

ESTABLECIMIENTO Y FOMENTO DE CORTINAS FORESTALES PRODUCTIVAS. UN BUEN NEGOCIO AGROFORESTAL

César Alarcón Araya
Ingeniero Forestal
Instituto Forestal, Sede X Región
Valdivia, Chile
calarcon@infor.cl

INTRODUCCIÓN

En Chile, las Cortinas Forestales son un método de optimización productiva agroforestal casi desconocido, sin embargo, en el mundo existen muchos ejemplos de países que basan sus sistemas agroforestales en ellas como un método de ordenamiento predial de alto beneficio económico, ambiental y paisajístico, con o sin la integración de los negocios del cultivo protegido y el aprovechamiento maderero de la cortina.

Con un adecuado diseño original, una selección precisa de especies y una mantención permanente, se puede incrementar significativamente la producción agropecuaria, con aumentos cercanos a un 30% sobre los sistemas de cultivo tradicional. Contribuye además, a la protección de infraestructura, con un significativo ahorro por disminución de daños y directamente por el consumo de energía en calefacción del orden de 30 a 40 por ciento. Asimismo, permite la producción de madera de calidad y aporta a la belleza paisajística de nuestros campos, con un mejoramiento ambiental de primer orden.

Masificar su uso, especialmente en el centro-sur del país, es una tarea que recién comienza y para la cual se requiere de cambios en la normativa sobre bonificaciones a las plantaciones con estos sistemas, expandiendo los beneficios a todos los suelos agroforestales donde se requiera, de acuerdo a la nueva tecnología y coyuntura del mercado agroforestal.

Parte fundamental para lograr este propósito es contar con la asesoría especializada de expertos nacionales, que conocen la experiencia mundial en el establecimiento de este tipo de plantación, y un plan de fomento compatible y consensuado para así, activar a todos los actores que hagan posible alcanzar en el corto plazo procesos optimizantes y de recuperación del sector agroforestal, con aplicaciones de sistemas productivos integrados como las cortinas forestales.

1.0 Beneficios de las Cortinas Forestales

- Evita la rápida evaporación que se produce en terrenos con escasa humedad, haciendo estos suelos más fértiles.
- Protege al ganado, sobre todo en inviernos fríos, lluviosos y/o con nieve evitando las bajas de peso y enfermedades. Además aumenta el crecimiento de empastadas y praderas.
- Reduce la erosión eólica en zonas en que el viento es muy fuerte, principalmente en las regiones australes.
- Detiene el desplazamiento del frío, previniendo las heladas en terrenos accidentados.
- Aumenta la rentabilidad si se aplica un buen manejo silvícola a la cortina.
- Brinda resguardo a casas rurales e infraestructura.
- Contribuye a la belleza del paisaje, protege riberas de ríos, taludes y laderas, carreteras y caminos.
- Proporciona productos maderables como leña, y no maderables como frutos, semillas y hongos.

2.0 Reconocimiento en terreno (Planos)

Para decidir la ubicación de una cortina forestal, es necesario identificar claramente las variables edafoclimáticas asociadas localmente al cultivo que se quiere proteger o propósito de la cortina. Estas son:

Viento

La ubicación de la cortina debe ser perpendicular al viento predominante de la estación del año más conflictiva. Si no sabe la dirección de viento predominante del lugar, se puede considerar la información de la estación meteorológica más cercana, o hacer un estudio de viento, con banderas de algodón, o más técnico con anemómetros y veleta para determinar velocidad y dirección del viento. Cuando el viento tiene tendencia en dos direcciones, se instalarán en contorno o en forma de L en el terreno a proteger, perpendicular o en diagonal a las direcciones predominantes

Pluviometría

En zonas áridas y semiáridas es recomendable disponer cortinas en forma perimetral para mejorar contenido de humedad del suelo. En cambio en sectores con altas precipitaciones se pueden plantar sistemas de cortinas sólo en forma perpendicular a la dirección del viento predominante.

Topografía

Algunos elementos del relieve como cerros y bosques cercanos, actúan como protectores naturales frente al viento. En consecuencia, sólo sectores descubiertos, planos o de lomaje suave requieren de una cortina protectora del tipo cortavientos. Sin embargo, si se pretende recuperar o proteger suelos de cerros o laderas, se establecerán cortinas paisajísticas y medioambientales.

Cuadro. Velocidad y dirección promedio del viento predominante (%)

| Región | N | S | E | O | NE | NO | SE | SO | Velocidad km/hr |
|------------------|----|----|---|-----|----|----|----|----|--------------------|
| Octava | 17 | 25 | | | | | | 58 | 20 |
| Novena | 17 | 17 | | 17 | 8 | 8 | | 33 | 15 |
| Décima | 42 | 50 | | | | | 8 | | 15 |
| Undécima | 17 | | | 66 | | 17 | | | 30 |
| Décima 2ª | | | | 100 | | | | | 35 |

Fuente: INFOR - Dirección Meteorológica de Chile.

En el cuadro anterior, se aprecia que la Novena Región posee cuatro direcciones de viento predominantes de importancia, lo que dificulta la decisión sobre cómo orientar las cortinas para una máxima efectividad en la protección que brindan. En este caso, se aconseja el uso de cortinas perimetrales, o sea, alrededor del cultivo y/o hacer un estudio de vientos específico para el sitio de establecimiento.

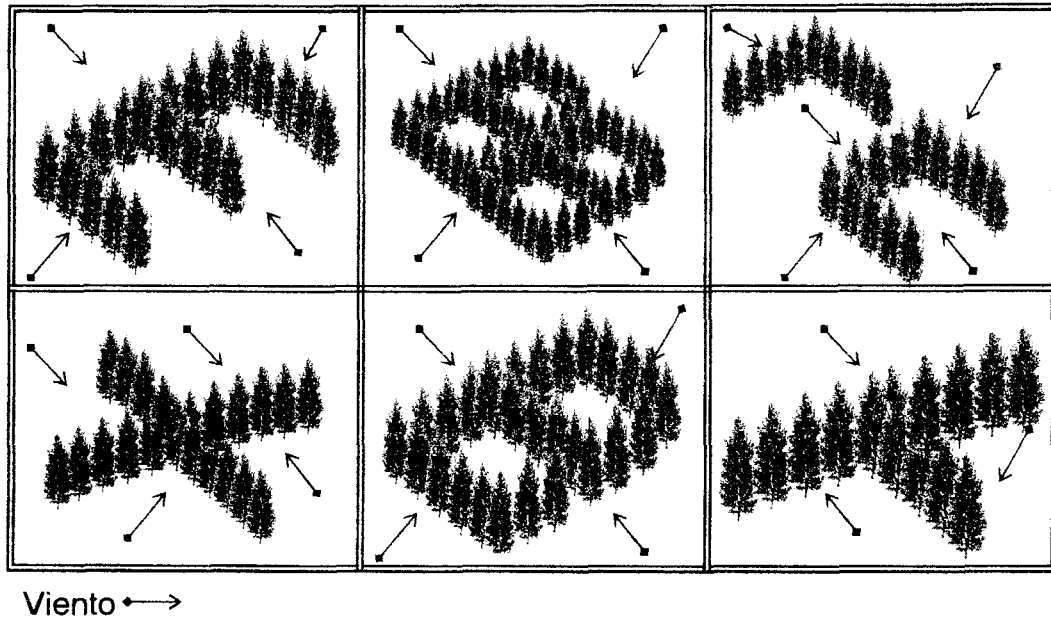
En cambio, más al sur, la dirección del viento predominante es única, lo que indica establecer sistemas de cortinas paralelas entre sí y perpendiculares al viento como una solución óptima.

3.0 Diseño Arquitectónico, estructural y altura.

El diseño y estructura dependerá del uso que se requiera de la cortina, ya que existen diferentes tipos para aplicaciones específicas. Por ejemplo:

- ✓ Protección de cultivos agrícolas como avena, trigo y otros.
- ✓ Protección de frutales y hortalizas.
- ✓ Protección de cultivos forestales, como viveros y plantaciones jóvenes.
- ✓ Protección del suelo contra la erosión.
- ✓ Protección de construcciones como invernaderos, casas, galpones.
- ✓ Para belleza escénica y protección medioambiental.
- ✓ Protección de ganado, mediante establos vivientes.

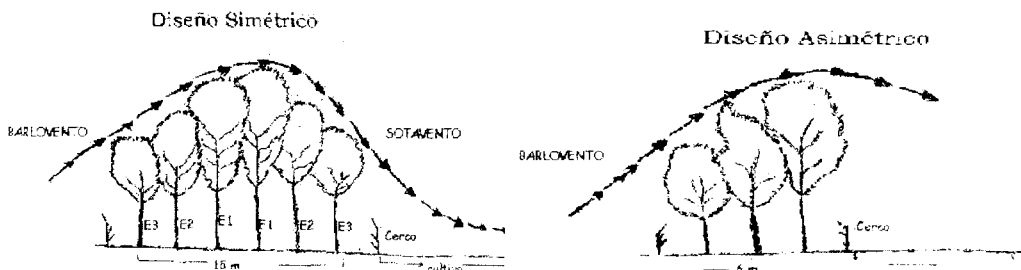
Ejemplos de diseño arquitectónico aplicable en praderas y potreros establecidos.



