

COFECYT

Consejo Federal de Ciencia y Tecnología



CIEFAP

Centro de Investigación y Extensión
Forestal Andino Patagónico



Consejo Agrario de Santa Cruz



Fundación
Bosques de
la Patagonia

Proyecto Operación Cortinas Forestales
CIEFAP - Manual N° 11

CORTINAS FORESTALES DE ALAMOS Y SAUCES EN GOBERNADOR GREGORES, SANTA CRUZ

CIEFAP - Manual N° 11

Cortinas Forestales de álamos y sauces en Gobernador Gregores, Santa Cruz

Elaborado por el Proyecto Federal de Innovación Productiva "Bases para el desarrollo de un proyecto forestal con plantaciones de álamos en el valle irrigado de Gobernador Gregores"

Director del proyecto: Miguel M. Davel¹

Equipo del proyecto: Miguel M. Davel¹, María Victoria Fernández¹, Juan Carlos Gábel², Ernesto Heinz², Daniel Hollmann³, Guillermo Robles³, Hugo Nuñez², Sofía Havrylenko¹, María Virginia Alonso¹, Juan Monges³

Colaborador: Pablo Perí⁴

¹ Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico; ² Consejo Agrario de la Provincia de Santa Cruz; ³ Personal contratado por el proyecto; ⁴ EEA INTA Santa Cruz

Edición: Omar Picco

Corrección: María Laura Bessio, Omar Picco, Gabriel Loguercio, José Bava

Diagramación: Cecilia Wengier, Natalia Wengier

CENTRO DE INVESTIGACION Y EXTENSIÓN FORESTAL ANDINO PATAGÓNICA (CIEFAP)

Ruta 259 Km. 4 – C. C. 14

9200 Esquel, Chubut, Argentina

Tel. /Fax: +54 2945 453948/450175

info@ciefap.org.ar

www.ciefap.org.ar

Dirección de contacto para consultas:

Miguel M. Davel – CIEFAP

E-mail: mdavel@ciefap.org.ar

TE: 02945 – 453948 / 450175 (int. 203)

Dirección: CIEFAP Ruta 259 km 4 (CC14) (CP 9200) Esquel, Pcia del Chubut

Juan Carlos Gabriel – CAP Gobernador Gregores

E-mail: juancarlosgabriel@hotmail.com

TE: 02962 – 491019

Dirección: Paradelo 209 (CP 9311) G. Gregores, Pcia. de Santa Cruz

Agradecimientos

Al COFECYT, al CIEFAP y al CAP que financiaron el proyecto. A la Fundación Bosques de la Patagonia. A la Escuela Agrotécnica Nº 1 y a la Delegación local del Consejo Agrario Provincial, por toda la ayuda y colaboración prestada. A los productores de la zona que nos permitieron tomar información en sus predios y nos brindaron toda su experiencia. A Pablo Peri del INTA Santa Cruz que colaboró con el proyecto en el tema de diseño de las cortinas cortaviento y nos aportó su experiencia en la zona. A las técnicas locales del INTA y a Lucas Monelos de UNPA por sus aportes. A LRA59 Radio Nacional Gobernador Gregores y a Canal 7 de la misma localidad, que nos ayudaron a difundir el proyecto y los resultados obtenidos. A los técnicos del equipo de trabajo que participaron en las distintas etapas del proyecto con gran entusiasmo y responsabilidad. A José Bava, Gabriel Loguercio, Omar Picco y María Laura Bessio por la lectura y recomendaciones realizadas en este trabajo.

Contenido

1. Cortinas forestales de álamos y sauces en Gobernador Gregores, Santa Cruz.....	7
2. ¿Qué características debe tener un lugar para plantar álamos y sauces?.....	8
3. ¿Dónde se pueden plantar álamos y sauces en Gobernador Gregores?.....	11
4. ¿Qué variedades de álamos y sauces se pueden plantar en cada clase de sitio?.....	15
5. ¿Qué tipo de cortinas se deben instalar para proteger a los cultivos que se realizan en la zona?	18
6. ¿A qué distancia se deberían plantar los distintos tipos de cortinas cortaviento en cada clase de sitio?	21
7. ¿Qué aspectos y cuidados se deben tener en cuenta para plantar?.....	24
8. Manejo de las cortinas cortavientos.....	31
9. ¿Qué crecimiento pueden alcanzar las cortinas forestales en las distintas clases de sitio de Gobernador Gregores y cómo se deben manejar?	35
10. ¿Cómo se puede determinar el volumen de madera de un árbol de nuestra plantación?	40
11. ¿En cuánto puede aumentar la producción de los cultivos protegidos por cortinas?..	44
12. ¿Cuáles son los costos de incorporar las cortinas cortaviento?.....	46
13. ¿Cómo mejoran los ingresos al incorporar las cortinas cortaviento asociadas a diferentes cultivos?	49
14. ¿Cómo mejora la rentabilidad de un proyecto de inversión que incorpora las cortinas cortaviento asociadas a diferentes cultivos?	56
Bibliografía.....	60
Anexos 1	63
Anexos 2	69

1. Cortinas forestales de álamos y sauces en Gobernador Gregores, Santa Cruz

1. Introducción

Es sabido que el viento tiene efectos nocivos sobre los cultivos, el ganado y el suelo. El efecto negativo sobre los cultivos se produce directamente en forma mecánica e indirectamente mediante el aumento de la tasa de evapotranspiración y, sobre el suelo, produciendo su voladura y la consiguiente disminución de fertilidad. Por último, tanto la pérdida de suelo como la disminución de la productividad, hacen que la capacidad de carga ganadera de estos lugares disminuya drásticamente. Además esta situación trae aparejada una disminución del empleo y, como consecuencia de ello, el traslado de la población rural a los centros urbanos.

En estas regiones, caracterizadas por un clima semiárido y con fuertes vientos, el déficit de agua puede compensarse en parte mediante el riego. En Gobernador Gregores existe un área sistematizada para riego cercana a las 1000 ha, sin embargo, esta práctica debe acompañarse con una adecuada protección, mediante la instalación de cortinas forestales protectoras, para que el riego pueda aprovecharse en forma eficiente. Estas cortinas permiten reducir los efectos negativos del viento sobre los cultivos y el suelo, creando condiciones microclimáticas favorables para el ganado. Por otro lado, si se las maneja adecuadamente, brindarán como beneficio adicional, la posibilidad de extraer leña y madera. En estos sitios las cortinas protectoras y el riego son indispensables y complementarios, no se pueden obtener los mejores resultados si falta alguno de estos dos factores.

En la zona, el cultivo de álamos y sauces bajo riego, puede ayudar a revertir los procesos de desertificación, a diversificar el paisaje y la producción en cantidad y calidad e incrementar las fuentes de empleo. La actividad se ve favorecida por la legislación nacional, a través de beneficios económicos e impositivos que se entregan a los productores que forestan, para cubrir parte de los costos de instalación de las plantaciones y, además, por la existencia de experiencias y conocimientos científicos y técnicos para la producción del material de plantación, el establecimiento de las plantaciones y su manejo posterior.

2. ¿Qué características debe tener un lugar para plantar álamos y sauces?

2.1. Luz

Las salicáceas (álamos y sauces), son especies que necesitan mucha luz para crecer, siendo muy sensibles en este aspecto. Esto hace que ante una iluminación desigual, los fustes o troncos de los árboles se curven en la dirección de la luz más intensa. Es muy importante tener esto en cuenta al definir el distanciamiento de plantación y en la elección de la especie a plantar. Por ejemplo, el álamo criollo es menos sensible y mantiene un porte recto, en cambio el álamo carolino es más sensible y se curva en la dirección de la luz.

2.2. Suelo

Las características del suelo son de gran importancia para el óptimo desarrollo de las plantas. Los álamos requieren suelos sueltos, húmedos y aireados. Los ideales son aquellos de textura franco arenosa, mientras que los muy arcillosos (gredosos) son los peores. Es importante que el suelo sea profundo (1 m o más) y que el contenido de materia orgánica sea de 3 a 5% (1).

El pH del suelo debería ser de 5,8 a 7,8 aunque algunas especies toleran bien suelos algo alcalinos (2). Los álamos rechazan los suelos con pH superior a 8, en ellos presentan amarillamiento y malos crecimientos. También rechazan los suelos demasiado ácidos, un pH menor que 5,8 suele ser peligroso (3).

Los álamos, en general, no crecen en suelos salinos. La conductividad eléctrica, que mide la salinidad del suelo, debe ser inferior a 0,9 dS/m (1). El álamo blanco es el que soporta suelos con cierto grado de salinidad (3).

En cuanto a la fertilidad del suelo, se aconseja tener niveles mínimos asimilables de 50 mg/kg de Nitrógeno, 30 mg/kg de Fósforo y 100 mg/kg de Potasio (1; 4). Los micronutrientes más importantes para los álamos son el Cobre, el Hierro y el Boro (4).

2.3. Oxígeno

Los álamos requieren de una buena aireación del suelo para lograr un adecuado desarrollo radical, por este motivo hay que evitar suelos muy arcillosos o con capas impenetrables (5).

Las raíces de las salicáceas pueden respirar el oxígeno disuelto en el agua de una napa freática móvil. Por el contrario, el agua estancada impide la necesaria oxigenación y produce la asfixia de las raíces y la muerte de la planta. En este sentido los sauces

resisten la asfixia por más tiempo que los álamos (5). En álamos, el encharcamiento prolongado de los primeros 50 cm de suelo, es causa de asfixia de las raíces (3).

2.4. Agua

Las salicáceas son consideradas especies hidrófilas, es decir, necesitan mucho agua para crecer bien. El requerimiento de agua de los álamos en Patagonia, es del orden de los 800 a 1200 mm de lluvia durante la estación de crecimiento (entre septiembre y abril aproximadamente). 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 riegos (4). Los sauces necesitan aún más agua que los álamos (6; 2).

El suelo debe estar a capacidad de campo desde que los árboles brotan en primavera hasta que se les caen las hojas en otoño. No se necesita riego cuando las raíces pueden alcanzar la napa freática, o bien cuando pueden llegar a la zona húmeda que está por encima de ella (5). La profundidad de la napa freática debe oscilar entre los 0,5 y los 2 metros de profundidad. Si se encuentra por debajo de los 2 metros se corre riesgo de pérdidas por falta de agua o estrés hídrico, mientras que si se eleva hasta la superficie, las plantas pueden tornarse susceptibles a enfermedades (7; 3).

2.5. Temperatura

Las salicáceas, en especial los álamos, provienen de zonas con inviernos fríos a muy fríos, por lo cual las bajas temperaturas, dentro de cierto rango, no constituyen un factor climático limitante de importancia (6). Durante el invierno, cuando están sin hojas, poseen gran tolerancia a temperaturas bajas y heladas severas. Sin embargo, las bajas temperaturas pueden causar daño, especialmente en los brotes apicales, si ocurren cuando las plantas están brotando durante el período de crecimiento (8).

2.6. Resumen de las condiciones ideales y limitantes para los álamos

En la Tabla 1 se presenta un resumen de los distintos aspectos considerados anteriormente.

Tabla 1. Condiciones de suelo ideales y limitantes para el cultivo de álamos.

Variable	Valor ideal	Máximo	Mínimo
Profundidad suelo	1 m o más		0,6
Textura suelo	Franco arenosa	En general los álamos no soportan suelos muy arcillosos. Algunos sauces se adaptan mejor	
% materia orgánica	3-5		3
pH	6,5 – 7,0	8,0	5,8
Conductividad eléctrica (salinidad)		0,9 dS/m	
Calcio %			70 a 75
% Nitrógeno total			0,150
Fósforo (mg/kg)			30
Potasio (mg/kg)			100
Micronutrientes importantes	Cobre, Hierro, Boro		

3. ¿Dónde se pueden plantar álamos y sauces en Gobernador Gregores?

Para responder a esta pregunta se definió, en base a imágenes satelitales y a un estudio de suelos, el área potencial existente en la zona y, dentro de ella, se definieron clases de aptitud de sitio para forestar con álamos y sauces.

El área total de estudio abarcó una superficie de 4822 ha. En una primera etapa se eliminaron los terrenos con condiciones limitantes para el cultivo de estas especies, es decir, aquellos con pendientes mayores a 5° (pensando en aplicar riego por gravedad), los asentamientos urbanos, los cursos de agua y caminos, cuerpos de agua, pedreros, salinas y mallines. El área resultante fue de 2387 ha (Figura 1) (9).

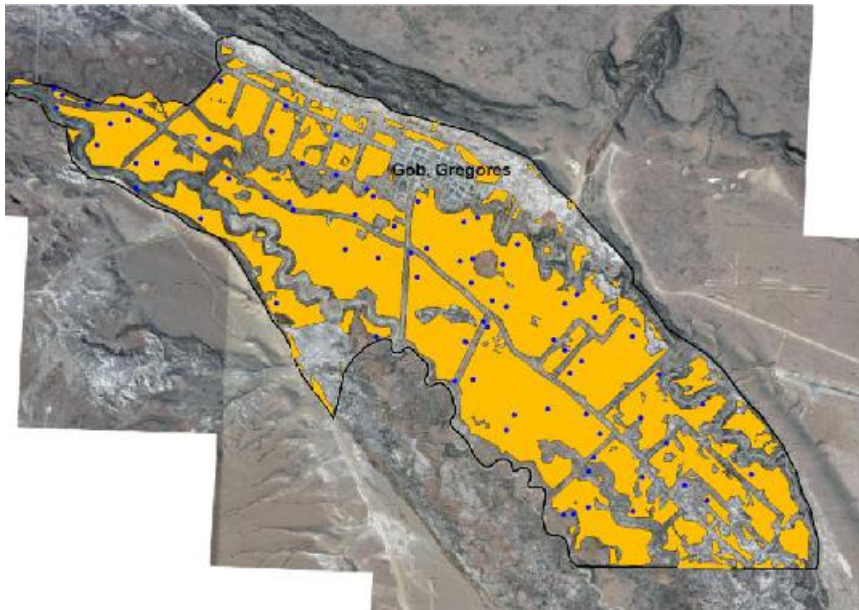


Figura 1. Imagen satelital que muestra el área de estudio (delimitada por la línea negra) y, dentro de ella, el área potencial para el cultivo de álamos, definida a partir de la información satelital (color amarillo). Los puntos azules son los lugares donde se tomaron muestras de suelo.

Sobre esta última superficie se realizó el estudio de suelos donde, en cada lugar visitado, se obtuvo una muestra para determinar pH, salinidad, contenido de materia orgánica, Nitrógeno, Fósforo y Potasio en laboratorio. Además se estimó la profundidad del suelo y la textura del mismo y se tomó información adicional sobre altitud, pendiente del terreno, tipo y cobertura de vegetación. En total, se tomaron 82 muestras en predios de 45 productores (Figura 1). Los valores promedio, máximo y mínimo de cada una de estas variables medidas en la zona, se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de las distintas variables de sitio medidas o estimadas en el chequeo a campo en Gobernador Gregores.

Variable	Promedio	Máximo	Mínimo
Profundidad efectiva del suelo (m)	0,7	1	0,2
Altitud (msnm)	283	305	265
Pendiente dl terreno (grados)	0,1	2	0
pH	7,8	8,7	6,0
Salinidad (conductividad dS/m)	0,6	2,7	0,1
%MO _{ch}	1,7	2,9	0,7
% Nitrógeno Total	0,091	0,153	0,045
Fósforo disponible (mg/kg)	23,18	66	3
Potasio asimilable (mg/kg)	92,22	283	35

El 53 % de los sitios visitados presentan vegetación arbustiva compuesta por mata negra, molle, mata amarilla, calafate y mata mora. El 47 % restante estaba arado, sin vegetación o con vegetación herbácea, predominando coirón, distintas pasturas y alfalfa (Figura 2).



Figura 2. Vegetación arbustiva presente en los sitios que no se han sistematizado para riego (izquierda) y sitio sistematizado para riego con vegetación herbácea (derecha).

En cuanto a la textura, el 33 % de los sitios presentan suelos que van de franco arcillosos a arcillosos; estos, en general, son sitios que han sido sistematizados para riego y se les ha “volado” la parte superior del suelo quedando el horizonte arcilloso en superficie. El 39% de los sitios tienen suelos con texturas que van de francas a franca arenosa, correspondiendo, en general, a lugares con vegetación arbustiva sin

sistematizar. El resto corresponde a suelos donde predominan arena y arcilla mezcladas (arcillo arenosos a franco arcillo arenosos).

