



INFOR
Instituto Forestal

314
INFOR
C.1



GOBIERNO DE CHILE
FONDES-CONICYT



0004310



CESAR ALARCON / AMADOR BARRA



PAISAJISMO Y PROTECCION MEDIOAMBIENTAL

VALDIVIA, Xª REGION

INDICE

1.0 INTRODUCCIÓN	3
2.0 CORTINAS FORESTALES PAISAJISTICAS	4
2.1 Diseño Físico de las Cortinas	5
2.1.1 Estructura de una Cortina Paisajística	6
2.1.2 Variables para Combinación de Especies	7
2.1.3 Forma y Estructura de las Especies	7
2.1.4 Follaje y su Colorido	8
2.1.4.1 Follaje	8
2.1.4.2 Colorido	9
2.1.5. Crecimiento entre Especies	10
3.0 CUIDADOS PRE Y POST ESTABLECIMIENTO	11
3.1. Drenaje del Terreno	11
3.2. Preparación del Sitio	11
3.3. Elección de Plantas	12
3.4. Podas	12
3.5. Raleos	13
4.0 OPCIONES DE CORTINAS ORNAMENTALES PARA DIVERSOS USOS	13
4.1 Cortinas Orilla de Carreteras y Predios Agrícolas	13
4.2 Cortinas de Avenidas, Plazas, Accesos a Ciudades o Pueblos	14
5.0 OPCIONES DE CORTINAS PARA PROPOSITOS AMBIENTALES	16
5.1 Cortinas Forestales para el Control de la Erosión Eólica	16
5.2 Cortinas Forestales para el Control de la Erosión Debido a la Salinización	18
5.3 Cortinas forestales para el Encapsulamiento de Olores	20
5.4 Cortinas en Taludes, Caminos, Laderas de Cerros y Áreas de Descanso	21
5.5 Cortinas en Riveras de Río o Áreas Intermediarias	23
5.6 Cortinas Forestales para la Vida Silvestre	25

1.0 INTRODUCCIÓN

Las cortinas forestales son utilizadas ampliamente para optimizar la producción, mejorar el paisaje y como sistemas de protección del medioambiente, en los países con mayor desarrollo en este campo como China, Canadá, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Rusia, Dinamarca, Australia, y en general los países europeos, donde aprecian los beneficios productivos y las ventajas de efectuar restauraciones de sitio o revegetación. Esto con un objetivo de mejorar el paisaje, como también por los efectos positivos siempre directos para el medioambiente con el uso de estos sistemas.

Su aplicación masiva más conocida, es sin lugar a dudas, las cortinas cortaviento o de protección, que originan directamente aumentos de rendimientos y mejoran la rentabilidad de cultivos asociados, sumado a la integración del negocio agroforestal, con altísimos beneficios económicos y con una sustentabilidad que permiten establecer y abastecer mercados de los más exigentes que conllevan las transacciones de productos junto a la preservación medioambiental. Años atrás, variados grupos de investigación en el ámbito mundial, en Estados Unidos y Canadá, han probado y determinado otros usos novedosos para estas cortinas forestales, como el encapsulamiento de: vertederos, plantas de aguas servidas, disipación de olores en plantales de producción avícola y porcino. De esta forma, mantienen una variada gama de usos y aplicaciones para protección medioambiental más tradicional, principalmente para controlar la erosión eólica y los procesos de restauración y revegetación, de riberas de ríos, cauces, taludes, laderas y carreteras.

El empleo de cortinas forestales en cualquiera de los ámbitos de mejoramiento del bienestar social, tanto privado como local, ayuda a la optimización productiva, así como a mantener el cuidado medioambiental de país (limpio, ordenado y con belleza. Este sistema se puede calificar como único, ya que además de los objetivos enumerados anteriormente tiene un efecto de producción, belleza, y protección medioambiental altamente positivo, junto a la integración de una amplia diversidad de diseño y especies componentes. Siendo extremadamente plástico en su aplicación a diferentes sitios, situaciones, y funcionalidad, dada su diversidad propia de diseño, siendo una tecnología relativamente más barata, y de un alto potencial para lograr una mejoría ambiental global del país.

Este manual entrega la tecnología apropiada para establecer cortinas forestales entre la VIII y XII regiones, que cumplan con los objetivos de: mejorar el paisaje, y además proteger el medioambiente, sin embargo, dada la complementariedad en el sistema de cortinas forestales estos dos propósitos tienen un resultado global y óptimo.

2.0 CORTINAS FORESTALES PAISAJÍSTICAS

La arquitectura del paisaje y la implicancia de la intervención humana, desde un comienzo, determina que estos arreglos deben ser realizados para satisfacer nuestros propósitos, por lo que el paisaje se ha definido muy extensamente, como *el conjunto del ambiente al aire libre en ciudades y campos (espacios públicos o de vista pública)*. Así, a pequeña escala, se sugiere plantar cortinas forestales en los espacios al aire libre en ciudades, avenidas, y parques, muy conscientes de que éstos raramente son jardines en cualquier sentido normal, no privado, pero que constituyen junto a los elementos de los espacios abiertos en campos y acceso a ciudades, los elementos del paisaje urbano y rural. De esta manera, un buen diseño de cortinas asegura satisfacción estética tanto social como privada. En el otro extremo están los problemas de conservación, manejo de los espacios rurales y bordes costeros, paralelamente a la compleja tarea de diseños y plantaciones para la reconstrucción, fluvial, vial e industrial.