Para una óptima disminución del efecto del viento y de paso, aumentar la protección de los cultivos, las cortinas deben estar compuestas por tres estratas vegetales. Una estrata principal arbórea (maderera y/o de máxima protección por su altura). Otra estrata secundaria arborescente, conformada por especies de menor tamaño; y una tercera estrata arbustiva capaz de formar una cuña para el ascenso del viento por sobre la cortina.

Existen tres tipos de diseño estructural de cortinas, dos de protección y uno de producción. A continuación se presentan los diseños de protección.

Diseño de Protección: *Simétrico y Asimétrico*



| DISEÑO SIMETRICO | DISEÑO ASIMETRICO |
|--|---|
| VENTAJAS | |
| Anula la creación de remolinos de vientos a sotavento | Menor ocupación de terreno para el cultivo |
| Aumenta la diversidad de especies y la composición de estratos de la cortina | El manejo futuro es más fácil |
| Produce madera, puede combinarse con frutales menores y mayores a sotavento dentro de la misma cortina. | La cosecha de madera es más expedita y puede ser escalonada en el tiempo, permitiendo una protección en largo plazo y una producción más continua de madera |
| DESVENTAJAS | |
| Puede resultar complicado el manejo futuro, podas y raleos, especialmente el volteo. | No presenta problemas |
| Ocupa mayor terreno en el área de cultivo | No puede combinarse dentro de la cortina con frutales, solo árboles y arbustos forestales |
| Dificulta la cosecha de madera de la estrata principal, si el objetivo de la cortina es protección y producción. | |

Para una protección óptima se debe considerar a lo menos una hilera por cada estrata, en la cortina

Las estratas de las cortinas deben ser combinaciones de preferencia entre:

E1 = Especies de rápido crecimiento. Árboles madereros.

E2 = Especies de lento crecimiento. Arborescentes, frutales mayores.

E3 = Especies accesorias. Arbustos, frutales menores.

Cualquier estrata puede ser ornamental o todas como el caso de cortinas paisajísticas o de protección medioambiental.

4.0 Tipos de Cortinas Forestales

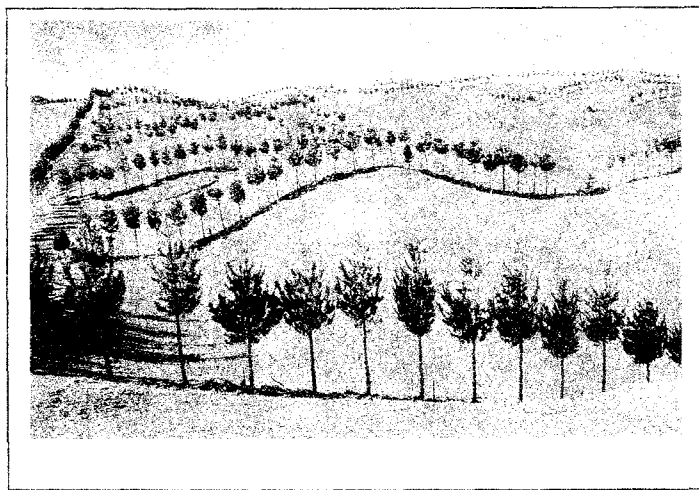
Dependiendo de la utilidad requerida, las cortinas forestales se pueden clasificar en:

- Cortinas Madereras o Timberbelts
- Cortinas de Protección
- Cortinas para Belleza Paisajística y/o Protección Medioambiental
- Cortinas Multipropósito

4.1 Diseño Producción de madera, existen de dos tipos: su objetivo es obtener madera de alta calidad y libre de nudos y con menor importancia, la protección de cultivos.

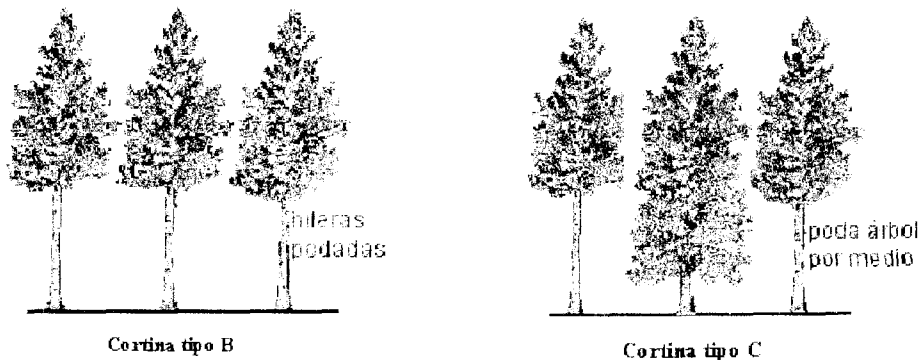
- **Timberbelt sin estrata protectora en bordes de potreros**

Su objetivo es obtener madera de alta calidad y libre de nudos "clear". Puede proteger los cultivos, en forma secundaria, al tener una estrata protectora, tanto de la madera de árboles podados, como de cultivo a sotavento



- **Timberbelt con estrata protectora. La estrata protectora no se poda.**





| Cortina Maderera tipo B | Cortina Maderera tipo C |
|--|--|
| Cortina de una hilera de árboles podados para madera libre de nudos. | Cortina de una hilera de árboles en que se poda árbol por medio para la producción de madera libre de nudos. |

Si lo que se desea es asegurar la protección óptima de una cortina, **conviene considerar que el alto final de la cortina adulta sea como mínimo cuatro veces la altura del cultivo o estructura que se quiere proteger.** Por ejemplo, la altura de la avena madura tiene un promedio de 1,10 m de altura, por lo tanto la altura mínima de la cortina será de 4,4 m.

El siguiente cuadro muestra la altura potencial de una cortina en la protección de un determinado cultivo.

| Cultivo | Altura Cultivo (m) | Altura Cortina (m) |
|--------------|--------------------|--------------------|
| Avena | 0.90 a 1.2 | 3.6 a 4.8 |
| Trigo | 0.50 a 1 | 2 a 4 |
| Raps | 1 a 1.7 | 4 a 6.8 |
| Maíz | 1.8 a 2.5 | 7.2 a 10 |
| Papas | 0.30 a 0.40 | 1.2 a 1.6 |

Fuente: Datos obtenidos del proyecto¹.

¹ Proyecto Investigación para el Establecimiento y Fomento de las Cortinas Forestales Productivas. INFOR-FONDEF

4.2 Cortinas de Protección

4.2.1 Cortinas Artificiales Complementarias

Las cortinas artificiales de malla plástica del tipo Raschel o Perforada, se utilizan como complemento al establecer cortinas naturales, en zonas donde las condiciones de viento y edafoclimáticas son extremas, como regiones las australes.

Sin embargo, la malla plástica cortaviento propiamente tal, resistente, liviana, fácil de transportar y colocar, es producida en Italia, España, Francia, en colores diversos y calculada con cinturones de ojillos para los soportes y sujeciones, como las solicitudes técnicas específicas, y con la disponibilidad de accesorios para una eficiente instalación.

Para condiciones de la XI y XII región no es adecuada la malla Raschel, por su baja resistencia y durabilidad.

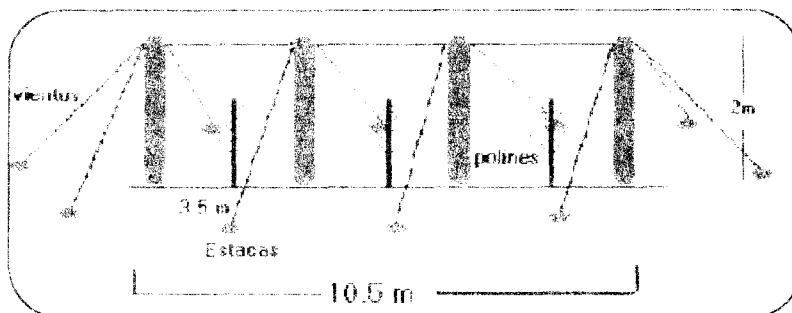
a) Cortinas de Polines

Se construyen con polines de pino radiata impregnado de 2,5 m de altura con un diámetro entre 10 y 13 cm y el largo que sea necesario para el cultivo. La protección está dada por la malla Raschel de 50% de porosidad o malla plástica de mayor resistencia perforada o para cortaviento.

La finalidad de estas cortinas es proteger plantaciones jóvenes, durante los primeros años de establecimiento, como lo muestra el dibujo, en zonas donde la velocidad del viento es alta y constante como lo es en la XI y XII Regiones. De esta forma se protege el prendimiento y el crecimiento inicial de las plantas.