Con toda esta información se clasificaron los sitios en tres clases de aptitud:

- **Sitios no aptos:** se consideraron así aquellos que presentan suelos salinos o sódicos, muy pesados (arcillosos) y/o muy poco profundos (menos de 0,50 m). En estas condiciones las salicáceas no pueden desarrollarse o los crecimientos son extremadamente lentos.
- **Sitios medianamente aptos:** no tienen problemas de salinidad ni modicidad, pero se caracterizan por presentar suelos muy pesados, con pH algo elevado, con bastante pedregosidad o suelos poco profundos. En ellos los álamos se desarrollan pero sus crecimientos son lentos.
- **Sitios aptos:** son los que presentan suelos profundos (>0,80 m), de textura franca y sin las limitantes anteriores. En ellos los álamos alcanzan los mejores crecimientos en la zona.

El área potencial final quedó clasificada de la siguiente manera (Tabla 3 y Figura 3).

Tabla 3. Superficie por clase de sitio para la forestación con álamos en Gobernador Gregores

Clase de sitio	Superficie (ha)	Sistematizada para riego (ha)
Apto	851	298
Medianamente apto	1536	678

**Zonificación por aptitud de sitios
para forestaciones de salicáceas en Gobernador Gregores**

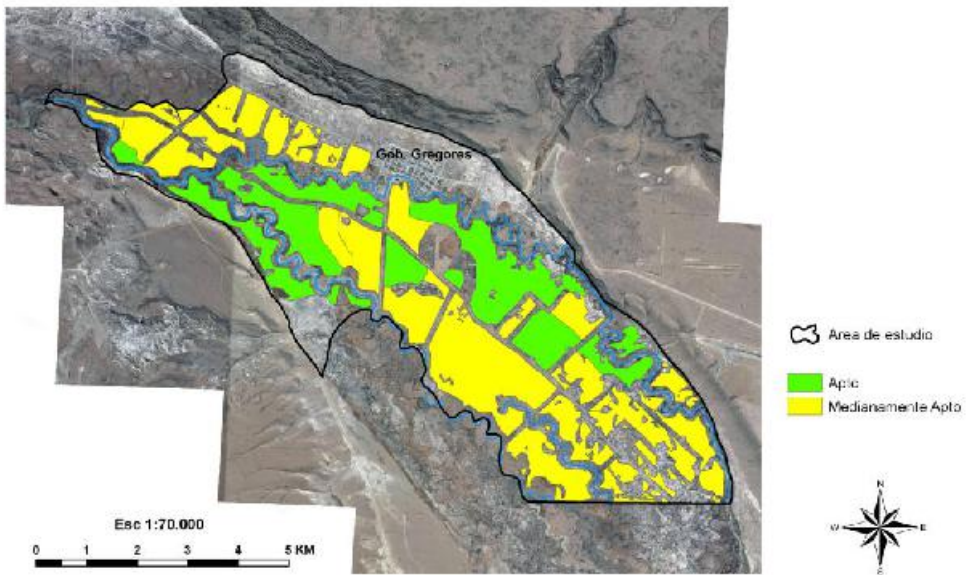


Figura 3. Zonificación del área potencial en sitios aptos (verdes) y medianamente aptos (amarillos) para el cultivo de salicáceas.

4. ¿Qué variedades de álamos y sauces se pueden plantar en cada clase de sitio?

Para conocer el comportamiento de álamos y sauces en el área de estudio, se recopiló la información de trabajos realizados en la zona (10; 11) y se midieron las plantaciones existentes en la misma (en las Figuras 4, 5 y 6 pueden verse algunas de estas plantaciones). En base a esta información se recomienda:

Para sitios medianamente aptos:

- Sauce 524/43 (*Salix 524/43*)
- Álamo criollo (*Populus nigra* itálica)



Figura 4. Cortinas de álamo criollo de 31, 21, 30 y 54 años y de 19, 16, 16 y 26 m de altura, respectivamente, en sitios medianamente aptos de Gobernador Gregores.

Para sitios aptos:

- Sauce 524/43 (*Salix 524/43*)
- Álamo criollo (*Populus nigra* itálica)
- Álamo Moissac (*Populus nigra* Moissac)
- El álamo carolino, si bien tiene buenos crecimientos, no es conveniente para la formación de cortinas porque presenta copa muy globosa y abierta, con ramas muy gruesas, siendo comunes las quebraduras de ramas con los fuertes vientos de la zona.
- En estos sitios, en base a los crecimientos de algunos ejemplares medidos, se deberían evaluar cultivares de *Populus trichocarpa*.



Figura 5a. Cortinas de álamo carolino de 60 años y 37 m de altura (izquierda arriba), de álamo criollo de 62 y 25 años y de 30 y 15 m de altura (derecha arriba y abajo) y de sauce 524/43 de 15 años y 10 m de altura (izquierda abajo), en sitios aptos de Gobernador Gregores.



Figura 5b. Cortinas de álamo blanco de 22 años y 8 m (izquierda) y de *Populus nigra* no identificado (posiblemente Moissac) de 35 años y 19 m de altura (derecha), en sitios aptos de Gobernador Gregores.

En los **sitios no aptos** se podrían utilizar el sauce 524/43, el álamo criollo y el álamo blanco (*Populus alba*), aunque siempre con muy bajos crecimientos.



Figura 6. Cortinas de álamo criollo (izquierda) y de Salix 524-43 (derecha), ambas de 20 años y 7 y 10 m de altura, respectivamente, en sitios no aptos de Gobernador Gregores.

5. ¿Qué tipo de cortinas se deben instalar para proteger a los cultivos que se realizan en la zona?

En primer lugar conviene aclarar algunos conceptos. Una **cortina principal** es aquella que se encuentra protegiendo al cultivo y está ubicada perpendicular a los vientos dominantes. Mientras que una **cortina secundaria** se instala, para aumentar la protección, cuando las principales son jóvenes y de poca altura. Estas cortinas pueden ser perpendiculares o paralelas a las principales e intermedias entre éstas. Cuando aumenta la altura de las principales y, por lo tanto, el área protegida por éstas, va a llegar un momento en que las cortinas secundarias pueden ser cortadas y el área puede quedar protegida sólo por las principales (Figura 7).

A su vez, las cortinas, ya sea principales o secundarias, se pueden clasificar por su permeabilidad al viento en: **cortinas densas** (porosidad menor al 15%), **cortinas semipermeables** (porosidad entre 15 y 45%) y **cortinas permeables** (porosidad mayor al 45%)

Una cortina densa produce una reducción mayor de la velocidad del viento, pero el área protegida es menor (**hasta 10 veces la altura de la cortina**). Por el contrario, una cortina permeable produce una reducción menor de la velocidad del viento, pero brinda protección hasta una mayor distancia (**18 veces la altura**). Por último una cortina semipermeable, es intermedia, y el área protegida es de hasta **15 veces la altura** de la cortina (12).

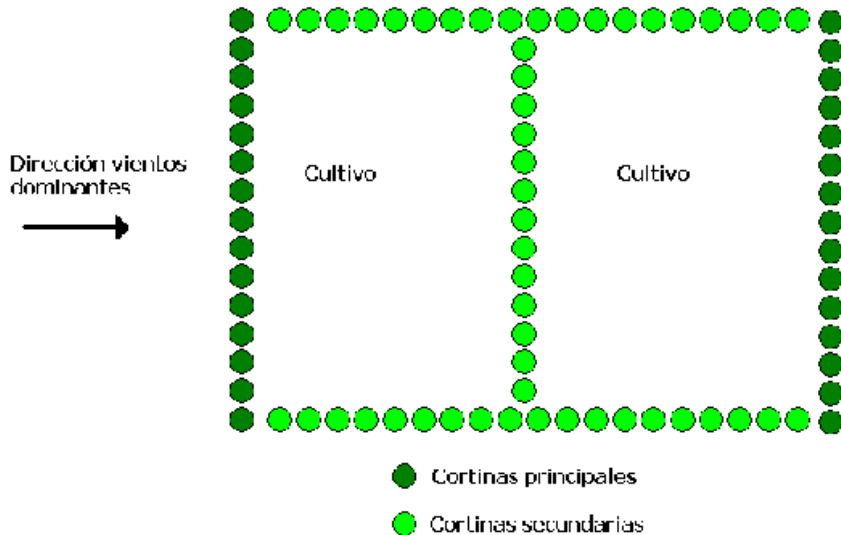


Figura 7. Cortinas principales y secundarias

Para la zona se recomienda el uso de **cortinas densas** para la protección de *cultivos sensibles* al viento, como cerezo, frutilla y lechuga, y **cortinas semipermeables**, para cultivos *semi-resistentes* al efecto del viento, como alfalfa, tulipanes para bulbos y ajo.

Se debe considerar, sin embargo, que diferentes estructuras de cortinas pueden tener similar porosidad y, en consecuencia, similar reducción del viento. A nivel orientativo, se recomiendan los siguientes tipos de **cortinas densas principales**:

- Cortina doble de álamo criollo con distanciamiento entre hileras de 1,5 m y 1 m entre plantas, plantadas a tresbolillo (Figura 8).
- 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.

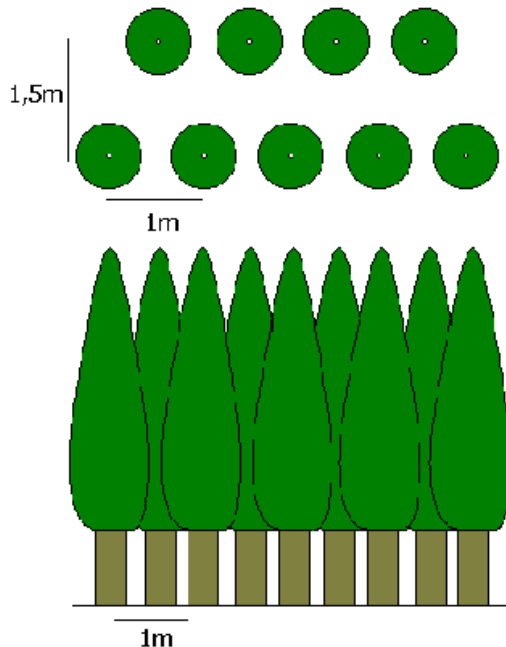


Figura 8. Cortina doble plantada a tresbolillo con una distancia de 1 m entre plantas y 1,5 m entre filas.

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

- Cortina simple de álamo criollo, distanciada a 1,2 m entre plantas (Figura 9).
- 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.

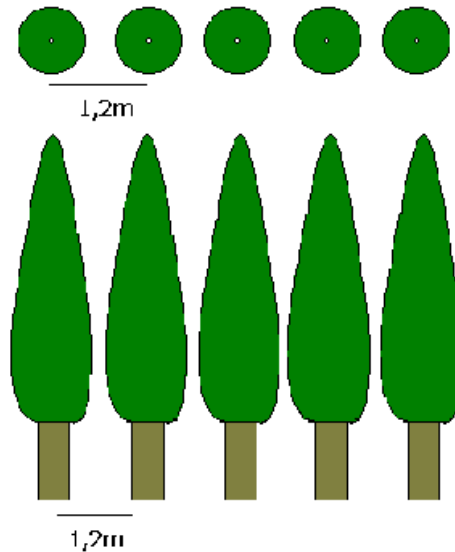


Figura 9. Cortina simple con un distanciamiento de 1,2 m entre plantas.

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

6. ¿A qué distancia se deberían plantar los distintos tipos de cortinas cortaviento en cada clase de sitio?

El distanciamiento óptimo entre cortinas estará determinado por la altura que alcanzará la cortina cortaviento y su permeabilidad, la velocidad media del viento durante el período de crecimiento de los cultivos y la sensibilidad del cultivo al viento.

En la Tabla 4 se presentan los distanciamientos óptimos, entre cortinas densas y semipermeables, basados en estudios realizados en la zona con anterioridad, para las diferentes clases de sitio en Gobernador Gregores.

Tabla 4. 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 <i>Sitio</i>	Tipo de cortina	Distanciamiento óptimo entre cortinas (m)
<i>Apto</i>	Densa	75
	Semipermeable	230
<i>Medianamente Apto</i>	Densa	63
	Semipermeable	194
<i>No Apto</i>	Densa	40
	Semipermeable	123

Teniendo en cuenta la permeabilidad de las cortinas, el crecimiento de las mismas en altura y la presencia o no de cortinas secundarias, se grafica como ejemplo en la Figura 10, el incremento del área protegida a través de los años, para una cortina semipermeable en un sitio apto (Figura 10) y en uno medianamente apto (Figura 11).

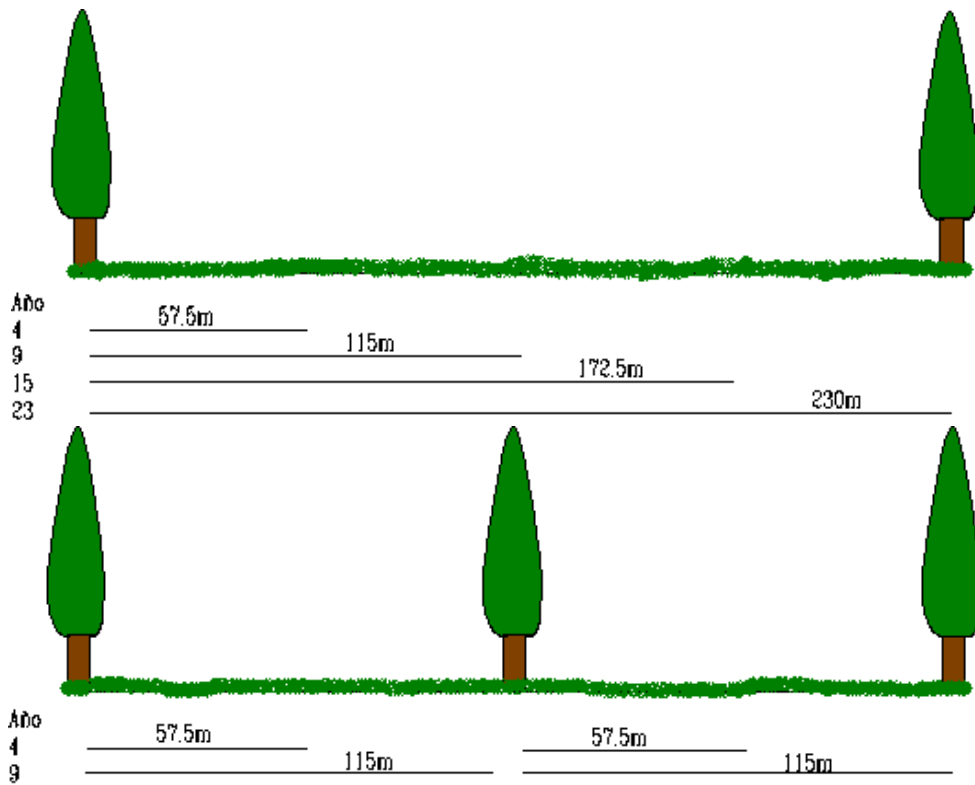


Figura 10. Aumento de la distancia del área protegida por una cortina semipermeable, a través de los años, en un sitio apto. Sin cortina secundaria arriba y con cortina secundaria abajo.

