismo no se realizan podas ni raleos. El distanciamiento inicial es de 2,5 m x 3,5 m. En cambio, en aquellas cuyo objetivo es producir madera para aserrado se maneja como monte alto con dos raleos y dos o tres podas hasta los 7 m de altura, con un turno de 15 a 22 años. En este caso el distanciamiento inicial va de 3 m x 3 m a 4 m x 4 m.

Ulloa y Villacura (2006) de la Cía. Agrícola y Forestal El Alamo Ltda, (Chile), indican que para la obtención de madera de calidad, las plantaciones se realizan a distanciamientos definitivos de 6 m x 6 m. Este distanciamiento, además de ser adecuado para la producción forestal, permite la siembra de maíz durante los dos primeros años.

Montoya Oliver (1988) menciona que en España, cuando se usan espaciamientos amplios (6 m x 6 m), los cultivos intercalares más comunes son maíz, soja, remolacha, batatas, habas y hortalizas.

Sanhueza Silva (1996) menciona que, a distanciamientos de 6 m x 6 m, se pueden aprovechar los espacios entre los árboles con cultivos agrícolas, frutales de pequeña talla y forrajeros. Esto puede realizarse durante los primeros años; posteriormente los árboles ocupan la totalidad del sitio y disminuyen las posibilidades de realizar combinaciones productivas.

Como se observa, la tendencia en los distintos lugares del mundo donde se realizan plantaciones en macizo con álamos para la producción de madera de calidad, es utilizar distanciamientos de 6 m x 6 m.

Experiencias silvopastoriles en Patagonia

Los sistemas silvopastoriles aparecen como una alternativa importante para la región patagónica. Serventi (2011) menciona que los cambios y las modificaciones que se están generando en la producción agropecuaria argentina posibilitan la incorporación de nuevas regiones a la actividad productiva. Una situación específica es el caso de la producción ganadera que se ha visto desplazada a zonas que históricamente han sido consideradas como marginales. La región patagónica norte forma parte de este tipo de zonas y tiene gran potencial para asociar la producción de madera de calidad con la ganadería en sistemas silvopastoriles. Mientras se va generando madera de calidad, con turnos que se estiman en 12 – 15 años, se va produciendo en la misma superficie forraje más carne, generando ingresos anuales que permiten mejorar la rentabilidad. La producción de 80 a 100 – 150 kg/ha/año de carne, representa un ingreso muy importante que no se puede dejar de considerar (Serventi 2011).

Existen experiencias realizadas por productores privados y por la EEA Alto Valle de Río Negro del INTA. Nolting (1983) evaluó un ensayo de plantación de “Conti 12” consociado con cultivos agronómicos (alfalfa, pastura compuesta, cultivos de escarda), y determinó que, hasta el año 5, se observó un incremento de la producción de la alfalfa comparado con el testigo (sin cobertura). La producción de materia seca de alfalfa disminuye

paulatinamente a medida que se incrementa el efecto sombra del macizo forestal. La pastura es menos sensible a la falta de luz y su rendimiento es mayor que el de alfalfa a partir de los años 4 y 5. Los mayores crecimientos de los árboles en diámetro, área basal y volumen, se obtuvieron con el cultivo asociado de alfalfa.

Cancio y Thomas (2012) sembraron, a principios de mayo, Trincale var. Yagan INTA bajo una plantación de álamo plantada a 6 m x 3 m a una densidad de 80 kg/ha. A fines de noviembre el cultivo presentaba una altura media de 92 cm y la producción de materia seca era de 2729 kg/ha.

Thomas y Cancio (2013) mencionan que, durante los primeros 3 o 4 años, es posible producir alfalfa, sorgo, zapallo y maíz dulce bajo plantaciones de álamos plantadas con espacios interfilares de 6 a 8 m. En plantaciones más adultas, cuando comienza a cerrarse el dosel, se están haciendo pruebas con trébol rojo (*Trifolium pratense*), trébol blanco (*Trifolium repens*), festuca (*Festuca arundinacea*), pasto ovilla (*Dactylis glomerata*) y festulolium (*Lolium x festuca*), con buenos resultados.

Cancio *et al.* (2013) evaluaron la producción de forraje de pasto ovilla (*Dactylis glomerata*) y hojas de álamo bajo *Populus x canadensis* “Guardi” plantado a 6 m x 3 m. La producción fue de 2194 kgMS/ha a mediados de enero, 1608 kgMS/ha a principios de febrero, y de 739 kgMS/ha a principios de marzo. La producción de hojas de álamo caídas como aporte forrajero adicional fue de 4692 kgMS/ha.

Thomas *et al.* (2013) estudiaron el efecto de distintos cultivos intercalares en el crecimiento de una plantación de “Guardi” plantado a 6 m x 3 m, comparado con la misma plantación sin cultivo. Los cultivos empleados fueron en un caso alfalfa y en otro hortalizas (zapallo anco el primer año y maíz dulce el segundo año). Encontraron que el crecimiento en diámetro fue significativamente superior en las parcelas con cultivo, concluyendo que el manejo de los cultivos asociados favorece el crecimiento de la plantación de álamos asociada.

Casabón *et al.* (2012) mencionan que es reconocida la avidez del ganado vacuno por las hojas de álamo, pero que ésta varía durante el período vegetativo, disminuyendo en verano y otoño. Los autores evaluaron en un silvopastoril, el valor nutritivo, digestibilidad y dis-

ponibilidad de nutrientes en las hojas del álamo (*Populus deltoides* “Australiano 106/60”) en tres momentos diferentes (octubre, diciembre y marzo), y encontraron mayores valores de proteína bruta, fósforo y potasio en octubre y un aumento de digestibilidad entre octubre y diciembre. Esto coincide con la mayor avidez del ganado vacuno por las hojas tiernas del álamo en primavera e inicios del verano.

5.2. Época de plantación

Se debe plantar durante el reposo vegetativo, cuando las plantas han perdido todas las hojas, esto se produce en la Patagonia, desde fines de mayo hasta fines de septiembre o principios de octubre (Amico 2001). Siempre es preferible hacerlo lo antes posible, una vez pasadas las heladas fuertes (García 2002).

5.3. Preparación del terreno

La preparación del suelo se inicia con la sistematización para el riego, que incluye el desmonte, la nivelación y construcción de la infraestructura necesaria, como compuertas y puentes (García 2002). La textura del

suelo determina la pendiente de los tablones o melgas de riego, que son “a cero” en suelos francos y de 5 a 10 cm por cada 100 m en los más arenosos (García 2002).

En suelos recién sistematizados no suele ser necesario hacer labores de preparación adicional. En cambio, si el terreno estuviera compactado o en el caso de predios ya sistematizados, Menoyo *et al.* (1994) recomiendan realizar, al menos, dos pasadas cruzadas con arado y dos rastreadas, también cruzadas. García (2002) menciona que es conveniente subsolar hasta 0,80 m de profundidad en las líneas de plantación para asegurar un correcto drenaje, y arar y disquear en forma cruzada unos 2 a 3 meses antes de la plantación, para dejar el suelo bien acondicionado y libre de malezas.

Para la instalación de cortinas, generalmente se realiza una preparación del sitio de manera de facilitar las tareas de zanjeado y plantación, permitir mayor aireación del suelo y mejor desarrollo radicular, y eliminar la competencia de la vegetación herbácea. Las tareas a realizar son las siguientes (Davel *et al.* 2011):

1. En suelos pesados o en los que se practica agricultura conviene realizar una pasada de subsolador sobre las líneas de plantación (Figura 18).



Figura 18. Subsólador empleado para la preparación de los sitios de plantación.

2. Posteriormente se realizan dos pasadas de arado y dos pasadas de rastra (Figura 19).



Figura 19. Arado cincel (izquierda) y rastra de discos (derecha) durante la preparación de los sitios de plantación.

3. Por último se pasa el zanjeador para marcar los surcos de riego; los sitios quedan preparados para realizar la plantación (Figura 20).



Figura 20. Tractor con zanjeador (izquierda) y sitio listo para plantar (derecha).

5.4. Marcación

Una vez definida la distancia de plantación y preparado el terreno, se procede a la marcación para facilitar

el hoyado. Para realizar esta tarea se pueden usar tres alambres, dos de ellos con marcas a una dis-

tancia igual al espacio entre las filas y el tercero con marcas a distancias iguales al espacio entre las plantas. Se colocan los dos primeros en cada extremo del

terreno y se hace deslizar el otro entre las marcas. Con una pala corazón se marca donde se realizará el hoyo de plantación (Amico 2001, García 2002). La marcación insume unos 2 jornales/ha (García 2002).

5.5. Herramientas para plantación

Las plantaciones, tanto en Santa Cruz como en Chubut, se realizan generalmente en forma manual, con palas si son barbados y con varetas o a mano, dependiendo del terreno, si son estacas. En algunos casos también se utilizan hoyadoras manuales o barrenos conectados a la toma de fuerza de un tractor (Figuras 21 y 22).

No es conveniente usar la hoyadora en suelos arcillosos porque las paredes del hoyo se compactan y crean un obstáculo para el desarrollo de las raíces. Previamente, si es necesario, puede ser conveniente pasar un subsoador (Menoyo *et al.* 1994).

El barreno puede ser una hoyadora reforzada de 60 cm de diámetro y 80 a 100 cm de largo. El rendimiento es de



Figura 21. Tractor con hoyadora (izquierda) y operarios realizando la plantación (derecha).



Figura 22. Plantación con hoyadora manual.

60 a 80 hoyos por hora para suelos sueltos. Para forestaciones pequeñas se puede usar pala corazón (Amico 2001). En suelos pedregosos el hoyo debe completarse en forma manual, lo que agrega algunos jornales (García 2002). Sanhueza Silva (1996) menciona rendimientos de entre 55 a 65 hoyos/hora en terrenos livianos y bien preparados, utilizando un tractor con barreno.

En la zona del Valle del Río Negro las plantaciones se realizan comúnmente utilizando un tractor con hoyadora; detrás van los plantadores colocando la planta en el hoyo y tirando la tierra en el mismo. Los prendimientos son altos y no parece haber inconvenientes en esta tarea. Algunos datos de rendimientos de plantación brindados por los productores fueron los siguientes:

- 5000 barbados de un año/día plantados a un distanciamiento de 6 m x 3 m, con dos tractores con hoyadora y 8 plantadores.
- 1110 barbados de un año/día plantados a un distanciamiento de 6 m x 3 m, con un tractor con hoyadora y 2 plantadores.
- 2500 barbados de un año/día plantados a un distanciamiento de 6 m x 3 m, con un tractor con hoyadora y 12 plantadores.

En Sarmiento (Chubut), Guerrero (com.pers., 2007) indica, para plantaciones realizadas con hoyadora manual y 3 operarios (dos con la hoyadora y uno plantando), rendimientos de 1000 plantas por día.

La plantación de varetas (guías) de un año se puede hacer con "barreta hidráulica" utilizando un caño perforado de 1,5" adosado a una pulverizadora que, por presión, realiza un hoyo profundo y de poco diámetro en el que se inserta la vareta (García 2002).

Cancio y Thomas (2011), utilizaron una barreta hidráulica para la plantación de varillones de *Populus x canadensis* "Guardi", para la instalación de un macizo con un distanciamiento de 6 m x 3 m. Mediante este sistema, por presión de agua, se realizaron hoyos de 60 a 70 cm de profundidad. El trabajo fue realizado por dos operarios (tractorista y plantador) y el rendimiento fue de 4 jn/ha (Figura 23).

En Mendoza, generalmente las plantaciones se llevan a cabo manualmente, realizando los hoyos con pala. Se visitó un predio donde se realizaba un manejo ejemplar de las plantaciones. En este caso, el distanciamiento de plantación utilizado es de 6 m x 3 m. Primero se hace el hoyado a pala de toda la superficie a plantar, luego se coloca una pala de guano en cada hoyo como fertilizante y por último se realiza la plantación propiamente dicha. Esta tarea insume 5 jn/ha. Antes del hoyado se pasa un subsolador con el tractor sobre las líneas de plantación. Durante el verano se hacen tres pasadas de rastra de discos para roturar el suelo entre las líneas de plantación, y se realiza una nueva pasada en el otoño luego de la caída de las hojas. Sobre las líneas de plantación se aplican herbicidas (glifosato). En los primeros años se aplican, además, fertilizaciones anuales con 18N46P0K (6 kg/ha). Durante los 2 o 3 primeros años se cultiva zapallo y, en



Figura 23. Plantación con barreta hidráulica (foto extraída de Cancio y Thomas 2011).

un sector, se producen barbados entre las líneas de plantación (Leonángeli, com. pers., 2007).

5.6. Plantación propiamente dicha

Incluye la distribución de plantas en el sitio de plantación, que normalmente se realiza con tractor y acoplado evitando las horas de helada. Dos hombres van en el acoplado tirando las plantas, una al lado de cada hoyo (García 2002). Se introducen las plantas en el hoyo a una profundidad de 20 a 30 cm mayor que la que estaba en vivero. Las plantas se alinean y se llena el pozo con tierra apisonando con los pies firmemente para evitar la formación de bolsones de aire junto a las raíces (Amico 2001, García 2002). Este momento se suele aprovechar para incorporar un fertilizante usualmente fosfato diamónico de 0,5 a 1 kg/hoyo (García 2002). El rendimiento ronda las 150 plantas/jornal lo que varía en función del tamaño de la planta (García 2002).

Sanhueza Silva (1996) indica que, en el primer año, se debe fertilizar directamente en el hoyo de plantación, al costado de la planta y cercano a las raíces, con 100 U de N por ha, 75 U de P₂O₅ (Superfosfato) y 75 U de K₂O (Sulfato de potasio). Al 2º año fertilizar ¾ de la dosis del primer año, a 1 m de distancia para enterrar con el rastraje y, al 3º año, fertilizar entre hileras con 1/3 de la dosis del 1º año. El rendimiento de plantación puede alcanzar las 120 plantas/jornal (Sanhueza Silva 1996).



Figura 24. Aplicación de fertilizante (izquierda) y colocación de protecciones contra liebres (derecha).

Si al momento de plantar el suelo no está bien húmedo, es aconsejable dar un riego de asentamiento, inmediatamente después de la plantación (Amico 2001). El fertilizante se debe aplicar según las deficiencias de los sitios. En Chubut y Santa Cruz existe un problema importante que es el daño por liebre, se deben utilizar protecciones. Estas dos prácticas no son comunes (Figura 24). Por último, una vez finalizada la plantación, se aplica el primer riego (Davel *et al.* 2010).

5.7. Plantación a raíz profunda

Se llama plantación profunda a la introducción de plantas en el terreno a profundidad tal que sus raíces, o la base del plantón o varillón, alcancen el nivel de la napa freática en el período de máximo estiaje. Si dicha profundidad no se alcanza, la plantación recibe el nombre de superficial. En la plantación a raíz profunda los álamos no necesitan aportes suplementarios de agua para desarrollarse en condiciones ideales de cultivo, mientras que, con la plantación superficial, es imprescindible el aporte de agua mediante riegos (García Caballero 2011).

Esta es una de las técnicas de plantación que mayor difusión y más rápida implantación ha tenido en España para álamos en sitios donde la napa freática se encuentra entre los 1,5 y 3 m de profundidad (García Caballero 2011).

García Caballero (2011) indica las siguientes ventajas y desventajas de este sistema de plantación:

Ventajas

- Permite plantar en zonas donde no existe infraestructura de riego ni suministro de agua.
- Permite plantar en terrenos más o menos ondulados o en los que no es posible nivelar.
- Solo es necesario una nivelación ligera que permita los tratamientos culturales posteriores a la plantación.
- Disminuye el riesgo de que la plantación no disponga del agua necesaria en verano, o en ciertos momentos críticos, como consecuencia de sequías extremas e inesperadas o por avería en las máquinas de riego o en la infraestructura.
- El hoyado a profundidad remueve un gran volumen de suelo, que queda a disposición de la planta facilitando la emisión de raíces y la absorción de nutrientes.
- El anclaje profundo de la estructura radicular de la planta evita el derribo por viento en edades adultas.
- Se produce un ahorro importante en mano de obra y maquinaria, tanto en la instalación y el mantenimiento de los sistemas de riego, como en la ejecución de los mismos.
- Ahorra importantes y costosas cantidades de energía y agua.

Desventajas

- El elevado costo del hoyado de plantación, sobre todo cuando la napa freática está situada por debajo de 2,5 m. Esto implica mayor número de horas de maquinaria.
- Necesidad de plantas de mayores dimensiones, lo que encarece la plantación y dificulta el manejo de la planta en la obra.
- Las variaciones tanto estacionales como ocasionales en el nivel de la napa freática, puede dejar a la planta fuera del contacto radicular con el agua y sufrir sequías.

La realización de una plantación a raíz profunda o a raíz superficial es independiente del tipo de maquinaria utilizado. Sin embargo, lo más habitual en España es emplear máquinas retroexcavadoras en la apertura de los hoyos en plantación a raíz profunda (Figura 25). También se pueden utilizar barrenos que son aconsejables en terrenos muy arenosos, donde es difícil hacer los hoyos con la retroexcavadora por el desmoronamiento de las paredes del mismo. No se recomiendan los barrenos en terrenos con elevados porcentajes de limos o arcillas, debido a la gran compactación de las paredes del hoyo, que obstaculiza el adecuado desarrollo de las raíces (García Caballero 2011).



Figura 25. Plantación a raíz profunda en España (foto extraída de García Caballero 2011).

En cuanto a las plantas, se utilizan varillones de 2 años que alcanzan de 6 a 10 m de altura. Los varillones se extraen del vivero sin raíces, cortándolos en bisel en la base (García Caballero 2011) (Figura 26).



Figura 26. Descarga de los varillones utilizados para plantación en España (foto extraída de García Caballero 2011).

García Caballero (2011) da recomendaciones para el manejo de las plantas, resaltando que el tiempo de transporte de las mismas, desde su salida del vivero a su recepción en el lugar de plantación, no debe ser superior a un día y se debe realizar en las horas de menor calor. El camión o vehículo de transporte debe estar cubierto completamente para proteger a las plantas de la desecación por efecto del sol y del viento. Si las plantas recibidas no se van a plantar en el mismo día, una vez llegadas al campo, se deben colocar en zanjas, tapan-do sus raíces o su base con la misma tierra extraída en la apertura de las zanjas o dejándolas en contacto con el agua si surgiese. En el caso de los euroamericanos, no deben pasar más de una semana sin plantar.

En Patagonia ésta es una técnica de implantación poco utilizada, que puede ser de gran interés para la región, especialmente en islas y sectores bajos costeros. Las pocas experiencias desarrolladas demuestran que es una buena alternativa de forestación (García 2011). En plantaciones a raíz profunda se utilizan retroexcavadoras, ya que se necesita llegar hasta profundidades de 2 a 3 m, lo que implica un rendimiento de unos 30 hoyos por hora (García 2002).

Serventi y García (2011) indican que considerando los ríos Negro, Colorado y Limay, habría una superficie potencial de 40.000 ha para este sistema de plantación a raíz profunda con álamos y sauces. Para este tipo de plantación deben utilizarse plantas con alturas superiores a los 4 – 5 m. Esto se logra con barbados R_2T_1 (un año de fuste, dos años de raíz) o R_3T_1 (un año de fuste, tres años de raíz) en el caso de los álamos, o R_2T_2 (dos años de fuste, dos años de raíz) en el caso de los sauces (Serventi y García 2011).

En el Valle Medio, en la zona de isla, hay algunas experiencias exitosas de plantación profunda sin riego. La plantación se realizó a 1,8 m de profundidad con barreno y pala tipo barreno (Garcés, com.pers., 2006).

5.8. Reposición de fallas

Cuando el prendimiento de las plantas no es total se debe proceder a la reposición en los años siguientes. En el caso de cultivares de álamos negros, blancos y euroamericanos, la reposición se debe hacer al año siguiente. En cambio, los álamos balsamíferos soportan mejor la

competencia, y la reposición podría extenderse a 2 años después de la plantación (FAO 1980, Amico 2001).

6. MANEJO DE LA PLANTACIÓN

6.1. Poda

Los objetivos de la poda en las plantaciones de salicáceas son la formación de plantas derechas y sin bifurcaciones y la producción de madera de calidad libre de nudos. Para cumplir con esto se realizan tres tipos de poda: poda de formación, poda propiamente dicha y monda.

Poda de formación: tiene por finalidad la formación de fustes rectos y sin horquillas (FAO 1980, Amico 2001). Esta práctica se realiza durante los primeros años y es de suma importancia en clones de escasa dominancia apical como el *Populus x euroamericana* “I-214” (FAO 1980, García 2002). Lamentablemente existe una fuerte correlación entre el vigor y la ruptura de la dominancia apical (García 2002); esto hace que los clones con crecimiento más vigoroso tengan mayor tendencia a bifurcarse. La poda se debe realizar hasta lograr un fuste recto de la mayor altura posible, por lo menos 5,5 a 6 m.