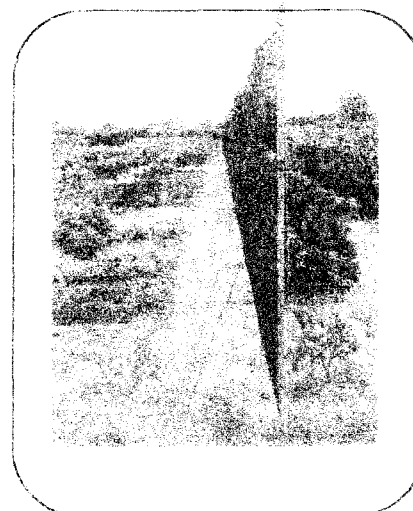
- **Ventajas** Estructura fácil de armar, resultados en corto plazo, costo moderado.
- **Desventajas** Mantenimiento periódico de malla Raschel; deterioro de los polines con el largo plazo.

Estructura Cortina de polines.

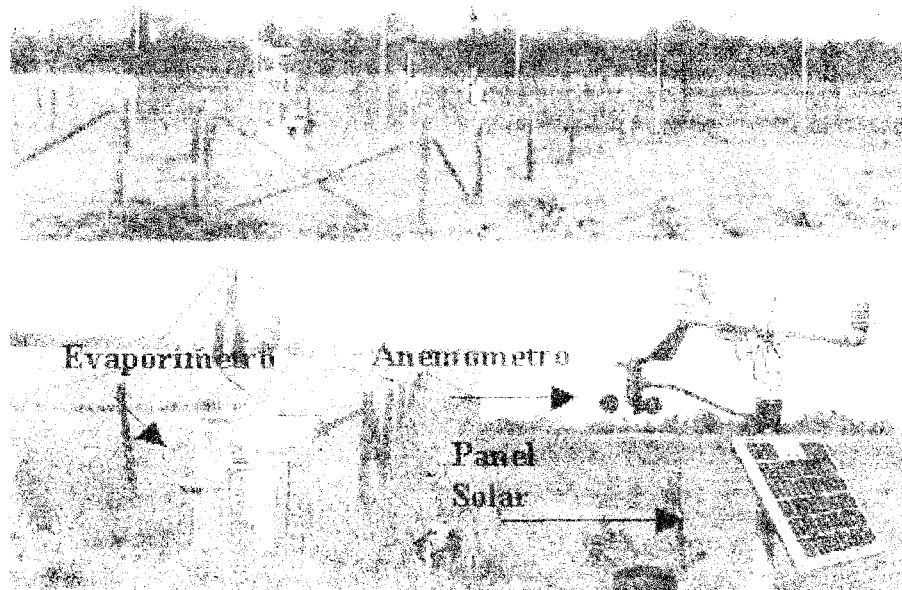


b) Cortina de Metal (tipo mecano)

- **Ventajas** Dependiendo de la altura, es fácil de armar.
- **Desventajas** Alto costo.
Transporte de alto costo por su peso
Requiere tubos de bastante Espesor de pared (4mm).



Se utilizan cortinas artificiales de este tipo, solamente con fines de estudios e investigación, en variables como: dirección e intensidad de vientos, precipitaciones, humedad, altura, aumento productivo, entre otros, de un cultivo determinado. Un ejemplo de módulos de ensayo, y su equipamiento e instrumental automatizado, se presenta en la siguiente figura



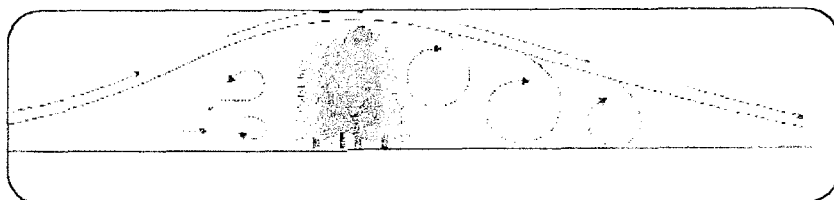
4.2.2 Cortinas Naturales de Protección

Están formadas por árboles o arbustos que generalmente tienen rápido crecimiento, privilegiándose la mezcla de especies de lento y rápido desarrollo en una misma cortina. La selección de ellas depende de los productos que se desee obtener, que puede ser madera aserrable, pulpable, torneable, leña o simplemente contribuir a la belleza paisajística o medio ambiente de algún lugar determinado.

Dentro de las especies más comunes que se utilizan está el pino radiata, ciprés macrocarpa, álamo, pino oregón, entre muchas otras. Un ejemplo de la diversidad de especies exóticas y nativas que se pueden mezclar por estrata, se presentan en anexo 1.

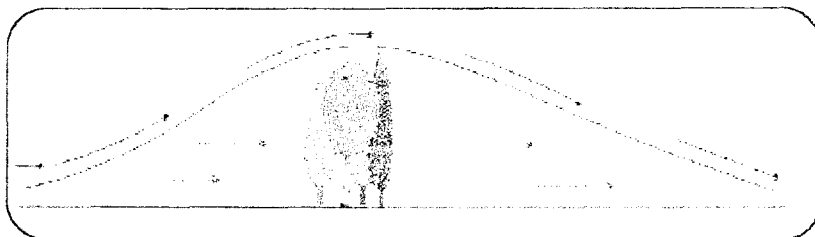
Para efectos técnicos, las cortinas forestales deberán tener la permeabilidad o porosidad cercana al 50% para no provocar remolinos de viento en el lado de sotavento, es decir, detrás de la cortina, los que se producen con una menor permeabilidad.

Cortina poco permeable.



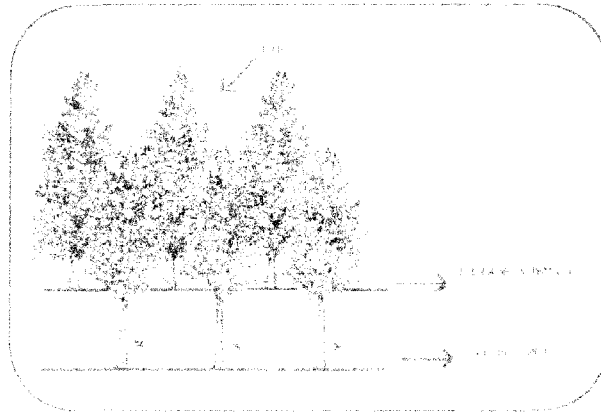
Se deberá elegir bien las especies y estratas que formarán la cortina, y también procurar hacer las intervenciones silvícolas, especialmente podas laterales, a tiempo para evitar cambios bruscos de permeabilidad en ella, y por ende daño a los cultivos protegidos.

Cortina permeable



4.2.3 Cortina Natural de Protección con fines madereros

La cortina forestal de protección con fines madereros, más simple, se compone de una o dos estratas, generalmente dos hileras, dispuestas espacialmente en forma de tres bolillos, con la principal podada para madera libre de nudos. La segunda fila de árboles (sin poda) protege del viento a los árboles podados. Y la estrata arbustiva, si existe, permite la formación de cuña frente al viento. Son las llamadas Timberbelts, de al menos una hilera, sin embargo con poda de árbol por medio, permite una protección mínima al cultivo protegido. Y de dos hileras con una hilera con árboles sin poda, permite al igual que el otro tipo de timberbelts, proteger tanto al fuste del árbol podado como dar una protección mínima al cultivo detrás de la cortina a sotavento.



4.3 Cortinas para Belleza Paisajística y de Protección Medioambiental

Entre éstas se encuentra una amplia variedad de cortinas construidas en lugares como bordes de ríos, orillas de carreteras, áreas de descanso en carreteras, condominios y parcelas de agrado y centros de desarrollo inmobiliario, en ciudades formando alamedas, en campos formando cercos vivos y otras aplicaciones, como encapsulamiento de vertederos, disminución de olores en plantales de producción de animales confinados, porcinos y avícolas.

La disposición y diseño será la misma que las otras cortinas, dando énfasis en árboles y arbustos con alta textura, floración y colorido, en una combinación de especies y estratas. Para mayor detalle, véase Manual de Cortinas Paisajísticas y Medioambientales.



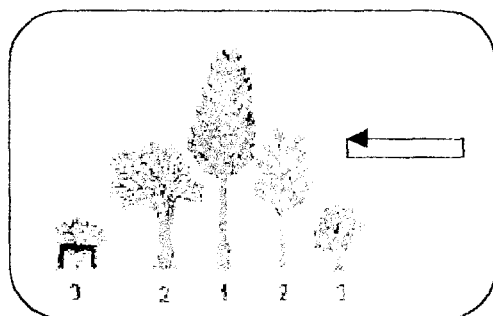
Cortina de Noho y Coigue, Hacienda Rupanco, X Región.

4.4 Cortinas Multipropósito

Son una excelente alternativa de complemento en el sector agrícola y forestal, usadas ampliamente en países como China, Japón, y con menos frecuencia en Nueva Zelanda y Norte América (Canadá y EEUU), donde existe una especificidad mayor de las cortinas establecidas y mayor costo de mano de obra, sólo con variaciones entre especies forestales.