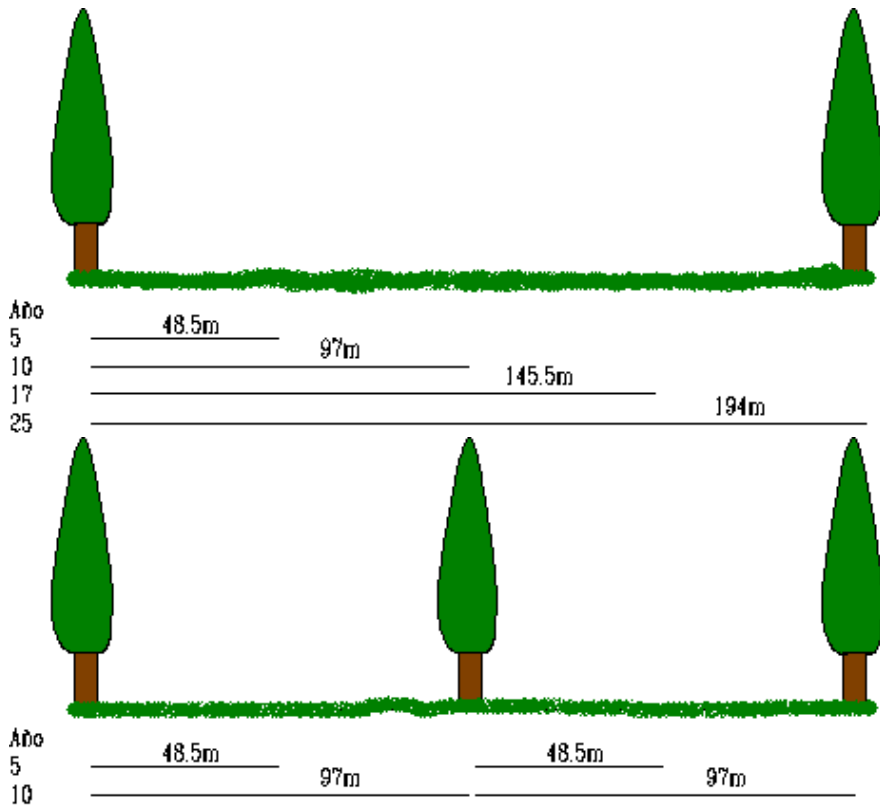


Figura 11. Aumento de la distancia del área protegida por una cortina semipermeable, a través de los años, en un sitio medianamente apto. Sin cortina secundaria arriba y con cortina secundaria abajo.

7. ¿Qué aspectos y cuidados se deben tener en cuenta para plantar?

7.1. ¿En qué época plantar?

Se debe plantar durante el reposo vegetativo, cuando las plantas han perdido todas las hojas. Esto, en la Patagonia, se produce desde fines de mayo hasta fines de septiembre (1; 4). Nunca es conveniente plantar cuando las plantas ya están brotadas. En la zona de estudio, lo conveniente sería hacerlo lo antes posible, una vez pasadas las heladas fuertes, o sea a principios de la primavera pudiendo variar la fecha, de un año a otro, en base a las condiciones climáticas.

7.2. ¿Qué plantas utilizar?

Para el establecimiento de cortinas cortaviento de álamos o sauces, los mejores resultados se obtendrán utilizando barbados de 1 o 2 años, que tengan como mínimo 80 cm de alto de tallo y 40 a 50 cm de longitud del sistema radical (Figura 12).

Las estacas no darán tan buenos resultados en prendimiento y las plantas obtenidas serán más desperejas que en el caso de utilizar barbados. Además, los cuidados de preparación del terreno, los riegos y los daños por animales serán mayores. En el caso de utilizar estacas, éstas deben tener de 40 a 50 cm de longitud (Figura 12).

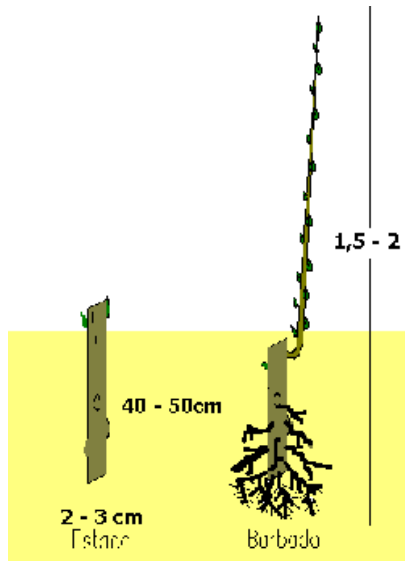


Figura 12. Estaca y barbado utilizados en plantación

7.3. ¿Cómo preparar el terreno antes de la plantación?

La preparación del suelo para la plantación se debe iniciar a fines de invierno o principios de primavera. Es conveniente, sobre todo en suelos pesados, subsolar hasta 0,80 m de profundidad en las líneas de plantación, para asegurar un correcto drenaje del agua y un mejor desarrollo de las raíces. Posteriormente, arar y disquear en las mismas líneas, para dejar el suelo bien acondicionado y libre de malezas. A veces también es necesario pasar un rotocultivador para lograr una roturación fina de la tierra. Por último, se construyen los canales de riego (3; 4) (Figura 13 y 14)



Figura 13. Preparación del terreno para la plantación de una cortina en Gobernador Gregores. Subsolaro (izquierda) y arado (derecha).



Figura 14. Preparación del terreno para la plantación de una cortina en Gobernador Gregores. rastreado (izquierda) y zanjeado (derecha).

Para favorecer el establecimiento y crecimiento de las cortinas cortavientos recientemente plantadas, es recomendable la instalación de mallas cortaviento artificiales monofilamento (tipo media sombra) de 70 % de densidad y 2 m de altura. Las mallas deberán instalarse a una distancia de, por lo menos, 1,5 m desde la cortina forestal.

Éstas también protegerán a los cultivos hasta que las cortinas crezcan (Peri, com. pers., 2008).

En el caso de utilizar estacas, conviene realizar la plantación sobre un plástico negro, que se coloca una vez finalizadas las tareas de preparación del suelo. El uso del plástico negro, que funciona como mulching, tiene tres ventajas significativas: evita el desarrollo de malezas, se hace más eficiente el riego al disminuir la evaporación del agua del suelo y genera mayores crecimientos de la planta, debido a un aumento de la temperatura del suelo, por una mayor captación de radiación solar por la superficie de color negro (Peri, com. pers., 2008).

7.4. ¿Cómo marcar el distanciamiento de plantación en el terreno?

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 puede usar un alambre con marcas, según la distancia de plantación. Con una pala corazón se marca donde se realizará el hoyo de plantación (1; 4), también se puede colocar una estaquita en el lugar.

7.5. ¿Qué herramientas se pueden utilizar para plantar?

Para la plantación de barbados se pueden utilizar pala u hoyadora. Esta última no es conveniente para suelos arcillosos porque las paredes del hoyo se compactan y crean un obstáculo para el desarrollo de las raíces (3).

Los hoyos deben tener, como mínimo, 30 cm de diámetro y 40 a 50 cm de profundidad, dependiendo del tamaño de las plantas.

La hoyadora debe ser reforzada, de 30 a 40 cm de diámetro y de 80 a 100 cm de largo. Algunos rendimientos de tractor con hoyadora, encontrados en la bibliografía o comentados por productores o técnicos de la región, son los siguientes:

- 60 a 80 hoyos por hora para suelos sueltos (1).
- 55 a 65 hoyos por hora en terrenos livianos y bien preparados (8)

En la zona del valle del Río Negro, las plantaciones se realizan, por lo general, utilizando un tractor con hoyadora y detrás van los plantadores colocando la planta en el hoyo y tirando la tierra en el mismo. Se mencionan rendimientos de plantación de 1.110 barbados de un año por día, a un distanciamiento de 6 m x 3 m, con un tractor con hoyadora y 2 plantadores (9).

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

En Gobernador Gregores, durante la instalación de las plantaciones demostrativas y teniendo en cuenta la plantación, la poda y desbrotada (las plantas vinieron sin poda del vivero), la fertilización y la colocación de las protecciones, se tuvieron rendimientos promedio de 45 plantas por jornal, haciendo los hoyos con tractor con hoyadora.

7.6. ¿Cómo realizar la plantación?

Esta actividad incluye la distribución de plantas en el sitio de plantación, lo que normalmente se realiza con tractor y acoplado, evitando las horas de helada o de altas temperaturas. Dos hombres van en el acoplado colocando las plantas, una al lado de cada hoyo (4). Se introducen las plantas en el hoyo a una profundidad de 20 a 30 cm mayor que la que estaban en vivero y se llena el pozo con tierra, apisonando suavemente para evitar que queden huecos con aire junto a las raíces (1; 4). En el caso de utilizarse estacas, éstas deben ser enterradas 2/3 de su longitud, a mano, dejando afuera 2 a 4 yemas (ver Figura 12).

Desde que los barbados salen del vivero hasta que son plantados se debe tener cuidado de que no se sequen las raíces. Pueden colocarse con las raíces en agua corriente (arroyo, canal, etc) o en una zanja cubriendo sus raíces con tierra húmeda. Si al momento de plantar, el suelo no está bien húmedo, es aconsejable dar un riego de asentamiento, inmediatamente después de la plantación (1). Las plantas deben ir al costado del canal, no dentro del mismo (Figura 15).

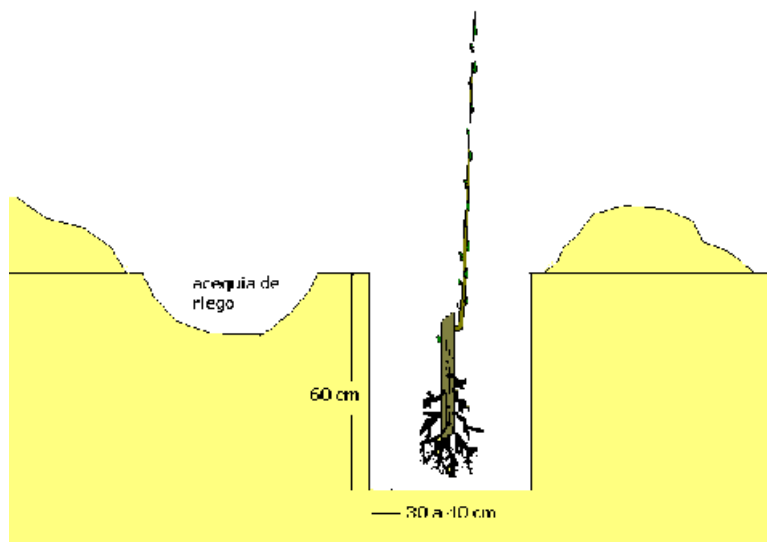


Figura 15. Ubicación de las plantas respecto del canal de riego.

Para mejorar el contenido de materia orgánica se puede utilizar guano de oveja o vaca en el hoyo de plantación, colocando una palada en el fondo del hoyo, mezclado con tierra, luego una palada de tierra y por último se coloca la planta.

En base a los resultados de los análisis de suelo realizados en la zona, sería conveniente aprovechar este momento para incorporar un fertilizante. Peri (com. pers., 2008) recomienda, para los suelos pobres de Santa Cruz, una fertilización con NPK (15-15-15) en una dosis de 150 g/planta. El fertilizante se puede poner en dos tajos realizados en el suelo, con una pala, a los costados de la planta ya plantada o en la parte superior del hoyo, una vez tapadas las raíces con tierra. No es conveniente poner el fertilizante en contacto directo con las raíces (Figura 16 y 17).

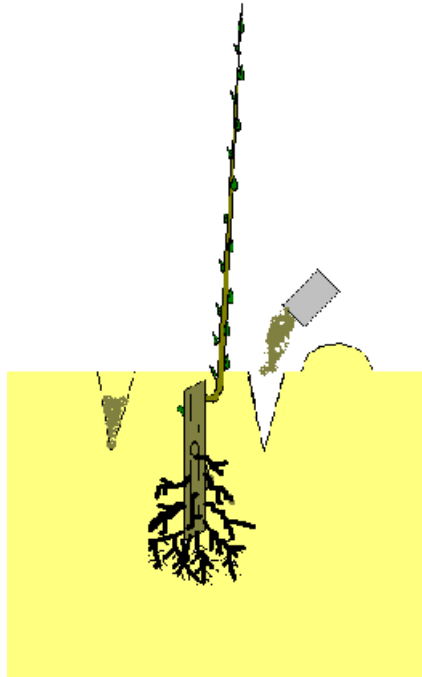


Figura 16. Colocación del fertilizante a los cotados de la planta



Figura 17. Colocación del fertilizante en la parte superior del hoyo

En la zona, es fundamental proteger las plantas contra el ataque de liebres. Para ello se pueden utilizar mallas plásticas tubulares, de aproximadamente 10 a 13 cm de diámetro, que se comercializan en rollos de 50 metros. Se utiliza 1 metro por barbado, a fin de enterrar la parte inferior y para que las liebres no puedan llegar a la planta en caso de nevadas (Figura 18). Con este fin, se podrían utilizar otras protecciones más económicas, fabricadas con otros materiales o productos descartables, como botellas de plástico, que se han empleado en la zona con buenos resultados.



Figura 18. Cortina doble realizada con barbados de álamos y con protecciones contra liebres.

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 balsámiferos soportan mejor la competencia y, la reposición, podría extenderse hasta 2 años después de la plantación (5; 1).

En el caso de emplearse estacas, si las mismas no se utilizan en forma inmediata de cortadas del estaquero, deben enterrarse hasta el momento de la plantación. Para esto se debe hacer una zanja, en un lugar fresco, apenas húmedo, y se colocan los atados de estacas en forma horizontal. Se cubren con tierra (20 – 30 cm) y así pueden guardarse por algunas semanas. En caso de plantarse inmediatamente de cortadas del estaquero, conviene colocar los atados de estacas en agua durante 24 – 48 hs antes de la plantación.

8. Manejo de las cortinas cortavientos

8.1. 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. En Gobernador Gregores, la más importante y que no debe dejar de realizarse es la primera.

Poda de formación: tiene por finalidad la formación de fustes rectos y sin horquillas o bifurcaciones (5; 1). Esta práctica se realiza durante los primeros años hasta lograr un fuste único y recto de la mayor altura posible, por lo menos 4 metros (Figura 19).

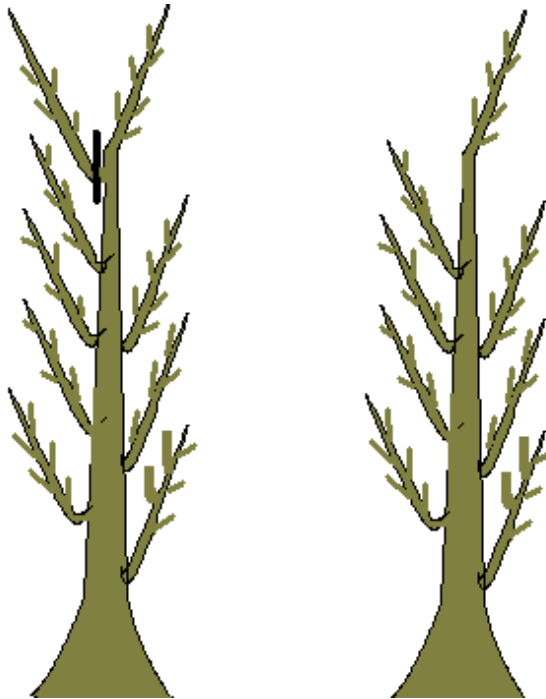


Figura 19. Poda de formación donde se elimina la rama que compite con el eje principal para obtener un fuste recto y sin bifurcaciones.

Poda propiamente dicha: su objetivo principal es la obtención de madera de calidad libre de nudos. Para cortinas se deben eliminar las ramas hasta una altura de 2,5 metros (1). Esta poda debe realizarse durante los primeros años de la plantación. Nunca se debe

podar más de la mitad de la altura del árbol porque esto afectaría su crecimiento (Figura 20).

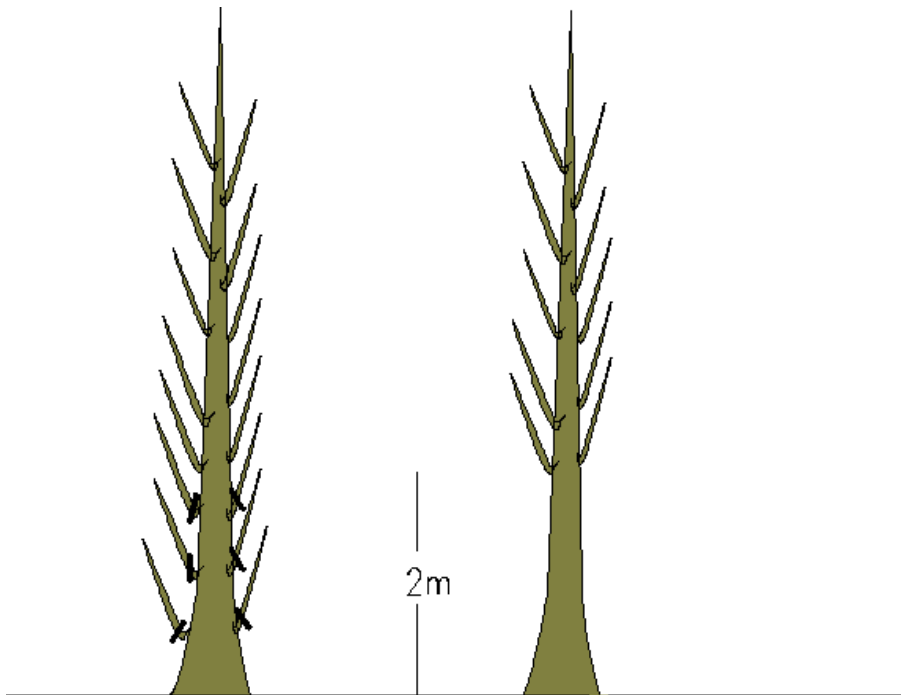


Figura 20. Poda propiamente dicha eliminando las ramas hasta los 2 m de altura.