Poda propiamente dicha: tiene como objetivo principal la obtención de madera de calidad libre de nudos. Además, esta poda brinda otros beneficios pues disminuye la conicidad del fuste y el peligro de incendios, y mejora la accesibilidad (Figura 27).



Figura 27. Plantación de *P. euroamericana* con poda alta (Neuquén).

Cuando el objetivo de una plantación es la producción de madera de calidad, el manejo de la misma debe analizarse desde sus primeras etapas; desde este punto de vista, la poda es la actividad más relacionada con este objetivo. Hay que tener en cuenta que esta actividad, no sólo consiste en extraer las ramas de una porción del fuste, sino que debe cumplir con una serie de requisitos técnicos y debe estar asociada a otras actividades de manejo y a las condiciones de sitio adecuadas, para que se vea reflejada en la calidad y cantidad de la producción. Entre los temas más importantes a considerar se encuentran: oportunidad, intensidad y número de levantes, y los efectos que tienen estas variables sobre el crecimiento y sobre la calidad del tratamiento.

No se han encontrado estudios en la región sobre estos temas para estas especies; sin embargo, en base a experiencias surgen algunas propuestas. Para cortinas, Amico (2001) indica que se deben eliminar las ramas hasta una altura de 2 metros. Esta poda debe realizarse durante los primeros años de la plantación.

Para macizos, García (2002) indica que la poda se debe adaptar a cada individuo en particular ya que en plantaciones amplias, aún con la estrecha base genética que brinda una silvicultura clonal, todos los árboles suelen ser distintos (García 2002). Esta técnica implica realizar la poda en cuatro etapas. Durante la primera se hace sólo poda de formación, en la segunda se limpia el tercio basal del fuste, en la tercera se sigue guiando la terminal y se limpia hasta la mitad del fuste y en la cuarta se limpia el fuste hasta las dos terceras partes de la altura total (Amico 2001, García 2002). Esta técnica se adapta a los requerimientos de la industria consumidora, lo que determina la altura total de poda de limpieza. En suelos ricos y profundos la altura planteada sería excesiva, no resulta econó-

micamente favorable podar más allá de los 10 a 12 m, por lo que se adapta el sistema a cada situación e individuo en particular (García 2002).

Actualmente, en el Valle de Río Negro, se está desarrollando un proyecto que abarca distintos aspectos de la poda (intensidad, momento de realización de cada levante de poda, época), con el objetivo de producir madera de calidad (Davel *et al.* 2013). Se instalaron dos ensayos de intensidad de poda, uno en Lamarque (Río Negro) en una plantación de "Conti 12" y otro en Añelo (Neuquén) en una plantación de "I-214", ambas de 3 años de edad. Las intensidades de poda aplicadas fueron hasta 25, 50 y 75 % de la altura total de cada árbol, más un testigo sin poda. Los principales resultados preliminares obtenidos, luego de un año de evaluación fueron:

- A medida que aumenta la intensidad de poda aumenta el número de brotes; esto es más notorio en el "Conti 12". En cambio en el "I-214" hay una notable diferencia entre la poda más fuerte (75 %) y las otras dos intensidades. El número de brotes es bastante más elevado en el "I-214", sobre todo en la mayor intensidad de poda (Figura 28).
- El crecimiento en altura no fue afectado por la intensidad de poda; varió entre 2,2 y 2,6 m/año en "Conti 12" y entre 2,5 y 2,8 m/año en "I-214".
- Se observó una tendencia de disminución del crecimiento en diámetro a medida que aumenta la intensidad de poda. Sin embargo, en "Conti 12" estas diferencias no resultaron significativas y el crecimiento varió entre 4,4 y 5,1 cm/año. En "I-214" las diferencias resultaron significativas solo entre los árboles no podados (5,8 cm/año) y los podados al 75 % (3,8 cm/año).

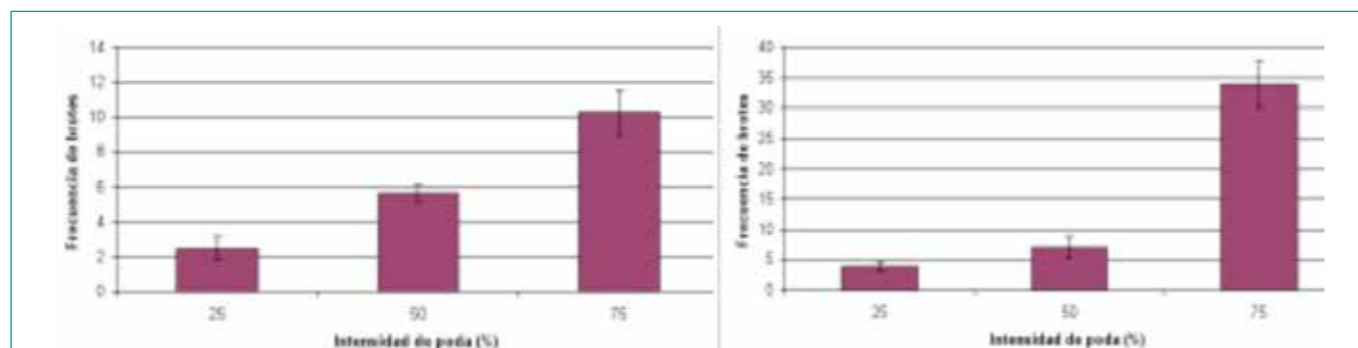


Figura 28. Frecuencia de brotes para cada intensidad de poda en el ensayo de "Conti-12" en Lamarque (izquierda) y en el de "I-214" en Añelo (derecha).

- En el ensayo de "Conti 12", donde se realizó pastoreo directo, se observó que, a medida que aumentaba la intensidad de poda, eran menores los daños por animales. La mitad de los árboles no podados presentaba daños por animales, en cambio de los podados al 75 %, solo un cuarto de los ejemplares presentaba algún tipo de daño.

Ulloa y Villacura (2006) indican que, para la obtención de madera de calidad, a las plantaciones se les realiza una poda de formación al primer año y dos o tres levantes de poda hasta alcanzar los 7 m de fuste podado.

Leonángeli (com. pers. 2007) realiza podas anuales sacando un tercio de la copa hasta llegar a los 6 m de fuste podado. La poda baja se realiza con serrucho y la poda alta con serrucho con pértiga.

Monda: es la operación destinada a remover los brotes chupones que puedan desarrollarse sobre el tronco después de la poda (Díaz 2005). Estos brotes suelen aparecer en el fuste podado y provienen de yemas durmientes, su aparición puede deberse a la reacción de la planta ante una poda realizada en exceso (Amico 2001). Estos brotes pueden eliminarse a mano, en primavera o verano, para evitar su reaparición. También pueden usarse tijeras de poda (FAO 1980). Si no se los elimina, afectarán negativamente la calidad de la madera perdiéndose los beneficios de haber realizado las podas.

6.1.1. Herramientas de poda

Es aconsejable el uso de tijeras de poda o tijerones, ya que realizan un corte limpio y neto. También se pueden utilizar serruchos cola de zorro (Figura 29 y 30). Nunca deben utilizarse herramientas de golpe como machetes o hachas.



Figura 29. Poda con serrucho cola de zorro (izquierda) y poda con tijerón (derecha).



Figura 30. Herramientas de poda (serruchos, tijerones y tijeras de poda).

Durante los cortes debe tenerse cuidado de no dañar el rodete de cicatrización que rodea la base de cada rama, porque la herida tardará mucho más tiempo en cicatrizar lo que aumenta el riesgo de ingreso de patógenos y la emisión de brotes chupones (Amico 2001, García 2002).

Para las podas en altura se utilizan las mismas herramientas y escaleras (de madera o aluminio) o también serruchos con pértiga o podadoras hidráulicas de altura (Figuras 31 y 32). En Río Negro y Neuquén también se utilizan máquinas para poda de altura con elevador y plataformas para poda (Figura 33).



Figura 31. Escalera de madera utilizada para poda en el Valle del Río Negro (izquierda) y poda con serrucho con pértiga (derecha).



Figura 32. Poda de altura con distintos modelos de podadoras hidráulicas.



Figura 33. Máquina podadora con elevador (izquierda) y plataforma para poda (derecha).

6.1.2. Época de poda

El momento más oportuno para el desrame es cuando la planta se halla en reposo vegetativo, pero próximo a comenzar su crecimiento primaveral, lo que permite la rápida cicatrización de heridas (Díaz 2005).

Una poda realizada a mediados de primavera o en verano, cuando existe un intenso movimiento de savia, puede provocar efectos negativos. Los cortes y heridas facilitan el exudado de savia que atrae a hongos e insectos, que producen severas infecciones y pudriciones (Díaz 2005). Por otro lado, la poda realizada en esta época, provoca debilitamiento general y menor crecimiento del individuo (Díaz 2005). La monda de brotes chupones se puede realizar en cualquier época del año, sin embargo es recomendable aprovechar el momento de la poda para reducir costos (Díaz 2005).

Casaubón *et al.* (2006) realizaron podas en distintas épocas del año en *Populus deltoides* "Australia 129/60" en el Delta del Paraná, y evaluaron la formación posterior de brotes chupones. Encontraron que, en todas las épocas, hubo formación de brotes; sin embargo, las podas realizadas en primavera y verano originaron menos brotes que las realizadas en invierno y otoño.

6.2. Riego

El álamo requiere 8000 m³/ha de agua de riego (en riego por surcos), durante los seis meses de actividad vegetativa, para plantaciones adultas. Suponiendo una eficiencia de riego de un 60 %, el consumo efectivo de las plan-

tas será de 4800 m³/ha de agua, equivalente a 480 mm de precipitación en dicho período (Sanhueza Silva 1996).

Las alamedas jóvenes requieren menos agua, pero con mayor frecuencia. Cada riego debe proporcionar entre 300 y 500 m³/ha. El riego debería consumir unas 4 horas de trabajo por hectárea. Durante el primer año de la plantación es conveniente direccionar el agua hacia la cercanía de las plantas; en el segundo año, el riego debe alejarse y centrarse en la entrehilera para favorecer un adecuado desarrollo de las raíces (Sanhueza Silva 1996).

Existe gran experiencia en riego por manto y por surco en las regiones de regadío patagónicas y de Cuyo, donde se trabaja sobre la base de una dotación de 10.000 a 12.000 m³/ha para plantaciones adultas en macizo (Gomis 1997). En Patagonia Norte los riegos se realizan entre septiembre y abril. En el caso de plantaciones en macizo, la mayoría de los productores realiza riego por manto, aunque hay algunos casos de riego por surcos. Los cuadros de plantación con riego por manto son de 125 m por 125 m y con un desnivel de 1-2 cm cada 100 m. Los riegos se realizan según la edad de la plantación, cada 7 o 15 días. En general no se realiza un riego diferenciado por el tipo de suelo (Figura 34).

Calderón (2006) menciona que la mayoría de las plantaciones en Mendoza se riegan por surcos o melgas, y que se están comenzando a hacer las primeras experiencias de riego por goteo. Por otro lado, indica que han determinado que el requerimiento mínimo de agua para lograr buenos rendimientos es el equivalente a una lámina anual de 1000 a 1600 mm.



Figura 34. Riego por manto (izquierda) y riego por surcos (derecha) (Neuquén).

Gutierrez y Ares (1993) estudiaron durante 3 años, el efecto de distintas frecuencias de riego sobre el crecimiento en una plantación de *Populus x canadensis* "Conti 12" en el Valle Inferior del Río Colorado. El ensayo se realizó en un suelo de textura franco arenosa y con contenido de MO de 1,5 %. La precipitación media anual es de 368 mm, y el promedio anual de deficiencia de agua es de 350-500 mm. En este trabajo no se evidenciaron diferencias en el crecimiento diametral ni en altura, en relación con los cuatro tratamientos ensayados: riegos cada 15 días y 1, 2 y 3 veces por semana. Los resultados sugieren que riegos cada 15 días (12 a 16 riegos anuales), serían suficientes para satisfacer los requerimientos de "Conti 12" en esta zona de regadío del sur bonaerense.

Riu *et al.* (1993), en la provincia de Mendoza, en una plantación joven de "I-214" plantados a 4 m x 4 m, en suelo profundo de textura franco arenosa, realizaron un estudio de diferentes intervalos de riego (cada 7, 14 y 21 días), y llegaron a la conclusión de que es conveniente regar cada 7 días.

Riu *et al.* (2009) realizaron, en la misma provincia, un estudio de fertiriego en una plantación de "Conti 12" de 7 años de edad, con un distanciamiento entre plantas de 5 m x 5 m. Evaluaron dos tipos de riego: por surcos

(un riego cada 14 días) y por goteo (2 laterales por hilera, con goteros de 2 litros/hora a 70 cm en la línea). En el riego superficial por surco, se aplicó el fertilizante nitrogenado (urea 200 kg/ha), 60 % de la dosis en primavera y el 40 % restante a fines de verano. En el riego por goteo se aplicó igual dosis (200 kg/ha), también en dos épocas (primavera y verano), y con igual porcentaje pero, en este caso, dividido en seis aplicaciones en primavera y cuatro aplicaciones en verano, con un intervalo de 2 días entre cada aplicación. Los resultados se observan en la Tabla 8.

Si bien se ven mayores crecimientos en las plantaciones fertilizadas, los autores mencionan que las diferencias observadas hasta ese momento no eran significativas.

Gomis (1997), en un estudio de riego por goteo en álamos en la zona árida de La Rioja, determinó un requerimiento medio de agua de entre 73 y 75 litros por planta adulta y por día durante el período de máxima actividad vegetativa. Si se considera una necesidad máxima de 73 litros/planta/día, en una plantación de 400 plantas/ha y con un turno de riego ideal de entre 12 y 14 horas diarias, la dotación requerida será de 29 m³/día/ha que, repartidos en 14 horas, significan 2 m³/h/ha. En las Tablas 9 y 10 se presenta un resumen de los requerimientos de agua y fertilización durante la vida de la plantación.

Tabla 8. Valores de volumen de madera producido para cada tratamiento.

Tratamiento		DAP medio (cm)	Altura (m)	Volumen por ha (m ³ /ha)
Riego por goteo	Con fertilización	17,9	14,9	70,26
	Sin fertilización	17,4	14,1	63,84
Riego superficial	Con fertilización	19,1	14,0	75,98
	Sin fertilización	17,1	13,5	59,15

Tabla 9. Requerimientos de agua por planta y por día con riego por goteo en una plantación adulta de álamos con 400 pl/ha en La Rioja.

Edad de la plantación	% de superficie sombreada	Dotación corregida (litros/planta/día)
1° año	10 %	16
2° año	20 %	28
3° año	30 %	48
4° año	40 %	56
5° año	50 %	68
6° año	60 %	72
Resto	más del 70 %	76

Tabla 10. Dosis de fertilizantes por ha con un sistema de fertiriego por goteo en una plantación adulta de álamos con 400 pl/ha en La Rioja.

Edad de la plantación	Nitrato de amonio (Kg/ha)	Nitrato potásico (Kg/ha)	Nitrato cálcico (Kg/ha)	Acido fosfórico (litros/ha)
1° año	16	35	40	23
2° año	31	43	53	37
3° año	34	65	80	46
4° año	60	108	120	46
5° año	92	130	160	46
6° año	235	130	160	46
7° año	474	130	160	46
8° al 12° año	474	130	160	46

El período de fertiriego transcurre desde septiembre de un año calendario, hasta abril inclusive del año calendario siguiente (Gomis 1997).

Gomis (1997) indica que en los sistemas de riego localizado hay mejor aprovechamiento del agua y mayor eficiencia de riego, dado que se eliminan las pérdidas por percolación, evaporación, escurrimiento y superficie vana, que significan prácticamente el 60 % del agua aportada en los sistemas de riego convencionales. Como ventajas sobre los riegos por manto o por surcos menciona:

- La posibilidad de dosificar mejor el agua proporcionada al cultivo.
- Se evitan labores costosas de nivelación y preparación del suelo para regar.
- Se adapta mejor a suelos permeables minimizando las pérdidas por percolación.
- Se evitan pérdidas de agua por evaporación.
- Permite aumentar el rendimiento forestal por fertilización con bajo costo adicional.
- Reduce las posibilidades de enfermedades criptogámicas porque no se humedece el follaje.

- Reduce la cantidad de maleza como resultado de la limitada humedad de la superficie.

- Evita la dispersión de enfermedades y malezas que producen otros tipos de riego (inundación o surcos).

- Previene la existencia de condiciones anaeróbicas en la tierra por un largo período, lo que podría causar condiciones de estrés en los álamos, facilitando la infección con enfermedades criptogámicas.

- Permite la fácil y poco costosa aplicación de preventivos y productos terapéuticos incorporados al riego.

A su vez estos sistemas tienen algunos inconvenientes:

- El costo de la instalación exige eficiencia de los otros factores de la producción forestal, de manera que la cantidad y calidad de la madera obtenida asegure el resultado económico.

- Hay una reducción del volumen del suelo a explorar por la planta, que tiene poca importancia si las condiciones edáficas del sitio de plantación son de escasa fertilidad natural.

- La limitada dispersión del área radicular puede disminuir la capacidad de anclaje de las plantas y se debe procurar la adaptación de técnicas para evitar vuelcos.

Riu *et al.* (2006) compararon la producción en volumen por ha de una plantación de 5 años de edad con riego por goteo, y la misma plantación regada mediante riego superficial, no encontrándose diferencias entre ambas.

En un predio visitado en la provincia de Mendoza, el riego durante los primeros 3 años se realiza por surcos sobre la línea de plantación, cada siete días. Posteriormente cada 15 días y por medio de dos surcos ubicados entre las líneas de plantación para incentivar un mayor desarrollo radicular lateral (Leonángeli, com.pers., 2007).

6.3. Control de Malezas

El cultivo debe permanecer libre de la competencia de malezas para lograr un eficiente aprovechamiento del agua y de nutrientes. Para ello se deberá combatir las hasta que se produzca el cierre completo del dosel (Sanhueza Silva 1996). Esta eliminación de malezas se puede realizar en forma química o mecánica.

Calderón (com. pers. 2007) indica que, si se trabaja el suelo anualmente (15 cm de profundidad), eliminando las malezas y dando mayor aireación, se pueden obtener diámetros de 60 cm a los 11 años, mientras que si no se realizan todas las labores sólo se puede llegar a 30 cm a la misma edad.

En Mendoza, lo más común es el control mecánico; generalmente se realizan de 2 a 4 pasadas de rastra anuales durante los primeros años, y 1 a 2 anuales al final del turno. En los surcos suele aplicarse herbicida (Calderón 2006) (Figura 35).



Figura 35. Plantación bien manejada con control de malezas en forma mecánica (Mendoza).

Ulloa y Villacura (2006) proponen 2 a 3 laboreos del suelo anuales, y control de malezas en forma mecanizada, con herbicidas y por medio del ganado (Figura 36).



Figura 36. Laboreo para la extracción de malezas y aireación del suelo (Mendoza).

Hay dos estudios interesantes realizados por la Compañía Agrícola y Forestal El Álamo. Sus plantaciones crecen en suelos de origen volcánico, altamente productivos. La densidad de plantación es de 276 plantas/ha (6 m x 6 m), y durante los primeros tres años de crecimiento se siembra maíz entre las hileras. El monitoreo del crecimiento de estas plantaciones mostró que la productividad disminuyó, en promedio, un 20 % en las últimas rotaciones. A partir de este problema se realizó una serie de estudios. Toro y Toro (2011a) probaron cuatro tratamientos en tres clones de *Populus*: *Populus x canadensis* "I-214", *Populus x canadensis* "I-488" y "Categoría". El primer tratamiento consistió en aplicar un control químico total de malezas durante los primeros tres años, con una sola fertilización, y plantación libre de cultivo agrícola; el segundo tratamiento consistió en aplicar un control químico de malezas total, sin cultivo intercalar y sin fertilización; en el tercer tratamiento se efectuó control de malezas sólo dentro de las hileras de plantación, se sembró maíz entre las hileras y se fertilizaron las hileras de álamos. En el cuarto tratamiento, que sirvió de tratamiento testigo, se controlaron mecánicamente los pastos dentro de las hileras de plantación, sin siembra de maíz y sin fertilización. El control químico se realizó con una mezcla de 3 l/ha de Panzer y 0,4 l/ha de Garlon 4. Para la fertilización se aplicó una mezcla de 390 g/planta de fertilizantes, constituida por

150 g de urea, 200 g de fosfato diamónico y 40 g de boronatrocalcita, y se mezcló con el suelo de cada hoyo al momento de plantar. Al finalizar la tercera temporada de crecimiento, el primer tratamiento logró un incremento en DAP entre 126 % y 72 % respecto del control. El segundo tratamiento promovió incrementos en DAP levemente inferiores, que fluctuaron entre 103 % y 61 %. Ambos tratamientos entregaron respuestas significativamente superiores a los otros dos. Las respuestas en altura total, variaron entre 103 % y 53 %, respecto del tratamiento control. Aunque es conveniente esperar hasta el término de la rotación para hacer los análisis correspondientes, ha surgido la necesidad de modificar el actual régimen silvícola, eliminando en primer lugar los cultivos intercalares, y controlando en forma total las malezas (Toro y Toro 2011a).