4.4.1 Multipropósito con frutales

Consiste en complementar la protección que brinda la cortina de una determinada especie forestal e incluir en la estrata secundaria y/o accesoria, frutales mayores y menores, como manzanos, ciruelos, guindos, frambuesas, arándanos, murtas, frutales de flor, manejados en espaldera en el lado de sotavento. A modo de ejemplo se presenta el siguiente diseño:



- 1= Pino radiata
- 2= Notro y Manzano(sotavento)
- 3= Murta y Frambuesa (sotavento)

En el programa de Cortinas Forestales, se han establecido numerosas áreas demostrativas con este tipo de cortinas, con la inclusión de especies frutales mayores y menores.

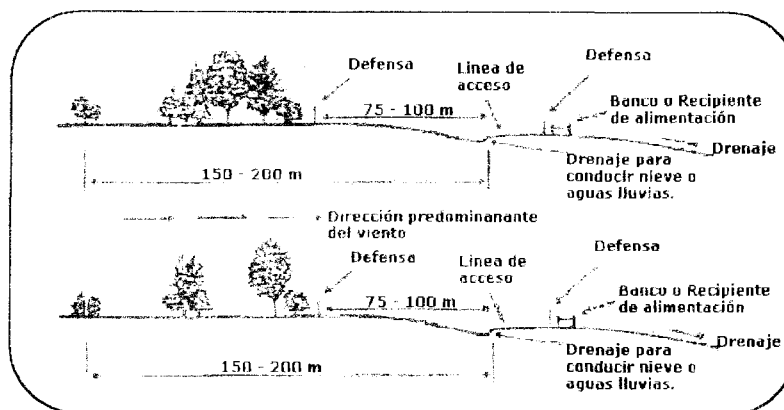
4.4.2 Atrapanieve

Mediante la disposición separada de una estrata arbustiva o secundaria arbórea de la cortina, se logra la acumulación de nieve en un lugar preciso predeterminado, manteniendo limpio caminos, carreteras, entrada de construcciones como también proteger animales a sotavento.

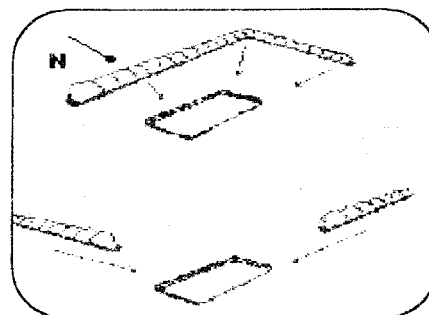
Los beneficios de estas cortinas forestales, se magnifican en zonas con nieve frecuente, XI y XII regiones, como en zonas cordilleranas del resto de las regiones, donde su disposición permite:

- Proteger al ganado evitando la pérdida de peso y enfermedades.
- Proteger de vientos y nevadas fuertes a construcciones como galpones y casas.
- Amortiguar el frío, si son dispuestas perimetralmente en casas, ahorrando calefacción hasta en un 40%.

Otro beneficio que brindan las cortinas cortavientos, con una adecuada disposición, es proporcionar reservas hídricas, obtenidas en invierno, que podrán ser utilizadas en verano para riego y ganado como lo muestra la siguiente figura:



De la misma forma, como lo muestran las figuras siguientes, la cortina arbustiva retiene, con una porosidad adecuada, la nieve empujada por el viento, acumulándola en el lado de sotavento donde se confecciona un dique de tamaño y forma en relación al largo de la cortina. Si la dimensión de la cortina es de 20 m X 10 m, el estanque medirá 10 m X 5 m, y su profundidad será de 1 m a 2 m, dependiendo del volumen de agua que se quiera acumular.



Para facilitar la acumulación de nieve se recomienda construirlos en terrenos con pendientes mayores al 5%. Para evitar la infiltración de agua al suelo, el tranque deberá ser recubierto por mangas de Polietileno.

En zonas de climas fríos, se recomiendan las especies coníferas para la formación de cortinas, aunque resultan adecuadas los arbustos nativos o exóticos de hojas perennes y resistentes al viento, frío y suelos pobres.

5.0 Cronograma de plantación

La plantación de una cortina contiene las mismas actividades de una plantación forestal tradicional, variando solamente en la planificación previa de diseño-propósito, combinación especies para ese sitio, su grado de sociabilidad, y su manejo futuro.

5.1 Habilitación de terreno

Se define como la eliminación y limpia de la cubierta vegetal arbórea, arbustiva o de matorrales menores que dificultan la plantación de las especies a establecer en la cortina.

5.1.1 Roce

Esta labor en suelos agrícolas, generalmente no es necesaria ya que la zona perimetral de los potreros se encuentran libres de matorrales, debido a la preparación y cultivo del terreno que abarca las orillas del cerco.

Herramientas para Roce.

| Tipo de propietario | Tipo Roce | Maquinaria |
|---------------------|-----------|--|
| PEQUEÑO | MANUAL | Hacha, machete, azadón, motosierra, Pala plana, rozón, guadaña. |
| MEDIANO | MANUAL | Desbrozadora, motosierra, pala plana y todas la herramientas anteriores. |
| | MECANICA | Rana hidráulica accionada con tractor agrícola, desbrozadora. |
| GRANDE | MECANICA | Hydro-ax Rana hidráulica accionada con tractor agrícola, bulldozer. |

5.1.2 Control de Malezas

Con esta faena se busca eliminar, especialmente en terrenos de cultivos agrícola o forestal, toda la vegetación indeseable que pueda competir por nutrientes y agua con las especies de la cortina. La acción se realiza en forma mecánica, manual o química, en fajas de plantación, o puntualmente en casilla o en la labor del metro.

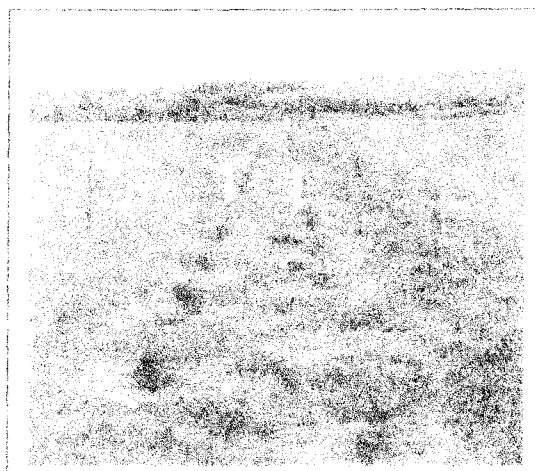
| Tipo de propietario | Control de malezas | Herramientas/Maquinas Método. |
|---------------------|--------------------------------|---|
| PEQUEÑO | MANUAL NATURAL | Tijeras, azadón. Método *MULCH de aserrín. |
| MEDIANO | MECANICA QUIMICO NATURAL | Desbrozadora, arado, rastra. Riego de químicos con bomba de espalda. Método MULCH de aserrín o Nylon. |
| GRANDE | MECANICA NATURAL QUIMICO | Desbrozadora, arado, rastraje. Método MULCH de aserrín o Nylon. Riego de químicos con bomba de espalda o maquinaria de riego acoplado a un tractor. |

5.1.2.1 Como realizar un control de malezas natural efectivo

Con este método, el propietario puede liberarse de la preocupación de controles posteriores de maleza. Así, para evitar que las plantas sean invadidas por pastos y malezas, se presenta dos alternativas de prevención:

Mulch de Aserrín:

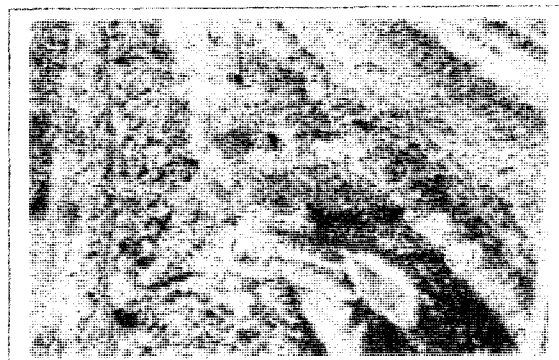
Un estudio realizado por INFOR sobre productividad de sitio, encabezado por César Alarcón, demostró la efectividad del mulch de chips y aserrín en control de malezas, asociado a un aumento en crecimiento notable de las plantas derivado de un equilibrio hídrico y térmico en los primeros horizontes de suelo



Es la mejor alternativa medioambiental para el control de malezas.

Mulch de Polietileno:

Si se usa este sistema, se recomienda plantar por encima del polietileno. También se puede hacer en forma individual, cuidando que el polietileno quede lo suficientemente aplastado para evitar el crecimiento de pasto en las orillas. El tendido del polietileno a través de la hilera se puede realizar en forma manual o mecánica.



5.1.3 Preparación del terreno

El objetivo de esta faena, es facilitar el establecimiento de las especies en el sitio, un correcto desarrollo de las raíces a través de un laboreo, proporcionando un buen sostén a la planta y un mejor aprovechamiento de los nutrientes contenidos en el perfil. Esta labor en suelos agrícolas y ganaderos, sin limitaciones, solo requiere una forma de plantación tradicional forestal o para asegurar el establecimiento mediante casillas de forma manual.