Monda: Es la operación destinada a remover los brotes chupones que puedan desarrollarse sobre el tronco después de la poda (13). 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 (1). Estos brotes pueden eliminarse a mano, en primavera o verano, para evitar su reaparición. También pueden usarse tijeras de poda (5). Si no se eliminan afectan negativamente la calidad de la madera perdiéndose los beneficios de haber realizado las podas.

Para la poda es aconsejable el uso de tijerones de poda, ya que realizan un corte limpio y neto. También se pueden utilizar serruchos cola de zorro. Nunca deben utilizarse herramientas de golpe como machetes o hachas. El corte de las ramas debe realizarse lo más cercano al tronco, sin dejar parte de rama o corteza. Tampoco se debe hacer muy profundo porque se lastima la corteza del árbol y tardaría más tiempo en cicatrizar (Figura 21).

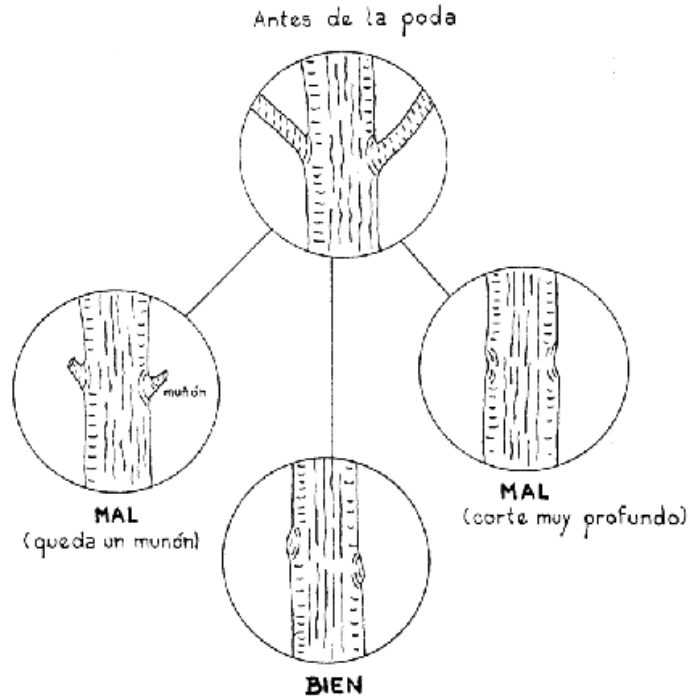


Figura 21. Podas bien y mal realizadas

El momento más oportuno para el desrame es cuando la planta se halla en reposo vegetativo (sin hojas), pero próximo a comenzar su crecimiento primaveral. Esto permite la rápida cicatrización de heridas (13).

Una poda realizada entrada la primavera o el verano, cuando existe un intenso movimiento de savia, puede provocar efectos negativos. La ocurrencia de un corte o herida facilita el exudado de savia que atraería a hongos e insectos, constituyendo la puerta de entrada de severas infecciones y pudriciones. Por otro lado, la poda realizada en esta época provoca un debilitamiento general y un menor crecimiento del individuo. 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 (13).

8.2. Riegos

En Patagonia los riegos se realizan entre septiembre y fines de abril y, según la edad de la plantación, cada 5 - 7 días en plantaciones jóvenes y cada 10 - 15 días en plantaciones adultas. El requerimiento de agua de los álamos en esta zona es de entre 8.000 y 12.000 m³/ha/año.

8.3. Control de Malezas

El cultivo debe permanecer libre de la competencia de malezas para lograr un eficiente aprovechamiento del agua y de los nutrientes. Para ello se deberá combatir las durante los primeros años. La eliminación de malezas se puede realizar en forma química con herbicidas o mecánica con herramientas manuales.

8.4. Otros factores a tener en cuenta

Otro aspecto importante a considerar es disminuir la competencia radical y por luz de la cortina cortaviento con el cultivo que protege. Para reducir los efectos de competencia radical se deberá realizar (i) un subsolado (20 a 50 cm de profundidad), del lado en que la cortina da al cuadro de cultivo, desde su plantación y hasta los 5 años, (ii) riego y (iii) fertilización entre las hileras de la cortina. Estas medidas concentrarán la masa de raíces de los árboles en mayor medida fuera del cuadro a proteger (Peri, com. pers., 2008).

9. ¿Qué crecimiento pueden alcanzar las cortinas forestales en las distintas clases de sitio de Gobernador Gregores y cómo se deben manejar?

Para estimar el crecimiento de las cortinas, en cada clase de sitio, se aplicaron los estudios realizados con anterioridad en la provincia (14), y la información obtenida de las cortinas de la zona en el presente proyecto.

Se consideraron las tres clases de sitio mencionadas anteriormente: sitios aptos, medianamente aptos y no aptos. Estos últimos, si bien se consideraron no aptos para la forestación con álamos, se tuvieron en cuenta en este análisis para dar una orientación a los productores que poseen esta clase de sitios.

En cada clase de sitio se simuló el crecimiento de una cortina densa, que es apta para proteger los cultivos sensibles al viento que se desarrollan en la zona (frutilla, cerezo y lechuga), y de una cortina semipermeable, que es la adecuada para proteger cultivos semiresistentes al efecto del viento (alfalfa, ajo o pasturas).

De los tipos de cortinas propuestas, se consideraron para este análisis, solo las compuestas por álamo criollo, debido a que es la única especie de la que hay información suficiente para simular su crecimiento.

9.1. Crecimiento y manejo de una cortina densa de álamo criollo en sitios aptos (para proteger frutilla, cerezo, lechuga)

En la Tabla 6 se presenta la evolución en altura, diámetro y volumen, para una cortina densa de álamo criollo, en un sitio apto de Gobernador Gregores. La cortina es doble, con un distanciamiento de 1,5 m entre filas y de 1m entre plantas, plantadas a tresbolillo. Esto implica un número de 210 plantas cada 100 m de cortina. Las cortinas se colocarán perpendiculares a los vientos dominantes y el distanciamiento entre cortinas será de 75 m.

En cuanto a los tratamientos silvícolas a aplicar, se propone realizar dos podas de formación al 2º y 4º año, dependiendo de que los individuos presenten bifurcaciones, y una poda hasta los 2,5 m al año 11. En base a los valores presentados en la Tabla 6, los crecimientos medios alcanzados a los 50 años son de 0,51 m/año en altura, 0,9 cm/año en diámetro y 7,44 m³/año/100 m de cortina en volumen.

Tabla 6. Tratamientos silvícolas a aplicar y evolución de la altura, el DAP y el volumen promedio para una cortina densa en un sitio apto.

Edad (años)	Altura (m)	Diámetro (DAP) (cm)	Volumen (m ³)/100 m de cortina	Tratamientos
1	1,4	1,0	0,01	
2	2,5	2,1	0,10	Poda de formación
3	3,6	3,0	0,30	
4	4,5	3,9	0,64	Poda de formación
5	5,4	4,8	1,13	
11	10,1	10,7	9,87	Poda hasta 2,5 m
21	15,9	20,0	52,23	
31	20,2	28,5	132,04	
41	23,4	36,5	245,53	
50	25,6	43,3	371,83	

9.2. Crecimiento y manejo de una cortina semipermeable de álamo criollo en sitios aptos (para proteger alfalfa, ajo, pasturas)

En la Tabla 7 se presenta la evolución en altura, diámetro y volumen de una cortina semipermeable de álamo criollo en un sitio apto. En este caso, la cortina es simple, con un distanciamiento de 1,2 m entre plantas (84 plantas cada 100 m de cortina). El distanciamiento entre cortinas deberá ser de aproximadamente 230 m.

Tabla 7. Tratamientos silvícolas a aplicar y evolución de la altura, el DAP y el volumen promedio para una cortina semipermeable en un sitio apto.

Edad (años)	Altura (m)	Diámetro (DAP) (cm)	Volumen (m ³)/100 m de cortina	Tratamientos
1	1,4	2,1	0,02	
2	2,5	4,3	0,16	Poda de formación
3	3,6	6,4	0,50	
4	4,5	8,5	1,10	Poda de formación
5	5,4	10,5	2,01	
6	6,3	12,5	3,27	Poda hasta 2,5 m
11	10,1	21,7	15,34	
21	15,9	36,6	67,03	
31	20,2	47,6	142,21	
41	23,4	55,5	223,63	
50	25,6	60,7	292,44	

En cuanto a los tratamientos silvícolas a aplicar, son los mismos propuestos para la cortina densa de esta clase de sitio, con la diferencia de que la poda hasta los 2,5 m se

realizará en el año 6. Los crecimientos medios alcanzados a los 50 años son de 0,51 m/año en altura, 1,20 cm/año en diámetro y 5,85 m³/año/100 m de cortina en volumen.

9.3. Crecimiento y manejo de una cortina densa de álamo criollo en sitios medianamente aptos (para proteger frutilla, cerezo, lechuga)

En la Tabla 8 se presenta la evolución en altura, diámetro y volumen de la cortina densa de álamo criollo en un sitio medianamente apto. La cortina propuesta está formada por dos hileras, con un distanciamiento de 1 m entre plantas y de 1,5 m entre hileras (210 plantas cada 100 m de cortina). El distanciamiento entre cortinas deberá ser de aproximadamente 63 m. En cuanto a los tratamientos silvícolas a aplicar, en este caso se deben realizar tres podas de formación, al 2º, 4º y 6º año y una poda hasta los 2,5 m al año 11.

Tabla 8. Tratamientos silvícolas a aplicar y evolución de la altura, el DAP y el volumen promedio para una cortina densa en un sitio medianamente apto.

Edad (años)	Altura (m)	Diámetro (DAP) (cm)	Volumen (m ³)/100 m de cortina	Tratamientos
1	0,8	0,9	0,01	
2	1,5	1,8	0,05	Poda de formación
3	2,3	2,7	0,15	
4	3,0	3,6	0,34	Poda de formación
5	3,7	4,4	0,63	
6	4,3	5,3	1,07	Poda de formación
9	6,2	7,9	3,39	
11	7,4	9,7	5,92	Poda hasta 2,5 m
21	12,5	17,9	33,00	
31	16,4	25,5	85,48	
41	19,3	32,5	161,07	
50	21,5	38,4	245,48	

Los crecimientos medios alcanzados a los 50 años son de 0,43 m/año en altura, 0,80 cm/año en diámetro y 4,91 m³/año/100 m de cortina en volumen.

9.4. Crecimiento y manejo de una cortina semipermeable de álamo criollo en sitios medianamente aptos (para proteger alfalfa, ajo, pasturas)

En la Tabla 9 se presenta la evolución en altura, diámetro y volumen de una cortina semipermeable de álamo criollo en un sitio medianamente apto de Gobernador Gregores. La cortina propuesta es una cortina simple con un distanciamiento de 1,2 m entre plantas (84 plantas cada 100 m de cortina). En este caso, el distanciamiento entre cortinas deberá ser de aproximadamente 194 m.

En cuanto a los tratamientos silvícolas a aplicar se realizarán dos podas de formación, al 3º y 5º año y una poda hasta los 2,5 m al año 7. Los crecimientos medios alcanzados a los 50 años son de 0,43 m/año en altura, 1,10 cm/año en diámetro y 3,97 m³/año/100 m de cortina en volumen.

Tabla 9. Tratamientos silvícolas a aplicar y evolución de la altura, el DAP y el volumen promedio para una cortina semipermeable en un sitio medianamente apto.

Edad (años)	Altura (m)	Diámetro (DAP) (cm)	Volumen (m ³)/100 m de cortina	Silvicultura
1	0,8	1,8	0,01	
2	1,5	3,7	0,08	
3	2,3	5,6	0,25	Poda de formación
4	3,0	7,5	0,56	
5	3,7	9,3	1,06	Poda de formación
6	4,3	11,1	1,76	
7	5,0	12,8	2,68	Poda hasta 2,5 m
11	7,4	19,3	8,87	
21	12,5	32,7	41,75	
31	16,4	42,7	92,26	
41	19,3	50,0	149,06	
50	21,5	54,9	198,46	

9.5. Crecimiento y manejo de una cortina densa de álamo criollo en sitios no aptos (para proteger frutilla, cerezo, lechuga)

En la Tabla 10 se presenta la evolución en altura, diámetro y volumen de la cortina densa de álamo criollo en un sitio no apto. La cortina propuesta está formada por dos hileras, con un distanciamiento de 1 m entre plantas y de 1,5 m entre hileras (210 plantas cada 100m de cortina). El distanciamiento entre cortinas deberá ser de 40 m. En cuanto a los tratamientos silvícolas, no se justifica la realización de podas debido al lento crecimiento de estas cortinas. Los crecimientos medios alcanzados a los 50 años son de 0,27 m/año en altura, 0,60 cm/año en diámetro y 1,73 m³/año/100 m de cortina en volumen.

Tabla 10. Evolución de la altura, el DAP y el volumen promedio para una cortina densa en un sitio no apto (IS₄₀:12).

Edad (años)	Altura (m)	Diámetro (DAP) (cm)	Volumen (m ³)/100 m de cortina
1		0,7	0,00
3		2,1	0,03
5		3,5	0,13
11	3,2	7,5	1,52
21	6,5	13,6	9,98
31	9,5	19,2	28,02
41	11,9	24,2	55,27
50	13,7	28,3	86,30

9.6. Crecimiento y manejo de una cortina semipermeable de álamo criollo en sitios no aptos (para proteger alfalfa, ajo, pasturas)

En la Tabla 11 se presenta la evolución en altura, diámetro y volumen de la cortina semipermeable de álamo criollo en un sitio no apto de Gobernador Gregores. La cortina propuesta está formada por una hilera con plantas distanciadas a 1,2 m. El distanciamiento entre cortinas deberá ser de 123 m. En este caso, y por los mismos motivos mencionados en el caso anterior, no se justifica la realización de podas. Los crecimientos medios alcanzados a los 50 años son de 0,27 m/año en altura, 0,90 cm/año en diámetro y 1,53 m³/año/100 m de cortina en volumen.

Tabla 11. Evolución de la altura, el DAP y el volumen promedio para una cortina semipermeable en un sitio no apto (IS₄₀:12).

Edad (años)	Altura (m)	Diámetro (DAP) (cm)	Volumen (m ³)/100 m de cortina
1		1,3	0,00
3		4,0	0,04
5		6,8	0,19
11	3,2	14,3	2,12
21	6,5	24,7	12,45
31	9,5	32,7	31,10
41	11,9	38,7	54,52
50	13,7	42,9	76,60

10. ¿Cómo se puede determinar el volumen de madera de un árbol de nuestra plantación?

Para estimar el volumen de un árbol de álamo criollo, se puede utilizar la tabla de volumen elaborada a partir de estudios realizados por el INTA Santa Cruz (14) (Tabla 12). Para saber el volumen del árbol primero se tiene que conocer su altura y su DAP (diámetro a la altura del pecho o a 1,3 m desde el suelo) (En el ANEXO se explica cómo se pueden medir la altura y el diámetro de un árbol).

Suponiendo que el árbol mide 46 cm de diámetro (DAP) y 20 m de altura. Para estimar su volumen, se entra por la columna de DAP de la Tabla 15 y se baja hasta la fila de DAP 46. En la intersección de esta fila con la columna de altura total 20 m se obtiene el valor de volumen total (1,634 m³). Si el valor de DAP o altura que medimos en nuestro árbol, no coincide exactamente con los valores de la Tabla, se debe tomar el valor más cercano.