Toro y Toro (2011b) también compararon, en el mismo predio y con los mismos clones, tres diferentes tratamientos de control de malezas: a) mantener una plantación libre de pastos aplicando herbicidas en las tres primeras temporadas; b) controlar con herbicidas sólo las hileras de plantación durante las tres primeras temporadas y c) mantener una plantación con el tratamiento operacional habitual, es decir, control mecánico de las malezas durante la primera temporada. Este último tratamiento actuó como testigo o control. Los resultados obtenidos al concluir los primeros tres años indican que, cuando el control de malezas es total, los tres clones duplican a sus tratamientos testigos, oscilando entre 113 % y 120 % en el crecimiento en DAP, y entre un 39 % y 57 % en la altura total. Al mismo tiempo, cuando se controlan totalmente las malezas, el área específica del follaje se triplica respecto del tratamiento control. Se encontró además, que la concentración foliar de los macro y micronutrientes aumenta cuando el control de malezas es total.



Figura 37. Sitio donde se realizó una tala rasa (se pueden observar tocones) y se está preparando para plantar. A la derecha se observa el subsoador utilizado para la preparación del terreno (Mendoza).

6.4. Raleos

En general se recomienda plantar a distanciamientos definitivos, y no plantar a mayor densidad pensando en raleos posteriores. Esto se debe a que el álamo no responde significativamente a los raleos, los turnos son relativamente cortos y además su crecimiento se ve afectado en forma importante al aumentar la densidad (Menoyo *et al.* 1994; Calderón 2006; García y Serventi 2006; Ulloa y Villacura 2006).

6.5. Corta y manejo de rebrotes

En nuestra región y en la zona de Mendoza, luego de la tala se mata a los tocones y se vuelve a plantar, no se realiza el manejo de los rebrotes. Una alternativa para eliminar los tocones consiste en provocar su muerte mediante la aplicación de Glifosato al 10 % (Leonángeli, com.pers., 2007). La pudrición se produce en el transcurso de un año y se realiza posteriormente la plantación entre las hileras (Figura 37). Sanhueza Silva (1996) no aconseja plantar inmediatamente después de la cosecha dado que esto podría acarrear problemas de orden sanitario, así como una pobreza temporal de N.

Gennari (2005) menciona que la regeneración de las plantaciones de álamos después de su primer corte por el método de talar o monte bajo, es una opción de manejo a tener en cuenta cuando el objetivo del productor forestal es priorizar la obtención de volumen y no calidad de madera. Este autor realizó una experiencia de manejo de rebrotes en una plantación de *Populus deltoides* "Catfish 2" en Alberti (Provincia de Buenos Aires) y llegó a las siguientes conclusiones:

- En este sitio y con este álamo, la edad de 13 años se presentó como momento límite para realizar el aprovechamiento de plantaciones destinadas a ser regeneradas por el método de tallar. A mayor edad hay menor sobrevivencia y menor vigor de brotes.
- El manejo de las plantaciones de álamo por el sistema de monte bajo es una alternativa válida; se logran elevados porcentajes de sobrevivencia de cepas (superiores al 90 %).
- El corte de la cepa a alrededor de 25 cm de altura favorece la emisión y el posterior desarrollo de los brotes. Cortando a esta altura se observó que el 50 % de las cepas habían brotado a los 30 días. En cambio, para las que se cortaron a 15 y 5 cm se necesitaron entre 40 y 50 días respectivamente para alcanzar la misma proporción de cepas brotadas.
- El aprovechamiento de las plantaciones durante julio, agosto, septiembre y primera quincena de octubre, per-

mite lograr mayores porcentajes de sobrevivencia y mayor crecimiento de los brotes en su primer año. A esta misma conclusión llegaron Marlats *et al.* (1997), en la misma zona, para *Populus deltoides* Marshall "Harvard" (I-63/51).

7. CRECIMIENTO Y TURNOS DE CORTA

7.1. Santa Cruz

Clones evaluados

Peri *et al.* (1997) presentan datos de crecimiento de clones de *Populus* y *Salix* en tres localidades de la provincia de Santa Cruz. Esas plantaciones, que se realizaron con barbados de un año, se encuentran a distanciamientos de 3 m x 3 m. Las características de los sitios se presentan en la Tabla 11 y los crecimientos logrados en cada zona en la Tabla 12.

En Gobernador Gregores se destacaron los clones *Salix* 524/43, los *Populus x canadensis* "I-488" e "I-214" y el

Tabla 11. Datos de suelo para los sitios donde se evaluó el crecimiento de álamos y sauces en Los Antiguos (1), Gobernador Gregores (2) y Río Gallegos (3).

Sitio	Textura	Arcilla	Arena	Limo	Resistencia	pH	Carbono orgánico	N total	Na	K
		(%)	(%)	(%)	(ohm*cm)		(%)	(%)	(me.100 g)	
1	Franco arcillo arenoso	28	47	25	2969	7,6	2,24	0,187	0,3	0,3
1	Franco arenoso	10,8	73	16,2	3201	8	0,49	0,041	0,3	0,2
2	Franco	21	49,6	29,4	900	8,1	1,31	0,118	0,8	0,3
3	Arenoso franco	6,6	81,9	11,5	2360	6,1	1,21	0,095	0,9	0,4

Tabla 12. Crecimiento en altura (en cm) de los distintos clones evaluados en los tres sitios de Santa Cruz: Los Antiguos (1), Gobernador Gregores (2) y Río Gallegos (3). El período de crecimiento considerado para el sitio (1) fue de 3 años (1995-98), para el sitio (2) cuatro años y para el (3) tres años (1994-97).

Clon	Los Antiguos (3 años)	Gobernador Gregores (4 años)	Río Gallegos (3 años)
<i>P. nigra</i> "Naurduze"	247,5	228,3	53,8
<i>P. nigra</i> "Moissac"	243,6	283	52,3
<i>P. nigra</i> "Sehuil"	---	250	52,6
<i>P. nigra</i> "Italica" (testigo)	209,5	270	47,5
<i>P. nigra</i> "B de Garonne"	252,6	249	58,9
<i>P. nigra</i> "1/67 INTA"	---	249	38,8
<i>P. nigra</i> "Delion"	215	---	---
<i>P. x canadensis</i> "I-214"	192,6	284,5	58,3
<i>P. x canadensis</i> "I-488"	200,1	261	51,3
<i>P. x canadensis</i> "Conti 12"	184,3	170,2	49,8
<i>P. trichocarpa</i> "SP 1456"	198,5	---	---
<i>P. trichocarpa</i> "Río Frío"	170	---	---
<i>Salix</i> 131/27	165,6	262,5	69,1
<i>Salix</i> 524/43	---	371,2	---

P. nigra "Moissac"; en Los Antiguos los clones *Populus nigra* "Naurduze" y "Blanc de Garonne", y en Río Gallegos los clones *Salix* "131/27" y el *Populus nigra* "Blanc de Garonne". El *Salix* "131/27" presentó abundantes ramificaciones desde la base y fue el único ejemplar que sufrió leves ataques de pulgón. En los tres sitios ensayados, el testigo (*Populus nigra* "Italica") fue superado en crecimiento por la mayoría de los clones. El *P. x canadensis* "I-214" tuvo crecimientos importantes en los tres sitios, pero se observaron síntomas de marchitez, provocada por las heladas tempranas, lo que les provocó la pérdida de la dominancia apical. (Peri *et al.* 1997 y Peri y Monelos 1998).

En cuanto a los que alcanzaron mayores valores de DAP promedio en Gobernador Gregores se encuentran: *Salix* 524/43 (4,6 cm); *P. nigra* "Italica" (2,8 cm); *P. nigra* "Moissac" (2,8 cm); *P. nigra* "Sehuil" (2,4 cm); *P. nigra* "Blanc de Garonne" (2,3 cm); *P. nigra* "1/67 INTA" (2,3 cm); *P. nigra* "Naurduze" (2 cm); *P. x euroamericana* "I-214" (1,4 cm) y *P. x euroamericana* "Conti 12" (1 cm) (Peri y Monelos 1998).

Peri y Monelos (2011) realizaron una nueva evaluación del ensayo de Gobernador Gregores, a 16 años de su instalación. Mientras que el clon *Populus nigra* "Moissac" presentó los mayores crecimientos en altura media (1,21 m/año y una altura final de 20,1 m a los 16 años), el clon *Populus x canadensis* "I-488" fue el que menos creció (0,72 m/año y una altura final de 12,2 m). Por otro lado, el clon con mayores valores de DAP a los 16 años desde la plantación, fue *Salix matsudana* x *S. alba* "524/43", y los de menor crecimiento fueron *Populus x canadensis* "I-488" y *Salix babilónica* x *Salix alba* "131-27". No existieron problemas fitosanitarios ni daños importantes ocasionados por plagas.

Peri (1996) muestra los resultados de plantaciones de *Salix* "131/27", *P. nigra* "Blanc de Garonne" y *P. nigra* "Italica" en mallines de cuatro sitios de la provincia de Santa Cruz. La plantación fue realizada con barbados

de 1 año y 50 cm de altura promedio, plantados a 3 m x 3 m y a una profundidad de 40 cm. Los resultados muestran valores muy bajos de crecimiento en altura. Por ejemplo, el mayor valor de crecimiento para el "Italica" fue de 43,7 cm en dos años, para "Blanc de Garonne" 37,8 cm en dos años y para *Salix* "131/27" de 40,8 cm en ese mismo período.

En el valle del Río Chico, en la zona de Gobernador Gregores, sobre un área de estudio de 4822 ha, Davel *et al.* (2010) determinaron, en base a estudios de suelo, un área potencial para el cultivo de salicáceas de 2387 ha. La misma fue dividida en tres clases de aptitud: poco y medianamente apto (1536 ha) y apto (851 ha). Posteriormente, y en base a estudios existentes y a evaluaciones realizadas a campo, se recomendaron los cultivares de álamos y sauces a utilizar para cada una de estas clases de sitio (Tabla 13).

Ecuaciones de volumen

Existen ecuaciones para estimar el volumen total de árboles individuales de álamos y sauces. Hay funciones locales ajustadas por Peri (1994), con datos de cortinas de la Ea. La Julia (Santa Cruz) para álamo criollo, álamo carolino y *Salix* sp. Las ecuaciones ajustadas para cada especie fueron las siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Álamo criollo} \\ V_t &= 0,00005618 \times \text{DAP}^{2,64673} & (R^2: 0,98) \\ \text{Álamo carolino} \\ V_t &= 0,00007319 \times \text{DAP}^{2,60479} & (R^2: 0,98) \\ \text{Sauce} \\ V_t &= 0,00034411 \times \text{DAP}^{2,05518} & (R^2: 0,97) \end{aligned}$$

Donde:

Vt: volumen total en m³.

DAP: diámetro a la altura del pecho en cm.

Tabla 13. Cultivares de álamos y sauces recomendados para cada clase de aptitud en Gobernador Gregores.

Sitios poco y medianamente aptos	Sitios aptos
<i>Salix</i> "524/43"	<i>Salix</i> "524/43"
Álamo criollo (<i>Populus nigra</i> "Italica")	Álamo criollo
	Álamo Moissac (<i>Populus nigra</i> "Moissac")

Existe también una ecuación ajustada por Peri y Martínez Pastur (1998), que es de aplicación regional para álamo criollo. El modelo utilizado es el de Schumacher-Hall (1933, citado por Avery y Burkhart, 1994):

$$Vt=0,000046508 \times DAP^{1,9250} \times H^{1,006459} \quad (R^2:0,97)$$

Donde:

Vt: volumen total en m³.

DAP: diámetro a la altura del pecho en cm.

H: altura total en m.

Funciones de índice de sitio / altura dominante

Existe una función de índice de sitio (IS) / altura dominante para álamo criollo, que permite diferenciar sitios por productividad. La misma fue ajustada por Peri y Pastur (1998), utilizando una modificación del modelo de Chapman – Richards para álamo criollo (Payandeh y Wang, 1994):

$$Hd=a/S^b (1-e^{(cE)})(dIS^f)$$

Donde:

Hd: altura dominante (en m), considerada como la altura promedio de los 10 árboles más altos cada 100 m de cortina.

IS: índice de sitio, considerado como la altura dominante a una edad de referencia de 40 años.

E: edad total en años.

e: antilogaritmo neperiano.

a, b, c, d y f: parámetros del modelo (Tabla 14).

Coeficientes					R ²
a	b	c	d	f	
3,514331	0,721595	0,25961	7,40711	-0,68339	0,98

Los autores mencionan que el modelo puede utilizarse hasta una edad de 60 años, y que el rango de IS, para álamo criollo en la provincia va de 10 a 22. En base a esto hacen una clasificación en cuatro clases de sitio: A (IS₄₀=22-19), B (IS₄₀=19-16), C (IS₄₀=16-13) y D (IS₄₀=13-10).

Modelos de crecimiento en diámetro y de dinámica de clases de copa

Peri y Pastur (1998) ajustaron modelos de crecimiento diametral, para cortinas de álamo criollo, considerando dos distanciamientos de plantación (>1m y <1m), y dos condiciones de copa (dominante e intermedio). El modelo utilizado para el ajuste fue también el modificado de Chapman – Richards (Payandeh y Wang, 1994):

$$DAP=a/S^b (1-e^{(cE)})(dIS^f)$$

Donde:

DAP: diámetro a la altura del pecho a 1,3 m desde el suelo (en cm).

IS: índice de sitio, considerado como la altura dominante a una edad de referencia de 40 años.

E: edad total en años.

e: antilogaritmo neperiano.

a, b, c, d y f: parámetros del modelo (Tabla 15).

Tabla 15. Parámetros y R² obtenidos del ajuste del modelo de crecimiento en DAP para cortinas de *Populus nigra* "Italica" y para dos distanciamientos (>1 m y <1m) y dos clases de copa (dominante e intermedio).

Distanciamiento	Clase de copa	Coeficientes					R ²
		a	b	c	d	f	
>1m	dominante	12,999	0,651	0,025	1,146	0,030	0,87
>1m	intermedio	35,405	0,144	0,025	0,852	0,125	0,89
<1m	dominante	14,644	0,796	0,008	0,933	0,044	0,93
<1m	intermedio	12,051	1,072	0,003	0,545	0,217	0,91

Los modelos de clase de copa, también desarrollados por Peri y Pastur (1998), permiten estimar el porcentaje de individuos que pasarán de una clase de copa a otra para una determinada edad. Pueden utilizarse para un rango de edad que va de 7 a 60 años, y fueron ajustados para dos distanciamientos de plantación (>1m y <1m). El modelo empleado fue el siguiente:

$$\%DOM=e^{a+bIS+cE}$$

Donde:

% DOM: porcentaje de árboles dominantes.

e: antilogaritmo neperiano.

IS: índice de sitio, considerado como la altura dominante a una edad de referencia de 40 años

E: edad total en años.

a, b, c, d y f: parámetros del modelo (Tabla 16).

Tabla 16. Parámetros y R² obtenidos del ajuste del modelo de dinámica de clases de copa para cortinas de *Populus nigra* "Italica" y para dos distanciamientos (>1 m y <1m).

Distanciamiento	Coeficientes			R ²
	a	b	c	
>1m	4,4991	-0,0041	-0,0068	0,97
<1m	4,5709	-0,0110	-0,0129	0,97

7.2. Chubut

Clones evaluados

Malaspina *et al.* (1988) analizaron el crecimiento de cortinas rompevientos dobles, de 20 años de edad, ubicadas en la Ea. Río Frío (entre las localidades de Trevelin y Corcovado). El material analizado corresponde a 50 ejemplares de *Populus trichocarpa* "Río Frío", implantados con estacas mediante un sistema a tresbolillo de 1,5 m entre filas y 2 m entre plantas. De los resultados obtenidos se destacan el DAP promedio de 46,9 cm

(2,30 cm/año) y la altura total promedio de 20 m (1 m/año). Los autores concluyen que, dadas las condiciones climáticas severas que dificultan el cultivo de otros álamos como los nigra y los euroamericanos, puede haber buenas posibilidades en la región para el cultivo de álamos balsámiferos.

Davel *et al.* (1993), evaluaron el crecimiento de distintos clones de *Populus nigra* ("Italica", "Moissac", "Sehuil", "Naurduze" y "Delion") en cortinas protectoras de 6 años de edad, ubicadas en la zona de Esquel y plantadas con un distanciamiento de 1 m entre plantas. Encontraron que los cultivares con mayor desarrollo fueron "Sehuil", "Moissac" y "Naurduze", en ese orden, que presentaron incrementos en diámetro de entre 1,46 y 1,22 cm/año y entre 1,21 y 1,15 m/año en altura. El cultivar "M. Delion" presentó los menores desarrollos, con 1,08 cm/año en diámetro y 0,93 m/año en altura. Por su parte, el cultivar "Italica", que constituye la mayoría de las cortinas existentes en la provincia, presentó valores intermedios, con buenos crecimientos en diámetro (1,22 cm/año), y menores en altura (0,95 m/año). Menoyo *et al.* (1993) realizaron un relevamiento de las masas de sauces de la provincia del Chubut y evaluaron individuos de *Salix fragilis* en diferentes zonas; algunos resultados se presentan en la Tabla 17.

Tabla 17. Información de edad, altura, DAP y volumen con y sin corteza por árbol tipo, o promedio, para *Salix fragilis* en diferentes zonas de la provincia del Chubut (Menoyo *et al.* 1993).

Unidades inventariadas	Edad (años)	Altura (m)	DAP (cm)	Vol c/corteza (m ³)	Vol s/corteza (m ³)
Esquel	33	16,6	30,4	0,592	0,511
Trevelin	30	16,8	29,3	0,579	0,459
El Maitén-Leleque	39	16	35,1	0,866	0,758
Arroyo Pescado	43	17,6	35,4	0,857	0,746
Epuén Lago Puelo	22	17	30,8	0,811	0,700
Gualjaina	31	16	23	0,320	0,287
Paso del Sapo Dique F. Ameghino	37	24	37	0,949	0,854

Hollmann *et al.* (2011) estudiaron el crecimiento y la forma de árboles de plantaciones en cortinas forestales cortaviento ubicadas en la zona de la cordillera de la provincia del Chubut. Los cultivares evaluados de *Populus nigra* fueron "Itálica", "Moissac", "Sehuil", "Naurduze", "Blanc de Garonne" y "Delion", y formaban parte de cortinas de entre 16 y 19 años de edad. De éstos, los que presentaron mayor desarrollo fueron "Sehuil", "Moissac" y "Naurduze", en ese orden, con incrementos en diámetro de 1,41 a 1,52 cm/año, y 0,97 y 0,87 m/año en altura. El cultivar "Delion" presentó los menores desarrollos, con 1,20 cm/año en diámetro y 0,76 m/año en altura. El "Itálica" presentó valores intermedios, con buenos crecimientos en diámetro (1,30 cm/año) y menores en altura (0,68 m/año). En cuanto a la forma, "Moissac" (71 %) y "Sehuil" (67 %) fueron los clones con menor porcentaje de bifurcaciones, mientras que "Itálica" (95 %) y, en menor medida, "Sehuil" (62 %) fueron los que presentaron mayor porcentaje de individuos con fuste derecho y cilíndrico.

En cuanto a los cultivares de *Populus trichocarpa*, en la misma zona cordillerana y plantados en cortinas de 16 años de edad, se evaluaron el "1456", el "125" y el "919". *P. trichocarpa* "919" fue el que presentó mayor crecimiento en diámetro (1,9 cm/año). El "125" (1,65 cm/año) y el "1456" (1,40 cm/año) también presentaron buenos crecimientos. En cuanto al crecimiento en altura, el "125" logró el mayor crecimiento (1,06 m/año),

mientras que el "919" y el "1456" alcanzaron valores de 0,9 m/año y 0,8 m/año, respectivamente. En lo que respecta a la forma, el "125" presentó la mayoría de los individuos con fustes derechos, cilíndricos (85 %) y sin bifurcaciones (80 %). En este aspecto, el peor comportamiento correspondió al "919", con solo 7 % de individuos sin bifurcaciones y 55 % de individuos con fuste recto y cilíndrico (Hollmann *et al.* 2011).

Amico (2010), menciona para álamo criollo en la zona andina del NO del Chubut, crecimientos en diámetro de 0,62 a 2,28 cm/año, con una media de 1,29 cm/año. Los incrementos medios en altura para esta misma especie variaron entre 0,44 y 1,46 m/año. En cuanto al crecimiento en volumen, fue muy variable, entre 0,19 y 8 m³/año/100 m de cortina.