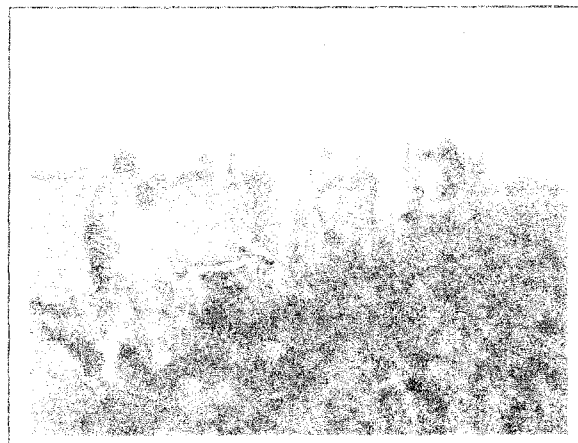
Así luego de una pasada de arado superficial, se verá facilitado el jaloneo y la exactitud del espaciamiento determinado en la plantación.

Método de preparación del terreno.

| Tipo de propietario | Forma de cultivo | Herramientas/Maquinas Método. |
|---------------------|------------------|--|
| PEQUEÑO | MANUAL | Pala plantadora = casillas/hoyos |
| | ANIMAL | Caballos/Bueyes = con Arado / Surcos. |
| MEDIANO | MANUAL | Pala plantadora = casillas/hoyos |
| | ANIMAL | Caballos/Bueyes = con Arado/ Surcos. |
| | MECANICA | Arado con tractor agrícola. |
| GRANDE | MECANICA | Arado de discos, arado cincel, rastraje, etc. Acompañado de tractor agrícola |

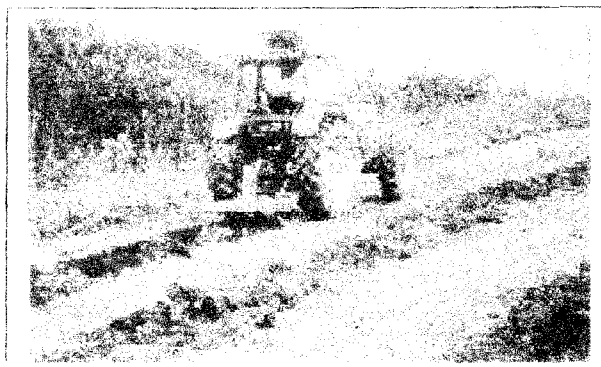
➤ **Cultivo animal**

Consiste en la construcción de surcos con un arado tirado por un animal. La distancia entre surcos dependerá del número de hileras que constituyan la cortina.



➤ **Cultivo mecanizado**

Es una forma más rápida de realizar los surcos en donde se ubicarán las hileras de plantación.



➤ **Cultivo manual**

Se muelle el suelo con una pala o azadón y se forma una casilla de 0,4 m x 0,25 m aproximado, que es lo óptimo para el desarrollo de las plantas.



5.2 Plantación

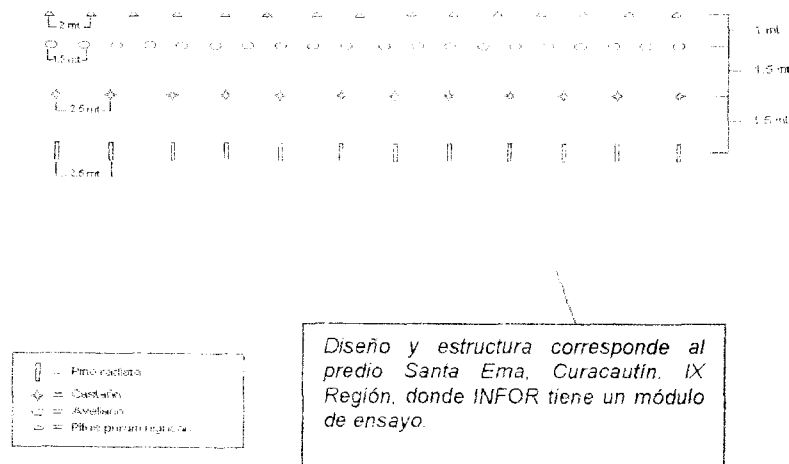
El tipo de planta utilizado de preferencia debe ser de gran tamaño, a raíz desnuda o cubierta, utilizar gel soluble que permite aumentar la capacidad de retención de agua a razón de 3 a 5 gr. por planta.

Se realiza con pala plantadora y su rendimiento es de 600 a 1.000 plantas por jornada/hombre, siendo recomendable para propietarios que requieran establecer grandes superficies de cortinas y con suelos agroforestales con pocas limitaciones físicas.

La casilla dispuesta en todo tipo de suelo genera condiciones más favorables a las plantas. Debe ser lo suficientemente amplia para que el sistema radicular de las plantas entre libremente, cuidando siempre la posición vertical de las raíces para que tengan un correcto desarrollo.

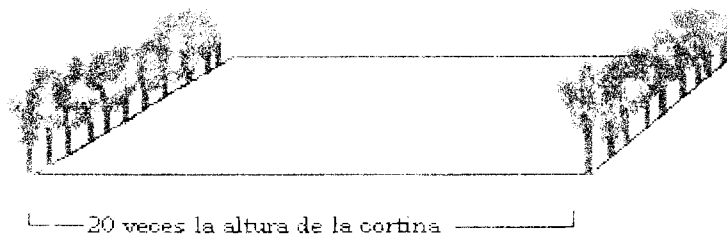
5.2.1 Espacio entre hileras y plantas

La distancia de plantación dependerá del diseño, del crecimiento potencial de las especies consideradas y del número de hileras que tenga la cortina. Normalmente varía entre 1.5 y 4 metros entre plantas. La distancia entre hileras no influye, tanto en la efectividad de la cortina como la distancia entre plantas sobre la hilera.



5.2.2 Sistema de cortinas

La distancia entre dos o más cortinas estará limitado por la altura potencial máxima de los árboles de la estrata principal o de crecimiento rápido en estado maduro. **La distancia correcta entre cortinas es hasta 20 veces la altura de la cortina**, ya que la altura de la estrata principal es la que determina el efecto de disminución del viento.



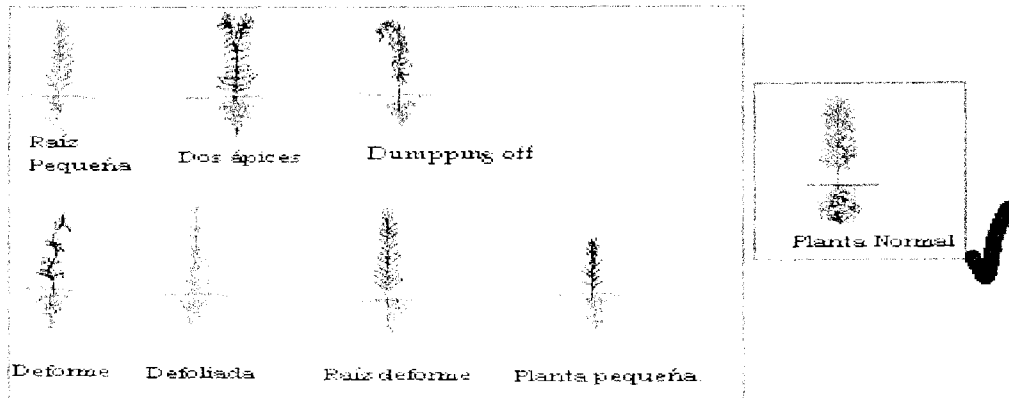
5.2.3 Época de plantación

El período normal de plantación se desarrolla entre mayo y agosto. Sin embargo, en la zona sur de nuestro país se recomienda plantar a más tardar en agosto, pero con la utilización de gel y de riego se puede alargar el período de plantación, y aún más con plantas en contenedores, siendo ventajoso en el caso de zonas específicas con heladas a salida de invierno o temprano en primavera.

5.2.4 Especies de plantas a utilizar

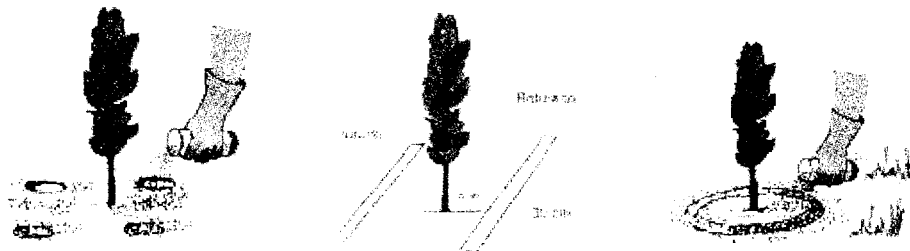
Dependerá directamente del objetivo que se tenga para la cortina, de la zona para establecerla, ya que existe un amplio rango de productos a obtener, desde protección a maderera (Timberbelt). Una de las ventajas más notables de las cortinas forestales, es su alta posibilidad de combinación de especies nativas como exóticas. Podrá utilizarse plantas de rápido crecimiento como pino radiata, álamo entre otras, en forma pura o combinadas y también se pueden usar especies de lento crecimiento como nativas y también frutales (Ver Anexo 1 de especies por estrata).