Para álamo carolino y sauce no se han elaborado tablas en Gobernador Gregores pero, para obtener valores orientativos, se podrían aplicar estudios también realizados por el INTA Santa Cruz en Ea La Julia (19) (Tablas 13 y 14). En este caso sólo hay que medir el DAP (diámetro a la altura del pecho o a 1,3 m desde el suelo). El valor de volumen obtenido por estas tablas, para álamo carolino y sauce, va a tener un mayor error debido a que se basan sólo en el diámetro y a que están hechas con datos de otra zona. El uso sería similar al explicado anteriormente para saber el volumen de álamo criollo, solamente que aquí se entra en la columna de DAP hasta el valor medido en nuestro árbol y se obtiene directamente el valor de volumen en la columna de al lado.

Tabla 12. Tabla de volumen total con corteza en m³ para álamo criollo.

DAP (cm)	Altura (m)						
	5	10	15	20	25	30	35
8	0,013	0,026					
10	0,02	0,04	0,06				
12	0,028	0,056	0,085				
14	0,038	0,076	0,114	0,153			
16		0,098	0,148	0,197			
18		0,123	0,185	0,247	0,31		
20		0,151	0,227	0,303	0,379		
22		0,181	0,273	0,364	0,456		
24		0,214	0,322	0,43	0,539	0,647	0,756
26		0,25	0,376	0,502	0,629	0,755	0,882
28		0,288	0,434	0,579	0,725	0,871	1,017
30		0,329	0,495	0,661	0,828	0,995	1,162
32			0,561	0,749	0,937	1,126	1,315
34			0,63	0,842	1,053	1,266	1,478
36			0,703	0,939	1,176	1,413	1,65
38			0,78	1,042	1,305	1,568	1,831
40			0,861	1,151	1,44	1,731	2,021
42				1,264	1,582	1,901	2,22
44				1,382	1,73	2,079	2,428
46				1,506	1,885	2,265	2,645
48				1,634	2,046	2,458	2,871
50				1,768	2,213	2,659	3,105
52				1,907	2,387	2,868	3,349
54				2,05	2,567	3,084	3,601
56				2,199	2,753	3,307	3,862
58				2,353	2,945	3,538	4,132
60				2,511	3,144	3,777	4,411
62				2,675	3,349	4,023	4,698
64				2,844	3,56	4,277	4,994
66				3,017	3,777	4,538	5,299
68				3,196	4	4,806	5,613
70				3,379	4,23	5,082	5,935
72				3,567	4,466	5,365	6,266
74				3,761	4,708	5,656	6,605
76				3,959	4,956	5,954	6,953
78				4,162	5,21	6,259	7,309
80				4,37	5,47	6,572	7,674

Tabla 13. Tabla de volumen total con corteza en m³ para álamo carolino.

<i>DAP (cm)</i>	<i>Volumen (m³)</i>
8	0,016
10	0,029
12	0,047
14	0,071
16	0,100
18	0,136
20	0,179
22	0,230
24	0,288
26	0,355
28	0,431
30	0,515
32	0,610
34	0,714
36	0,829
38	0,954
40	1,090
42	1,238
44	1,397
46	1,569
48	1,753
50	1,949
52	2,159
54	2,382
56	2,619
58	2,870
60	3,134
62	3,414
64	3,708
66	4,018
68	4,343
70	4,683
72	5,040
74	5,413
76	5,802
78	6,208
80	6,631

Tabla 14. Tabla de volumen total con corteza en m³ para sauce.

<i>DAP (cm)</i>	<i>Volumen (m³)</i>
8	0,025
10	0,039
12	0,057
14	0,078
16	0,103
18	0,131
20	0,162
22	0,198
24	0,236
26	0,278
28	0,324
30	0,374
32	0,427
34	0,483
36	0,543
38	0,607
40	0,675
42	0,746
44	0,821
46	0,899
48	0,982
50	1,068
52	1,157
54	1,250
56	1,348
58	1,448
60	1,553
62	1,661
64	1,773
66	1,889
68	2,008
70	2,132
72	2,259
74	2,389
76	2,524
78	2,663
80	2,805

11. ¿En cuánto puede aumentar la producción de los cultivos protegidos por cortinas?

En la zona de estudio existen varios trabajos del INTA Santa Cruz, que evalúan el efecto de las cortinas forestales de álamos, sobre la producción de diferentes cultivos como alfalfa, ajo y frutilla (15; 16; 17). A continuación se presenta un resumen de esa información.

11.1. Alfalfa

Peri y Utrilla (15) evaluaron el efecto de cortinas cortaviento sobre la producción de alfalfa cv Dawson, en Gobernador Gregores.

La cortina de protección era de álamo criollo densa con una altura de 19 m. La siembra de la alfalfa se realizó en octubre a 20 kg/ha.

La altura de la alfalfa protegida por la cortina, al primer corte, fue de 74 cm y, al segundo corte, de 81 cm. La producción total en materia seca fue de 12.286 kg/ha. En la alfalfa sin protección, la altura al primer corte fue de 34,5 cm y, al segundo corte, de 43 cm, mientras que la producción total de materia seca fue de 7.392 kg/ha (Tabla 15).

Tabla 15. Producción de materia seca de tres cortes de alfalfa (var. Dawson) producida con y sin protección de cortinas de álamos (15).

Protección	Primer corte (kg/ha)	Segundo corte (kg/ha)	Tercer corte (kg/ha)	Total (kg/ha)
Sin protección	2.287	3.973	1.132	7.392
Con protección	6.146	4.942	1.198	12.286

11.2. Ajo

Peri, Citadini y Romano (17) estudiaron el efecto de cortinas cortaviento sobre la producción de ajo Violeta Santacruceño en Gobernador Gregores.

La cortina de protección era densa, de álamo criollo y con una altura de 22,5 m. La plantación se realizó con 170.000 dientes/ha. Las mediciones se realizaron a 13,6 m; 25 m; 50 m; 100 m y 200 m de distancia desde la cortina. En este caso no se observaron diferencias entre los distintos tratamientos en cuanto a peso y calibre de los bulbos (Tabla 16).

Tabla 16. Peso medio y calibre de los bulbos a distintas distancias de la cortina de protección (17)

Distancia desde la cortina (m)	Peso medio de los bulbos (gr/cabeza)	Calibre de los bulbos (cm)
13,6	45,42	5,2
25	53,48	5,5
50	48,02	5,3
100	48,32	5,3
200	60,08	5,7

A pesar de que no hubo diferencias significativas, los autores mencionan que se necesita una mayor frecuencia de riegos al descampado y que hay mayores pérdidas de suelo por erosión eólica. Además, mencionan la necesaria presencia de las cortinas para realizar rotaciones con cultivos más sensibles (alfalfa, frutilla, etc.).

Por otro lado, varios productores de la zona, mencionan haber encontrado diferencias importantes en el tamaño de los bulbos entre un cultivo de ajo protegido y uno sin protección.

11.3. Frutilla

Peri y colaboradores (16) evaluaron la incidencia del efecto protector de cortinas forestales en la producción de frutilla variedad Fern. en Gobernador Gregores.

La cortina empleada era simple, densa, de álamo criollo, con una altura media de 3,15 m. El cultivo de frutilla se realizó a una densidad de 44.440 plantas/ha en hileras simples. Se midió la producción de frutillas a 4 m, 6 m, 10 m, 18 m y 28 m de distancia de la cortina. Los valores obtenidos en kg/ha se presentan en la Tabla 17.

Tabla 17. Peso medio y calibre de los bulbos a distintas distancias de la cortina de protección (17)

Distancia desde la cortina (m)	Producción de frutillas (Kg/ha)	Mortalidad de frutillas (%)
4	3.512,2	
6	2.608,6	5
10	1.789,9	
18	502,8	50
28	171,7	50

Gabriel J.C. (com. pers., 2009), menciona que el cultivo de frutillas en la zona de Gobernador Gregores, sólo se puede realizar con protección de cortinas, caso contrario, habría una alta mortalidad y los frutos producidos sufriría muchos daños por abrasión mecánica y desecación por el viento.

12. ¿Cuáles son los costos de incorporar las cortinas cortaviento?

Se calcularon los costos correspondientes al establecimiento y mantenimiento de los tipos de cortinas analizados anteriormente en el punto 9 para las clases de sitio apto y medianamente apto, y cumpliendo con todas las recomendaciones técnicas realizadas en este manual. Para la estimación de los costos se analizaron tres modelos productivos:

- Rotación Alfalfa – Avena – Alfalfa; protegidos por cortinas principales semipermeables de álamo criollo y por cortinas secundarias de sauce 524/43 (Figura 22).
- Rotación Ajo - Avena - Alfalfa – Ajo; protegidos por cortinas principales semipermeables de álamo criollo y por cortinas secundarias de sauce 524/43 (Figura 22).
- Frutillas bajo microtúneles protegidos por cortinas principales densas de álamo criollo y por cortinas secundarias de sauce 524/43 (Figura 23).

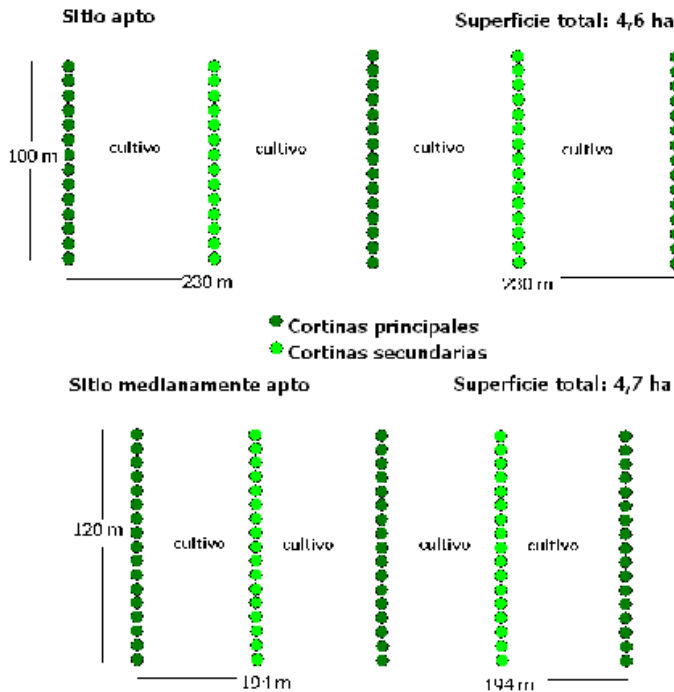


Figura 22. Diseño de los cuadros destinados a las rotaciones alfalfa – avena – alfalfa y ajo – alfalfa – avena – ajo con las cortinas protectoras principales y secundarias para sitios aptos (arriba) y medianamente apto (abajo).

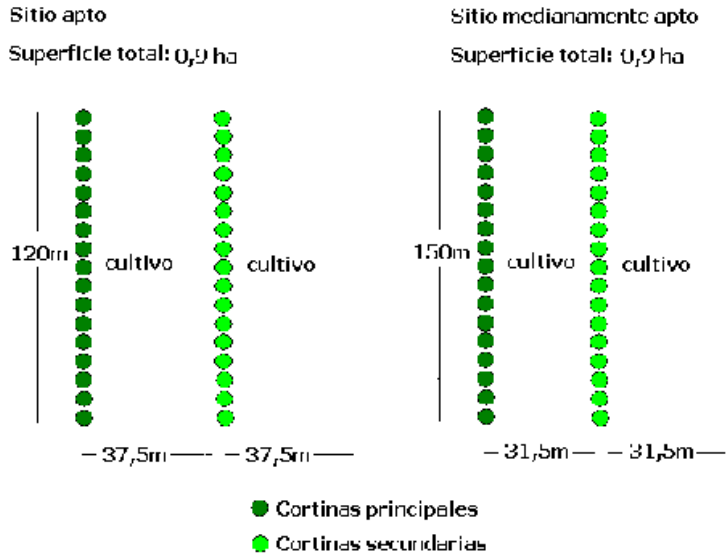


Figura 23. Diseño de los cuadros destinados a la producción de frutillas con las cortinas protectoras principales y secundarias para sitios aptos (izquierda) y para sitios medianamente aptos (derecha).

Se tuvieron en cuenta los precios del jornal de trabajo vigentes en Gobernador Gregores a principio del año 2009, y el valor de los barbados y de aquellos insumos utilizados para cada actividad que pueden adquirirse en la localidad, salvo aquellos que necesariamente deben traerse de otras regiones porque no se consiguen en la zona. En el caso de uso de maquinaria agrícola, se supuso que ésta se alquila al Consejo Agrario Provincial (CAP) al costo correspondiente para cada tipo de maquinaria. Como estas cortinas se asocian a cultivos, no se consideraron costos para riego, debido a que éste ya se realiza para el mantenimiento de los otros cultivos. Por la misma razón, tampoco se consideró el costo de alambrado. En caso de utilizar maquinaria propia, sistematizar para riego, instalar alambrado, etc., estos costos deberían modificarse o incorporarse al cálculo. Asimismo, si no se realiza fertilización, no se utilizan protecciones contra liebres, etc., estos gastos deberían eliminarse del costo total.

En la Tabla 18 se resumen los costos de establecimiento y de las actividades silviculturales para los diferentes sitios y tipos de cortinas. La información completa puede consultarse en las Tablas 1 a 4 del ANEXO 1.

Tabla 18. Costos de establecimiento y manejo de cortinas de protección en diferentes clases de sitio para los distintos esquemas de producción propuestos (valores año 2009).

Tipo de cortina	Clase de sitio	Plantación (\$/ha)	Reposición y poda de formación (\$/ha)	Poda hasta 2,5 m (\$/ha)	Mantenimiento (\$/ha)
Cortina semipermeable	Apto	955,6	69,4	78,9	36,0
con cortina secundaria	Medianamente apto	1115,3	79,6	89,9	42,7
Cortina densa	Apto	4503,5	381,7	450,6	165,7
con cortina secundaria	Medianamente apto	5422,6	454,3	538,2	197,2

13. ¿Cómo mejoran los ingresos al incorporar las cortinas cortaviento asociadas a diferentes cultivos?

Por la incorporación de las cortinas, se producen diferentes ingresos además de los que brindaría el cultivo sin el uso de cortinas. Las mejoras en los ingresos se deben a los siguientes motivos:

- Acogimiento a los beneficios promovidos por el Gobierno Nacional a través de la Ley 25.080, prorrogada por la 26.432, que consisten en aportes monetarios no reintegrables por superficie forestada.
- Ingresos por la venta de rollos de álamo y leña de sauce y álamo.
- Incremento de los ingresos por mejoras en el rinde de los cultivos asociados a las cortinas. En este caso, se restaron los costos extra, relacionados a los aumentos en la productividad de los cultivos.

A continuación se calcula cada uno de estos ingresos.

13.1. Ingreso proveniente de los beneficios promovidos por el Estado Nacional

La ley 25.080, establece aportes no reintegrables que el Gobierno Nacional destina al establecimiento de macizos y cortinas protectoras bajo riego. Para el año 2008 estuvo vigente, de acuerdo con la Res. Nac. 587/08 de la SAGPyA, el pago de \$ 3.785,60 por cada ha forestada con cortinas de álamos bajo riego, considerando como equivalente de una hectárea forestada a una cortina que cuente con 800 plantas, con un distanciamiento entre plantas de 1 a 3 m (sin importar el largo de la cortina ni las hectáreas comprometidas en las diferentes actividades productivas asociadas). En el caso de tratarse de proyectos que tengan una cantidad menor de plantas, se les pagará el monto proporcional a la cantidad de árboles plantados.

En la Tabla 19 se detallan los ingresos plausibles a ser percibidos por ha por los productores que incorporen cortinas en los casos analizados en este proyecto.

Tabla 19. Ingresos por subsidios (ley 26.432) para el establecimiento de cortinas de protección en diferentes clases de sitio y para los esquemas propuestos (valores año 2009).