Las cortinas forestales paisajísticas según el objetivo específico y el modelo de diseño funcional, pueden aprovecharse en espacios libres como: áreas reducidas o delimitadas en el entorno o interiormente en ciudades y pueblos, o en espacios más libres como acceso a ciudades o campos principalmente, orilla de carreteras y caminos, riberas de ríos y lagos. Un buen ejemplo en este sentido, es el programa de cortinas forestales llevado a cabo por China en las últimas tres décadas, donde se ven ejemplos de protección costera por más de 10.000 km., con 35 millones de hectáreas protegidas bajo cortinas forestales en los campos, mediante sistemas de agroforestería de los más diversos, y todas las carreteras y caminos, dentro y fuera de los accesos de ciudades, empleando cortinas forestales muy variadas, tal cual se muestra en la figura 1.

Figura 1. cortinas de protección con una alta mejora del paisaje en China



En general las cortinas paisajísticas, como su nombre lo indica, tienen como objetivo central dar armonía y belleza al paisaje, por lo tanto tienen un carácter más arquitectónico que las cortinas forestales para otros usos, con una composición semejante al parque masivo, como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Composición de una cortina paisajística de tres estratas





Se espera que con el tiempo, la línea entre cada estrata se pierda quedando solo una profundidad de campo. También es importante en las cortinas paisajísticas lograr una armonía de colores, entre el follaje, las flores, las ramas de manera tal que se mantenga el colorido en el transcurso del año (figura 3). Así, el color puro y/o el empleo de diferentes tonos, distintos al blanco, produce movimientos en una cortina que tiene cambios durante las estaciones del año y da una sensación más grata visualmente.

Figura 3. Cortinas forestales usadas en la ganadería en Australia¹



Estos ejemplos, son buenos diseños de doble funcionalidad porque cumplen el objetivo principal de ser productivos y en segundo lugar paisajísticos, ya que mejoran el paisaje y revalorizan el campo donde se establecen. De allí que con un planeamiento global de estos sistemas en un territorio determinado se logran incrementos y cambios radicales de belleza superior como es el caso de China, donde no se perciben características básicas y genéricas en los tipos de cortinas empleados, pero sí una complementariedad funcional.

2.1. Diseño Físico de las Cortinas

En términos amplios, la plantación de cortinas forestales paisajísticas conlleva implícitamente el desarrollo de diseños de paisaje o espacios abiertos. Así, se reconocen en general cuatro etapas o elementos centrales en el diseño de paisaje: sustentabilidad, planificación, secuencia de diseño, y el diseño propiamente tal. En el primer caso el diseño de paisaje, por ejemplo, tiene que ver con: la satisfacción visual, el nivel de costo que permita su operatividad, su funcionalidad y facilidad de mantenimiento o manejo.

En consecuencia, en el diseño se identifican conceptos como el de simplicidad, variedad, balance, énfasis, y la secuencia del paisaje.

- *Simplicidad*: considera sólo los elementos sobresalientes del paisaje.
- *Variedad*: incorpora nuevos elementos además de la forma, textura y la combinación de colores para crear un interés adicional.
- *Balance*: crea una relación entre los elementos de paisaje. Un equilibrio donde un lado del paisaje sea el espejo del otro.
- *Énfasis*: se debe por ejemplo identificar si sólo se desea crear un interés particular en una estación específica, o elegir especies para generar interés en todas las estaciones a partir del follaje, las flores y los frutos.
- *Secuencia*: logra transiciones graduales en el paisaje, a través de una elección de especies que se establezcan en las diferentes estratas.

De otra manera las características de los árboles, arbustos o plantas se definen como los elementos del diseño, entre los más importantes se debe considerar: altura, ancho, textura, forma y color estacional o interés.