Elección correcta de plantas



5.3 Fertilización

En suelos agrícolas generalmente no es necesario, ya que las praderas de estos suelos se encuentran fertilizadas hasta orillas del potrero donde se instalarán las cortinas forestales.



En el caso de terrenos sin manejo anterior, se recomienda fertilizar en primavera, con mezclas NPK, de 30 a 40gr por planta, específicas para árboles forestales.

Cuando se fertiliza se deberá evitar el contacto directo de la planta con el fertilizante, como se muestra en los dibujos.

5.4 Control de Enfermedades y Plagas

En el caso de **especies nativas** los enemigos naturales frecuentes que aparecen generalmente en el mes de mayo son.

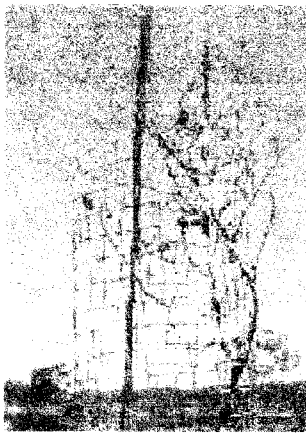
- Insectos:**
- Gusano blanco(*Hylamorpha elegans*).
 - Gusano alambre(*Grammophurus niger*).
 - Atacan las raíces y corteza de plantas.
 - Efecto: Pérdida de crecimiento y mortalidad.
 - Control. Pre-siembra: aplicar *Volatón* 30% en dosis de 10kg/ha. Post-siembra : aplicar *Furadan* 4F en dosis de 1kg/ha.

- Hongos:**
- Roya. (*Micronegeria fagi*).
 - Ataca a las hojas de las plantas.
 - Efecto: Pérdida de crecimiento y eventualmente mortalidad
 - Control: *Antracol*, en dosis de 200 a 250gr/lt de agua.

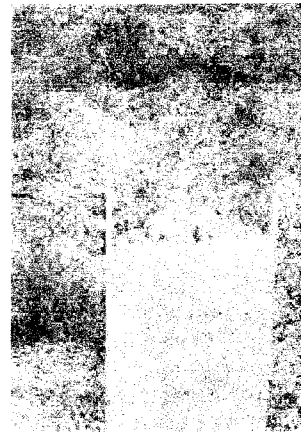
Para controlar el ataque eventual de roedores y conejos se recomienda proteger la planta en forma individual, como lo muestran las fotografías.



Protección "Shelter".



Protección con malla



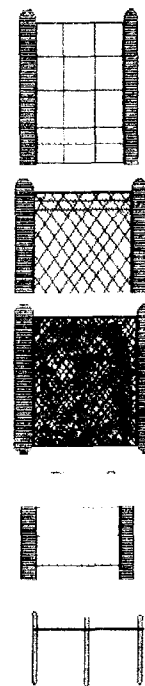
Protección con polietileno.

5.5 Cerco

Para no entorpecer el crecimiento de las plantas, se debe cercar alrededor de la cortina forestal para prevenir el ramoneo del ganado, daños de conejos, ovejas y caballos, entre otros animales

En el caso de animales mayores hay que considerar más de 1.5 m de borde alrededor de las hileras perimetrales de la cortina.

| Tipo de Cerco | Protección contra: | Dimensiones |
|---|--|--------------------------------|
| Malla Ursus | Animales mayores: Vacas, cabras, ovejas y cerdos | Alto: 0.8m a 1.4m |
| Malla Hexagonal | Animales Menores: Roedores grandes y conejos. | Alto: 1m a 1.2m |
| Malla Raschell 50% | Protección contra el Viento. No se recomienda cuando hay animales cerca. | Alto: 1m a 1.2m |
| Alambre de Púas Nº13.5 | Animales Mayores: Vacas, cabras, ovejas, cerdos y caballos | Rollo de 275m, 4 a 5 hebras |
| Cerco Eléctrico Alambre Nº 14 galvanizado | Animales Mayores: Vacas y Caballos. | Por kilo |



5.6 Riego

El riego será necesario en zonas áridas y semiáridas, y también en el valle central y costa norte de la VIII Región o en períodos de sequía prolongada. En el período estival se recomienda 2 litros de agua por planta. Si no hay disponibilidad de agua cercana (pozo, vertiente), el transporte se hará en tambores de 200 litros y la frecuencia de riego recomendada es cada 15 días, al atardecer. Si se dispone de medios económicos se puede hacer un riego más tecnificado como por ejemplo: por goteo, red acequia central o micro jet.



- **Acequia central:** Este sistema de riego abastece de agua a los árboles perimetrales.
- **Sistema Micro Jet:** Por medio de aspersores que abarcan un radio de riego relativo al distanciamiento entre hileras, alcanzando a cubrir 1 a 3 m de radio.
- **Riego por Goteo:** Se extiende una cinta o una manguera rígida de riego a un costado de las plantas de las cortinas. A las mangueras se le agregan goteadores a una distancia necesaria para alcanzar cada planta de la hilera. La cinta posee goteador incorporado.

6.0 Manejo Intensivo de Cortinas Forestales

Una vez establecidas las Cortinas, debe realizarse un manejo intensivo durante toda la vida útil de éstas, para que protejan efectivamente los cultivos, manteniendo una porosidad de follaje de un 40 a 50%.

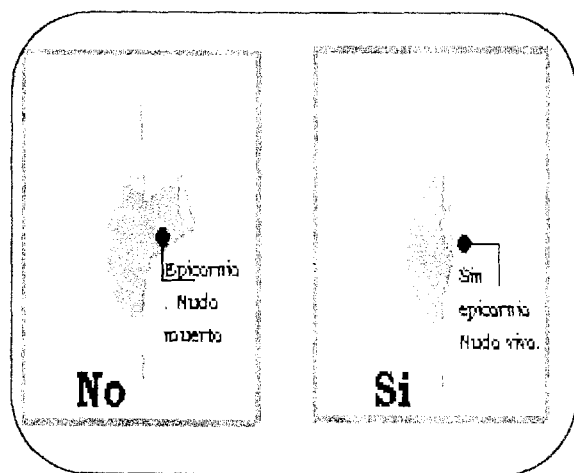
El equipo necesario por tipo de intervención según tipo de propietario se presenta en el siguiente cuadro.

| Tipo de Propietario | Intervención | Herramientas/maquinaria |
|---------------------|--------------|---|
| PEQUEÑO | PODA | Tijerón, serrucho cola de zorro con acople de altura |
| | RALEO | Hacha, Motosierra, tiro con bueyes. |
| | COSECHA | Hacha, Motosierra, tiro con bueyes. |
| MEDIANO | PODA | Tijerón, serrucho cola de zorro o podadora de altura. |
| | RALEO | Motosierra, bueyes, tractor con huinche. |
| | COSECHA | Motosierra, tractor con huinche. |
| GRANDE | PODA | Podadora de altura STIHL HT7. |
| | RALEO | Motosierra, bueyes, tractor con huinche |
| | COSECHA | Harvester, Skidder con Grapple, grúas Prentice, etc. |

6.1 Podas

Esta intervención tiene distintos objetivos, de acuerdo al tipo o propósito de la cortina establecida. Se distinguen varios tipos de poda:

6.1.1 Poda Común (de levante tradicional)



Su objetivo es obtener madera clear (libre de nudos) como producto final en las cortinas Timberbelt o en las de protección donde a sotavento contengan hileras de árboles para la producción de madera podada. Consiste en eliminar las ramas de la parte baja y más valiosa del fuste, durante la época de receso vegetativo (invierno), cortándolas lo más

cerca de la corteza. Las herramientas más utilizadas en esta intervención son el tijerón podador y el serrucho cola de zorro.

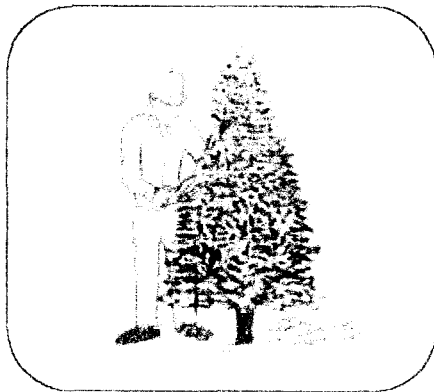
6.1.2 Podas Laterales

Estas podas son las más importantes para mantener el efecto benéfico de las cortinas forestales.

Se distinguen 3 tipos de podas laterales:

a) Podas Laterales de Formación

Se realizan entre el primer y tercer año post plantación, dependiendo del crecimiento de las ramas. Esto, estimula la brotación lateral en el sentido de la cortina.



b) Podas Laterales en Espaldera

Se realiza en árboles frutales mayores y menores. Estas podas son anuales, con el propósito de mantener la brotación en el sentido de la espaldera. Esta labor genera productos de calidad obteniéndose un excelente complemento en cortinas multipropósito a sotavento.

Estas podas son fundamentales para un ordenamiento productivo y funcional de la cortina, al contener frutales dentro de ella.

c) Podas Laterales Sucesivas

Se realiza cuando las ramas laterales compiten con el desarrollo del cultivo o cambia la porosidad de la cortina producto del crecimiento de las ramas, lo cual provoca exceso de sombra o genera torbellinos violentos a sotavento. Se realiza cada dos o tres años.