Hay algunos pocos ejemplos de plantaciones de álamo en macizo asociadas con pasturas que muestran el potencial existente en algunas zonas de la provincia para la producción de madera de calidad (Davel, 2011) (Tabla 18).

Davel *et al.* (2013), en parte del Valle Superior del Río Chubut, sobre un área de estudio de 21.917,5 ha determinaron, en base a estudios de suelo, un área potencial para el cultivo de salicáceas de 12.918 ha. Posteriormente se clasificó la misma en tres clases de aptitud: poco apto (3597 ha), medianamente apto (4678 ha) y apto (4643 ha). Por último, y en base a evaluaciones de las cortinas existentes en el área, se recomendaron los

Tabla 18. Crecimiento medido en dos plantaciones en macizo de diferentes cultivares de álamos en la provincia del Chubut.

Localidad	Especie	Distancia plantación (m)	Edad (años)	Crecimiento en diámetro (cm/año)	Crecimiento en altura (m/año)
Sarmiento	<i>P. nigra</i>	4 x 12	15	2,1	1,8
	<i>P. trichocarpa</i>			2,7	1,9
	<i>P. x canadensis</i>			2,7	1,9
Esquel	<i>P. nigra</i> "Sehuil"	4 x 6	17	3,0	1,5
	<i>P. nigra</i> "Naurduze"			2,6	1,5
	<i>P. nigra</i> "Itálica"			2,1	1,0
	<i>P. nigra</i>				
	"B. de Garonne"			2,5	1,1
	<i>P. trichocarpa</i> "125"			2,4	1,4
	<i>P. trichocarpa</i> "1456"			2,5	1,4

cultivares de álamos y sauces a utilizar para cada una de estas clases (Tabla 19).

De las cortinas medidas en esta área, los resultados obtenidos muestran rangos de crecimientos en altura de

$$Hd=(IS-1,3) \left[\frac{[1-e^{(-0,059750 \times E_{DAP})}]}{[1-e^{(-0,059750 \times 25)}]} \right]^{1,299071} + 1,3$$

$$IS=(Hd-1,3) \left[\frac{[1-e^{(-0,059750 \times 25)}]}{[1-e^{(-0,059750 \times E_{DAP})}]} \right]^{1,299071} + 1,3$$

Tabla 19. Cultivares de álamos y sauces recomendados para cada clase de aptitud de sitio en el Valle Superior del Río Chubut.

Sitios poco aptos	Sitios medianamente aptos	Sitios aptos
<i>Populus nigra</i> "Itálica" <i>Populus nigra</i> "Sehuil" <i>Populus nigra</i> "Moissac" <i>Populus nigra</i> "Naurduze"	<i>Populus nigra</i> "Itálica" <i>Populus nigra</i> "Sehuil" <i>Populus nigra</i> "Moissac" <i>Populus nigra</i> "Naurduze" <i>Populus trichocarpa</i> "125" y "1456" <i>Salix</i> "524-43"	<i>Populus nigra</i> "Itálica" <i>Populus nigra</i> "Sehuil" <i>Populus nigra</i> "Moissac" <i>Populus nigra</i> "Naurduze" <i>Populus trichocarpa</i> "125" y "1456" <i>Salix</i> "524-43" <i>Populus x canadensis</i> (dos cultivares aún no identificados)

0,4 a 1,3 m/año, en diámetro de 0,9 a 2,4 cm/año, en volumen de 1,1 a 12,5 m³/año cada 100 m de cortina, y valores de IS₂₅ (índice de sitio a una edad de referencia de 25 años) de 16 a 32 m (Davel *et al.* 2013).

Ecuaciones de volumen

Para la provincia del Chubut, existe sólo la ecuación propuesta por Amico (2010) para álamo criollo y para la zona cordillerana del NO provincial. Corresponde al modelo de Schumacher y Hall (1933, citado por Avery y Burkhart, 1994) (REMC: 8 %; DIFA: 0,0095 %):

$$Vt=0,00012 \times DAP^{1,45932} \times H^{1,165}$$

Donde:

Vt: volumen total en m³.

DAP: diámetro a la altura del pecho en cm.

H: altura total en m.

Funciones de índice de sitio / altura dominante

Para la región andina del NO de la provincia del Chubut, existen funciones de índice de sitio - altura dominante para álamo criollo ajustadas por Amico (2010). El modelo utilizado fue el de Chapman - Richards:

Donde:

Hd: altura dominante (en m), considerada como la altura promedio de los 3 árboles de mayor DAP cada 50 árboles de cortina.

IS: índice de sitio, considerado como la altura dominante a una edad de referencia de 25 años.

E_{DAP}: edad al DAP.

e: antilogaritmo neperiano.

El uso de este modelo se restringe a la zona andina del NO del Chubut y, según la base de datos utilizada por el autor, sería aplicable a plantaciones de entre 22 y 51 años de edad al DAP (23 a 52 años de edad total). Los IS encontrados en esa zona fueron de 17 a 36 para una edad de referencia de 25 años. En base a estos valores el autor clasificó los sitios en: I Excelente (IS= 33 a 37), II Muy bueno (IS= 29 a 33), III Bueno (IS= 25 a 29), IV Regular (IS= 21 a 25) y V Malo (IS= 17 a 21).

Para esta misma zona, Amico (2010) evaluó modelos que permiten estimar el IS a partir de variables ambientales. El modelo propuesto es el siguiente:

$$IS=14,3207 \times PROFef + \frac{2192,745}{Alt} + \frac{8,1657}{\log_{10} N}$$

Donde:

IS: índice de sitio.

PROFef: profundidad efectiva en m.
Alt: altura sobre el nivel del mar en m.
N: nitrógeno total en %.

Modelos para estimación de alturas a partir del DAP

Hollman (2008) evaluó tres modelos para la estimación de alturas a partir del DAP, para distintos cultivares de *Populus nigra* y *Populus trichocarpa* en Chubut. Los modelos evaluados fueron los de Wykoff *et al.* (1982), Korsun y el modelo de la parábola (ambos citados por Gaillard *et al.* 1988). Si bien no hubo diferencias importantes entre los modelos, el autor recomienda el de Wykoff *et al.* (1982) para todos los clones evaluados:

$$Ht = 1,3 + e^{(a + (\frac{b}{DAP+1}))}$$

Donde:

Ht: altura total (en m).

DAP: diámetro a la altura del pecho (1,3 m desde el suelo).
e: antilogaritmo neperiano.

a y b: parámetros del modelo a ser ajustados para cada plantación.

7.3. Valle de Río Negro (Neuquén y Río Negro)

Clones evaluados

Estudios realizados por la Dirección de Bosques y Praderas de Río Negro (1976), en plantaciones de 20 años de edad de *P. nigra* "Itálica" y *P. x canadensis* "I-214", ubicadas en la localidad de Villa Regina (206 msnm, sobre suelo de costa, profundo, pH entre 6,8 y 7,2, permeable y con escasos rodados sueltos en superficie) y con un sistema de plantación en trincheras a doble hilera, con alfalfa entre medio de las trincheras (16 m entre trincheras, 2,50 m entre hileras y 1,10 m entre plantas), indican una producción de 729,9 m³/ha (36,5 m³/ha.año) y 1225,4 m³/ha (61,3 m³/ha.año) para el Itálica y el I-214, respectivamente. En este mismo trabajo se menciona que, para trincheras, es habitual presentar los valores de producción por metro de canaleta. Un promedio general en la zona para álamo criollo es 117 m³ por cada 100 m de canaleta y para el I-214, 161 m³ para la misma distancia.

Nolting (1983) entrega interesantes resultados sobre un ensayo silvopastoril en suelo de barda. Para este ensayo se utilizó el cultivar "Conti 12" (plantas de dos años de raíz y uno de tallo de 2,54 cm de diámetro y 3,5 m de altura de fuste), plantado a 6 m x 6 m. Los tratamientos evaluados fueron: 1) testigo sin consociación (vegetación natural), 2) consociado con alfalfa para corte con una densidad de siembra de 15 kg/ha, 3) consociado con pastura compuesta por trébol blanco (5 kg/ha), pasto ovillo (6 kg/ha) y festuca alta (5 kg/ha), y 4) consociado con cultivos de escarda (maíz, arveja) en verano, y abono verde (vicia sativa) en invierno, y con roturaciones periódicas fuera de este período. Durante los primeros cinco años de la plantación, el rodal y la producción de los cultivos consociados presentaban los siguientes valores (Tablas 20, 21 y 22).

Tabla 20. Valores de DAP, altura, volumen e incremento en volumen por ha para la plantación de "Conti 12" consociado con vegetación natural, pastura, cultivo de escarda y alfalfa, a los 3 años de la plantación (Nolting 1980).

Tratamiento	DAP (cm)	Altura (m)	Vol. Real (m ³ /ha)	Inc. Corr. (m ³ /ha/año)
Sin cultivo	13,0	10,5	17,4	11,0
Con pastura	14,0	10,7	20,5	15,5
Con cultivo escarda	15,5	11,2	26,0	15,9
Con alfalfa	16,6	11,6	31,6	21,6

Tabla 21. Producción en volumen (m³/ha) para la plantación de "Conti 12" consociado con vegetación natural, pastura, cultivo de escarda y alfalfa, durante los primeros 5 años de la plantación (Nolting 1983).

Tratamiento	Volumen promedio (m ³ /ha)				
	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año
Alfalfa	1,612	10,091	31,998	66,553	90,572
Cultivo Anual	1,473	10,119	26,799	52,097	73,503
Pastura	1,168	5,421	20,544	48,566	66,998
Testigo	1,501	6,505	18,042	37,947	56,184

En las Tablas 20 y 21 se observa el mayor crecimiento de la plantación de "Conti 12" consociado con alfalfa y cultivos anuales, en comparación con la consociada con pastura y vegetación natural. Esta mejora en la producción se debería al laboreo anual del suelo que se realizó en estos cultivos (Nolting 1983).

Tabla 22. Rendimiento de materia seca promedio por tratamiento en kg/ha para la alfalfa y la pastura consociada con la plantación de "Conti 12", entre el tercer y sexto año de la plantación.

Tratamiento	3° año	4° año	5° año	6° año
Alfalfa	10.847	4.954	3.621	969
Pastura	11.079	4.499	6.436	1.591

En la Tabla 22 se observa que la mayor producción se produjo entre el tercer y quinto año, y que disminuyó en forma importante al sexto año por la sombra que producen los árboles (Nolting 1983).

Nolting (1983) evaluó el crecimiento de seis clones de álamos, implantados en un suelo de media barda con condiciones limitantes (textura media a fina, con problemas de salinidad (>12 µmhos), alcalinidad (pH >8) y nivel del manto freático elevado (a partir del primer metro). La plantación se efectuó con barbados de un año de 1,6 cm de diámetro y 2 m de altura, a un espaciamiento de 5 m x 5 m. Se observaron los crecimientos promedio de diámetro y volumen, que se presentan en la Tabla 23. De los clones evaluados, el que mejor se adapta a estas condiciones es el "I-214", aunque las diferencias no son importantes (Nolting 1983).

Tabla 23. Diámetro y volumen individual promedio de seis clones de seis años de edad en un sitio con problemas de salinidad, alcalinidad y drenaje (Nolting 1983).

Clon	Diámetro (cm)	Volumen (m ³)
<i>P. x canadensis</i> "I-214"	18,9	0,2182
<i>P. x canadensis</i> "I-488"	17,6	0,1889
<i>P. deltoides</i> "44/67 INTA"	17,6	0,1872
<i>P. x canadensis</i> "Conti 12"	16,8	0,1588
<i>P. deltoides</i> "I-63/51"	15,8	0,1545
<i>P. x canadensis</i> "I-455"	15,1	0,1263

Nolting (1983) evaluó el crecimiento y la forma de 24 clones de *P. nigra*, *P. x canadensis* y *P. deltoides* en el Valle de Río Negro. El ensayo se instaló en zona de barda en un suelo profundo de textura arenosa, sin problemas de sales y con pH neutro. Dentro de los *Populus nigra* se evaluaron los siguientes cultivares: "Itálica", "Blanc de Garonne", "Thayssiana", "1/67 INTA", "Hamoui", "Sehuil", "Naurduze" y "Moissac". Entre los *P. x canadensis*: "Conti 12", "I-488", "I-214", "I-456", "I-154" y "Virginiana de Frinicout"; y entre los *deltoides*: "71/67 INTA", "Australia 129/60", "233/69 INTA",

"341/69 INTA", "Australia 106/60", "I-63/51", "I-74/51". Los deltoides son los mejores en cuanto a la forma, con fuste recto, inserción horizontal de ramas y prácticamente sin ramas entre los verticilos. En cambio los euroamericanos pierden fácilmente la dominancia apical, tienen más ramas entre verticilos y su fuste es menos recto. Por último los nigras no pierden la dominancia apical pero tienen mayor cantidad de ramas y con ángulos de inserción más agudos. En lo que respecta al crecimiento, los euroamericanos son los que dan los mejores resultados, destacándose el "Conti 12" con un DAP de alrededor de 30 cm a los 6 años, posteriormente el "I-488" y el "I-214" con cerca de 22 cm a la misma edad. Entre los nigra se destacan "Blanc de Garonne", "Itálica", "Sehuil", "Moissac" y "Naurduze", con valores de DAP de entre 18 y 21 cm a los 6 años y, entre los deltoides, el "71/67 INTA" y el "Australia 129/60" con valores cercanos a los 17-18 cm en el mismo período. Nolting (1983) concluye que los mejores resultados son los obtenidos con los euroamericanos, entre los cuales sobresale el "Conti 12" dado que, si bien requieren continuas podas para lograr fuste recto y madera de calidad, los crecimientos son muy superiores.

En la zona del valle de General Conesa (valle inferior de Río Negro), se midieron cortinas dobles de álamo criollo en fracciones de 25 metros; los resultados se presentan en la Tabla 24 (Vargas 1980).

Para el valle de Río Negro, Nolting (1983), ofrece los resultados de dos plantaciones con "I-214", realizadas con barbados de un año a espaciamientos iniciales de 5 m x 5 m y 3 m x 1,5 m, en un sitio con un suelo de textura franco arenosa. Estos rodales fueron posteriormente raleados (no se indica la edad de raleo) a un distanciamiento de 5 m x 10 m y a 6 m x 12 m, respectivamente.

Tabla 24. Datos de edad, DAP, volumen total (en 25 m de cortina), y crecimiento medio en volumen para cortinas de *Populus nigra* "Itálica" en el valle inferior de Río Negro.

Cortina N°	Edad (años)	DAP (cm)	Vol. total (m ³)	Crecimiento medio anual (m ³)
1	3	7,60	1,040	0,345
2	4	7,80	0,899	0,223
5	5	6,40	0,639	0,128
3	10	11,30	2,639	0,264
6	10	11,30	3,820	0,382
7	10	15,70	6,576	0,657
4	14	17,40	11,198	0,799
8	26	21,80	12,960	0,497

A los 25 años de edad, los diámetros promedios de las clases menor y mayor eran 44,1 y 58,2 cm en el primer rodal y de 53,8 y 65,2 cm en el segundo, mientras que las alturas respectivas totales eran de 31-35 m y 35-36 m. El volumen real obtenido de la tala rasa de estas plantaciones fue de 691 t/ha.

Cozzo (1995) cita datos de crecimiento de álamos y sauces tomados por diversos autores, en los valles de los ríos Negro y Colorado:

- En Luis Beltrán (Río Negro), plantaciones realizadas a 2,5 m x 2,5 m con distintos clones muestran que, a 5 años de plantadas, los mayores incrementos en volumen pertenecen al "I-214" (64,7 m³/ha.año), seguido por el "I-262" (54,4 m³/ha.año) (Dirección de Bosques y Praderas 1979).
- Plantaciones de "I-214" realizadas con estacas a 4 m x 2 m, en la margen derecha del Río Colorado, en Peñas Blancas, Dpto. General Roca (Río Negro), en suelos de arenas con gravas y ripios, y regadas cada 15 días por manto, presentaban, a la edad de 5 años, alturas de entre 9,9, y 12,9 m y diámetros a la altura del pecho de entre 10 y 14 cm. En el mismo sitio, con el mismo distanciamiento y a la misma edad, el álamo criollo presentaba 12,8 m de altura y 12 cm de DAP (Quintela 1983).
- En la misma región, del otro lado del Río Colorado, en Colonia 25 de Mayo (La Pampa), una plantación de "I-214", realizada con barbados de 2 años (R₂T₁) y plantadas a 6 m x 6 m, presentó, a los 5 años, una altura promedio de 14 m y un DAP medio de 24 cm.
- Cozzo (1959) en Colonia Catriel, Río Colorado, midió en una plantación de álamo criollo de 12 años, alturas de 17,5 a 20 m, e incrementos en volumen de 21 a 30 m³/ha.año.
- Benitez (1980) en Chinchinales, región de regadío del Río Colorado, midió en una plantación de álamo criollo de 17 años, plantada a 3 m x 3 m, en terrenos arenosos de costa de río y con adecuados riegos por manto, 20 a 23 m de altura, DAP entre 18 y 27 cm, y volumen de alrededor de 31 m³/ha.año.
- Vargas (1980) en la zona de General Conesa (Río Negro), obtuvo para álamo criollo plantado en cortinas

dobles, a los 14 años de edad, un diámetro de 15,7 cm y un volumen total cada 100 m de cortina de 26,3 m³.

Thomas y Garcés (2011), evaluaron el crecimiento en DAP de 13 clones en el valle medio del Río Negro, obteniendo resultados que muestran el mejor comportamiento de los primeros 5 clones aunque, como mencionan los autores, son resultados preliminares correspondientes a solo dos períodos de crecimiento (Tabla 25).

Tabla 25. Crecimiento de diferentes clones evaluados en el valle medio del Río Negro (Thomas y Garcés 2011).

Clon	DAP
<i>Populus x canadensis</i> "I-214"	7,4 c
<i>Populus x canadensis</i> "Tripló"	7,4 c
<i>Populus deltoides</i> "20-82"	7,0 c
<i>Populus x canadensis</i> "Ragonese 22 INTA"	6,9 c
<i>Populus x canadensis</i> "Conti 12"	6,8 c
<i>Populus x canadensis</i> "Pangui" (INTA Alto Valle E741/86)	6,5 b
<i>Populus x canadensis</i> "Pudú" (INTA Alto Valle E743/86)	6,5 b
<i>Populus deltoides</i> "Onda" (I-72/51)	6,3 b
<i>Populus deltoides</i> "Harvard" (I-63/51)	6,3 b
<i>Populus x canadensis</i>	6,3 b
<i>Populus deltoides</i> "Carabelas INTA"	5,9 b
<i>Populus deltoides</i> "C-657"	4,6 a
<i>Populus deltoides</i> "Stoneville 67"	4,3 a

En base a la información brindada por productores y técnicos de la zona, el turno de corta sería cerca de los 13 años, con rendimientos de 250 – 300 t/ha (1 t aproximadamente equivale a 1,25 m³). En los mejores sitios se llegaría a producciones de alrededor de 450 t/ha.

En Mendoza se habla de turnos de corta de entre 10 y 12 años para la producción de madera de calidad, y de turnos un poco menores para la producción de madera para triturado. La producción al final del turno es de 300 a 350 t/ha. En una plantación de 17 años se llegó a las 520 t/ha (Bustamante, com. pers. 2007).

Tanto en Mendoza como en Patagonia (sobre todo en Patagonia Norte), hay muy pocos trabajos sobre funciones de crecimiento, funciones de volumen o de perfil de fuste, estudios de calidad de sitio, etc., que permitan predecir el crecimiento y la producción de estas especies en diferentes condiciones de sitio.

8. CARACTERÍSTICAS Y USOS DE LA MADERA

8.1. Color

La madera de álamo recién cortada presenta una albura de color claro, de matiz marfil en el *Populus alba*, *P. tremula* y sus híbridos; blanco amarillenta en *P. nigra* y los híbridos euroamericanos; totalmente blanca en *P. deltoides* y *P. trichocarpa* (FAO 1980, Amico 2001). El duramen no necesariamente es de diferente color y, a menudo, presenta una tonalidad más oscura, de color tabaco en *P. alba* y pardo verdoso o bronceado en los híbridos euroamericanos (FAO 1980). Después del secado, el color se atenúa y a veces se observan alteraciones de color pardo oscuro, rojizo o verde azulado, y manchas de color herrumbre (FAO 1980).

La madera de sauces es generalmente blanco rosada en la albura y pardo rosada en el duramen (FAO 1980, Amico 2001).

8.2. Olor

Recién cortada, la madera de álamo no posee un olor definido; si bien en ocasiones puede resultar repulsivo, después de seca el olor desaparece casi por completo (FAO 1980).

8.3. Características físico mecánicas

Según Repetti (1992), el largo y ancho de fibra, medidos en árboles de 6 años de edad, presentan las siguientes dimensiones: para el álamo "I-214" el largo es de 1,03 mm y el ancho es de 30,2 μm, mientras que para el álamo criollo el largo ronda los 0,90 mm y el ancho los 24,9 μm.