Tipo de cortina	Clase de sitio	Plantas/ha	Monto otorgando por el Subsidio Nacional (en \$/ha)
Cortina semipermeable	Apto	68	322,3
con cortina secundaria	Medianamente apto	77	365,9
Cortina densa	Apto	356	1.682,5
con cortina secundaria	Medianamente apto	423	2.003,0

13.2. Ingresos por la venta de madera

Se estimó el ingreso por venta de dos productos: leña, por la totalidad del volumen producido en el caso de las cortinas secundarias y leña (20 % del volumen) y rollos (80 % del volumen) por la venta de los productos obtenidos de las cortinas principales. Los precios considerados se presentan en la Tabla 20.

Tabla 20. Precios por venta de leña y madera en rollos (valores año 2009).

Producto	Precio de venta (\$/m ³)
Leña de álamo y sauce	45 ⁽¹⁾
Rollizos maderables en acanchadero	145 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Valor de venta en Gobernador Gregores. ⁽²⁾ Este valor se obtuvo del valor en pie que se está pagando en la zona del Valle de Río Negro y en Chubut (120 \$/m³) más el costo de aprovechamiento y trozado (25\$/m³).

En el caso de las cortinas principales, se supone que la venta de la madera se produce al finalizar el proyecto productivo, en el momento en el que las cortinas alcanzan los 40 cm de diámetro. Las cortinas secundarias se venden bajo la misma modalidad en cuanto ya no son necesarias debido a que, las cortinas principales, alcanzan la altura suficiente para brindar una adecuada protección a la totalidad del cuadro y siempre que tengan valor como leña (se consideró un diámetro mínimo de 20 cm).

Para estimar la producción de madera en m³/planta se utilizaron los datos sobre crecimiento mencionados en este manual. Para determinar los m³ estéreos de leña se aplicó un coeficiente de apilamiento de 0,5 lo que implica que 1m³ sólido = 2 m³ estéreo de leña (18).

A continuación se presenta una tabla resumen (Tabla 21), con el valor de los ingresos esperados por la producción de madera y leña proveniente de las cortinas, en el año de cosecha.

Tabla 21. Ingresos provenientes de la venta de madera y leña producto del aprovechamiento de las cortinas de protección principales y secundarias en diferentes clases de sitio y para los esquemas propuestos (valores año 2009).

Cortinas Principales	Clase de sitio	Horizonte del proyecto (años)	Producto	m ³ maderables cada 100 m de cortina	m ³ estéreo cada 100 m de cortina	m de cortina /ha	\$/m ³	Ingresos (\$/ha)
Cortina semipermeable	Apto	25	Leña		38,1	43	45	737,9
			Rollizos	76,3		43	145	4.755,60
	Medianamente apto	30	Leña		36,9	52	45	863,5
			Rollizos	73,8		52	145	5.565,10
	Apto	45	Leña		119,6	133,3	45	7.177,90
			Rollizos	239,3		133,3	145	46.258,10
Cortina densa	Medianamente apto	50	Leña		98,2	158,7	45	7.013,70
			Rollizos	196,4		158,7	145	45.199,50

Cortinas Secundarias	Clases de sitio	Edad (años)	Producto	m ³ /planta*	m ³ estéreo / planta	Plantas/ha	\$/m ³	Ingresos (\$/ha)
Leña								
Asociada a una cortina principal semipermeable	Apto	23	Leña	0,18	0,36	29	45	475,8
	Medianamente apto	25	Leña	0,11	0,21	34	45	324,4
Leña								
Asociada a una cortina principal densa	Apto	23	Leña	0,18	0,36	89	45	1.460,20
	Medianamente apto	25	Leña	0,11	0,21	106	45	1.011,20

* Este volumen por planta se estimó en base a los crecimientos medidos en las cortinas de sauce de la zona de estudio en el presente proyecto

13.3. Ingresos por mejoras en los cultivos

Rotación alfalfa – avena - alfalfa

Para la producción de alfalfa (7 años) y de avena (2 años), se estableció una escala mínima de 5 ha, dedicadas al cultivo, para cada una de las dos clases de sitio (apto y medianamente apto). En la Figura 22 se puede observar el croquis para las dos clases de sitio consideradas.

El porcentaje de incremento en la producción de los diferentes cultivos se determinó en base a los estudios realizados por el INTA Santa Cruz y que se resumen en el punto 10. En el caso de la avena, por falta de información, se supuso que el incremento en la producción, debido al efecto protector de las cortinas, era el mismo que para la alfalfa. Para las cortinas semipermeables, el límite de la protección se produce a 14 veces la altura que alcanza la cortina.

De esta forma, para sitios aptos, con cortinas semipermeables principales y cortinas secundarias, a partir de los cuatro años se protege la mitad del predio, y a partir de los 9 años la totalidad del mismo (Figura 10). En cambio, en sitios medianamente aptos, se espera que a partir de los 5 años se resguarde la mitad del predio y a partir de los 10 años la totalidad del mismo.

De acuerdo con el diseño de cortinas propuesto para este caso, se estimaron los aumentos en la producción para luego calcular los costos e ingresos incrementales producto de la incorporación de cortinas protectoras. Se supuso, por falta de información, que la producción y el incremento de la misma era similar en las distintas clases de sitio.

El esquema de rotación se detalla en la Tabla 22. Para la producción de alfalfa, se consideró que, en el primer año en que se implanta el cultivo, la cosecha es nula. En el segundo año se alcanza un 60 % de la máxima producción, entre el tercero y sexto año se alcanza la máxima producción y en el séptimo la producción merma en un 20 %.

Tabla 22. Esquema de rotación, ingresos y costos incrementales óptimos para cada cultivo (valores año 2009).

Cultivo	Alfalfa	Avena
Rotación (años)	7	2
Mejoras en la producción por la acción de la cortina	4.894 kg/ha (mejora en un 66,2% la producción sin protección).	2.979 kg/ha (se supuso que la producción aumenta en igual proporción que la alfalfa).
Mejoras en la Producción (en fardos/ha/año)	163	99
Precio del fardo (en \$/fardo)	25	15
Ingresos incrementales máximos (\$/ha/año)	4.075	1.485
	Alambre 359	Alambre 220
	Enfardado 172	Enfardado 105
Costos de cosecha incrementales (en \$/ha/año)	Levantado 21	Levantado 135
	Mano de obra 183	Mano de obra 111
Costos incrementales óptimos (en \$/ha/año)	926	571
Incremento neto (\$/ha/año)	3149	914

Rotación ajo - alfalfa – avena - ajo

Al igual que para la rotación anterior, para la producción de ajo (2 años), alfalfa (7 años) y avena (2 años), se estableció una escala mínima de 5 ha dedicadas al cultivo. La evaluación se realizó para cada clase de sitio. Para este cultivo, se introducen cortinas simples semipermeables y cortinas secundarias.

El tamaño de los cuadros y la capacidad de protección de las cortinas son iguales a los planteados para la rotación alfalfa-avena (Figura 22). También se consideró, al igual que en el caso anterior, que en el primer año que se implanta la alfalfa la cosecha es nula. En el segundo año se alcanza un 60 % del máximo de producción, entre el tercer y sexto año se llega al máximo de producción y en el séptimo la producción merma en un 20 %. Tampoco se hizo diferenciación en la producción de los cultivos para las diferentes clases de sitio. En la Tabla 23 se describe la rotación de los cultivos y los ingresos y costos incrementales óptimos relacionados con cada uno.

Tabla 23. Esquema de rotación, ingresos y costos incrementales óptimos para cada cultivo (valores año 2009).

Cultivo	Ajo	Alfalfa	Avena
Rotación (años)	2	7	2
Mejoras en la producción por la acción de la cortina	No es sensible a la incorporación de las cortinas.	4.894 kg/ha (mejora en un 66,2% la producción sin protección).	2.979 kg/ha (se supuso que la producción aumenta en igual proporción que la alfalfa).
Mejoras en la Producción (en fardos/ha/año)	---	163	99
Precio del fardo (en \$/fardo)	---	25	15
Ingresos incrementales óptimos (en \$/ha/año)	---	4.075	1.485
Costos de cosecha incrementales (en \$/ha/año)	---	Alambre 359 Enfardado 172 Levantado 21 Mano de obra 183	Alambre 220 Enfardado 105 Levantado 135 Mano de obra 111
Costos incrementales óptimos (en \$/ha/año)	---	926	571
Incremento neto (\$/ha/año)	---	3149	914

Producción de frutillas

Para la producción de frutillas bajo microtúneles se consideró la instalación de cortinas densas principales y secundarias, en una superficie mínima de 0,90 ha, de acuerdo con la propuesta realizada por el INTA Santa Cruz en 2008 (20). En la Figura 23 se observan las dimensiones de los cuadros y la distribución de las cortinas principales y secundarias.

En el caso de la producción de frutillas, de acuerdo con lo explicado anteriormente, corresponden sólo los costos y los ingresos producto de la venta de la madera, puesto

que no es posible producir este cultivo sin la existencia de cortinas cortaviento, con lo cual, todos los ingresos por la producción, se obtienen por el aprovechamiento de las cortinas existentes y los beneficios promovidos por el Estado Nacional (ver Tablas 19 y 21 cortina principal densa con cortina secundaria).

14. ¿Cómo mejora la rentabilidad de un proyecto de inversión que incorpora las cortinas cortaviento asociadas a diferentes cultivos?

Para analizar los efectos económicos de la incorporación del álamo en la producción de las diferentes rotaciones, se realizó un Flujo de Caja Incremental, que consiste en realizar un cash flow en el que solamente se incluirán los egresos e ingresos monetarios que impliquen cambios en la estructura de costos e ingresos, de aquellos proyectos que ya se encuentran en marcha (21). Entonces, suponiendo que las actividades productivas ya se están realizando en la zona, de acuerdo con los tratamientos usuales utilizados en la región, lo que se intenta comprobar es la mejora en el rendimiento económico que puede provocar la incorporación del álamo con fines de protección, dentro del esquema productivo actual. De esta forma, los costos e ingresos comunes, no influirán en la decisión de incorporar o no las cortinas protectoras.

En el caso de estudio, serán costos incrementales los costos de instalación de las cortinas, todas las actividades de manejo asociadas al mantenimiento de las mismas y los mayores costos de cosecha por incrementos en la producción de los cultivos. Asimismo, serán incrementales los ingresos producidos por la venta de los productos maderables al finalizar el horizonte de planificación, las mejoras en el rinde de los cultivos debido al efecto protector de las cortinas y los ingresos extra que se puedan lograr por la obtención de los mecanismos de promoción existentes a nivel nacional.

Los indicadores de rentabilidad que se utilizaron para evaluar las diferentes alternativas son el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Si bien se conocen las deficiencias de la TIR como método de evaluación de proyectos de inversión, se la incorporó para obtener información adicional, y poder conocer la tasa máxima de descuento que aceptaría el proyecto para que éste siga siendo rentable (para mayor detalle consultar a Brealey y Myers (22)).

El VAN es la diferencia entre todos los ingresos y egresos derivados del proyecto, expresados en moneda actual (21). La TIR es aquella tasa que hace $VAN = 0$ (22).

Para los indicadores el criterio de decisión es realizar el proyecto siempre que el $VAN > 0$. Esto implicará que la diferencia resultante entre ingresos y costos actualizados es positiva, incluyendo el costo de oportunidad del capital, que está representado por la tasa de descuento seleccionada. En el caso de la TIR, se considera que el proyecto es rentable siempre que el costo de oportunidad del capital sea inferior a la TIR.

$$VAN = \sum_{t=0}^T \frac{I_t - C_t}{(1+i)^t}$$

$$0 = \sum_{t=0}^T \frac{I_t - C_t}{(1+TIR)^t}$$

Donde: I_t y C_t son los ingresos y costos producidos respectivamente en el año t . La edad de rotación es T y la tasa de descuento es i .

En estas condiciones, siempre que el VAN del Flujo de Caja Incremental arroje resultados positivos, se concluirá que es rentable la incorporación de las cortinas dentro del esquema productivo pre-existente.

El horizonte de planificación del proyecto será el que establece la cosecha de la cortina protectora. En este caso se consideró el momento en que el diámetro de los árboles alcanza los 40 cm.

Los flujos de caja se calcularon por hectárea producida, prorrateando los ingresos y egresos de acuerdo al tamaño de los cuadros, y teniendo en cuenta un área mínima razonable desde el punto de vista productivo de cada cultivo.

Para el sector en estudio se utilizó una tasa de descuento del 8 %, que representa la rentabilidad mínima que se le exige generalmente a proyectos forestales (23; 24).

El flujo de caja incremental para la producción de frutillas no se analizó, debido a que no se puede pensar en llevar adelante la actividad sin el establecimiento de cortinas protectoras.

Analizados los flujos de caja incremental para la rotación alfalfa – avena - alfalfa, se observa que la incorporación de cortinas cortavientos permite aumentar la rentabilidad predial en todas las clases de sitio. En la Tabla 24 se detallan los resultados de los indicadores de rentabilidad resultantes de cada evaluación. Los flujos de caja completos se encuentran en el ANEXO 1.

Tabla 24. Indicadores de rentabilidad para cada uno de los escenarios para la rotación alfalfa – avena - alfalfa.

VAN incremental	En pesos/ha
Sitios Aptos	13.251,9
Sitios Moderadamente a poco aptos	12.456,9
TIR del proyecto incremental	en porcentaje
Sitios Aptos	37,0
Sitios Moderadamente a poco aptos	26,3

En la Tabla 25 se resumen los indicadores de rentabilidad para cada escenario para la rotación ajo – alfalfa – avena - ajo. Se puede observar que, en todos los casos, el flujo de caja incremental es positivo; por tal motivo, la incorporación de cortinas cortavientos permite aumentar la rentabilidad predial.

Tabla 25. Indicadores de rentabilidad para cada uno de los escenarios para la rotación ajo – alfalfa – avena - ajo.

VAN incremental	En pesos/ha
Sitios Aptos	10.527,9
Sitios Moderadamente a poco aptos	10.496,2
TIR del proyecto incremental	En porcentaje
Sitios Aptos	38,6%
Sitios Moderadamente a poco aptos	26,5%

Luego del análisis realizado, y de acuerdo con los resultados de los indicadores de rentabilidad, se deduce que es rentable la instalación de cortinas protectoras asociadas a la producción tanto de pasturas exclusivamente, como también de una rotación de pasturas y ajo.

En todos los casos el VAN del proyecto incremental es positivo y la tasa interna de retorno siempre supera el 25 % con respecto a la situación sin cortinas protectoras. La TIR, al tratarse de la evaluación de un proyecto incremental, lo que en realidad significa es que, si la rentabilidad del proyecto original (este es el proyecto sin cortinas) fuera, por ejemplo, del 5 % en sitios aptos, esta se vería incrementada en un 38,6 %, es decir, la rentabilidad con cortinas sería cercana al 7 %.

Respecto de la comparación entre las diferentes clases de sitio, como era de esperarse, se observa que la incorporación de cortinas cortavientos es más rentable en los sitios aptos. Esto se observa sin haber tenido en cuenta mejoras en la producción de los cultivos al mejorar el sitio. De existir dicho aumento en la producción en los mejores sitios, las diferencias en la rentabilidad deberían incrementarse aún más entre ambas clases.

Para el cultivo de frutillas se estimaron los costos e ingresos relacionados con la instalación de las cortinas densas. En este caso, la instalación de las cortinas es imprescindible para la producción; no se puede producir frutillas sin la presencia de cortinas de protección. La decisión de instalar o no cortinas secundarias estará condicionada a la altura que tengan las cortinas principales al iniciarse el proyecto y a la superficie afectada a la producción, antes que a los resultados de los indicadores de rentabilidad asociados a la cortina.