Esta actividad sistemática es absolutamente necesaria para optimizar la funcionalidad de la cortina.

Las herramientas utilizadas en podas laterales son la podadora de altura STHIL HT 7075, la cual tiene un alcance de 6 m. En Nueva Zelandia, para podar alturas mayores, se utiliza una máquina podadora con cuchillos y brazo de levante neumático, con un alcance de 17 m.



d) Podas entre Hileras

Se realiza una vez que la cortina alcanza una gran densidad, lo que aumenta la competencia de los árboles entre hilera y dentro de la hilera, cambiando la porosidad requerida.

e) Poda Apical

Dependiendo del objetivo, se pueden realizar dos tipos de poda apical:

- **Poda Apical de Formación**

Se utiliza al reemplazar las especies de las estratas arbustivas y accesorias, por especies arbóreas de rápido crecimiento. La poda apical se realiza, en cuanto se logre la altura deseada para mantener el simetrismo de la cortina. Esto presta mucha utilidad en zonas donde la diversidad de especies es pobre.

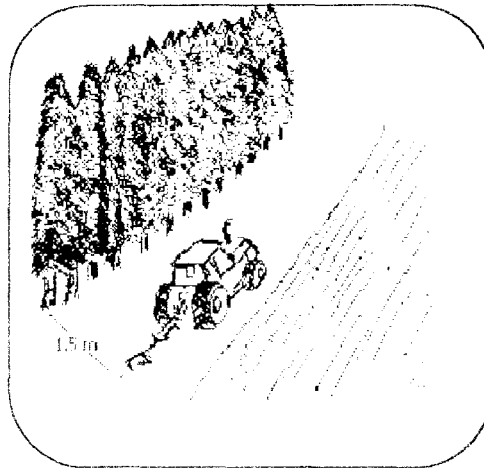
- **Poda Apical de Altura**

Esta se realiza para estandarizar la altura de una estrata de la cortina. Consiste en cortar el ápice del árbol, con el fin de impedir el crecimiento y controlar la distancia de protección. Se realiza a la edad en que los árboles de la cortina alcancen la altura previamente determinada por el especialista.

f) Poda de Raíces

Su objetivo es evitar que las raíces de los árboles entren en competencia con el cultivo. Se realiza pasando un subsolador por ambos lados de la cortina, antes de comenzar la siembra. La distancia de pasada es de 1-5 m de la cortina. Debe realizarse cada 2 a 4 años, dependiendo de la especie y el tipo de suelo.

Esta actividad es muy necesaria en árboles con crecimiento de raíces superficiales.



6.2 Raleos

El raleo en las cortinas sólo se realiza cuando las copas se entrelazan de tal forma que disminuye la permeabilidad y se producen remolinos de viento afectando así al cultivo o estructura que requiere protección.

Los raleos son eventualmente necesarios cuando el objetivo de la cortina es de producción maderera y/o existen árboles de mala forma, torcidos, o suprimidos que afecten al desarrollo económico de la cortina.

Los raleos no son necesarios ni apropiados para la estrata secundaria y principal en cortinas adultas, sobre todo en las hileras expuestas a barlovento, en cortinas de pocas hileras, 2 ó 3.

6.2.1 Raleo a desecho

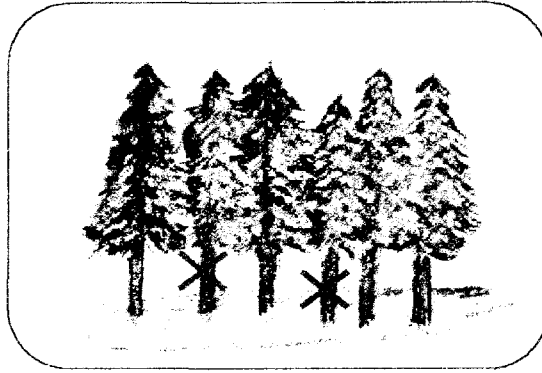
Se eliminan los árboles más débiles, suprimidos o los dañados, siempre y cuando ésta extracción no afecte significativamente la permeabilidad adecuada de la cortina, dejando claros. Se puede realizar durante toda la vida útil de la cortina, sin embargo, si fuere estrictamente necesario debiera efectuarse con una detección temprana durante los primeros años de establecimiento de la cortina, para suplir con el desarrollo de los árboles remanentes los claros ocasionados por esta intervención.



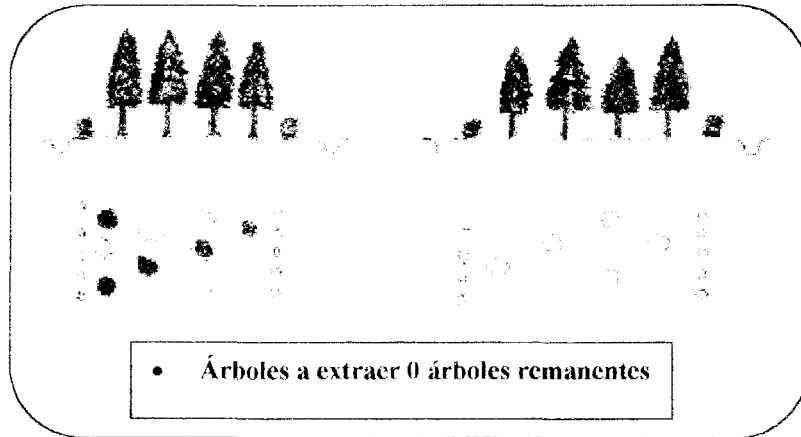
6.2.2 Raleo Selectivo o Sistemático

Se eliminan árboles en forma productiva sin alterar el efecto de la cortina, especialmente en hileras principales a sotavento.

Otra forma, recomendada es eliminar árbol por medio, para evitar la influencia de grandes masa de viento en las copas, en cortinas de pocas hileras con estrata principal.



Ejemplos de diseño de raleo en cortinas manteniendo la protección de la estrata principal.



6.3 Cosecha

Se realiza dependiendo de la edad de rotación que se estime para la especie plantada y el objetivo de producción de la madera. En el caso de especies exóticas como Pino y otras, podemos hacer una cosecha cuando el diámetro alcance 10 cm que es lo óptimo para madera pulpable, o bien conservar el producto sobre los 18 años para obtener madera aserrable o debobinable.

7. Bibliografía Consultada

- Alarcón, C. 2002. Manual de Cortinas Forestales. Proyecto FONDEF-INFOR, Investigación para el establecimiento y fomento de Cortinas Forestales productivas.
- Binford, M.W. and M.J. Buchehau. 1993. Riparian greenways and water resources *In* D.S. Smith and R.C. Hellmund, eds. *Ecology of Greenways*. University of Minnesota Press, Minneapolis, MN.
- Brandle, J.R., B.B. Johnson and D.D. Dearmount. 1984. **Windbreak** economics: The case of winter wheat production in eastern Nebraska. *Journal of Soil and Water Conservation* 39:334-339.
- Baldwin, C.S. 1988. The influence of field windbreaks on vegetable and specialty crops *In* J.D. Brandle, D.L. Hintz, and J.W. Sturroch, eds. **Windbreak Technology** . Elsevier Science Publishers, New York, NY
- Capel, S.W. 1988. Design of windbreaks for wildlife in the Great Plains of North America. *Agriculture, Ecosystems, and Environment* 22: 337-347
- Fausold, C.J. and R.J. Lillieholm. 1996. *The Economic Value of Open Space: A Review and Synthesis*. Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, MA.
- Ferber, A.E. 1974. *Windbreaks for Conservation* . Agricultural Information Bulletin No. 339. U.S.D.A Soil Conservation Service, Washington, D.C.
- DeWalle, D.R. and G.M. Heisler. 1988. Use of wind- breaks for home energy conservation *In* J.D. Brandle, D.L. Hintz and J.W. Sturroch, eds. *Wind- break Technology*. Elsevier Science Publishers, New York, NY.