En los álamos no hay grandes variaciones del diámetro de los vasos durante el período vegetativo ni, por lo tanto, dentro del anillo de crecimiento. Su madera se considera como de porosidad difusa (Nolting 2003). La corteza puede ser de espesor variable y de diferente textura; esto depende del clon, y puede constituir entre el 11 % y el 13 % del volumen total (Nolting 2003).

Los álamos euroamericanos en estado verde (peso verde / volumen verde), presentan densidades que varían entre

0,70 y 1,05 g/cm³. La densidad normal (peso y volumen al 12 % de humedad) varía entre 0,30 y 0,55 g/cm³; mientras que la densidad básica (peso seco / volumen verde) varía entre 0,28 y 0,52 g/cm³, siendo más frecuente entre 0,32 y 0,44 g/cm³ (FAO 1980, Nolting 2003). El álamo "I-214" posee una densidad básica de 0,31 g/cm³ y el álamo criollo de 0,34 g/cm³ (Repetti 1992).

Díaz *et al.* (2002) midieron densidades de 0,335 g/cm³ y 0,365 g/cm³ para madera de álamo criollo proveniente de Los Antiguos y Gobernador Gregores (Santa Cruz), respectivamente.

Senisterra *et al.* (2005) realizaron estudios sobre madera de 12 clones de *P. deltoides* y *P. x canadensis* de 9 años de edad, implantados en Teodelina, Santa Fe (1666 pl/ha). Encontraron un valor medio de densidad básica de 0,131 g/cm³. El "Conti 12" presentó una densidad básica de 0,304 g/cm³, con un DAP de 24,6 cm y una altura de 21,2 m.

Monteoliva (2009) informa sobre datos de densidad de madera de plantaciones de "Conti 12" en las provincias de Buenos Aires y Santa Fe; los valores obtenidos fueron de 0,322 y 0,305 g/cm³, respectivamente. En cuanto al largo de fibra, los valores observados fueron de 949 (Bs. As.) y 967 μm (Santa Fe), y el ancho de fibra de 21,9 μm. Este clon, dentro de los analizados en el estudio, presentó bajos valores de resistencia (2,8 Nm.m²/g de Índice Rasgado) y blancura (55,7 %) para pulpa.

Según FAO (1980), para el caso de los sauces, la densidad verde ronda los 0,85 g/cm³, la densidad normal es de 0,44 g/cm³ y la densidad básica promedio de 0,36 g/cm³.

Senisterra *et al.* (2000) evaluaron, en 2 clones de sauce cultivados en Los Hornos (Buenos Aires), características de la madera relacionadas con aptitud para la industria papelera. Se estudiaron muestras extraídas de una plantación de 13 años de edad y 1111 pl/ha (Tabla 26).

Tabla 26. Valores de altura, DAP, densidad, longitud y ancho de fibra de la madera de dos clones de sauces (Senisterra *et al.* 2000).

Clon	"A-131/25"	"A-131/27"
Altura (m)	15	16,25
Diámetro a 1,3 m (cm)	22,8	23,4
Densidad (g/cm ³)	0,396	0,398
Longitud de fibra (μ)	1031,4	1071,9
Ancho de fibra (μ)	24,2	24,05

Jovanovski *et al.* (2011) estudiaron la densidad básica, la densidad anhidra y los índices de contracción total longitudinal, radial y tangencial de la madera de *Populus nigra* "Sehuil" y *Populus trichocarpa* "125", plantados en cortinas forestales cortaviento en la localidad de Esquel, como indicadores generales de la calidad de la madera. Estos valores se compararon con los de *Populus nigra* "Italica", porque es la especie tradicionalmente plantada en la zona. Las propiedades físicas se determinaron en el leño normal y de tensión de muestras obtenidas de nueve árboles dominantes, tres de una cortina de cada cultivar. Tanto la densidad básica como la densidad anhidra mostraron valores muy similares entre los tres clones, encontrándose alrededor de 0,27 g/cm³ y 0,32 g/cm³, respectivamente. Los índices de contracción fueron mayores en "Sehuil", alcanzando valores de contracción total tangencial de 8,4 % y de contracción total radial de 3,3 %. La relación entre las contracciones totales, tangenciales y radiales (T/R) fue mayor en el "125" (3,2), mientras que para los cultivares de *P. nigra* no superó 2,6, lo que demuestra la mayor estabilidad dimensional de estos últimos. Del análisis de las propiedades físicas del leño de tensión, no surgen diferencias de importancia, salvo incrementos de alrededor del 3 % en las densidades estudiadas, y leves aumentos en la contracción longitudinal que, en ningún caso, alcanzan valores de contracción total superiores al 0,5 %.

La contracción de la madera de álamo es relativamente baja. Para los híbridos euroamericanos la contracción volumétrica es entre 8 % y 17 % del volumen anhidro (FAO 1980, Nolting 2003). La contracción axial es del orden del 0,2 % al 0,6 %; la contracción tangencial es de dos a tres veces mayor que la radial (FAO 1980).

Las resistencias mecánicas de álamos euroamericanos relacionadas con la densidad son buenas (FAO 1980):

- Compresión axial	250 a 480 kg/cm ²
- Flexión estática	500 a 800 kg/cm ²
- Trabajo de ruptura al choque	0,8 a 3 kgm

En estudios realizados por el CITEMA se determinaron las contracciones en madera estacionada al aire de álamo criollo y álamo "I-214" (Tabla 27) (Nolting 2003).

Clon	Contracciones en %			
	Axial	Radial	Tangencial	Volumen
"Italica"	0,196	3,05	6,95	10,42
"I-214"	0,99	4,00	8,70	14,16

Somoza determinó la contracción total axial, radial, tangencial y volumétrica de la madera de 5 clones de álamo cultivados en Mendoza. También se determinó la relación entre la contracción tangencial y la radial, y el porcentaje de humedad correspondiente al PSF (Tabla 28).

En los sauces, la contracción volumétrica es de 14 %, la que se conforma de 0,3 % en dirección axial, 3,7 % en dirección radial y 6,2 % en dirección tangencial (FAO, 1980). En cuanto a resistencia mecánica FAO (1980) presenta la siguiente información:

- Compresión axial	300 a 510 kg/cm ²
- Flexión estática	630 a 900 kg/cm ²
- Trabajo de ruptura al choque	1,5 a 2 kgm

Tabla 28. Valores de edad, DAP, altura, I.M.A. y contracción axial, radial, tangencial y en volumen de la madera para 5 clones de álamos cultivados en Mendoza (Somoza).

Clon de árbol tipo	<i>P. nigra</i> "Chile"	<i>P. deltoides</i> "I-63/51 Harvard"	<i>P. x euroamericana</i>	<i>P. deltoides</i> "Catfish"	<i>P. deltoides</i> "Carolino"
Edad (años)	11	11	11	11	50
DAP (cm)	29	33	25	30	60
Altura (m)	19,30	23,90	19,90	17,30	21,60
I.M.A. (m ³ /ha.año)	19,50	51,17	17	27,82	8,32
Contracción Axial (%)	0,23	0,14	0,69	0,24	0,52
Contracción Radial (%)	2,71	3,25	2,68	2,39	4,42
Contracción Tangencial (%)	5,72	4,82	7,90	5,91	10,03
Contracción Volumen (%)	8,84	8,38	11,55	8,69	15,49

8.4. Características químicas

El contenido de cenizas varía entre 0,5 a 1 % y su solubilidad en agua fría varía entre el 1,5 % y el 5,1 %. En cuanto a los componentes macromoleculares se presentan las siguientes proporciones (FAO 1980):

- Celulosa	45 a 51 %
- Pentosas	15 a 16 %
- Lignina	20 a 27 %

8.5. Anomalías

En la madera juvenil, la densidad y las resistencias mecánicas son más bajas que en la madera madura. Las contracciones axiales pueden llegar a ser 10 veces superiores en la madera juvenil (Nolting 2003).

La madera de tensión presenta índices de contracción axial hasta 10 veces superiores a los de una madera normal (Nolting 2003).

La elipticidad y conicidad del tronco y la excentricidad de la médula son influenciadas por el manejo. La elipticidad está muy influenciada por el manejo silvícola aplicado. A pesar de esto existen algunos clones más cilíndricos que otros, como el "I-214" y el "Campeador". La excentricidad de la médula también es afectada por el manejo aplicado y es la causa de un mayor número de chapas agrietadas en el debobinado (Nolting 2003). La conicidad del tronco varía además de un clon a otro; existen clones cuya conicidad es constante, como en el "I-262" y, en otros, muy marcada en el tramo basal, como ocurre en el "Campeador" (Nolting 2003).

En algunas especies, en especial en los álamos, se produce un considerable aumento de la humedad en la zona próxima a la médula, que viene acompañado de un oscurecimiento de este sector. Esto es menos notorio una vez que se seca la madera, pero sigue siendo una característica de depreciación para determinados usos. Aún no se determinó la causa de este fenómeno, cuya intensidad depende del clon. El "Conti 12" lo manifiesta con bastante intensidad, mucho menos el "I-214", y no se lo ha detectado en los deltoides "Harvard" y "44/67 INTA". En los álamos criollo y chileno, el oscurecimiento del duramen es propio de estos clones y es una de las causas por las que su madera no tiene la calidad de las anteriores (Nolting 2003).

8.6. Usos de la madera

La madera de álamo posee características mecánicas y químicas que la hacen apropiada para distintos usos. Es liviana, fácil de trabajar, carece de olor y toma bien las tinturas (Amico 2001). La utilización de la madera de álamo varía mucho según las regiones, la mayor o menor antigüedad del cultivo y el estado de desarrollo de la industria local (FAO 1980).

En Argentina, la industria de fabricación de pastas se abastece de madera proveniente de forestaciones. Las más utilizadas son las Salicáceas, Eucalyptus y Pinus. Las Salicáceas, dada la baja densidad de su madera, son sumamente aptas para la elaboración de pastas químico-mecánicas para la fabricación de papel de diario. Su menor densidad favorece la impregnación con reactivos químicos y el desfibrado mecánico. Otra característica de importancia de estas especies es el largo de fibra, generalmente mayor al presentado por los Eucalyptus, pero menor al de los Pinus (Senisterra *et al.* 2000).

Castro (2006) menciona como otro uso importante de la madera de salicáceas la producción de biomasa para energía, como alternativa para los combustibles derivados del petróleo.

En Mendoza, los principales destinos de la madera de álamo son el aserrado, los postes preservados para frutales, y el triturado y debobinado, en ese orden. La madera aserrada se destina a construcción, cajonería, bins, muebles y lápices; el triturado se emplea para fabricación de aglomerado, y el debobinado para la fabricación de palitos de helado. Actualmente hay aserraderos que producen y exportan tablitas de álamo a Brasil para la fabricación de lápices (Figura 38 y 39).

El uso tradicional de la madera de álamo en la región patagónica y, en especial, en el valle de Río Negro, ha sido siempre la fabricación de envases frutihortícolas (Figura 40). También se la utiliza para algunas partes de construcción de viviendas donde no se requiere alta demanda de resistencia mecánica. En carpintería se la emplea para la confección de bastidores para puertas, placas, placares, muebles de baño y cocina, taparrollos, alfajías, molduras, anaqueles, machimbre para distintos usos interiores, etc. (Nolting 2003).



Figura 38. Fábrica de tableros aglomerados (izquierda) y playa con madera aserrada estibada (derecha) (Mendoza).



Figura 39. Fabricación de tablitas para lápices: operario cortando las tablas (izquierda) y material preparado para la exportación (derecha) (Mendoza).



Figura 40. Fábrica de cajones para frutas (izquierda) y bins (derecha).

También se la utiliza para la fabricación de vigas multilaminadas y pasta celulósica obtenida por medio de procesos mecánicos, químico-mecánicos y semiquímicos, que se destina a la fabricación de papeles tissue, cartulinas y papeles de impresión; también para tableros de aglomerados fenólicos, terciados fenólicos y cemento madera (Nolting 2003).

Menoyo *et al.* (1994) detallan la utilización por clones (Tabla 29) y mencionan también los diámetros mínimos

para cada uso: 7 cm para la industria de pastas celulósicas, 20 cm para aserradero y 30 cm para debobinado.

La fábrica de tableros aglomerados prefiere madera en rollo de 7,5 a 20 cm de diámetro y largos de hasta 2,2 m. Las fábricas de pasta celulósica requieren madera en rollo de un diámetro mínimo 7,5 cm y un máximo de 55 cm, el largo oscila entre 2,0 a 2,2 m. Los aserraderos que producen tablas utilizan rollos que van de un diámetro no inferior a 15 cm y largos de 2,2 a 2,4 m. La in-



Figura 41. Debobinado (izquierda) y tableros laminados (derecha) (Neuquén).

Tabla 29. Uso frecuente de distintos clones de álamos en la región patagónica.

Clones	Usos frecuentes
"Conti 12" "I-214" "I-488"	Cajonería en general (envases, palets), tablas para construcción, machimbre, mueblería y aberturas, terciado, pastas celulósicas, aglomerados, debobinado.
<i>P. x canescens alba pyramidalis</i>	Embalajes, cajones esqueletos, paneles aglomerados, pastas celulósicas, carpinterías, debobinado.
"Italica", "Naurduze" "Sehuil", "Moissac"	Envases en general, tirantería, construcción, terciados, pastas celulósicas, tableros aglomerados.

industria del desarrollo es más exigente en la calidad de madera. Las dimensiones de los rollos más interesantes superan los 40 cm de diámetro y se aprovechan hasta un núcleo de 7 a 8 cm (Nolting 2003).

La madera de sauces se destina principalmente a la industria celulósica, a la fabricación de fósforos o para embalaje (Amico 2001). Los sauces mimbre se utilizan para ebanistería y cestería. En Patagonia Sur no existe industria ni mercado para esta madera; por eso se la utiliza para leña, varillas y postes para alambrado en las zonas rurales (Amico 2001).

Keil *et al.* (2010), estudiaron la degradación a campo de madera de álamo criollo, proveniente de cortinas en Santa Cruz, tratada con CCA (cromo, cobre, arsénico), y la compararon con madera de álamo sin tratar y con madera de acacia blanca (*Robinia pseudoacacia* L.). Luego de cuatro años llegaron a las siguientes conclusiones:

- La madera de álamo criollo impregnada con CCA, ofrece prestaciones similares a las de la madera en estado original, sin reducción de la resistencia a flexión.

- Los valores MOR (módulo de rotura), de la madera de álamo tratada, son inferiores a los de acacia blanca, situación a considerar en el dimensionado de las piezas de madera.

- Es posible la complementación o el reemplazo de la madera de acacia blanca por madera de álamo impregnada con CCA, en usos de carpintería rural, para situaciones de riesgo similares.

Spavento *et al.* (2010) compararon, también en Santa Cruz, el comportamiento de la madera de álamo criollo impregnada con creosota, con maderas nativas como lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser) y ñire (*Nothofagus antártica* (G. Forst.) Oerst.) en usos de carpintería rural. Según las propiedades tecnológicas observadas, la madera de álamo criollo impregnada con creosota ofrece prestaciones similares a las de maderas de especies nativas de reconocida durabilidad natural, y puede utilizarse en productos de carpintería rural. De acuerdo con esto, es factible tecnológicamente, el reemplazo de las maderas valiosas del bosque nativo, por madera de álamo criollo impregnado con

creosota, de manera que las primeras se empleen para fabricar productos con mayor valor agregado.

9. ASPECTOS SANITARIOS

9.1. Daños de origen climático

9.1.1. Heladas

Si bien la temperatura es uno de los factores que determinan las áreas geográficas naturales de las especies, son las heladas tempranas y tardías las causantes de daños graves (FAO 1980). Las heladas tardías se producen en primavera; si ocurren antes de la brotación de las yemas no se producen daños mayores. En cambio, la ocurrencia de una helada después de la brotación produce daños en los ramillos emergentes o en las hojas. Estos daños pueden ir desde el ennegrecimiento hasta la muerte de los tejidos afectados (Figura 42). En las zonas con heladas tardías frecuentes debe evitarse plantar especies con brotación temprana (FAO 1980, Deschamps y Wright 1997). En caso de que las plantas se vean afectadas por este tipo de helada, se recomienda realizar un desbrote, dejando un solo brote para que tome la dominancia apical (Menoyo *et al.* 1994). Las heladas tempranas ocurren en otoño y pueden ocasionar graves daños sobre todo en las plantas de vivero que aún no han lignificado.

Las heladas muy fuertes producidas durante el período invernal pueden causar rajaduras en el fuste debido a la acción combinada de las heladas y del sol. Las rajaduras pueden ir desde la base y a lo largo del fuste. Este tipo de lesiones, además del perjuicio directo que ocasiona a la madera, constituye un hábitat propicio para el ingreso de hongos patógenos (Deschamps y Wright 1997).



Figura 42. Daños por helada en los brotes tiernos de una estaca de álamo "trichocarpa 125" en el valle del Río Chubut.

El álamo criollo es muy susceptible a las heladas de invierno. En el valle de Río Negro se hallaron filas de álamos muertos, sobre todo las ubicadas en las riberas de los canales de riego. Se ha observado que la corteza presenta lesiones en la parte que da al noroeste, y que luego aparecen grandes canchales en la base de los tallos. Las raíces resultan igualmente dañadas (Deschamps y Wright 1997).

9.1.2. Viento

En lugares donde el viento es persistente, los árboles suelen tener aspecto deformado. Las ramas se inclinan en la dirección del viento, por lo que se los conoce como árboles bandera. Esta deformación implica modificaciones anatómicas de la madera, que aumenta la resistencia a la acción del viento, formándose madera de tensión (Deschamps y Wright 1997). Los vientos fuertes, con velocidades de 40 a 80 km/hora provocan, en breves lapsos, la rotura de ramas, quebraduras de troncos, caída de hojas, y hasta el desarraigo de árboles. También puede darse un efecto combinado de la acción del viento y de lesiones causadas por insectos o canchales de la madera. Un ejemplo es la quebradura de troncos afectados por *Septoria musiva* en las partes debilitadas por el cancro (Deschamps y Wright 1997).

Otra causa de daños de origen climático es el granizo que afecta, sobre todo, a plantas jóvenes en plantaciones o viveros, produciendo el desgarro de hojas, quebraduras de ramas finas y lesiones en la corteza.

En el Alto Valle del Río Negro, en plantaciones menos protegidas e incluso en cortinas rompevientos, se produjo la rotura de ramas y el desarraigo y vuelco de álamos por acción de vientos violentos (Deschamps y Wright 1997).

El "I-214" es un clon muy propenso a presentar daños causados por vientos, ya sean regulares o violentos (FAO 1980).

9.2. Daños de origen edáfico

Son los producidos por la deficiencia en la nutrición mineral, o bien por estrés hídrico. Por lo general se detiene el crecimiento en altura, las copas pueden debilitarse y se desarrollan ramas laterales perdiéndose así la dominancia apical. También se pueden producir enfermedades por carencia de elementos en el suelo o riego inadecuado (FAO 1980).

9.3. Plagas entomológicas

Chaitophorus leucomelas Koch "pulgón verde el álamo"

Las hembras vivíparas ápteras están revestidas de una fina pilosidad de coloración verde pálido o amarillo, con dos bandas longitudinales más oscuras. Las hembras vivíparas aladas son similares. En otoño, los alados sexuales y las ovíparas se oscurecen, y toman un color pardo rojizo, con apéndices incoloros. El huevo de invierno es alargado y amarillo brillante. El ciclo comienza a mediados de septiembre, luego se produce una reducción notable de la población, y se recuperan niveles altos al finalizar febrero, que se mantienen hasta abril y, en inviernos benignos, hasta mediados de mayo. El huevo de invierno fue hallado por primera vez en la región en *P. trichocarpa* sobre las yemas y las ramitas del año (Dapoto *et al.* 2011).

También se lo ha hallado sobre *P. x canadensis* "I-214", *P. alba pyramidalis*, *P. nigra* "Italica", *P. deltoide* y *P. trichocarpa*. Es uno de los pulgones que más daños causa en las alamedas (Dapoto *et al.* 2011). Las colonias se establecen en ambas caras de las hojas, preferentemente en el haz, y en los pecíolos. En ataques intensos se observa abundante deposición de melaza que, al endurecerse, se asemeja a un terrón de azúcar, tanto sobre las plantas como en el suelo, y se produce la abscisión de las hojas prácticamente en toda la planta (Dapoto *et al.* 2011).