Bibliografía

- (1) Amico I. 2001. Viverización y cultivo de álamos y sauces. INTA. 47 p.
- (2) Suarez R. 1993. Las salicáceas. Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Comisión VI. Paraná, Entre Ríos, 1993. AFoA. s/p.
- (3) Menoyo H., Mombelli O., Davel M. 1994. Los álamos en la Patagonia. Serie Técnica 2. Ed. Universitaria de la Patagonia. 41 p.
- (4) García J. 2002. Forestación con salicáceas en áreas bajo riego de Patagonia. SAGPyA. NEF Patagonia. 36 p. Extraído de <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/deleg/manusali.pdf>
- (5) FAO 1980. Los álamos y los sauces. Colección FAO Montes N°10. Roma. 349 p.
- (6) Leonardis R. 1960. Silvicultura de las salicáceas. Implantaciones de bosques comerciales. INTA. p 193 – 206.
- (7) Montoya Oliver J.M. 1988. Chopos y choperas. Agroguías mundi-prensa. Madrid, España. 121 p.
- (8) Sanhueza Silva, A. 1996. Indicaciones para el cultivo del Álamo. Documento Técnico 98. Chile Forestal. Año XXI – N° 238. 16 p.
- (9) Davel M., Havrylenko S., Barbé A. 2007. Informe final del proyecto: "Estudio exploratorio para el desarrollo de forestaciones de salicáceas en tres zonas de la Patagonia". SECyT Programas y Proyectos Especiales, CIEFAP, Fundación para el Desarrollo Forestal, Ambiental y del Ecoturismo Patagónico. 140 p.
- (10) 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.
- (11) 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.
- (12) Peri P.L. 1998. Eficiencia de cortinas protectoras: Efectos de parámetros estructurales en la reducción del viento, provincia de Santa Cruz, Argentina. Quebracho 6: 19-26.
- (13) Díaz B. 2005. Cómo podar especies forestales. <http://www.elcampo.com/>

-
- (14) Peri P., Martínez Pastur G. 1998 Crecimientos en cortinas cortaviento de *Populus nigra* cv itálica en Patagonia Sur (Argentina) Rev. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales 7 (1-2): 73-83. España.
- (15) Peri P.L. y Utrilla V. 1997. Efectos de cortinas cortaviento sobre la producción de alfalfa (cv Dawson) en la provincia de Santa Cruz, Argentina. Actas II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Tomo Política, Economía y Educación. Posadas, Misiones, 13-15 de Agosto de 1997. Pp. 59-65.
- (16) Peri P., Cittadini E., Espina H. y 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). Valdivia, Chile. Publicado en CD.
- (17) Peri P., Cittadini E. y Romano G. 1998. Efecto de cortinas cortaviento sobre la producción de ajo violeta en la provincia de Santa Cruz, Argentina. Actas Primer Congreso Nacional de Profesionales de Cambio Rural. Buenos Aires, 20-21 de mayo de 1998. Acta de Resúmenes Pp. 99. Trabajo completo en WEB: www.inta.gov.ar/cambio/links/PC243.PDF
- (18) Alder 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Estudio FAO Montes. Vol I. 90p.
- (19) 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.
- (20) Freiheit A., Schorr A., Segui M.F., Mora J. 2008. Costo productivo de la producción de frutillas bajo microtunel en Gobernador Gregores. AER INTA Gobernador Gregores, EEA INTA Santa Cruz y AER INTA Río Gallegos. 6p.
- (21) Sapag Chain, Nassir, Sapag Chain Reinaldo. 1997. Preparación y Evaluación de Proyectos. 3ra Edición. Editorial Mc Graw Hill.
- (22) Brealey, R. y S. Myers. 1993. Fundamentos de financiación empresarial. Editorial Mc Graw-Hill.
- (23) Davel, Miguel (Ed.). 2008. Establecimiento y manejo del pino oregón en Patagonia. Capítulo 9. Determinación del turno financiero en plantaciones de pino oregón en diferentes calidades de sitio. María Victoria Fernández. Manual N° 9. CIEFAP.
- (24) Loguercio, Gabriel, Fernández, María Victoria, Ruiz Tagle-Molina, Mauricio, Davel, Miguel y Havrylenko, Sofía Beatriz. 2006. Modelo de Asignación de Recursos para la generación de Cuencas de Forestación en la provincia del Chubut. Proyecto PIA (12/04).

Legislación consultada

Ley Nacional 25.080 de Inversión para Bosques Cultivados y el Decreto Reglamentario 133/99.

Ley Nacional 26.432 que prorroga la Ley Nacional 25.080.

Ley Provincial 2.531 de adhesión a la Ley Nacional 25.080.

ANEXO 1

Método sencillo para la medición de la altura de árboles en pie

Para medir la altura de un árbol, existen distintos instrumentos sofisticados (clinómetros, hipsómetros, etc.), que dan el valor de la altura con bastante exactitud. Sin embargo, no es común hasta el momento, que un productor patagónico posea alguno de estos instrumentos. En este caso se puede emplear un antiguo método de medición aproximada de alturas: **la vara de hachero o regla de Staff**.

Para su construcción se necesita una varilla de aproximadamente 1 cm de espesor y de un largo igual a la distancia existente entre el ojo y el puño del operario con el brazo extendido. Como esta distancia puede variar de una persona a otra, cada operario debe tener su propia vara (Figura 1).



Figura 1. Forma de definir la longitud de la vara.

Para la medición, el operario se para frente al árbol a medir, a una distancia aproximada a la altura del mismo. Tomando la vara por la mitad, en posición vertical y con el brazo extendido en dirección al árbol, el operario debe desplazarse hacia delante o hacia atrás hasta que la visual que pasa por el extremo superior de la vara coincida con el ápice del árbol, y la que pasa por el extremo inferior coincida con la base del árbol. En ese punto, la distancia entre el operador y el árbol es igual a la altura del mismo. Por lo tanto, midiendo esta distancia sobre el suelo, con una cinta métrica se obtiene la altura del árbol (Figura 2).

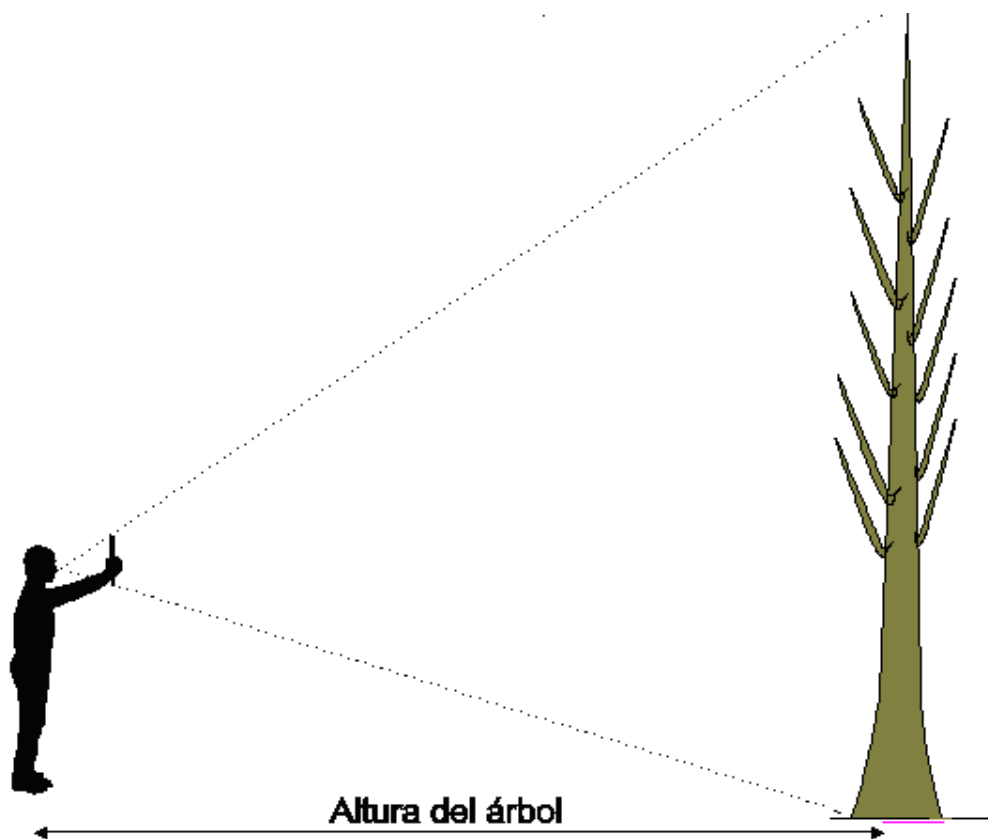


Figura 2. Medición de altura con la vara de hachero.

Medición del diámetro a la altura del pecho (DAP)

El diámetro a la altura del pecho o DAP, es el diámetro del árbol a 1,3 m desde el suelo (Figura 3).

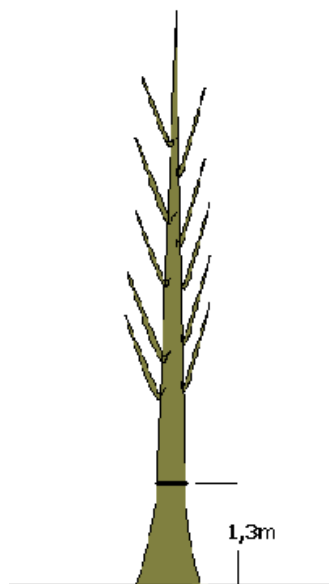


Figura 3. Altura a la que se mide el diámetro del árbol (DAP)

Para medir este diámetro existe un instrumento de medición llamado forcípula o calibre forestal. Para la medición se debe colocar el calibre bien horizontal, sobre el tronco del árbol (a la altura del pecho del operario) y se toma el valor del diámetro que indica la regla graduada (Figura 4). Estas forcípulas pueden ser de madera o metálicas

Otra forma de medir el diámetro es con una cinta métrica. Para esto medimos con la cinta alrededor del tronco, siempre a la altura del pecho y cuidando que la cinta quede bien horizontal. El valor que se obtiene es una dimensión llamada circunferencia; este valor dividido por 3,1416 da el diámetro (Figura 5).

$$\text{Diámetro (cm)} = \text{Circunferencia (cm)} / 3,1416$$

Por ejemplo, si la circunferencia medida del tronco, a la altura del pecho, es de 104 cm, el diámetro (DAP) será de 33,1 cm:

$$104 \text{ cm} / 3,1416 = 33,1 \text{ cm}$$

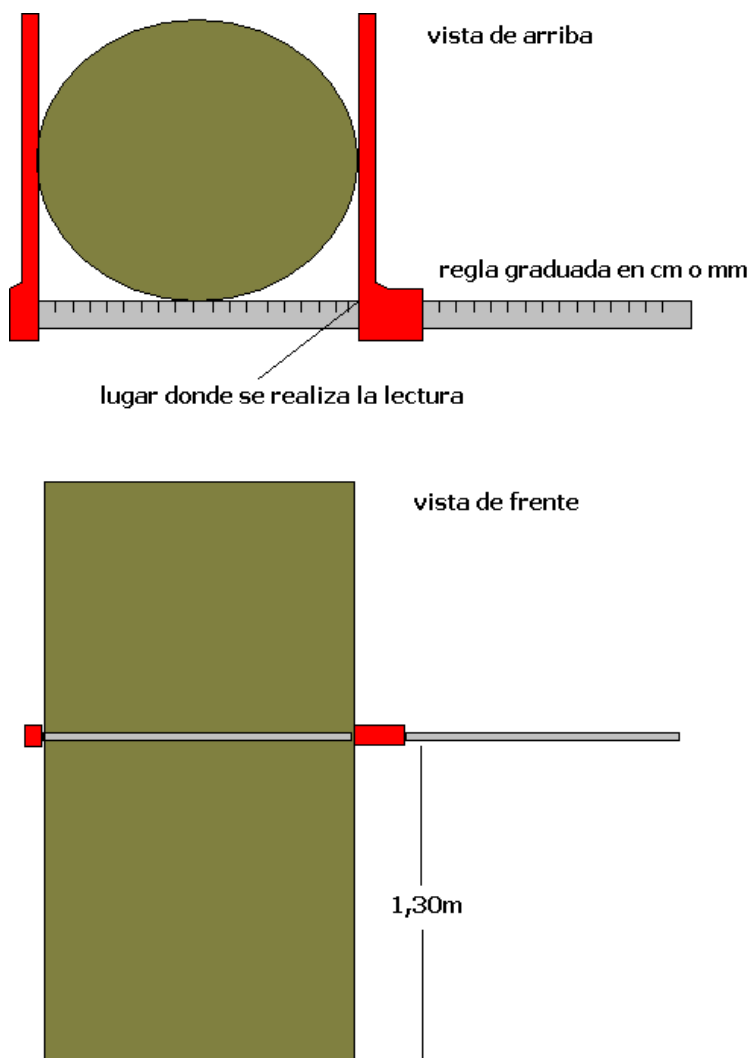


Figura 4. Medición de diámetro de un árbol en pie con forcípula o calibre forestal.

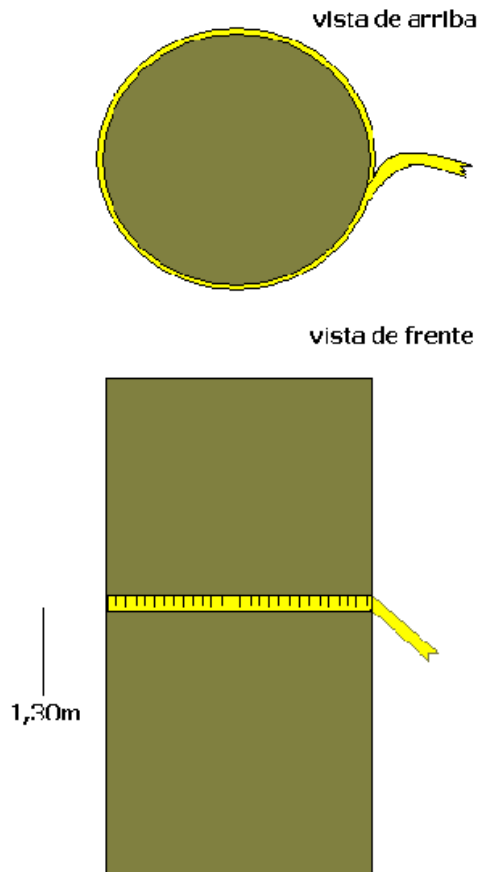


Figura 5. Medición de diámetro de un árbol en pie con cinta diamétrica o cinta métrica común.

Existen cintas denominadas diamétricas, que ya vienen graduadas con la medida calculada del diámetro.

ANEXO 2

Determinación de los costos de establecimiento y mantenimiento de las cortinas para los diferentes escenarios planteados

Tabla 1. Costo de establecimiento y mantenimiento de una cortina semipermeable y 2 secundarias en sitios aptos (valores año 2009).

PLANTACION								
43 m/ha de cortina principal - Supone 2 cuadros de 2,3 ha c/u - 1,2 m distanciamiento entre plantas								
200 m/ha de cortina secundaria - 1,5 m distanciamiento entre plantas								
	Mano de obra		Maquinaria		Insumos		PARCIAL	ITEM
	jor/ha	\$/ha	horas/ha	\$/ha	unid/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
Obras de riego								76,30
Canales			0,87	76,30			76,30	
Preparación del suelo								178,03
Arada			0,87	76,30			76,30	
Disqueada			0,58	50,87			50,87	
Subsolado			0,58	50,87			50,87	
Plantación								
Plantas (1,2m)					68	204,35	204,35	392,96
Marcación	0,08	8,17					8,17	
Acond y dist. Tr+acop	0,18	18,00	0,80	45,18			63,18	
Hoyado Tr+hoyad.			1,14	64,11			64,11	
Fertilización NPK 15-15-15**					68	40,87	40,87	
Plantación	0,12	12,27					12,27	
Labores culturales								221,42
Mantenimiento de canales y acequias			0,58	32,74			32,74	
Riegos (15)							0,00	
Cannon de Riego							0,00	
Control de plagas	0,08	8,17			68	180,51	188,68	
Administración								86,87
							TOTAL	955,57

* en líneas de plantación

** en el hoyo de plantación, la realizan al momento de realizar la plantación.

REPOSICIÓN Y PODA DE FORMACIÓN								
	Mano de obra		Maquinaria		Insumos		PARCIAL	ITEM
	jor/ha	\$/ha	horas/ha	\$/ha	unid/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
Labores culturales								63,07
Reposición (5%)	0,01	0,62			3,41	10,22	10,84	
Mantenimiento sist. Riego			0,58	32,74			32,74	
Riegos (15)							0,00	
Canon							0,00	
Poda de formación	0,20	19,50					19,50	
Control de malezas	0,00	0,00					0,00	
Control de plagas y enfermedades	0,00	0,00					0,00	
Administración								6,31
							TOTAL	69,38
Poda hasta 2 - 2,5m								
	Mano de obra		Maquinaria		Insumos		PARCIAL	ITEM
	jor/ha	\$/ha	horas/ha	\$/ha	unid/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
Labores culturales								71,74
Mantenimiento sist. Riego			0,58	32,74			32,74	
Riegos (15)							0,00	
Canon							0,00	
Poda hasta 2 - 2,5m	0,39	39,00					39,00	
Control de malezas	0,00	0,00					0,00	
Administración								7,17
							TOTAL	78,91
MANTENIMIENTO								
	Mano de obra		Maquinaria		Insumos		PARCIAL	ITEM
	jor/ha	\$/ha	horas/ha	\$/ha	unid/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
Labores culturales								32,74
Mantenimiento sist. Riego			0,58	32,74			32,74	
Riegos (15)							0,00	
Canon							0,00	
Administración								3,27
							TOTAL	36,01

Tabla 2. Costo de establecimiento y mantenimiento de una cortina densa y una secundaria en sitios aptos (valores año 2009).