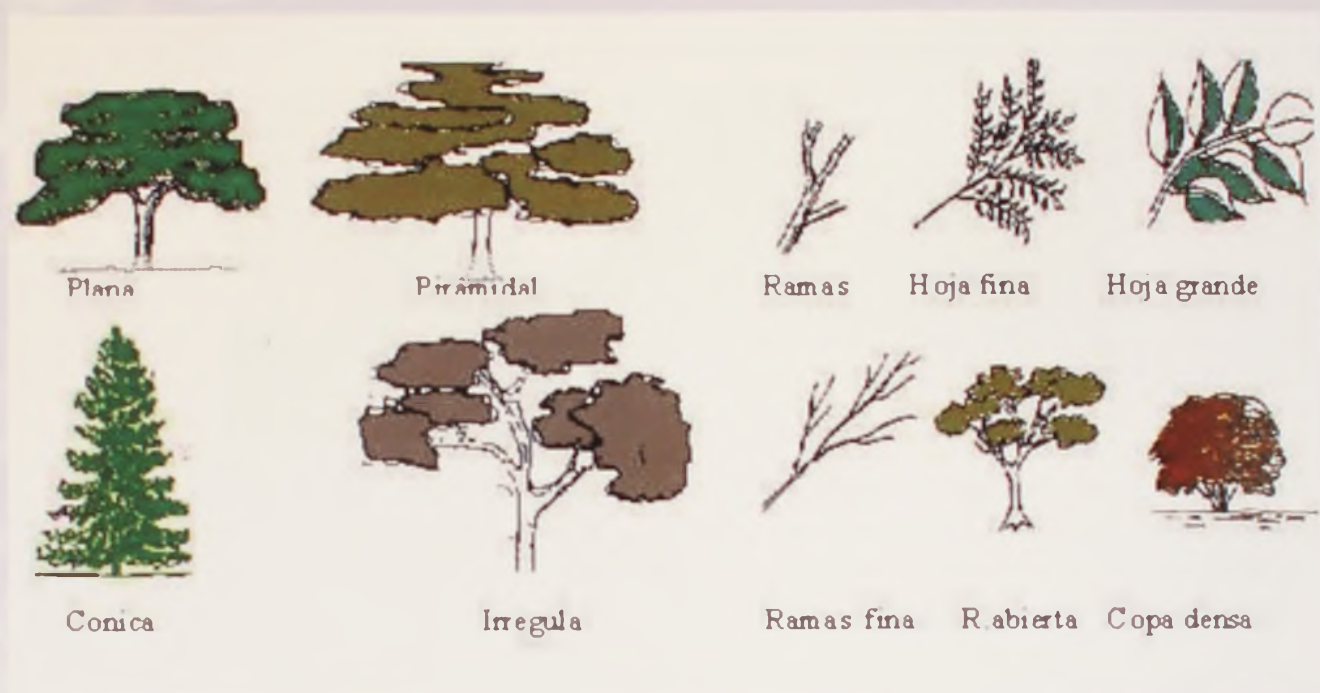
- *Altura y Ancho*: son los tamaños adultos alcanzados por la cortina paisajística.
- *Textura*: considera la tosquedad o fineza del árbol o arbusto, usando como norma general un mayor número de especies mientras más fina sea la textura.
- *Forma*: considera el contorno de la planta así como también su característica tridimensional.
- *Color*: es el elemento que sobresale en el paisaje y su mayor relevancia dice relación con la estacionalidad del colorido de la cortina. En la figura 4 se muestra un resumen de los elementos del diseño mencionados.

¹Foto: Forest Product Comission. Weteren Australia. Tree Crops and Plantations.

Figura 4. Formas y texturas usadas más frecuentemente en el diseño de paisajes.

a) formas

b) texturas



2.1.1. Estructura de una cortina paisajística

En general las cortinas paisajísticas requieren del establecimiento de tres estratas con vanadas hileras de árboles, establecidos con diferentes rangos de espaciamiento y disposición espacial. Así las estratas poseen las siguientes características:

- La *estrata Principal* incluye las especies que otorgan la altura de proyección de cobertura o área de protección. Se deben tomar algunas precauciones a este respecto, por ejemplo, si en la zona se alcanzan altas temperaturas, se debe optar por especies con follaje caduco, pero siempre combinando los colores.

- La *estrata Secundaria* se compone de árboles de menor altura, que determinan el grado de permeabilidad requiendo para las condiciones de protección del cultivo agrícola o forestal, o bien de la infraestructura vial o constructiva a proteger como carretera, camino, área de descanso, o viviendas o edificaciones en general.

- La *estrata Accesoria* está conformada por especies arbustivas que contribuyen a mantener la estructura vertical y horizontal de la cortina, tanto para cortinas simétricas así como también para las asimétricas, permitiendo la ascensión convectiva de las masas de viento. En general esta estrata es más bien decorativa por lo que es importante el colorido de follaje y flores.

En el diseño de la cortina se debe considerar la pérdida de una o dos estratas en el periodo de desarrollo pleno de la cortina. Las estratas de coníferas, mantienen su colorido y follaje durante todo el año, por ejemplo las criptomeras variedad elegans que cambian de color en invierno, y algunos pinos y abetos de gran colorido puro. En la figura 5 se muestra un diseño de cortina de tres estratas *Chameacyparis Pitus Porum e hipericum*.

Figura 5. Cortina paisajística con ciprés y pino de dos y tres estratas

a) Cortina de tres estratas

b) Cortina de dos estratas



Otra opción de cortina paisajística de tres estratas corresponde a *Chamaecyparis lutea* (E1), retamos moscardón (E2) e *Hipericum arbustivos* (E3). Mientras la conífera mantiene el follaje colorido todo el año, el retamo florece en primavera con colores amarillos y anaranjados, y finalmente el *Hipericum* posee una flor amarilla en verano.

Una opción adicional son el avellano o *Quercus falcata* en la estrata E1, Canelo o *Estenocarpus* en la estrata E2 y *Escalonia rubras* o Ericas arbóreas en la estrata E3.

2.1.2. Variables para combinación de especies

Dependiendo de la composición del paisaje existente, de la integridad o no a éste, los cambios requeridos, la topografía y el suelo, determinan la densidad que se quiera dar a la cortina, utilizándose entre dos a tres estratas para una adecuada combinación de especies. Es importante tener presente el entorno en el cual estarán insertas las cortinas ornamentales. Esto se traduce en el respeto de la vegetación autóctona, de manera que la inserción de la cortina se complemente con los componentes existentes en el lugar. Los sectores vulnerables son:

- **Sectores Rurales**, especialmente en cortinas de predios agrícolas, bordes de ríos, en caminos rurales, es decir donde estén en contacto directo con la naturaleza.