Gomez, en Davel *et al.* (2012) describe que las colonias se disponen a lo largo de la nervadura principal y las secundarias en el haz de la hoja; en cambio en el envés de la hoja no se observa este patrón y la disposición es más irregular (Figura 43). La mielecilla exudada es abundante, las hojas se ven brillosas a la luz del sol. Una vez cristalizada, la mielecilla adquiere color blan-



Figura 43. Disposición de los pulgones en el haz de las hojas (izquierda) y en el envés (derecha) (Fotos: Gomez, en Davel *et al.* 2012).

co y es muy abundante. En el valle del Río Chubut se observaron individuos alados y sin alas en *P. nigra* y *P. x canadensis*. En las hojas de rebrotes de plantas con alta intensidad de ataque, se observó la deformación a manera de "ondulamiento" de las hojas afectadas.

Phloemyzus passerini (Sign.) "pulgón lanígero del álamo"

Puede ocasionar graves daños en plantas jóvenes. Vive sobre la corteza de *Populus alba* var *pyramidalis* y de otras especies de álamos, las que se presentan cubiertas con una secreción lanígera blanca (Torres 1993). Las colonias se ubican sobre el tronco de los álamos, por lo general, hasta los 2 metros de altura (Mácola y García Sáez).

Pterocomma populea (Kltb.) "pulgón gris del álamo"

Las hembras aladas y ápteras son similares, de color grisáceo verdoso con ocho manchas laterales a cada lado, y sifones amarillo pálido. Miden de 3 a 4 mm. En las poblaciones locales se hallaron individuos de color marrón grisáceo y rosados (Dapoto *et al.* 2011).

Se encuentra durante todo el año sobre los brotes de los álamos donde, a veces, forma grandes colonias. Segrega una sustancia cerosa que da lugar a la formación de fumagina que, en ataques intensos, cae como lluvia cubriendo las hojas, el tronco y el suelo cercano al árbol. Los ataques más importantes se producen en los lugares más sombríos de la planta o de la alameda. Las plantas se ennegrecen por la fumagina. Aunque se la considera específica del álamo, también ataca sauces, y se la ha reportado en las provincias de Río Negro, Mendoza, Buenos Aires, La Pampa y Neuquén. Su acción produce malformaciones en las ramas jóvenes (Torres 1993, Mácola y García Sáez).

Gomez, en Davel *et al.* (2012) menciona que en el Valle del Río Chubut, las colonias se ubican en los tallos de las ramas jóvenes y en los pecíolos, desde su inserción hacia arriba (Figura 44 y 45). Se lo registró en *P. nigra* y *P. x canescens*.

***Tuberolachnus salignus* (Gmelin.) “pulgón grande del sauce”**

Es el más grande de los áfidos. A veces produce estragos importantes en los brotes tiernos. Forma grandes colonias, y las picaduras sobre las hojas hacen que éstas amarillean y caigan. A veces originan la muerte de plantas jóvenes. Es de color gris ceniciento oscuro y mide 4,7 mm de longitud (Torres 1993). Las colonias aumentan en



Figura 44. Pulgones en una plantación joven de *P. euroamericana* “Guardi” (Neuquén).



Figura 45. Disposición de las colonias en tallos (Fotos: Gomez, en Davel *et al.* 2012).

número en primavera y fines de verano. Ataca también al álamo blanco y, en invierno, es común ver sus colonias sobre sauces. Produce gran cantidad de excrementos y cerosidades sobre los que se forma fumagina (Mácola y García Sáez). Desfoliador de *Salix* spp., principalmente *S. babylonica* y *S. fragilis* y también en nogal, sus ataques comienzan con la brotación (Dapoto *et al.* 2011).

***Megacyllene spinifera* (Newm.)**

Este coleóptero fue encontrado en Mendoza y otras provincias. Sus larvas taladran ramas y troncos de *Populus alba* var *pyramidalis* y *Populus angulata*. Los adultos son muy activos y se caracterizan por su color pardo oscuro, con franjas transversales amarillas; tienen largas antenas y llegan a medir unos 20 mm. A causa de las galerías taladradas por las larvas, el árbol puede llegar a morir (Torres 1993).

***Stenodontes spinibarbis* (L.) “taladro grande”**

Sus larvas atacan árboles frutales y forestales, entre ellos álamos y sauces. Estos verdaderos taladros de la madera son capaces de realizar la digestión completa de la celulosa. Excavan galerías paralelas al eje longitudinal de troncos y ramas en todo su espesor. Los adultos miden de 6 a 6,5 cm de largo, son de color negro castaño, tienen superficie rugosa y mandíbulas muy desarrolladas. Las larvas, de color blanquecino, no efectúan orificios al exterior, por lo cual se hace difícil notar

su presencia. El diámetro de las galerías alcanza los 2 cm, por lo que la madera destinada a carpintería pierde todo su valor. Siempre eligen plantas débiles para desovar (Torres 1993). La aparición de los adultos se produce en diciembre y enero. El estado larval se puede prolongar entre 2 y 3 años, tiempo en el cual practican galerías en los troncos, produciendo, inclusive, la muerte de la planta. En Mendoza ataca preferentemente sauces (Mácola y García Sáez 1987).

***Plagioderia erythorptera* (Blanchard) “vaquita del sauce”**

Este pequeño coleóptero ataca varias especies de sauces. Las larvas viven en colonias hasta la edad madura, comiendo de las hojas la sustancia que hay entre las nervaduras, mientras que los adultos devoran la hoja entera. Los adultos alcanzan a medir 5 mm y son de color azul oscuro (Torres 1993). Los huevos son ovalados y alargados, de color amarillo, y se encuentran sobre el haz de las hojas en grupos de 30 a 40, adheridos por uno de sus extremos y reunidos en hileras. Las pupas empupan colgadas de la planta durante 2 ó 3 días hasta que emerge el adulto. Hiberna debajo de la corteza de los árboles (Dapoto *et al.* 2011).

***Pemphigus bursarius* L.**

Este homóptero origina agallas alargadas en los pecíolos de las hojas. En la provincia de Río Negro ataca al álamo bolleana (*Populus alba* var *pyramidalis*). La longitud del cuerpo es de 2,18 mm y presenta un color verde pálido a verde oscuro con una densa pruina blanquecina (Torres 1993).

Gomez, en Davel *et al.* (2012) observó agallas en árboles en solo dos de los campos relevados. Se trata de un áfido galícola del pecíolo del álamo; las agallas tienen forma de bursa o bolsa que, al principio, son cerradas y de color verde y luego se tornan marrones con un ostiolo de apertura (Figura 46). El pulgón vive dentro de las agallas y allí se alimenta succionando la savia. Puede ocurrir defoliación en ocasiones de alta densidad poblacional.

***Hylesia nigricans* Berg “bicho quemador”**

Es una especie autóctona de Argentina, declarada plaga nacional en 1951. Sus larvas urticantes se conocen



Figura 46. Aspecto de la agalla (Fotos: Gomez, en Davel *et al.* 2012).

como “bicho quemador”. Ataca el follaje de árboles forestales y frutales. Los álamos y sauces sufren graves daños. Los adultos son mariposas de hábitos nocturnos; durante el día se encuentran reposando sobre las hojas. Las hembras, de color negro mate y abdomen amarillento, alcanzan una expansión alar de unos 45 mm. Los machos son más pequeños y de color amarillento o pardusco (Torres 1993). A sus costumbres procesionarias debe agregársele su extrema voracidad defoliadora y extensa distribución desde el norte del país hasta Río Negro (Pastrana 1978).

***Catocephala luata* (Berg.)**

Es el “bicho quemador de Río Negro”. Sus larvas se alimentan de las hojas de *Salix humboldtiana* en la provincia de Río Negro (Martí de Cajal 1988).

***Platypus sulcatus* (Chapuis) “taladrillo de los forestales”**

Especie nativa de Sudamérica (Venezuela, Perú, Bolivia, Guyana Francesa, Uruguay, Paraguay, Argentina y Brasil, distribuida prácticamente en todo el país. En Europa (Italia) fue hallada en el 2000 (Dapoto *et al.* 2011). Se lo detectó por primera vez en 1918 en las provincias de Buenos Aires, Corrientes y Misiones. Aproximadamente en 1970 se lo detectó en álamos en la zona rural de Villa Regina (Río Negro) y, hacia finales de 1990, se observaron los primeros daños cuantificables en la producción de madera para aserradero (Giayetto *et al.* 2002). Actualmente es uno de los principales problemas en las plantaciones de álamos de Patagonia Norte y Mendoza.

Ataca a todos los clones, rodales con o sin manejo, árboles de distinta posición social, etc. (Giménez 2006). En Argentina ha atacado un sinnúmero de especies arbóreas, pero la de mayor preferencia es *Populus* sp. En la región del Alto Valle se han registrado daños en álamos, sauces, eucaliptos, olmos, plátanos, casuarinas, castaño de la India, acacia blanca, pino y perales, en monte libre y en espaldera (Dapoto *et al.*, 2011).

Los adultos son de color castaño oscuro y de aspecto cuadrangular. Las antenas son cortas (Torres 1993). El adulto es un cascarudo de forma cilíndrica, de 2,5 mm de diámetro: los machos miden 7,5 mm de largo y las hembras de 8 a 9 mm. Las larvas son ápodas, de color blanco, de 1,5 mm de largo cuando nacen, y 9 a 11 mm las más desarrolladas (Mácola y García Sáez). El ciclo biológico comprende cinco estadios larvales, que se desarrollan en el interior de galerías construidas por los adultos en los troncos de árboles en pie. Luego emergen los adultos y son los machos los que iniciarán nuevas galerías (Giayetto *et al.* 2002). La máxima salida de adultos se produce principalmente en noviembre y diciembre pero continúa hasta marzo o abril; excepcionalmente hubo capturas en junio. El mayor porcentaje de los orificios se registra durante los primeros 30 – 45 días desde la aparición del primero. Posteriormente, el ingreso semanal se reduce notablemente. Tienen una sola generación anual (Dapoto *et al.* 2011). En álamos y sauces las galerías horizontales impiden la activa circulación de líquidos, y los árboles se secan por encima de las galerías y se quiebran cuando sufren la acción de vientos fuertes (Torres 1993). Las galerías nuevas son fáciles de detectar ya que se observan durante la temporada pequeños orificios de 1 a 1,5 mm de diámetro, con aserrín grueso fresco y con grandes cantidades de savia que chorrean por el tronco (Figura 47). Las galerías pueden estar en la base del tronco o pueden llegar hasta los 10 a 12 m de altura (Giayetto *et al.* 2002). El aserrín fino es característico de la presencia de larvas en el interior del tronco (Cichón *et al.* 2005).

Se ha demostrado que el taladrillo de los forestales es altamente sensible a una gama muy variada de insecticidas como el Carbaryl, Metil Azinfos, Spinosin, los piretros naturales y la Rhyania, entre otros. También es eficiente el control biológico, mediante la aplicación de nemátodos entomopatógenos (Giayetto *et al.* 2002). Trabajos realizados en Mendoza demuestran que la aplicación de cal espesa (20 %) y azufre disuelto (1-2

%) sobre los fustes, en dos aplicaciones anuales, permite disminuir los daños producidos en un 90 % (Cichón *et al.* 2005). Sin embargo, todavía constituye un problema grave y no existen recetas concretas para su control. En predios visitados en los valles de Río Negro y Mendoza, los productores prueban con distintos métodos: insecticidas, taponos, escarabajos, etc.

Battaglino y Villaverde (2005) estudiaron el comportamiento de *Platypus sulcatus* sobre varios cultivares de *Populus deltoides* en la región de cultivo del Delta del Paraná, determinando que:



Figura 47. Orificio producido por el taladrillo con la chorreadura de savia característica.

- El número de galerías detectadas fue, en promedio, de 3 por árbol hasta una altura de 2 metros, dependiendo de las condiciones climáticas, la edad de la plantación, y el clon.
- El pico máximo de emergencia ocurre en noviembre. Estos picos permiten ajustar tácticas de control y trampeo con atractantes o repelentes en el momento oportuno.
- A mayor altura, el largo de las galerías va disminuyendo al igual que las cámaras de cría, lo que indica que el número de insectos emergentes va decreciendo con la altura.
- Este comportamiento debe tenerse en cuenta en el momento de aplicar medidas de control preventivo, y se debe evitar la aplicación de productos químicos a una altura donde no es necesario hacerlo. Se puede establecer la altura de hasta 4 metros como

conveniente para aplicar las medidas preventivas para bajar la población de “taladrillos”.

El monitoreo de la emergencia de *Platypus sulcatus* es de gran importancia, ya que permite detectar la ocurrencia de picos poblacionales que, en caso de efectuar algún control con plaguicidas o intentar el uso de feromonas, indican el momento oportuno para aplicar los tratamientos. De esta manera se evita la repetición de aplicaciones que, en el caso de tratarse de productos químicos, inciden negativamente en el ecosistema (Battaglino y Nuñez Cresto 1997). Se están llevando a cabo experiencias con trampas cebadas con feromonas que atraen a los individuos adultos (Giménez, 2006).

Para el manejo de esta plaga Giménez (2006) recomienda:

- Eliminar todos los árboles atacados antes de la emergencia de los adultos y del comienzo de un nuevo ciclo en primavera.
- Cortar los troncos lo más bajo posible y pintar la superficie de los tocones con aceite quemado o herbicida (glifosato, picloram, etc).
- Obturar los orificios con un palito; esto produce la muerte de insecto, que no puede sacar el aserrín y queda sin oxígeno.
- Para prevenir el traslado de *Platypus sulcatus* en rollizos o maderas, éstos se deben transportar secos. La madera debe secarse correctamente con calor, caso contrario se la debe fumigar con bromuro de metilo o fluoruro de azufre.

Giménez (2006) menciona que aún no se ha podido trabajar en control biológico, pero sí se han hecho experiencias con control químico; se han llevado a cabo ensayos con Carbaryl (425 gr i.a./hl) y Cipermetrina (5 gr i.a./hl), ambos pulverizados hasta 8 m de altura. Como resultado se obtuvo una disminución de orificios de entrada en los árboles tratados, respecto de los árboles testigos. Estos tratamientos se deben aplicar cuando se observa la mayor emergencia de adultos.

Thomas *et al.* (2006) evaluaron el efecto de clorpirifos y polisulfuro de calcio en el control de *Platypus sulcatus*, aplicándolos sobre los fustes para evitar la penetración de los adultos. Se encontró que el promedio de galerías nuevas por árbol fue similar para los árboles tra-

tados con clorpirifos y los árboles testigo no tratados; en cambio hubo una disminución importante en los árboles tratados con polisulfuro de calcio. Los autores indican que dos aplicaciones de polisulfuro de calcio al 3 %, entre noviembre y diciembre, disminuirían las poblaciones de la plaga.

Oiketicus platensis (Berg.) “bicho canasto”

Esta plaga ataca a casi todas las especies de árboles y arbustos. Devora las hojas y corta tallos tiernos, incluso puede llegar a producir la defoliación casi completa. En Argentina es conocida como “bicho de cesto” o “bicho canasto”. Inverna como huevo dentro del cesto; al emerger, las larvas miden 1 mm y son amarillentas con la cabeza castaño oscura. Al término del estadio larval se cubren con un forro de seda formando un capullo de 45 a 50 mm para machos y de 60 a 70 mm para hembras, donde pasan al estado de crisálida. Cuando emergen los machos, como mariposas, vuelan hasta el canasto de las hembras para fecundarlas (Torres 1993). Se lo encuentra por debajo de los 20° de latitud sur en América; en la Argentina se distribuye ampliamente en las provincias de Buenos Aires, La Pampa, Río Negro, Mendoza, Entre Ríos, sur de Córdoba y Santa Fe (Pastrana 1978).

Oligonychus yothersi (Mc Gregor)

Este ácaro fitófago se conoce en Argentina desde 1951, y tiene una amplia distribución geográfica. Se alimenta del parénquima foliar. La hembra, de color anaranjado suave en la parte anterior y pardo en el resto del cuerpo, mide entre 0,32 y 0,44 mm; las patas son cortas y ligeramente anaranjadas. No teje tela y pone los huevos sobre la superficie de las hojas. Prefiere plantas que reciben mayor cantidad de rayos solares (Torres 1993).

Nematus desantisi (Smith) “avispa del sauce”

Se lo encontró causando intensas defoliaciones en *Salix* sp desde la primavera de 1982 hasta el otoño de 1983, en grandes extensiones del Valle Medio del Río Negro y en el inferior del Limay. Se detectaron defoliaciones en masas, principalmente de *Salix fragilis* (L), de hasta más del 90 % (Dapoto *et al.* 1985). También se han observado daños importantes en las poblaciones de *Salix* del

Valle Inferior del Río Chubut, causando la muerte de una gran parte de las plantas (Peri *et al.* 1998).

Sus hospedantes son sauces y álamos. El adulto es una avispa de 8 mm de largo, de color castaño-amarillo claro, con abdomen verde. Las alas son hialinas con las neuraciones castañas. Las larvas neonatas miden 1,2 mm de largo, y 1,8 mm al finalizar su desarrollo. Son de color verde en coincidencia con el color de las hojas del sauce (Mácola y García Sáez 1987).

La “avispa sierra” pasa el invierno como larva invernante, en un capullo que teje la larva cuando se entierra en el suelo. La profundidad a la que se entierra no pasa los 5 cm y se encuentra en un 80 % al pie de la planta en un radio no mayor de 50 cm (Battaglino y Nuñez Cresto 1997 cit Nuñez Cresto 1994). La hembra adulta emerge del capullo a principios de primavera, aparentemente, en coincidencia con la foliación de los sauces (Mácola y García Sáez 1987, Battaglino y Nuñez Cresto 1997 cit por Dapoto *et al.* 1985, Giganti y Dapoto 1990). Inmediatamente comienza a colocar huevos encastrándolos en las hojas de los sauces, de los que eclosionan, a los pocos días, las larvas que se alimentan con voracidad. La defoliación es de tal magnitud que, de repetirse dos o tres veces, ocasionaría la muerte de ramas y, en ciertos casos, la muerte de plantas jóvenes (Battaglino y Nuñez Cresto 1997 cit García Conde 1994). Cuando completan su desarrollo, las larvas bajan por el tronco de la planta o caen directamente en las malezas o flora espontánea, empupando (Mácola y García Sáez 1987).

En dos establecimientos forestales, “Las Animas” (Delta del Paraná) y “María Dolores” (Partido de Alberti, Provincia de Buenos Aires), Battaglino y Nuñez Cresto (1997) determinaron que el período de emergencia de las larvas de *Nematus desantisi* se prolonga durante 45 a 60 días, con picos de aparición en diferentes fechas. Si se realizaran tratamientos químicos dentro del período de emergencia se correría el riesgo de que la población que aún no ha emergido sea abundante y genere reinfestación, haciendo necesario un segundo tratamiento. Es por esto que hay que tener cuidado con la recomendación de aplicación “temprana” a la que se hace referencia en guías de aplicación de productos para distintas plagas. Es importante conocer el momento oportuno para su ejecución. Para ello se debe conocer el momento de iniciación y, lo que es más importante, la fecha de finalización de la emergencia de larvas invernantes. Otra indicación a tomar en cuenta para decidir el momento oportuno del control es la

presencia semanal de 80 a 120 avispas como indicio de alerta. (Battaglino y Nuñez Cresto 1997). Se encuentra en el valle del río Chubut, Buenos Aires, Mendoza, Neuquén, San Juan y San Luis (Marti de Cajal 1988).

Cerrillo *et al.* (2009) observaron, en estaqueros de *Salix* sp del Delta del Paraná, una menor defoliación en los clones pertenecientes a la combinación *S. matsudana* x *S. alba*, mientras que los individuos que incluyen en su composición a la especie *S. nigra* como madre, mostraron los mayores niveles de defoliación por ataque de la avispa.

Gomez, en Davel *et al.* (2012) observó, en el Valle Superior del Río Chubut, larvas de *Nematus santisi* de los primeros estadios defoliando las hojas de sauce, hospedero sobre el que es monófaga (Figura 48). Los primeros síntomas consisten en orificios en las hojas, que van aumentando de tamaño hasta que toda la lámina es consumida, dejando solo la nervadura principal. Es por ello que las altas densidades de población ocasionan defoliaciones importantes, y se observa que las partes apicales carecen de follaje. En la zona es común recibir consultas acerca de las defoliaciones intensas observadas en los sauces ubicados a la vera de los arroyos, pues en algunas situaciones se ha constatado la muerte de plantas (Gomez, com. pers., 2012).



Figura 48. Larva sobre lámina foliar (Fotos: Gomez, en Davel *et al.* 2012).

Acromyrmex lundii (Guerin)

Es la “hormiga negra común” u “hormiga cortadora”. De notable distribución en la República Argentina, se extiende desde el norte del país hasta Río Negro. Constituye una de las plagas de mayor incidencia económica, prin-

cialmente en especies cultivadas. Es defoliadora, cultiva hongos para alimentarse y ataca álamos y sauces (Marti de Cajal 1988). Junto a *Acromyrmex lobicornis* ocasiona daños en cultivos y viveros por la poda intensa de las hojas, que sirven de sustrato para el cultivo de los hongos con que se alimenta (Mácola y García Sáez 1987).