PLANTACION							
133,33 m/ha de cortina doble principal - Supone 1 cuadro de 0,9 ha - 1 m distanciamiento entre plantas y 1,5 m de distancia							
167 m/ha de cortina secundaria - Supone 1 cuadro de 0,9 ha - 1,5 m distanciamiento entre plantas							
	Mano de obra	Maquinaria	Insumos		PARCIAL	ITEM	
	jor/ha	\$/ha	horas/ha	\$/ha	unid/ha	\$/ha	\$/ha
Obras de riego							350,98
Canales			4,00	350,98		350,98	
Preparación del suelo							818,94
Arada			4,00	350,98		350,98	
Disqueada			2,67	233,98		233,98	
Subsolado			2,67	233,98		233,98	
Plantación							
Plantas (1,2m)					356	1066,67	1066,67
Marcación	0,48	48,00					48,00
Acond y dist. Tr+acop	0,11	11,43	0,80	45,18			56,61
Hoyado Tr+hoyad.			5,93	334,66			334,66
Fertilización NPK 15-15-15**					356	213,33	213,33
Plantación	0,64	64,06					64,06
Labores culturales							1140,82
Mantenimiento de canales y acequias			2,67	150,60			150,60
Riegos (15)							0,00
Cannon de Riego							0,00
Control de plagas	0,48	48,00			356	942,22	990,22
Administración							409,41
						TOTAL	4503,47

* en líneas de plantación

** en el hoyo de plantación, la realizan al momento de realizar la plantación.

REPOSICIÓN Y PODA DE FORMACIÓN								
	Mano de obra		Maquinaria		Insumos		PARCIAL	ITEM
	jor/ha	\$/ha	horas/ha	\$/ha	unid/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
Labores culturales								346,96
Reposición (5%)	0,10	9,70			18	53,33	63,03	
Mantenimiento sist. Riego			2,67	150,60			150,60	
Riegos (15)							0,00	
Canon							0,00	
Poda de formación	1,33	133,33					133,33	
Control de malezas	0,00	0,00					0,00	
Control de plagas y enfermedades	0,00	0,00					0,00	
Administración								34,70
							TOTAL	381,66

Poda hasta 2 - 2,5m								
	Mano de obra		Maquinaria		Insumos		PARCIAL	ITEM
	jor/ha	\$/ha	horas/ha	\$/ha	unid/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
Labores culturales								409,60
Mantenimiento sist. Riego			2,67	150,60			150,60	
Riegos (15)							0,00	
Canon							0,00	
Poda hasta 2 - 2,5m	2,59	259,00					259,00	
Control de malezas		0,00					0,00	
Administración								40,96
							TOTAL	450,56

MANTENIMIENTO								
	Mano de obra		Maquinaria		Insumos		PARCIAL	ITEM
	jor/ha	\$/ha	horas/ha	\$/ha	unid/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
Labores culturales								150,60
Mantenimiento sist. Riego			2,67	150,60			150,60	
Riegos (15)							0,00	
Canon							0,00	
Administración								15,06
							TOTAL	165,66

Tabla 3. Costo de establecimiento y mantenimiento de una cortina semipermeable y dos secundarias en sitios medianamente aptos (valores año 2009).

PLANTACION							
52 m/ha de cortina principal - Supone 2 cuadros de 2,3 ha c/u - 1,2 m distanciamiento entre plantas							
167 m/ha de cortina secundaria - 1,5 m distanciamiento entre plantas							
	jor/ha	\$/ha	horas/ha	\$/ha	unid/ha	\$/ha	\$/ha
Obras de riego							90,46
Canales			1,03	90,46			90,46
Preparación del suelo							211,07
Arada			1,03	90,46			90,46
Disqueada			0,69	60,31			60,31
Subsolado			0,69	60,31			60,31
Plantación							
Plantas (1,2m)					77	231,96	231,96
Marcación	0,09	9,28					9,28
Acond y dist. Tr+acop	0,29	28,57	1,00	56,47			85,04
Hoyado Tr+hoyad.			1,29	72,78			72,78
Fertilización NPK 15-15-15**					77	46,39	46,39
Plantación	0,14	13,93					13,93
Labores culturales							252,99
Mantenimiento de canales y acequias			0,69	38,81			38,81
Riegos (15)							0,00
Cannon de Riego							0,00
Control de plagas	0,09	9,28			77	204,90	214,18
Administración							101,39
						TOTAL	1115,28

* en líneas de plantación

** en el hoyo de plantación, la realizan al momento de realizar la plantación.

REPOSICIÓN Y PODA DE FORMACIÓN								
	Mano de obra		Maquinaria		Insumos		PARCIAL	ITEM
	jor/ha	\$/ha	horas/ha	\$/ha	unid/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
Labores culturales								72,61
Reposición (5%)	0,007	0,70			4	11,60	12,29	
mantenimiento sist. Riego			0,69	38,81			38,81	
Riegos (15)							0,00	
Canon							0,00	
Poda de formación	0,22	21,50					21,50	
Control de malezas	0,00	0,00					0,00	
Control de plagas y enfermedades	0,00	0,00					0,00	
Administración								7,26
							TOTAL	79,87

Poda hasta 2 - 2,5m								
	Mano de obra		Maquinaria		Insumos		PARCIAL	ITEM
	jor/ha	\$/ha	horas/ha	\$/ha	unid/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
Labores culturales								81,71
mantenimiento sist. Riego			0,69	38,81			38,81	
Riegos (15)							0,00	
Canon							0,00	
Poda hasta 2 - 2,5m	0,43	42,90					42,90	
Control de malezas	0,00	0,00					0,00	
Administración								8,17
							TOTAL	89,88

MANTENIMIENTO								
	Mano de obra		Maquinaria		Insumos		PARCIAL	ITEM
	jor/ha	\$/ha	horas/ha	\$/ha	unid/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
Labores culturales								38,81
mantenimiento sist. Riego			0,69	38,81			38,81	
Riegos (15)							0,00	
Canon							0,00	
Administración								3,88
							TOTAL	42,69

Tabla 4. Costo de establecimiento y mantenimiento de una cortina densa y dos secundarias en sitios medianamente aptos (valores año 2009).

PLANTACION							
158,7 m/ha de cortina doble principal - Supone 1 cuadro de 0,95 ha - 1 m distanciamiento entre plantas y 1,5 m de distancia							
133 m/ha de cortina secundaria - 1,5 m distanciamiento entre plantas							
	jor/ha	\$/ha	horas/ha	\$/ha	unid/ha	\$/ha	\$/ha
Obras de riego							417,83
Canales			4,76	417,83			417,83
Preparación del suelo							974,93
Arada			4,76	417,83			417,83
Disqueada			3,17	278,55			278,55
Subsolado			3,17	278,55			278,55
Plantación							
Plantas (1,2m)					423	1269,84	1269,84
Marcación	0,76	76,19					76,19
Acond y dist. Tr+acop	0,29	28,57	1,00	56,47			85,04
Hoyado Tr+hoyad.			7,05	398,40			398,40
Fertilización NPK 15-15-15**					423	253,97	253,97
Plantación	0,76	76,27					76,27
Labores culturales							1377,16
mantenimiento de canales y acequias			3,17	179,28			179,28
Riegos (15)							0,00
Cannon de Riego							0,00
Control de plagas	0,76	76,19			423	1121,69	1197,88
Administración							492,96
						TOTAL	5422,60

* en líneas de plantación

** en el hoyo de plantación, la realizan al momento de realizar la plantación.

REPOSICIÓN Y PODA DE FORMACIÓN								
	Mano de obra		Maquinaria		Insumos		PARCIAL	ITEM
	jor/ha	\$/ha	horas/ha	\$/ha	unid/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
Labores culturales								413,05
Reposición (5%)	0,12	11,54			21	63,49	75,04	
mantenimiento sist. Riego			3,17	179,28			179,28	
Riegos (15)							0,00	
Canon							0,00	
Poda de formación	1,59	158,73					158,73	
Control de malezas	0,00	0,00					0,00	
Control de plagas y enfermedades	0,00	0,00					0,00	
Administración								41,30
							TOTAL	454,35
Poda hasta 2 - 2,5m								
	Mano de obra		Maquinaria		Insumos		PARCIAL	ITEM
	jor/ha	\$/ha	horas/ha	\$/ha	unid/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
Labores culturales								489,28
mantenimiento sist. Riego			3,17	179,28			179,28	
Riegos (15)							0,00	
Canon							0,00	
Poda hasta 2 - 2,5m	3,10	310,00					310,00	
Control de malezas	0,00	0,00					0,00	
Administración								48,93
							TOTAL	538,21
MANTENIMIENTO								
	Mano de obra		Maquinaria		Insumos		PARCIAL	ITEM
	jor/ha	\$/ha	horas/ha	\$/ha	unid/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
Labores culturales								179,28
mantenimiento sist. Riego			3,17	179,28			179,28	
Riegos (15)							0,00	
Canon							0,00	
Administración								17,93
							TOTAL	197,21

Tabla 5. Flujo de caja incremental para la rotación alfalfa – avena – alfalfa en sitios aptos con cortinas secundarias (valores año 2009).

Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gastos									
Obras de riego	76,30								
Preparación del suelo	178,03								
Plantación	392,96								
Mantenimiento de canales	32,74	32,74	32,74	32,74	32,74	32,74	32,74	32,74	32,74
Control de plagas	188,68								
Reposición		10,84							
Poda de formación		19,50		19,50					
Poda hasta 2 - 2,5 m						39,00			
Costos por aumento en la producción	-	-	-	-	463,00	463,00	370,40	285,50	285,50
Gastos de administración	86,87	6,31	3,27	5,22	49,57	53,47	40,31	31,82	31,82
Total de gastos	955,58	69,39	36,01	57,46	545,31	588,21	443,45	350,06	350,06
Ingresos									
Subsidio ley 25.080		322,32							
Venta de productos por mejora en la producción	-	-	-	-	2037,5	2037,5	1630	742,5	742,5
Venta de madera en pie									
Leña									
Trozos									
Total de ingresos	0,00	322,32	0,00	0,00	2037,50	2037,50	1630,00	742,50	742,50
Ingresos netos	-955,58	252,93	-36,01	-57,46	1492,19	1449,29	1186,55	392,44	392,44
Tasa de descuento	0,08								
Factor de actualización	1,00	0,93	0,86	0,79	0,74	0,68	0,63	0,58	0,54
Ingresos netos descontados	-955,58	234,20	-30,88	-45,62	1096,80	986,36	747,73	228,98	212,02
VAN	13.251,95								
TIR	37,00%								

Tabla 6. Flujo de caja incremental para la rotación alfalfa – avena - alfalfa en sitios medianamente aptos con cortinas secundarias (valores año 2009).

Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gastos									
Obras de riego	90,46								
Preparación del suelo	211,07								
Plantación	459,38								
Mantenimiento de canales	38,81	38,81	38,81	38,81	38,81	38,81	38,81	38,81	38,81
Control de plagas	214,18								
Reposición		12,29							
Poda de formación			21,50		21,50				
Poda hasta 2 - 2,5 m							42,90		
Costos por aumento en la producción	-	-	-	-	-	463,00	370,40	285,50	285,50
Gastos de administración	101,39	5,11	6,03	3,88	6,03	50,18	45,21	32,43	32,43
Total de gastos	1115,29	56,21	66,34	42,69	66,34	551,99	497,32	356,74	356,74
Ingresos									
Subsidio ley 25.080		365,88							
Venta de productos por mejora en la producción	-	-	-	-	-	2037,5	1630	742,5	742,5
Venta de madera en pie									
Leña									
Trozas									
Total de ingresos	0,00	365,88	0,00	0,00	0,00	2037,50	1630,00	742,50	742,50
Ingresos netos	-1115,29	309,67	-66,34	-42,69	-66,34	1485,51	1132,68	385,76	385,76
Tasa de descuento	0,08								
Factor de actualización	1,00	0,93	0,86	0,79	0,74	0,68	0,63	0,58	0,54
Ingresos netos descontados	-1115,29	286,73	-56,88	-33,89	-48,76	1011,01	713,78	225,09	208,41
VAN	12.456,86								
TIR	26,28%								

Tabla 7. Flujo de caja incremental para la rotación ajo – alfalfa – avena – ajo en sitios aptos con cortinas secundarias (valores año 2009).

Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gastos									
Obras de riego	76,30								
Preparación del suelo	178,03								
Plantación	392,96								
Mantenimiento de canales	32,74	32,74	32,74	32,74	32,74	32,74	32,74	32,74	32,74
Control de plagas	188,68								
Reposición		10,84							
Poda de formación		19,50		19,50					
Poda hasta 2 - 2,5 m						39,00			
Costos por aumento en la producción	-	-	-	-	463,00	463,00	463,00	463,00	370,40
Gastos de administración	86,87	6,31	3,27	5,22	49,57	53,47	49,57	49,57	40,31
Total de gastos	955,58	69,39	36,01	57,46	545,31	588,21	545,31	545,31	443,45
Ingresos									
Subsidio ley 25.080		322,32							
Venta de productos por mejora en la producción	-	-	-	-	2037,5	2037,5	2037,5	2037,5	1630
Venta de madera en pie									
Leña									
Trozas									
Total de ingresos	0,00	322,32	0,00	0,00	2037,50	2037,50	2037,50	2037,50	1630,00
Ingresos netos	-955,58	252,93	-36,01	-57,46	1492,19	1449,29	1492,19	1492,19	1186,55
Tasa de descuento	0,08								
Factor de actualización	1,00	0,93	0,86	0,79	0,74	0,68	0,63	0,58	0,54
Ingresos netos descontados	-955,58	234,20	-30,88	-45,62	1096,80	986,36	940,33	870,68	641,05
VAN	10.527,93								
TIR	38,58%								

Tabla 8. Flujo de caja incremental para la rotación ajo – alfalfa – avena – ajo en sitios medianamente aptos con cortinas secundarias (valores año 2009).

Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gastos									
Obras de riego	90,46								
Preparación del suelo	211,07								
Plantación	459,38								
Mantenimiento de canales	38,81	38,81	38,81	38,81	38,81	38,81	38,81	38,81	38,81
Control de plagas	214,18								
Reposición		12,29							
Poda de formación			21,50		21,50				
Poda hasta 2 - 2,5 m							42,90		
Costos por aumento en la producción	-	-	-	-	-	463,00	463,00	463,00	370,40
Gastos de administración	101,39	5,11	6,03	3,88	6,03	50,18	54,47	50,18	40,92
Total de gastos	1115,29	56,21	66,34	42,69	66,34	551,99	599,18	551,99	450,13
Ingresos									
Subsidio ley 25.080		365,88							
Venta de productos por mejora en la producción	-	-	-	-	-	2037,5	2037,5	2037,5	1630
Venta de madera en pie									
Leña									
Trozas									
Total de ingresos	0,00	365,88	0,00	0,00	0,00	2037,50	2037,50	2037,50	1630,00
Ingresos netos	-1115,29	309,67	-66,34	-42,69	-66,34	1485,51	1438,32	1485,51	1179,87
Tasa de descuento	0,08								
Factor de actualización	1,00	0,93	0,86	0,79	0,74	0,68	0,63	0,58	0,54
Ingresos netos descontados	-1115,29	286,73	-56,88	-33,89	-48,76	1011,01	906,38	866,78	637,45
VAN	10.496,20								
TIR	26,51%								