- **Sectores Urbanizados**, en las entradas de ciudades o pueblos, las cortinas se pueden manejar en forma más artificial, orientadas principalmente a la variedad de especies con respecto a sus colores, formas y texturas. Lo relevante aquí, es crear causas visuales para integrar los elementos más valiosos. Como una arquitectura propia del lugar o la presencia de algún volcán o lago que no quiera perderse entre los árboles.

2.1.3. Forma y estructura de las especies

Es importante caracterizar las especies por el tipo de fuste. En el caso de las coníferas, éste se define como *excurrente*. Las latifoliadas, en cambio, tienen un fuste definido en la parte inferior hasta el comienzo de la copa. Luego se ramifica y pierde la estructura central, este se denomina fuste deliscuescente. De estas características dependerá la forma y volumen de la cortina.

Ejemplo de estructuras combinadas

Opción

- E1 - Avellanos - *Cupresus*
- E2 - Arrayán - Tuya occidentales
- E3 - *Spireas bumalda* - *Spireas tumbergui* - Juniperos - Cotoneaster horizontal

Figura 6. Estructura de cortina forestal paisajística con árboles copas globosas y piramidal



Figura 7. Cortina forestal paisajística de estructura densa



2.1.4 Follaje y su colorido

2.1.4.1 Follaje

El movimiento y los diferentes tonos en cada estación del año son dados por el colorido del follaje de las especies que integran la cortina.

Es importante que la cortina tenga variaciones durante todas las épocas del año, es decir, los sectores de establecimiento deben parecer dinámicos, tomando en cuenta que las plantas en general son seres vivos y que están en constante cambio, y que no es igual tener una muralla de hormigón a tener una muralla vegetal.

Las especies que tienen mejor floración son las de hoja caduca, por eso es importante mezclarlas con especies de hoja persistente, y así evitar que en alguna época del año la cortina se quede sin hojas.

Existen, además impactos de colorido a comienzos de otoño, donde el follaje de algunas especies caducas, comienza a tomar distintas tonalidades antes de desprenderse de las ramas. Las más comunes son las amarillas, ocres y rojas, lo que produce una belleza extraordinaria en el sector del establecimiento.

Colorido otoñal de algunas especies usadas frecuentemente en diseños paisajísticos:

- **Rojizo:**
 - Blackgum (*Nyssa sylvatica*)
 - Black Cherry (*Prunus serotina*)
 - Red or Swamp Maple (*Acer rubrum*)
 - Northern Red Oak (*Quercus rubra*)
 - Scarlet Oak (*Quercus coccinea*)
 - White Oak (*Quercus alba*)

- **Amarillo:** American Beech (*Fagus grandifolia*)
River Birch (*Betula nigra*)
Shagbark Hickory (*Carya ovata*)
Pignut Hickory (*Carya glabra*)
Red Mulberry (*Morus rubra*)
Eastern Redbud (*Cercis canadensis*)
Serviceberry (*Amelanchier arboria*)
Sycamore (*Platanus occidentalis*)
Yellow-poplar (*Liriodendron tulipifera*)
- **Amarillo rojizo:** Sweetgum (*Liquidambar styraciflua*)
- **Amarillo Anaranjado:** *Quercus palustris* – Tuliperos
- **Amarillo Pardo:** Ciprés calvo
- **Verde – Amarillo:** Abedules – Salix – Roble – Hayas – Gingko – Aromo (*Acacia dealbata*) – Catalpa
- **Rosado liláceo:** Las flores de Paulonia

Otro aspecto de importancia al momento de la elección de especies para el diseño es el aroma que suma otra sensibilidad al valor estético de la cortina. Entre las reconocidas por esta cualidad, se cuentan: *Robinia pseudoacacia*, *Escalonia angustifolia*, *Magnolias*, *Myrtus communis*, p.p.tobira, *Eucaliptos citridora*, *Acacia caven*, *Diosmas*, *Osmanthus*, *Melia azedarach*.

En cuanto a la estrata accesoria existe una mayor variedad de especies que poseen una alta floración y además un suave aroma, como son: lila, choisia, diamelos, jazmín de Siberia, natre. Si se quiere aumentar el dramatismo de la cortina se pueden combinar con una cuarta estrata de especies de menor tamaño altamente aromáticas o utilizadas como condimentos naturales, como lavanda, cedrón, menta, romero, paico, ruda, matico, manzanilla, poleo, yerba buena, etc.

2.1.4.2 Colorido

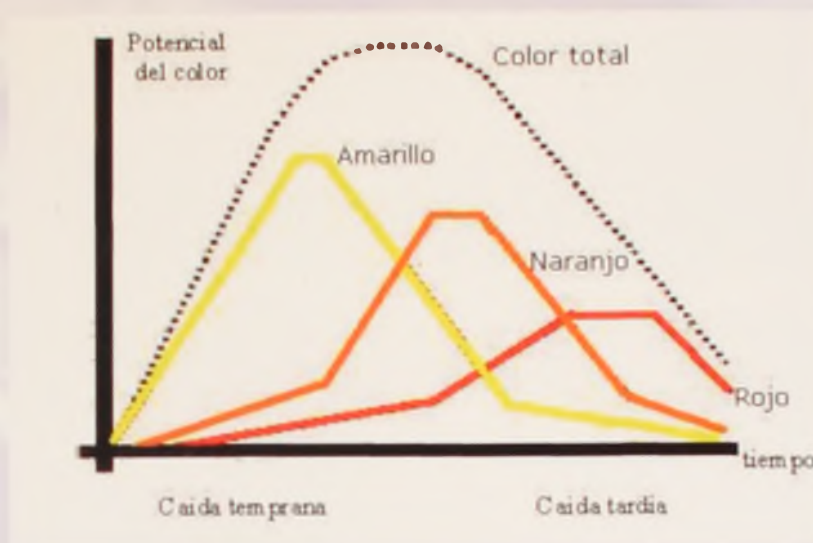
Aquí se define el colorido que se desea lograr en las cortinas, por ejemplo, tonos fuertes tales como rojos, amarillos, naranjos o bien más suaves como blancos, rosados lilas y celestes. Los colores fuertes dan mayor luminosidad que los suaves, por lo que se recomiendan en zonas más lluviosas en donde los días son más cortos. Como norma general se debe buscar armonía de colores, que no cansen a la vista. Así, es más agradable observar un paisaje que tenga una buena combinación de colores más que una mezcla, por lo que siempre hay que lograr un equilibrio. Existen dos formas de apreciar el equilibrio, y se manifiestan en uniformidad o heterogeneidad, simulando algunos estados en la naturaleza.