- Dishongh, G. 1995. Windbreaks and ecosystem- based assistance in the Natural Resources Con- servation Service. *Journal of Soil and Water Con- servation* 50:249-252.
- Schroeder, R.L., T.T. Cable and S.L. Haire. 1992. Wild- life species richness in shelterbelts: Test of a habi- tat model. *Wildlife Society Bulletin* 20:264-273.
- Schultz, R.C. et al. 1995. Design and placement of a multi-species riparian buffer strip. *Agroforestry Systems* 29:201-226
- Norton, R.L. 1988. Windbreaks: Benefits to orchard and vineyard crops *In* J.D. Brandle, D.L. Hintz and J.W. Sturroch, eds. ***Windbreak Technology*** . Elsevier Science Publishers, New York, NY.
- Stoeckeler, J.H. 1965. The design of shelterbelts in relation to crop yield improvement. *World Crops* 3:3-8

ANEXO 1

Especies según Estrata y Objetivo de Producción

| Reg. | E-1 Estrata Principal | Objetivo. Producción | E-2 Estrata Secundaria. | Objetivo. Producción | E-3 Estrata Accesorias | Objetivo. Producc. |
|------|-----------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| VIII | P. radiata | T-MA-MP | Castaño | MA-MU-FR-LE | Hortensias | OR |
| | E. Globulus | T-MA-MP-LE | Avellano | FR | Murta | OR |
| | P. oregón | T-MA | Almendro | FR | Maqui | FR-OR |
| | Cupressus | OR | Nogal(<i>J. regia</i>) | FR-MA | Grosellas | FR-OR |
| | Alamo | T-MA-MP | Nogal(<i>J. nigra</i>) | MA-LE | Vid | FR |
| | Aromo | T-MA-LE-OR-FO | Duraznero | FR | Arándano | FR |
| | Encino | T-MA-LE | Ciruelo europeo | FR | Frambuesa | FR |
| | Castaño | T-MA-MU-FR-LE | Avellano europeo | FR | Rosa Mosqueta | FR |
| | Sauce | OR-LE | Guindo agrio | FR | Papayo | FR |
| | Hualo | MA-MP-LE | Guindo dulce | FR-MA | Tuna | FR |
| | Coigue | T-MA-MP-LE | Manzano rojo | FR | Zarzaparrilla | FR |
| | Laurel | T-MA-MP-LE | Manzano Verde | FR | Trevo | OR-FO |
| | Maiten | LE-OR | Membrillo | FR | Notro | OR |
| | Peumo | LE-OR | Olivo | FR | Retamo | OR |
| | Quillay | LE-OR | Peral asiático | FR | Acacia saligna | FO |
| | Espino | CA-LE | Peral europeo | FR | S. mimbres | OR-BA |
| | | | Naranja | FR | Rosas | OR |
| | | | Limonero | FR | Spireas | OR |
| | | | Sauce | OR-LE | | |
| | | | Litre | OR | | |
| | | | Boldo | OR-LE-ME | | |
| | | | Notro | OR | | |
| | | | Belloto | OR | | |
| | | Arrayan | OR | | | |
| IX | P. radiata | T-MA-MP | Castaño | MA-FR-MU-LE | Hortensias | OR |
| | E. Globulus | T-MA-MP-LE | Avellano | HO-FR | Murta | FR-OR |
| | P. oregon | T-MA | Almendro | FR | Maqui | FR-OR |
| | Cupressus | OR | Nogal(<i>J. regia</i>) | FR-MA | Grosellas | FR-OR |
| | P. Ponderosa | T-MA | Nogal(<i>J. nigra</i>) | MA-LE | Vides | FR |
| | Alamo | T-MA-MP | Duraznero | FR | Arándano | FR |
| | Aromo | T-MA-LE-OR-FO | Ciruelo europeo | FR | Frambuesa | FR |
| | Encino | T-MA-LE | Avellano europeo | FR | Rosa Mosqueta | FR |
| | Castaño | T-MA-FR-MU-LE | Guindo agrio | FR | Notro | OR |
| | Sauce | OR-LE | Guindo dulce o cere: | FR-MA | Aliso | OR |
| | Ulmo | T-MA | Manzano rojo | FR | Zarzaparrilla | FR |
| | Rauli | T-MA-MP-LE | Manzano Verde | FR | Alerce | OR |
| | Roble | T-MA-MP-LE | Membrillo | FR | Arrayan | OR |
| | Coigue | T-MA-MP-LE | Olivo | FR | Trevo | OR |
| | Laurel | T-MA-MP-LE | Peral asiático | FR | Meli | ME-OR |
| | Maiten | LE-OR | Peral europeo | FR | Retamo | OR |
| | Peumo | LE-OR | Sauce | FR-OR-LE | S. mimbres | OR-BA |
| | | | Boldo | OR-LE | Loniceras | |
| | | | Olivillo | ME-OR-LE | Rosas floribundas | |
| | | | Lingue | MA-LE | | OR |
| | | | Canelo | MA-MP | | |
| | | | Notro | MA-LE | | |
| | | | Quillay | OR | | |
| | | Maiten | LE-OR | | | |
| | | Peumo | LE-OR | | | |
| | | Arrayan | LE-OR | | | |
| | | | OR-LE | | | |

| Reg. | E-1 Estrata Principal | Objetivo. Producción | E-2 Estrata Secundaria. | Objetivo. Producción | E-3 Estrata Accesoría | Objetivo Produc. | |
|---------------|-----------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------|------------------|--|
| X | P. radiata | T-MA-MP | Castaño | MA-FR-LE | Hortensias | OR | |
| | E. Globulus | T-MA-MP-LE | Nogal. (<i>J. regia</i>) | FR-MA-LE | Murta | FR-OR | |
| | E. Nitens | T-MA-MP-LE | Nogal. (<i>J. nigra</i>) | MA-LE | Maqui | FR-OR | |
| | P. oregón | T-MA | Ciruelo europeo | FR | Grosellas | FR | |
| | Cupressus | OR | Avellano europeo | FR | Arrayán | OR | |
| | P. Ponderosa | T-MA | Guindo agrio | FR | Arándano | FR | |
| | Alamo | T-MA-MP | Guindo dulce | FR | Frambuesa | FR | |
| | Aromo | T-MA-LE-OR | Manzano rojo | FR | Rosa Mosqueta | FR | |
| | Encino | T-MA-MU-LE | Manzano Verde | FR | Notro | OR | |
| | Castaño | T-MA-MU-FR-LE | Membrillo | FR | Aliso | OR | |
| | Canelo | T-MA | Peral europeo | FR | Zarzaparrilla | FR | |
| | Ulmo | MA-MP-LE | Sauce | OR-LE | Nirre | OR | |
| | Rauli | T-MA-MP-LE | Boldo | ME-OR-LE | Alerce | OR | |
| | Sauce | OR-LE | Olivillo | MA-LE | S. mimbre | OR-BA | |
| | Roble | T-MA-MP-LE | Lingue | MA-MP | Hipericum | | |
| | Coigue | T-MA-MP-LE | Canelo | MA-LE | arbutivo | OR | |
| | Laurel | T-MA-MP-LE | Notro | OR | Juniperos | OR | |
| | Maiten | LE-OR | Quillay | LE-OR | | | |
| | | | Maiten | LE-OR | | | |
| | | | Peumo | LE-OR | | | |
| | X Nadis | E. nitens | T-MA-MP-LE | Sauce | OR | | |
| | | E globulus | T-MA-MP-LE | Encino | MA-MU-LE | | |
| | | Encinos | T-MA-MU-LE-OR | Aliso | OR-LE | | |
| Alamos | | T-MA-MP | Canelo | MA-LE | | | |
| Canelo | | T-MA-LE | P. radiata | MA-MP-LE | | | |
| Ciprés de Las | | | C. gualtecas | PO-LE | | | |
| Guaitecas | | PO-LE | | | | | |
| XI | P. oregón | MA-LE-OR | Ciruelo europeo | FR | Maqui | FR-OR | |
| | Cupressus | OR | Avellano europeo | FR | Grosellas | FR | |
| | Alamos | MA-MP | Guindo agrio | FR | Arándano | FR | |
| | P. contorta | MA-MP | Guindo dulce | FR | Frambuesa | FR | |
| | P. ponderosa | MA-MP | Manzano rojo | FR | Nirre | OR | |
| | Encinos | MA-MU-LE-OR | Peral europeo | FR | Notro | OR | |
| | Abedul | OR-MP-LE | Maitén | LE | Calafate | FR | |
| | Aliso | MA-MP-LE | Lenga | MA-MP-LE | Mata negra | OR | |
| | Notro | OR | Sauce | OR-LE | Avellanos | FR | |
| | Larix euroletis | | | | Retamo | OR | |
| | Coigue | MA-MP-LE-OR | | | Juniperos | OR | |
| | Sauce | MA-MP-LE | | | Berberis | OR | |
| | Lenga | OR-LE | | | Erika | OR | |
| | | MA-MP-LE | | | | | |
| XII | P. oregón | MA-MP | Ciruelo europeo | FR | Mata verde | OR | |
| | Cupressus | OR | Guindo dulce | FR | Mata negra | OR | |
| | Alamos | MA-MP | Manzano | FR | Grosella | FR | |
| | Lenga | MA-MP-LE | Cupressus | OR | Calafate | FR | |
| | Abedul | OR-MP-LE | Caragana | PR | Arándano | FR | |
| | P. radiata | MA-MP-LE | | | Frambuesa | FR | |
| | Caragana | PR | | | Retamo | OR | |
| | Larix | MA-MP-LE-OR | | | Erika | OR | |
| | P. ponderosa | MA-MP-LE | | | Juniperos | OR | |
| | | | | | Berberis | OR | |

MA: Madera Aserrable
FR: Frutas
MP: Madera Pulpable
T: Madera Torneable

FO: Forraje Animal
ME: Medicina
OR: Ornamental
HO: Aprovechamiento de Hoja

BA: Barrillas
MU: Partes y Piezas de Muebles
PR: Protección
PO: Postes