Rhytidodus decimusquartus “Cotorrita del álamo”

Especie de reciente introducción en Argentina, citada en Malargüe (Mendoza), en otoño de 2008 (Ortego *et al.* 2011), y en el área de Confluencia (Neuquén), en noviembre de 2008 (Olave *et al.* 2011). Durante la temporada 2008/09 se registró su rápida y agresiva aparición sobre *Populus nigra* en Neuquén y, actualmente, se distribuye en todo el Alto Valle del Río Negro y del Río Neuquén (Dapoto *et al.* 2011).

Esta especie presenta dimorfismo sexual; en las hembras predomina el color castaño, el macho es de igual color con manchas en la cabeza, tórax y primer par de alas. La hembra posee un ovipositor destacado, encastra los huevos en el pecíolo de las hojas, y en otoño lo hace en la corteza. Posee 4 estadios juveniles (Dapoto *et al.* 2011). Con altas poblaciones causa daños importantes. Al principio produce el amarillamiento de las hojas, grandes defoliaciones, con abundante y espesa melaza, con el consiguiente ennegrecimiento por acción de la fumagina, como ocurre con los pulgones (Dapoto *et al.* 2011).



Figura 49. Corteza deprimida, achatada con picnidios (arriba izquierda); corteza con picnidios con cirros de esporas (arriba derecha); daño en albura (abajo izquierda); cirros con esporas (abajo derecha) (Rajchenberg, en Davel *et al.* 2012).

9.4. Enfermedades de origen fúngico

Cytospora chrysosperma Fr. “Mancha negra”

Es un hongo que penetra por las heridas en la corteza de los árboles debilitados. Se presenta cuando la planta sufre stress hídrico durante la etapa de crecimiento. El stress puede deberse tanto al exceso como a la falta de agua (Menoyo *et al.* 1994). El primer síntoma es la aparición de manchas pardas a negras sobre la corteza. Se extiende en forma de anillos en las ramas pequeñas lo que provoca la muerte de la ramita, sin reacción aparente de la planta (FAO 1980).

Rajchenberg, en Davel *et al.* (2012) observó *Cytospora chrysosperma* en *Populus trichocarpa* y *Populus nigra* en el Valle Superior del Río Chubut. Menciona como síntomas la necrosis de ramas y/o tallos, que se manifiesta por falta de hojas, achatamiento de la corteza y/o, al levantarse la corteza, por el amarronamiento de la albura y, como signo, la abundante formación de picnidios sobre la zona afectada (Figura 49).

Septoria musiva Peck. “Cancro deformante”

Se presenta inicialmente sobre las hojas, después de la brotación de las yemas. La enfermedad avanza desde la parte inferior de la copa y se extiende a todo

el árbol. Las lesiones poseen diversas formas, pueden unirse entre sí y son de color pardo con el centro blanquecino. Cuando ataca árboles híbridos y, sobre todo cuando descienden de álamos negros o balsámicos, el hongo avanza sobre la corteza de ramas y tallos provocando la formación de canchros anulares o deformantes que llevan a la muerte a las plantas más sensibles (FAO 1980). Este hongo causa manchas foliares y canchros en tronco y ramas. Las lesiones en hojas reducen el área fotosintéticamente activa y pueden provocar defoliación prematura disminuyendo el crecimiento anual. Los canchros en tronco reducen el crecimiento, producen pérdida de valor económico de la madera y predisponen al árbol a la colonización de organismos oportunistas que favorecen la fractura del fuste principal (Lucero 2011). Es necesario utilizar material vegetativo de viveros que garanticen estar libres de la enfermedad (Menoyo et al. 1994).

Malaspina (1983) en el vivero de UNPSJB en Esquel (Chubut) menciona que, a nivel de superficie foliar, se ha observado la presencia de *Septoria musiva* en *Populus x canadensis Virginiana de Frinicourt* y los euroamericanos *El Campeador*, I-154, I-214, I-488. En clones balsámicos como los *Populus trichocarpa* 125, 919 y 1456, se han detectado síntomas que indicarían presencia de *Xanthomonas populi*, que origina el “cancro bacteriano”.

En zonas con cierta predisposición a la aparición de canchros, como los valles Medio e Inferior de los ríos Colorado y Negro, se deberían implantar clones de *Populus deltoides* como el Harvard o los Australianos 129/60 y 106/60, resistentes al hongo (García 2002).

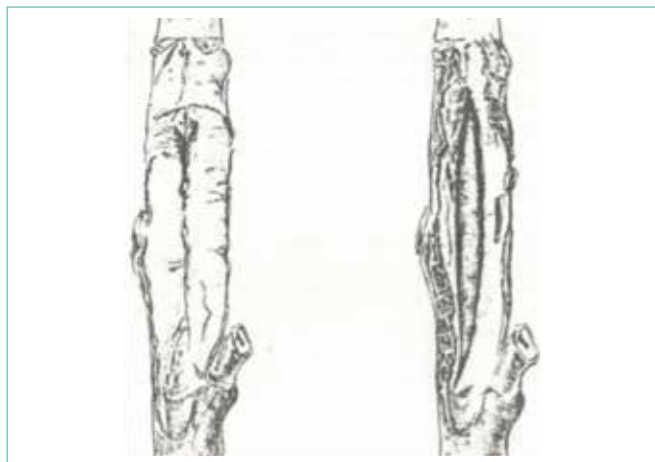


Figura 50. Cancro deformante (Menoyo et al. 1994).

En Mendoza, en zonas con problemas de canchros, como por ejemplo el Valle de Uco, se utiliza el Conti 12 en lugar del Guardi por ser más resistente. Riu et al. (2009) evaluaron en Mendoza la resistencia de varios clones, y encontraron que los más susceptibles fueron el *P. tremula x P. alba* “bolleana” y el *P. deltoides* “Stoneville 70”, los medianamente susceptibles: *P. deltoides* “INTA 372/69” y *P. x canadensis* “Guardi”, y los poco susceptibles: *P. deltoides* “562-11”, “561-41”, Ragonesse 22 Inta (568-1) y “Stoneville 124”.

Lucero et al. (2011), también en Mendoza, evaluaron la resistencia de 6 clones a este patógeno. Los clones evaluados fueron: *P. nigra* “Italica”, *P. nigra* “Chile”, *P. x canadensis* “I-214”, *P. x canadensis* “I-209”, *P. deltoides* “Stoneville 70” y *P. x generosa* “Beaupré”. Como resultado se obtuvo que el clon más susceptible, en esa temporada, fue el “Beaupré”, seguido por el “I-209”, luego “Stoneville 70”, y el “I-214”, junto con el clon “Chile”. *P. nigra* “Italica” presentó menos incidencia de la enfermedad.

El control de esta enfermedad se basa principalmente en medidas preventivas como la adquisición de plantas sanas y el uso de clones resistentes en el sitio definitivo. Los viveros deberían ubicarse en áreas libres de la enfermedad y utilizar plantas madres sanas para la extracción de estacas (Lucero 2011).

Cancrosis bacteriana (aún no identificada) (Rajchenberg 2012)

Se observó sobre *Populus trichocarpa* en el Valle Superior del Río Chubut. Como síntoma se observan ramas secas, muertas, asociadas a manchas sobre el tronco (Figuras 51 y 52). Se aislaron cepas bacterianas que están siendo estudiadas para determinarlas y establecer claramente la causa de la enfermedad. Recuerda a la canchros por *Xanthomonas*, pero sin formar canchros típicos (Rajchenberg, en Davel et al. 2012).

Agrobacterium tumefaciens “Agalla de la Corona”

En las plantas infectadas se desarrollan agallas en raíces y tallos por debajo del suelo o en la corona de la raíz. También puede haber excesiva producción de pelos radiculares. El síntoma inicial es la aparición de pe-



Figura 51. Manchas sobre el tronco y ramas muertas por canchros bacteriana.



Figura 52. Manchas sobre el tronco por canchros bacteriana.

queños callos sobre heridas (2 a 4 semanas después de la infección). Después se desarrollan las primeras agallas, que presentan coloraciones de blancas a bronceadas, con forma más o menos esférica. Las agallas varían de blandas a esponjosas en los periodos tem-

peranos de formación, a duras cuando envejecen. La superficie de las agallas no se cubre (normalmente) de epidermis. Por debajo de las agallas se puede observar una coloración blanca, que con el paso del tiempo cambia a color café y posteriormente se vuelve necrótica. Las agallas muy pequeñas requieren de un diagnóstico adecuado y cuidadoso debido a que pueden ser confundidas con callos o con agallas inducidas por los nemátodos o insectos.

Las plantas afectadas por las agallas frenan su crecimiento y desarrollan pobremente sus raíces y tallos; además se tornan más susceptibles a las condiciones ambientales. Las hojas se vuelven pequeñas y amarillentas, y finalmente la planta muere. El contagio muchas veces se produce por podar las plantas con herramientas que se utilizaron para podar plantas infectadas (Menoyo et al. 1994) (Figura 53). Deschamps y Wright (1997) mencionan que el agente causal de esta enfermedad se encuentra en el suelo donde puede alojarse por varios meses en viejas agallas caídas, de manera que es el hombre la principal vía de transmisión, por medio de las herramientas de poda. Entre las medidas de protección, Deschamps y Wright (1997) proponen evitar toda formación de heridas y, en caso de infección, extirpar la agalla y desinfectar profundamente la herida.

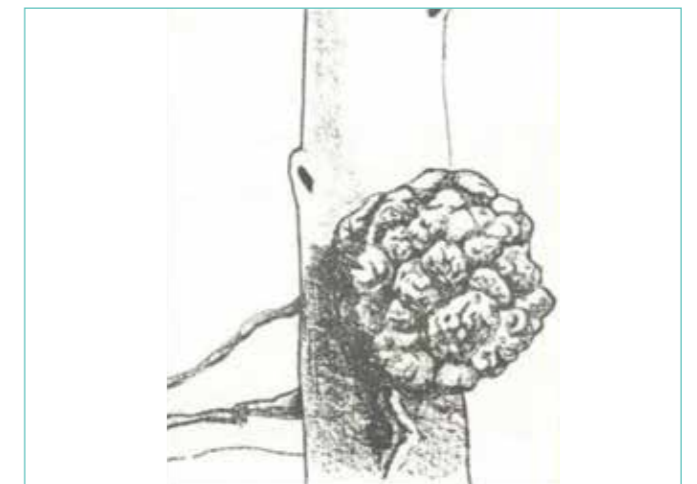


Figura 53. Agalla de la Corona (Menoyo et al. 1994).

Melampsora alli-populina Kleb.

Ataca principalmente a las secciones Aigeiros y Tacamahaca, siendo el *Populus nigra* “Italica” el más predispuesto a presentar la roya. Es un parasito verdadero que penetra en las hojas de los álamos sin necesidad de heridas previas (Torres 1993).

A pesar de su gran difusión, los daños de esta roya son de poca importancia. Los tejidos foliares afectados no llegan a morir, sino que tan solo se debilitan. En casos de mayor virulencia se producen defoliaciones parciales y retrasos en la madurez de los brotes. Sin embargo, Lucero (2011) menciona que las infecciones provocan una grave defoliación en los individuos a mediados del verano, causándoles debilitamiento y predisponiéndolos a otras enfermedades más destructivas. El síntoma característico de esta enfermedad es la intensa coloración anaranjada de las hojas de las plantas atacadas (Torres 1993).

Los tratamientos químicos con caldo bordelés al 2 % han demostrado ser eficaces, pero se aconseja eliminar de las zonas infectadas las plantas complementarias y los restos anuales de la vegetación (Torres 1993).



Figura 54. Fructificaciones en hojas de álamo.

9.5. Daños producidos por mamíferos

Ratas, ratones de campo, cuisés, tunduques, liebres, son los nombres comunes de los mamíferos que adquieren importancia en las nuevas implantaciones forestales, sobre todo, cuando ganan terreno a los campos vírgenes con las excavaciones que realizan y se alimentan de las raíces de los árboles. También comen las cortezas de las plantas a las que pueden provocar la muerte (Mácola y García Sáez 1987). Se han observado daños importantes por liebres en plantaciones de uno o dos años en la provincia del Chubut; éstas comen la corteza provocando el "anillado" de la planta.

10. Bibliografía

- Achinelli F.G. 2006. Silvicultura de álamos y sauces en la pampa húmeda. CD de Actas Jornadas de Salicáceas. Buenos Aires, Argentina. 15p.
- Alonzo A. 1985. Mejoramiento de salicáceas en la Argentina. II Jornadas Forestales Patagónicas. Editorial Siringa Libros. Neuquén. 15 al 20 de Abril de 1985. p 17-33.
- Alvarez Moreno C. 2009. Mercados para madera de álamo de calidad, cultivo y clones para ese destino. CD Actas de Jornadas de Salicáceas 2009. Comisión Nacional del Álamo y Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza.
- Amico I. 2001. Viverización y cultivo de álamos y sauces. INTA. 47 p.
- Amico I. 2010. Efecto de las variables ambientales sobre el crecimiento y productividad de *Populus nigra* "Italica" en cortinas rompevientos en distintos sitios del noroeste del Chubut. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias. Mendoza. 230p.
- Avery T. y Burkhart H. 1994. Forest Measurements. Fourth edition. McGraw Hill Inc. New York. 145 p.
- Battaglino N., Nuñez Cresto M. 1997. *Nematus desanti-smithi* Smith. "Avispa sierra" (Hymenoptera-Thentrenidae): Determinación del período de emergencia de adultos y momento oportuno de control. II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Tomo 4. Del 13 al 15 agosto. Posadas-Misiones. s/p.
- Battaglino N., Nuñez Cresto M. 1997. *Platypus sulcatus* chapuis "Taladrillo grande de los forestales" (Coleoptera - Platypoidae): Experiencias de monitoreo. Determinación del patrón de emergencia. II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Tomo 4. Del 13 al 15 agosto. Posadas-Misiones. s/p.
- Battaglino N., Villaverde R. 2005. Taladrillo grande de los forestales "Platypus sulcatus" Chapuis (COLEOPTERA: PLATYPODIDAE). Estudio de su comportamiento en plantaciones de álamos. 3er Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. 6 al 9 de Septiembre de 2005, Corrientes, Argentina. AFoA. Buenos Aires. E:\Presentaciones\151.pdf. 11 p.
- Bunse G; Cerrillo T. 1988. Efecto de la topófisis en clo-

nes de sauce y álamos. VI Congreso Forestal Argentino. Tomo 2. 16 al 20 de agosto de 1988. Santiago del Estero. Ed. El Liberal. p 410-412.

Calderón A. 2006. Silvicultura y situación de los álamos en Cuyo. CD de Actas Jornadas de Salicáceas. Buenos Aires, Argentina. 9p.

Calderon A.; Naves N.; Perez S.; Riu N.; Bustamante J. 2009. Densidad de plantación y forma de la sección del fuste en álamos. CD Actas XIII Congreso Forestal Mundial. FAO. Buenos Aires, Argentina. 18 al 23 de octubre de 2009.

Cancio H., Thomas E. 2011. Utilización de una barreta hidráulica para la plantación de guías de álamos en los valles irrigados de Patagonia Norte. Actas Jornadas de Salicáceas 2011 – Tercer Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén, Argentina. 16 al 18 de marzo de 2011.

Cancio H., Thomas E., Montero E. 2013. Disponibilidad de forraje de *Dactylis glomerata* en otoño en sistemas silvopastoriles con álamos híbridos. Actas II Jornadas Forestales Patagonia Sur – 2º Congreso Internacional Agroforestal Patagónico. p. 89. Calafate, Santa Cruz, Argentina. 16 al 18 de mayo de 2013.

Carmona A., Bagnat R., Alvarez A. 1985. Estudio de topófisis en tres híbridos de álamos. II Jornadas Forestales Patagónicas. Editorial Siringa Libros. Neuquén. 15 al 20 de Abril de 1985. p 101-116.

Casaubon E.; Cueto G.; González A. 2006. Evaluación de dos ensayos de época de poda en *Pópulus deltoides* "Australia 129/60" en el bajo Delta bonaerense del Río Paraná. CD de Actas Jornadas de Salicáceas. Buenos Aires, Argentina.

Casaubón E., Peri P., Cornaglia P., Carou N., Cueto G. 2012. Valor forrajero de hojas de álamo en el bajo delta del Río Paraná. Actas del 2º Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. 329 – 333. Santiago del Estero, Argentina. 9 al 11 de mayo de 2012.

Castiglioni, Cozzo, Carreras, Leonardis. 1960. Implantación de bosques comerciales. INTA. Buenos Aires. 239 p.

Castro G. 2006. Usos actuales y posibilidades futuras de la

- madera de álamo. CD de Actas Jornadas de Salicáceas. Buenos Aires, Argentina. 9p.
- Cerrillo T., Ortiz S., Fernández M. 2009. Daños por ataque de avispa sierra en sauces experimentales. Valoración preliminar en estaqueros. CD Actas de Jornadas de Salicáceas 2009. Comisión Nacional del Álamo y Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza.
- Cichón L., Giayetto A., Fernández D., Garrido S., Gómez R., Muñoz M., Ibarra D. 2005. Taladrillo de los forestales. <http://www.e-campo.com/?event=news.display&id=698F3599-1CE0-4D15-8240DCEBDA1DCF64&>
- Cozzo D. 1995. Silvicultura de Plantaciones Maderables, Tomo II. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires. 472 p.
- Dapoto G., Giganti H., Porley C. 1985. Severas defoliaciones en *Salix* sp causadas por *Nematodesantisi* en Río Negro y Neuquén. II Jornadas Forestales Patagónicas. Editorial Siringa Libros. Neuquén. 15 al 20 de Abril de 1985. p 117-119.
- Dapoto G., Olave A., Bondoni, M. 2011. Plagas de las Salicáceas en Patagonia Norte". Importancia de los principales artrópodos presentes en los valles irrigados del Río Negro y del Neuquén. Actas Jornadas de Salicáceas 2011 – Tercer Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén, Argentina. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Davel M. 1994. Empleo de herbicidas en vivero de *Populus*. Presentado en el Segundo Simposio de Ciencia y Tecnología de la Patagonia Austral. Secretaría de Ciencia y Técnica, UNPSJB. Comodoro Rivadavia, Chubut. 7 pp.
- Davel M; Menoyo H; Mombelli, O. 1993. Primeros Resultados de la Evaluación de Cultivares de *Populus nigra* en Cortinas Protectoras de la Zona de Esquel, Pcia. del Chubut. Actas del Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano.
- Davel M., Fernández M.V., Gábril J.C., Heinz E., Hollmann D., Robles G., Nuñez H., Havrylenko S., Alonso M.V., Monges J., Peri P. 2010. Bases para el Desarrollo de un Proyecto Forestal con plantaciones de álamos en el Valle irrigado de Gobernador Gregores. Informe Final. Proyecto Federal de Innovación Productiva. COFECYT. CIEFAP. CAP Santa Cruz. FUNDFAEP. Esquel. 236p.
- Davel M., Fernández M.V., Gábril J.C., Heinz E., Hollmann D., Robles G., Nuñez H., Havrylenko S., Alonso M.V., Monges J., Peri P. 2010. Cortinas forestales de álamos y sauces en Gobernador Gregores, Santa Cruz. CIEFAP. Manual N° 11. 87 p.
- Davel M., Fernández M.V., Gábril J.C., Nuñez H., Peri P., Alonso M.V. 2010. Bases para el desarrollo de un proyecto forestal con plantaciones de álamos en el valle irrigado de Gobernador Gregores, Argentina. Actas I Congreso Internacional Agroforestal Patagónico. Coyhaique, Chile. 27 al 29 de octubre de 2010.
- Davel 2011. El cultivo de las Salicáceas en los valles irrigados de la Patagonia, pasado, presente y futuro. Patagonia Sur. Actas Jornadas de Salicáceas 2011 – Tercer Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén, Argentina. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Davel M., Rajchenberg M., Gomez C., Díaz Farías C., Arquero D. 2012. Informe de avance de la segunda etapa del proyecto Bases para un plan de desarrollo forestal con Salicáceas en un sector del Valle superior del Río Chubut. Proyecto Federal de Innovación Productiva – COFECYT. 69 p.
- Davel M., Ríos Campano F., Peri P., Arquero D., Alonso V., Li S. 2013. Desarrollo agroforestal con cortinas de Salicáceas en el valle superior del río Chubut. Actas de las II Jornadas Forestales de Patagonia Sur – 2° Congreso Internacional Agroforestal Patagónico. Calafate, Santa Cruz, Argentina. 16 al 18 de mayo de 2013.
- Davel M., Arquero D., Serventi N., García J., Garcés A. 2013. Poda para la producción de madera de calidad en plantaciones de álamos de Río Negro y Neuquén (PIA 10075). CD Actas Jornadas PIAs. Comp. Plantaciones Forestales Sustentables (BIRF 750 AR) – Proyecto Conservación de la Biodiversidad (GEF 090118). Buenos Aires, Argentina. 27 al 28 de junio de 2013.
- Deschamps J., Wright J. 1997. Patología forestal del cono sur de América. Orientación Gráfica Editora S.R.L. Buenos Aires. 237 p.
- Díaz B., Luna M., Keil G., Otaño M., Peri P. 2002. Comportamiento de la madera de *P. nigra* cv *Italica* ante la preservación con creosota y CCA. Inv.Agr. Sist. Y Rec. Forestales. Vol 11(2):326-338