Por otro lado, hay que tratar que las especies elegidas tengan durante el año un cierto movimiento ya sea en el colorido del follaje como en el tono de sus flores. La tercera estrata, que es la más baja, siempre debiera tener colorido, o bien, formar una cuarta estrata con semillas silvestres de flores nativas o plantas arbustivas de alta floración.

En general se trata que el diseño de la cortina anticipe el colorido que alcanzará la cortina madura, para ello se han desarrollado algunos métodos (Koder 1997) que consideran:

- Volumen de hoja
- Sanidad del follaje
- Temperaturas y precipitaciones
- Sincronización de la especie dominante respecto de la perduración de follaje
- Historia de los máximos días de color de los follajes

Figura 8. Evolución del color total de un paisaje



2.1.5. Crecimiento entre especies

Es importante destacar que las cortinas ornamentales o paisajísticas, en sentido estricto, se manejan de distinta forma que las cortinas forestales de protección y producción, sin embargo dada, sus características de diseño y diversidad propia, cualquiera sea su diseño o funcionalidad, poseen una alta valoración estética. En las ornamentales, la importancia radica en la estructura y forma de la especie, dejando que su desarrollo sea de forma natural, o que el crecimiento de copa sea con muy poca intervención, y si ésta resulta indispensable que al menos pase desapercibida en su conjunto.

Para obtener un buen diseño de la cortina ornamental, se debe tomar en cuenta el espacio que necesita cada especie para alcanzar su plenitud en el tiempo, pudiendo llegar a la madurez sin perder su forma y exuberancia. Sin embargo, para que éstas se aprecien desde un principio en el establecimiento, será necesario disminuir y concentrar o agrupar la vegetación de tal manera de dar una impresión de mayor volumen, y con los años intervenir la cortina o estratas para generar la potencialidad adecuada, esto se podrá efectuar si se cuenta con el recurso financiero suficiente, y/o si se quiere alterar el tiempo de espera.

Normalmente la estrata predominante está compuesta por especies de gran tamaño, y generalmente de lento crecimiento, por lo que es importante que la segunda y tercera sean especies de crecimiento más rápido para que las cortinas se vean armadas en forma más inmediata. Por otro lado es bueno mezclar en la estrata alta, especies de rápido crecimiento con otras más lentas, para lograr un desarrollo de la cortina más rápido, tal como una combinación de abedules con avellanos.

En resumen, al momento de diseñar una cortina ornamental hay que pensar en una armonía de forma y color, es decir, combinar las especies, dejando siempre un espacio adicional a su potencial desarrollo en estado adulto. Este debe ser de un metro entre estrata principal y secundaria; entre estrata secundaria y arborescente de 40 cm de distancia, con el fin de lograr una buena limpieza y en el caso que se necesitará negro. En las estratas se debe privilegiar la plantación en forma de bolillo o zig-zag, o grupos pequeños. Así, se logra dar volumen a una masa vegetal que la hace más natural.

3.0 CUIDADOS PRE Y POST ESTABLECIMIENTO

En cuanto a las condiciones climáticas, la lluvia en general no afecta mucho, sin embargo a algunas especies como las piceas, los ataques de fumagina, las desfolian fuertemente y pueden causarles la muerte. La nieve y especialmente los vientos extremos son peligrosos para la cortina, provocando quebraduras de ramas o fustes, deformación de copa (árboles bandera). Existe una moderada cantidad de especies más resistentes al viento y a la nieve, sin embargo, en zonas australes se complementa el establecimiento de las cortinas ornamentales con una protección de forma artificial, construyendo cortinas artificiales de malla cortaviento o raschel por defecto, en su etapa inicial de desarrollo permite un crecimiento sostenido, evita daños por efecto de viento y nieve, como disminución o nulo replante.

3.1. Drenaje del terreno

Los suelos deben estar, en lo posible, limpios y mullidos. Esto ayuda a que las raíces de las especies tengan una rápida expansión y por ende un crecimiento más rápido del árbol. El drenaje del suelo debe ser bueno, acompañado de una textura media y buena aireación para que las raíces se oxigenen y absorban el agua con los minerales necesarios. Un suelo compactado y saturado de agua, no permite un buen funcionamiento y las raíces de los árboles terminan saturadas y podridas. En general en el sur existen suelos con buena absorción de agua, sin embargo en suelos de guayules o ñadis, pueden emplearse algunas técnicas descritas en el "Manual de Cortinas Forestales" y en el "Manual Básico de Diseño y Construcción de Redes de Drenaje en Suelos Ñadis", utilizando o no sistemas de drenaje (ambos del mismo autor César Alarcón Araya).

Si fuere necesario disminuir una alta compactación por sellado de erosión u compactación por pie de arado u otra causa, se debe preparar el sitio de preferencia mediante casillas, u optar secundariamente por un subsolado que ocasiona problemas de desarrollo radicular unidireccional, con la susceptibilidad a caídas o volteo por vientos o temporales de lluvia, viento y/o nieve. Una compactación fuerte trae una disminución de un 20 a 25% del crecimiento en altura y diámetro de las plantas.

3.2. Preparación del Sitio

Las actividades más relevantes respecto de la plantación de una cortina dicen relación con el control de las malezas, la preparación del suelo, el riego y la fertilización.

Primero se debe verificar si hay malezas, y en ese caso realizar roce con quema es inadecuado, así como la extracción de residuos existentes, prefiriéndose un triturado e incorporación mediante un azadoneo manual o mecanizado con máquinas del tipo sepi o chipeadoras livianas. El desmalezado puede ser manual, mecánico (tractor y rastra o desbrozadora), o químico. Si se procede a una trituración de residuos e incorporación, se debe realizar de preferencia mediante un laboreo intensivo del sitio (manual o mecánico), o su extracción, siempre que existiere roce mediano a pesado (arbustos y/o árboles de un tamaño relativamente grande).

La preparación del suelo más adecuada para estas cortinas ornamentales y también para las de protección, es la confección de casillas de plantación de dimensión variable dependiendo del costo asignado y de la especie y tipo de planta, (de 30x30x30 o más cm) ya sea mecanizada o manual. Antes de la etapa de preparación de sitio debe observarse la necesidad de cercado total o protección individual, por el posible daño por animales mayores y menores, la nivelación o no del terreno, el diseño de las cortinas y su funcionalidad y la proyección de su diseño en el tiempo, junto a la modalidad de manejo ya sea intensiva o extensiva, y que tiene relación con las especies que se utilizarán y su manejo.

Posteriormente, el riego y la fertilización deben aplicarse durante los primeros tres años de crecimiento, si se desea asegurar altos estándares y una excelente cortina ornamental. Los fertilizantes que normalmente son los más requeridos por las plantas contienen NPK, nitrógeno, fósforo y potasio. En algunos casos las especies requieren hierro, magnesio, azufre y boro, tanto algunas arbustivas de flor y fruto, que pueden emplearse, como especies de coníferas para las estratas arbóreas. Si se quiere un buen desarrollo de las especies forestales, existen en el mercado mezclas de fertilizantes adecuadas para tipos de suelos y especies, y para aquellas solamente ornamentales se puede utilizar una mezcla rica en fósforo, menor cantidad de nitrógeno y con una cantidad de micronutrientes selectivos según el caso, para lograr una buena floración y un desarrollo balanceado de las plantas.

En cuanto a las necesidades hídricas, al comienzo deben tener de preferencia un riego sistematizado y permanente durante el periodo estival o primavera seca. Una vez que establecen bien sus raíces, a la temporada siguiente, son capaces de adaptarse al sitio y los riegos pueden ser menos o más frecuentes hasta sistematizarlos cada 15 ó 20 días, excepcionalmente una vez al mes, en zonas más secas. Si este fuese el caso, debe instalarse de preferencia un riego por goteo o bien por acequias interiores, dando muy buen resultado.

Las actividades de manejo futuro, que generalmente se aplican a una cortina forestal corresponden a las podas de formación, laterales, apicales y de raíces, y secundariamente raleos selectivos. Sin embargo, para las cortinas ornamentales y/o de protección estas actividades son menos intensivas y sólo se consideran como criterio básico de manejo porque lo que se busca es un estado de desarrollo natural, con una mantención y cuidados adecuados, sin daños por plagas, pestes, animales o viento.

3.3 Elección de plantas

Consideraciones para una elección correcta de plantas en vivero:

- Plantas que tengan buena forma, que sus ramas laterales estén completas, con buena forma circular desde el cuello al ápice y en buen estado. La relación parte aérea-raíz, si son plantas a raíz desnuda, debieran tener como máximo una altura aérea no superior en dos tercios en comparación a la radicular. Un buen diámetro de cuello, también demuestra la vigorosidad y la resistencia de la planta a los posibles daños por viento, en su etapa inicial de desarrollo.
- En general es conveniente comprar plantas de porte medio ya que son más fáciles de adaptar a las condiciones de suelo y clima. Sin embargo, si se implementa riego y cuidados adecuados, es beneficioso establecer plantas de mayor tamaño.
- Especies sanas, libres de enfermedades y vigorosas.
- Si la compra de plantas es a raíz desnuda, es importante observar si existe podredumbre, raíces blandas o manchas de blanco, que normalmente corresponden a hongos o bacterias patógenas.
- Elegir plantas adecuadas a cada zona, considerando restricciones edafoclimáticas del sitio, o su costo para cuidados adecuados más intensivos.