- Díaz B. 2005. Comopoda especies forestales. <http://www.e-campo.com/?event=news.display&id=5ABF99F1-812A-4841-8D5FC5CA1867628C&>
- FAO 1980. Los álamos y los sauces. Colección FAO: Montes N° 10. Roma. 349 p.
- Gaillard C., Pece M., Gallo M. 1988. Determinación de curvas de altura en función del diámetro en parcelas experimentales de álamos de la estación experimental San Carlos (Departamento Banda, Santiago del Estero). 513 – 516 p.
- García J. 2002. Forestación con salicáceas en áreas bajo riego de Patagonia. SAGPyA. NEFPatagonia. 36 p. Extraído de <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/deleg/manusali.pdf>.
- García J. 2011. El cultivo de las Salicáceas en los valles irrigados de la Patagonia, pasado, presente y futuro. Actas Jornadas de Salicáceas 2011 – Tercer Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén, Argentina. 16 al 18 de marzo de 2011.
- García J., Serventi N. 2006. Situación actual y perspectivas del cultivo de salicáceas bajo riego en Patagonia. CD de Actas Jornadas de Salicáceas 2006. Buenos Aires, Argentina. 4p.
- García Caballero J.L. 2011. Plantación de chopos a raíz profunda. Actas Jornadas de Salicáceas 2011 – Tercer Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén, Argentina. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Gennari, A. 2005. Incidencia de la edad de la plantación sobre la emisión de brotes de cepas en *Populus deltoides* cv "Catfish 2". 3er Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. 6 al 9 de Septiembre de 2005, Corrientes, Argentina. AFoA. Buenos Aires. E: Presentaciones 62.pdf. 8 p.
- Giayetto, A; Cichón, L; Fernandez, D. 2002. Taladrillo de los forestales - Estudios sobre *Platypus mutatus* = *sulcatus*. Revista Rompecabezas. Año 8; N° 33: 28-31.
- Giganti H., Dapoto G. 1990. Biología, daños y posibilidades de control de la "falsa oruga o cuncuna del sauce" Revista Presencia. Año IV. N° 20/21. INTA. p 11-12.
- Giménez R. 2006. Las plagas de las salicáceas: principales preocupaciones y técnicas de manejo disponibles. .. CD de Actas Jornadas de Salicáceas. Buenos Aires, Argentina. 21p.
- Gomis H. 1997. Informe tecnológico sobre cultivo de álamos con fertirrigación por goteo en la zona árida de La Rioja. II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Tomo 4. Del 13 al 15 agosto. Posadas-Misiones. s/p.
- Gutierrez L., Ares A. 1993. Frecuencia de riego en álamos en el valle inferior del Río Colorado. Provincia de Buenos Aires. Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Comisión VI. Paraná, Entre Ríos, 1993. AFoA. s/p.
- Hollmann D. 2008. Evaluación de Diferentes Clones del Género *Populus* Cultivados en Forma de Cortinas Forestales en la Zona Cordillerana de la Provincia del Chubut. Seminario Final de la Carrera de Ingeniería Forestal. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Esquel. 54p.
- Hollmann D., Davel M., Amico I. 2011. "Evaluación de clones del género *Populus* sp. para su utilización en cortinas cortaviento en la zona Andina de la provincia del Chubut. Jornadas de Salicáceas 2011. 3° Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Jovanovski A., Robles G., Davel M. 2011. Propiedades físicas de la madera de *Populus* sp. proveniente de cortinas forestales plantadas en Esquel, Chubut, Argentina. Jornadas de Salicáceas 2011. 3° Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Keil G., Nosetti J., Spavento E., Monelos L., Días B. 2010. Ensayos de degradación a campo de álamo criollo (*Populus nigra* cv *italica*) preservado, estudio de algunas propiedades. Actas I Congreso Internacional Agroforestal Patagónico. Coyhaique, Chile. 27 al 29 de octubre de 2010.
- Lucero G. 2011. Enfermedades de las Salicáceas. Jornadas de Salicáceas 2011. 3° Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Lucero G., Riu N., Pizzuolo P., Robledo S., Hapon W. 2011. Incidencia en hojas a *Septoria musiva* de seis clones de álamos en Mendoza – Argentina. Jornadas de Salicáceas 2011. 3° Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Lugano L., Amico I. 2001. Producción experimental de

- salicáceas en vivero. VI Jornadas Técnicas de Viveristas Forestales de la Patagonia. 15 y 16 de noviembre de 2001, Esquel, Chubut. SAGPyA, AIFCh.
- Mácola G, García Sáez J. G. 1987. Principales especies animales que ocasionan daños en Salicáceas, con especial referencia a la provincia de Mendoza. *Intersectum*, Año 19-N° 1.
- Malaspina E. 1983. Introducción de salicáceas en la región patagónica. V Congreso Forestal Argentino. 17-22 Octubre. Santa Rosa – La Pampa. p. 4.256-4.264.
- Malaspina E., Menoyo H., Jones N., Mombelli O., Cortes G. 1987. Influencia del grosor medio de estacas sobre el desarrollo de álamo euroamericano en vivero. Simposio Sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. Tomo V. Buenos Aires, Argentina, 6 al 10 de abril de 1987. CIEF. p 90-94.
- Malaspina, E; Menoyo, H; Jones, N; Mombelli, O. 1988. Comportamiento de álamos balsámiferos en el centro-oeste de Patagonia. VI Congreso Forestal Argentino. Pags. 364-366.
- Marti de Cajal 1988. Insectos xilófagos localizados en especies forestales principales de la República Argentina. VI Congreso Forestal Argentino. Tomo 3. 16 al 20 de agosto de 1988. Santiago del Estero. Ed El Liberal. p 762-764.
- Marti de Cajal 1988. Insectos defoliadores localizados en especies forestales principales de la República Argentina. VI Congreso Forestal Argentino. Tomo 3. 16 al 20 de agosto de 1988. Santiago del Estero. Ed El Liberal. p 765-768.
- Martinez Pastur G., Buduba C., Boyeras F., Abedini W., Beltrano J. 1994. Análisis de la ciclófisis y la topófisis en *Populus deltoides* Bart. desde la formación del estaquero hasta la plantación comercial. Investigación Agraria – Sistemas y Recursos Forestales. Vol 3. N° 2. INIA. Madrid. España. p 125-134.
- Menoyo H., Mombelli O., Davel M. 1993. Manejo de un vivero de salicáceas en la región noroeste del Chubut. Actas de la II Reunión de los Viveros Forestales de la Patagonia. UNPat. 11 y 12 de marzo de 1993. s/p.
- Menoyo H., Mombelli O., Jones N. 1993. Estudios de las masas naturales del género *Salix* en dos zonas de la provincia de Chubut. Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Comisión VI. Paraná, Entre Ríos, 1993. AFoA. s/p.
- Menoyo H., Mombelli O., Davel M. 1994. Los álamos en la Patagonia. Serie Técnica 2. Ed. Universitaria de la Patagonia. 41 p.
- Monelos L., Peri P.L. 1998. Incidencia del efecto protector de las cortinas cortaviento en la producción de cerezas (*Prunus avium* var Bing) en Patagonia Sur. Actas Primer Congreso Latinoamericano de IUFRO. Tema 2 (10): “Sistemas Integrados de Producción y Desarrollo Rural”. Valdivia, Chile. 22-28 de Noviembre de 1998.
- Monteoliva S. 2009. Propiedades de la madera y de las pulpas CMP de Salicáceas: Estado del arte en Argentina. CD Actas de Jornadas de Salicáceas 2009. Comisión Nacional del Álamo y Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza.
- Montoya Oliver J.M. 1988. Chopos y choperas. Agroguias mundi-prensa. Madrid, España. 121p.
- Nervo G., Coaloa D., Vietto L., Giorcelli A., Allegro G. 2011. Situación actual y perspectivas del cultivo del álamo europeo: el papel de la investigación italiana. Jornadas de Salicáceas 2011. 3° Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Nolting J. 1983. Crecimientos de algunos clones de álamos en el Valle de Río Negro. V Congreso Forestal Argentino. 17-22 Octubre. Santa Rosa – La Pampa. p. 4.70 - 4.74.
- Nolting J. 1983. El crecimiento del álamo en un suelo de “media barda”. V Congreso Forestal Argentino. 17-22 Octubre. Santa Rosa – La Pampa. p. 4.65-4.69.
- Nolting J. 1983. Determinación de rendimiento de madera de un monte de P x *euroamericana* cv I-214 en el valle de Río Negro. V Congreso Forestal Argentino. Tomo 1. 17-22 Octubre. Santa Rosa – La Pampa. p 1.36-1.38.
- Nolting J. 1983. La consociación del álamo con otros cultivos. V Congreso Forestal Argentino. 17-22 Octubre. Santa Rosa – La Pampa. p. 4.54-4.58.
- Nolting J. 1983. Respuesta del álamo a distintos espaciamientos de plantación y al raleo. V Congreso Forestal

- Argentino. 17-22 Octubre. Santa Rosa – La Pampa. p. 4.59-4.64.
- Nolting J. 2002. Un Clásico de la populicultura – Álamos: el P. x *euroamericana* cv “I-214”. Revista Rompecabezas. Año 8, N° 35: 30-33.
- Nolting J. 2003. La madera de álamo – Características estructurales y su relación con el manejo. Revista Rompecabezas. Año 9, N° 37. p. 6-13.
- Olave A., Dapoto G., Bondoni M., Ortego J. 2011. Primer Registro para la Patagonia Argentina de *Rhytidodus decimusquartus* (Schrank, 1776) (HEMIPTERA: Cicadellidae: Idiocerinae) Observaciones Bioecológicas. Jornadas de Salicáceas 2011. 3° Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Ortego J., Kuntz G., Lozada P., Castaño Gañan A. 2011. Primer registro en Sudamérica de *Rhytidodus decimusquartus* (Schrank, 1776) (Hemiptera: Cicadellidae: Idiocerinae), una “chicharrita” que afecta a los álamos. Jornadas de Salicáceas 2011. 3° Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Pastrana J. 1978. Las plagas insectiles importantes de los cultivos forestales. Actas del III Congreso Forestal Argentino. Del 25 al 30 de septiembre de 1978. Buenos Aires. p 528-534.
- Payandeh B. y Wang Y. 1994. Modified site index equations for major Canadian timber species. For. Ecol. Manage. 64:97-101.
- Peri P. 1994 Ecuaciones de volumen total para tres especies de Salicáceas en Ea. “La Julia”, provincia de Santa Cruz, Argentina. Publicación Técnica Forestal N° 2 Convenio UNPA-INTA-CAP. 14 pp.
- Peri, P. 1996. Cortinas forestales protectoras: Características e influencia en los cultivos. Revista Tiempo Ecológico. ECOPASUR. Año I, N° 2. Pág. 7-8. archivo 56.
- Peri, P. 1996. Establecimiento de salicáceas en distintos mallines de la Provincia de Santa Cruz. Proceedings of the 20th Session of the International Poplar Commission. Environmental and Social Issue in Poplar and Willow Cultivation and Utilization. Budapest (Hungria), 1-4 de octubre de 1996. Pp. 868-875. DArchivo 10
- Peri P., Monelos L. 1997. Forestación con estacones de salicáceas en distintos mallines de la provincia de Santa Cruz. II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Tomo 4. Del 13 al 15 agosto. Posadas-Misiones. p 447-456.
- Peri P., Monelos L., Heinz E. 1997. Ensayos de introducción de clones de salicáceas en la provincia de Santa Cruz. II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Tomo 4. Del 13 al 15 agosto. Posadas-Misiones.
- Peri P., Utrilla V. 1997. Efectos de cortinas cortaviento sobre la producción de alfalfa (cv Dawson) en la provincia de Santa Cruz – Argentina. Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Tomo 2. Del 13 al 15 agosto. Posadas-Misiones. p 59-65.
- Peri P., Martínez Pastur G. 1998 Crecimientos en cortinas cortaviento de *Populus nigra* cv Italica en Patagonia Sur (Argentina) Rev. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales 7 (1-2): 73-83. España
- Peri P., Cittadini E., Espina H., Romano G. 1998. Incidencia del efecto protector de cortinas forestales en la producción de frutilla variedad Fern en Santa Cruz, Argentina. Actas Primer Congreso Latinoamericano de IUFRO. Tema 2 (13): “Sistemas Integrados de Producción y Desarrollo Rural”. Valdivia, Chile. 22-28 de Noviembre de 1998.
- Peri P. 1998. Efectos de parámetros estructurales de cortinas forestales en la reducción del viento en la pcia de Santa Cruz, Argentina. Revista Quebracho 6:19-26
- Peri P., Monelos L. 1998. Ensayo de introducción de clones de salicáceas en Patagonia Sur. Actas Primer Congreso Latinoamericano de IUFRO. Tema 2 (14): “Sistemas Integrados de Producción y Desarrollo Rural”. Valdivia, Chile. 22-28 de Noviembre de 1998.
- Peri P., San Martino L., Cittadini E. 1998. Fertilización en la producción de barbados de Salicáceas en Patagonia Sur, Argentina. Actas Primer Congreso Latinoamericano de IUFRO. Tema 2 (28): “Sistemas Integrados de Producción y Desarrollo Rural”. Valdivia, Chile. 22-28 de Noviembre de 1998.
- Peri P. 2003. Cortinas forestales cortaviento. <http://www.inta.gov.ar/santacruz/info/documentos/forest/Cortinas%20Forestales%20Cortavientos.PDF>

- Peri P. 2004. Clon *Salix* 524/43. Sauce de crecimiento rápido, resistencia y adaptabilidad. <http://www.e-campo.com/?event=news.display&id=8063A6C7-089D-43A2-BD4864EBD7500F2C&>
- Peri P. 2011. Cortinas cortaviento en Patagonia Sur: Revisión del conocimiento actual. Jornadas de Salicáceas 2011. 3° Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Peri P., Monelos L. 2011. Ensayo de Introducción de Clones de Salicáceas más Austral: Resultados Finales luego de 16 años Continuos de Evaluación. Jornadas de Salicáceas 2011. 3° Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Repetti R. 1992. Introducción a la tecnología de fabricación de Pastas Celulósicas. ATIPCA. 195 p.
- Riu R., Arreghini R., Perez Valenzuela R. 1988. Influencia del factor edáfico en el crecimiento del P. x *euroamericana* cv I-214 en el departamento San Martín – Mendoza. VI Congreso Forestal Argentino. Tomo 2. 16 al 20 de agosto de 1988. Santiago del Estero. Ed El Liberal. p 429-432.
- Riu N., Arreghini R., Ciancaglini N. 1993. Respuesta de álamos de dos años a diferentes regimenes de riego. Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Comisión VI. Paraná, Entre Ríos, 1993. AFoA. s/p.
- Riu N., Bustamante J., Zuluaga J., Settepani V., Agüero M. 2006. Comparación del crecimiento de álamos de 5 años de edad con riego por goteo y riego superficial. CD de Actas Jornadas de Salicáceas. Buenos Aires, Argentina.
- Riu N., Lucero G., Pizzuolo P., Pérez Hurtado R., Roldo S. 2009. Susceptibilidad en fuste de distintos clones de *Populus* a *Septoria musiva* en Mendoza- Argentina. CD Actas de Jornadas de Salicáceas 2009. Comisión Nacional del Álamo y Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza.
- Riu N., Agüero M., Zuluaga J., Settepani V. 2009. Fertirrigación en álamos de 7 años de edad. CD Actas de Jornadas de Salicáceas 2009. Comisión Nacional del Álamo y Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza.
- Romero R., Scordo J., Calderón A. 1983. Influencia de la topósis en la producción de madera de álamo. Primera parte. V Congreso Forestal Argentino. Tomo 2. 17-22 Octubre. Santa Rosa – La Pampa. p 4.286-4.293.
- Sanhueza Silva, A. 1996. Indicaciones para el cultivo del Álamo. Documento Técnico 98. Chile Forestal. Año XXI – N° 238. 16 p.
- Scordo J., Arreghini R. 1983. Ensayo comparativo de adaptación de 19 clones de *Populus* spp. cultivados en Tunuyán – Mendoza. V Congreso Forestal Argentino. Tomo 1. 17-22 Octubre. Santa Rosa – La Pampa. p 1.122-1.126.
- Senisterra G., Monteoliva S., Marquina J., Marlats R., Ciocchini G. 2000. Propiedades del leño en clones del género *Salix*, utilizados en programas de mejoramiento genético con aplicación a la industria papelera. yvyraretá. Revista Forestal. N° 10. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales, ISIF. Eldorado, Misiones. p 93-95.
- Senisterra G., Ducid M., Marlats R. 2005. Variación de la densidad básica de la madera en clones del género *Populus*. 3er Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. 6 al 9 de Septiembre de 2005, Corrientes, Argentina. AFoA. Buenos Aires. E:\Presentaciones\19.pdf. 8 p.
- Serventi N., García J., 2004. Revista SAGPyA Forestal N°32:24-27. Septiembre, 2004. Bs.As. Argentina.
- Serventi 2011. Las cortinas forestales en los valles irrigados de norpatagonia. Jornadas de Salicáceas 2011. 3° Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Serventi N., García J. 2011. Sistema de forestación en macizo con álamos y sauces a raíz profunda en la región patagónica. Jornadas de Salicáceas 2011. 3° Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Somoza, A. Determinación de contracciones en cinco clones de álamos cultivados en Mendoza. p 12-15
- Spavento E., Keil G., Nosetti J., Monelos L., Peri P. 2010. Álamo criollo (*Populus nigra* cv *italica*) impregnado como alternativa al uso de madera de *Nothofagus* spp en la provincia de Santa Cruz, Argentina. Actas I Congreso Internacional Agroforestal Patagónico. Coyhaique, Chile. 27 al 29 de octubre de 2010.

- Suarez R. 1993. Las salicáceas. Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Comisión VI. Paraná, Entre Ríos, 1993. AFoA. s/p.
- Thomas E., Pintos S., Olave R. 2006. Evaluación de la eficacia de clorpirifos y polisulfuro de calcio en el control de *Megaplatus mutatus* "Taladrillo grande de los forestales". CD de Actas Jornadas de Salicáceas. Buenos Aires, Argentina.
- Thomas E., Garcés A. 2011. Crecimiento inicial de 13 clones de álamo en el Valle Medio del Río Negro. Jornadas de Salicáceas 2011. 3° Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Thomas E., Cancio H., Menni F. 2013. Influencia de cultivos asociados sobre el crecimiento de álamos en sistemas agroforestales bajo riego. Actas II Jornadas Forestales Patagonia Sur – 2° Congreso Internacional Agroforestal Patagónico. p. 89. Calafate, Santa Cruz, Argentina. 16 al 18 de mayo de 2013.
- Thomas E., Cancio H. 2013. Sistemas agroforestales con Salicáceas bajo riego: una oportunidad de diversificación productiva en los valles de Patagonia Norte. Actas II Jornadas Forestales Patagonia Sur – 2° Congreso Internacional Agroforestal Patagónico. p. 120. Calafate, Santa Cruz, Argentina. 16 al 18 de mayo de 2013.
- Toro J., Toro C. 2011a. Rol del control químico de las malezas y de la fertilización en el aumento de la productividad de las plantaciones de *Populus* en suelos volcánicos en la zona central de Chile. Jornadas de Salicáceas 2011. 3° Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Toro J., Toro C. 2011b. Control químico de malezas durante los tres primeros años de crecimiento en una plantación de *Populus* ubicada en el valle central de Chile. Jornadas de Salicáceas 2011. 3° Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén. 16 al 18 de marzo de 2011.
- Torres Juan, J. 1993. Patología forestal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 270 p.
- Ulloa J.; Villacura L. 2006. Un sistema de producción de álamos integral y sustentable. CD de Actas Jornadas de Salicáceas. Buenos Aires, Argentina. 10p.
- Ulloa J., Villacura L., Toro J. 2007. Un sistema de producción de álamos integral y sustentable. CD Actas Primera Reunión sobre forestación en la Patagonia. EcoForestar 2007. Esquel, Argentina. 25 a 27 de abril de 2007.
- Valor Agregado 2005. Anuario 2005 – Valor Agregado 04/2005. La industria maderera en cifras. Ed: E.H. Rodrigo. Bs.As. Argentina. p 41-49.
- Vargas C. 1980. Medición preliminar de parcelas de álamo criollo en zona de General Conesa. Dirección de Bosques y Praderas. Provincia de Río Negro. 6p.
- Wykoff W.R., Crookston N.L. y Stage A.R. 1982. User's Guide to the Stand Prognosis Model. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-133.