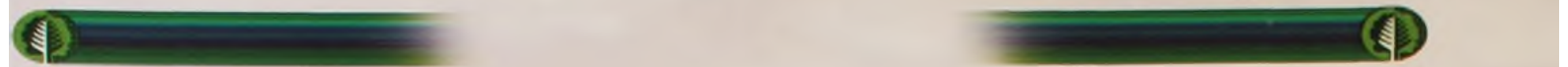
3.4. Podas

La poda se hace para regular la forma y talla de los árboles o arbustos, su crecimiento y para controlar su florecimiento y fructificación. Entre las ventajas de llevar a cabo una poda está la prolongación de florecimiento, el rejuvenecimiento de la planta, y el estímulo al crecimiento. Con la poda se puede controlar el tamaño y número de las flores. También permite controlar la invasión de las plantas en espacios de otros árboles o especies, así como resulta una técnica eficiente para controlar parásitos y enfermedades. En este tipo de cortinas, las podas son una intervención liviana que sólo busca eliminar ramas secas o follaje producto de un daño, y eventualmente dependiendo del diseño empleado, tiene como fin la formación o mantención de la cortina.

Los árboles de hojas perennes también pueden ser sometidos a podas para inducir el crecimiento y cambiar la dirección. En este caso, se puede constituir en un arte que cambia la dimensión de una variable. La desventaja está por el lado del tiempo requiriendo para su manejo. Es posible complementar en acceso a ciudades o parques transversales, una poda artística, del tipo jardín, sin embargo, como criterio global, estos sistemas no son aconsejables para mejorar el paisaje.

Las podas ornamentales más recurrentes son:

- Para eliminar flores dañadas y viejas y así, promover el desarrollo de una nueva floración.
- Para renovar el aspecto y estimular el crecimiento y la floración de la planta completa.
- Para renovar o rejuvenecer sólo algunas ramas de planta.
- Para cortar brotes terminales o laterales cuando se desea estimular las yemas laterales y producir una mayor floración, o cuando se desea inducir una floración de mayor tamaño en los brotes terminales respectivamente.
- En términos de eliminación de ramas se ejecuta como sanidad o para mejorar la permeabilidad de la cortina (ver "Manual de Cortinas Forestales").



Una poda recurrente en las especies de tipo ornamental es de carácter formativo y consiste en cortar ramas indeseables, pero manteniendo la estructura del árbol. En general, en las cortinas paisajísticas se prefiere árboles con ramas desde el suelo, así por ejemplo, al ciprés o *chamaecyparis* no es conveniente cortar sus ramas inferiores ya que pierde la majestuosidad que se forma con las ramas laterales desde el suelo hacia arriba que al podarse se entorpece con un corte visual.

3.5. Raleos

En este tipo de cortinas, el raleo es una medida extrema de sanidad que se aplica a árboles enfermos o dañados irreversiblemente producto de quiebre de ramas. Así como también el raleo es aconsejable cuando la cortina está integrada por especies frutales que en general, se desea mantener en buenas condiciones.

4.0 OPCIONES DE CORTINAS ORNAMENTALES PARA DIVERSOS USOS

4.1. Cortinas Orilla de Carreteras y Predios Agrícolas

Las cortinas a orillas de carreteras y predios agrícolas son las más comunes por lo que son altas y más bien densas con el propósito de mantener la privacidad y a su vez proteger del viento.

Opción

- E1 - *Cha. lawsonianas* con pino oregón
- E2 - *Pitos porum nigrica* con laurentinas
- E3 - *Hipericum arbustivo*

Opción

- E1 - *Cha. lawsonianas*
- E2 - *Criptomerias japónicas*
- E3 - Hortensias

Opción

- E1 - Notros mezclados con coigües
- E2 - Arrayanes
- E3 - *Hipericum arbustivo*

Es recomendable utilizar tres estratas. Estas son sistemas de cortina bastante densas y son adecuadas para la zona que abarca desde Concepción hasta Puerto Montt. Eventualmente puede implementarse más al sur.

4.2. Cortinas de Avenidas, Plazas, Accesos a Ciudades o Pueblos

Estas cortinas deben ser limitrofes y porosas para facilitar la visualización a través de ella y así no crear una barrera que puede provocar problemas de seguridad a la población. Para evitar el efecto "barrera", las especies se pueden disponer a una distancia adecuada de separación para un mejor manejo. Se utilizan de dos a tres estratas, dependiendo del objetivo y espacio que se disponga. Es aceptable un diseño más de barrera, siempre y cuando se quiera encapsular un tipo de paisaje como por ejemplo de pobreza marginal en el acceso a ciudades, tal como se efectúa en China, y que en Chile tendrían bastante aplicación. También es óptimo para sectores a lo largo de los accesos que tienen un grado importante de intervención y que aparentan ser terreno sin propietarios, de un bajo nivel paisajístico.

Estos sistemas de cortinas son adecuados también para dar identidad vegetal a zonas específicas, entrada de ciudades y pueblos, destacando combinaciones de especies nativas y/o exóticas, lo que depende de la riqueza vegetal que posea el lugar, siempre utilizando como criterio la complementariedad del paisaje o bien, la intención de dar dramatismo o dirección a un punto focal completamente distinto que denote diferenciación de paisaje de ese lugar o ciudad.

Opción

- E1 – Álamos
- E2 – Hortensias

Opción

- E1 - *Ch. luteas* con *lawsonianas*
- E2 - Verónicas con *rudbequias* o *coreopsis*
- E1 - *Quercus falcata*
- E2 – Hortensias

Opción

- E1 - Castaños
- E2 - *Loniceras nitidas*
- E3 - *Coreopsis* o bien alstromerías nativas del sector

Opciones de cortinas forestales ornamentales para el mejoramiento del paisaje por región

Opción Octava Región

- E1 - Ciprés de la Cordillera
- E2 – *Choisias*
- E3 – Rosas

Opción Octava Región

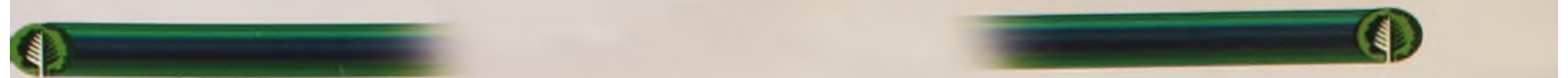
- E1 – Encinos
- E2 – *Cidonias*
- E3 – *Spireas*

Opción Novena Región

- E1 – Notros
- E2 – Arrayanes
- E3 – *Loniceras*

Opción Novena Región

- E1 – Castaños
- E2 – *Choiceas*
- E3 – Hortensias



Opción Novena Región

- E1 – Encinos
 - E2 – Arrayanes, copo nieve
 - E3 - Rosas floribundas
-

Opción Décima Región

- E1 – *Cupresus*
 - E2 - *Criptomerias japónicas*
 - E3 - Juniperos rastreros
-

Opción Décima Región

- E1 - Raulí y notros
 - E2 - *P.P nigricas*
 - E3 - Helechos Costilla de Vaca
-

Opción Décima Región

- E1 - Pino oregón con *Ch.lawsonianas*
 - E2 – Arrayanes
 - E3 - *Hipericum arbustivo*
-

Opción Décima Región

- E1 - Pino oregón con *Ch. lawsonianas*
 - E2 - Canelo y *Estenocarpus*
 - E3 – Hortensias
-

Opción Décima Primera Región

- E1 – Larix
 - E2 – Lenga
 - E3 - *Criptomeria nana*
-

Opción Décima Primera Región

- E1 – Nírres
 - E2 - Arrayán y canelo
 - E3 - *Berberis*
-

Opción Décima Primera Región

- E1 - *Quercus falcata*
 - E2 - Avellano europeo
 - E3 - Helecho paragua
-

Opción Décima Segunda Región – Magallanes

- E1 - Pino oregón
 - E2 – Lenga
 - E3 - *Ericas carnea* y *ericas wilmorea*
-

Opción Décima Segunda Región – Magallanes

- E1 - *Sequoia sempervirens*
- E2 - *Ch.lawsonianas* y *luteas*
- E3 - Juniperos rastreros

Opción Décima Segunda Región – Magallanes

- E1 - Lenga y *Cupresus*
- E2 - Arándano

Opción Décima Segunda Región – Magallanes

- E1 - *Larix* y pino radiata
- E2 - Calafate y grosellas

Existen en el ámbito mundial un sinnúmero de combinaciones posibles de especies, con una relativa adaptación a nuestro país, como es el caso de aquellas de tipo ornamental en jardines, sin embargo, el comportamiento social bajo estos sistemas, es una de las pocas variables no cuantificadas. Por lo que, dada la poca experiencia en ese campo, debiera optarse por espaciamientos más amplios, dejando adicionalmente, un espacio entre hileras y entre individuos suficiente para aminorar este efecto, que es propio de sistemas más densos, dependiendo del desarrollo alcanzado en estado maduro de los árboles y arbustos.

5.0 OPCIONES DE CORTINAS PARA PROBLEMAS AMBIENTALES

5.1 Cortinas Forestales para el Control de la Erosión Eólica

El uso más tradicional de las cortinas forestales corresponde a las cortinas cortaviento, donde las relaciones que se establecen entre las cortinas y la pérdida de suelo debidas a la erosión eólica en una situación de suelo protegido con cortinas forestales tiene que ver con el promedio de la altura de la cortina, el ancho de la cortina y la distancia entre cortinas.

El fenómeno de la erosión eólica se rige principalmente por las características de los vientos (intensidad, persistencia, y asociación en temporales), un efecto paliativo no menor corresponde al manejo del sitio, donde también se han medido pérdidas fuertes de suelo productivo en condiciones de cultivos donde el suelo es expuesto, y se dejan cantidades de residuos por debajo del 30 por ciento, constituyéndose en una práctica de alto impacto, en el aumento de la pérdida de suelo. Por otra parte, también se han medido aumentos del daño del suelo productivo debido a la eliminación de cortinas forestales.

La erosión eólica se centra en las partículas más finas del suelo como limo y arcillas, y materia orgánica que mantienen los nutrientes y la humedad del suelo. Aún cuando la pérdida de fertilidad puede ser resituida, la menor capacidad de retención del agua del suelo, por ejemplo, es prácticamente un proceso irreversible.

El proceso erosivo del viento genera movimientos del suelo tales como salto de partículas, suspensión, arrastre y avalancha de suelo.

- *Salto de partículas*: básicamente a las partículas de 0.1 a 0.5 mm el viento las hace rotar y elevar a alturas entre 33 y 66 cm. Al chocar de nuevo con el suelo generan una condición muy favorable para que ocurran otros movimientos del suelo productivo. Este tipo de erosión constituye del orden del 80 por ciento de la erosión.

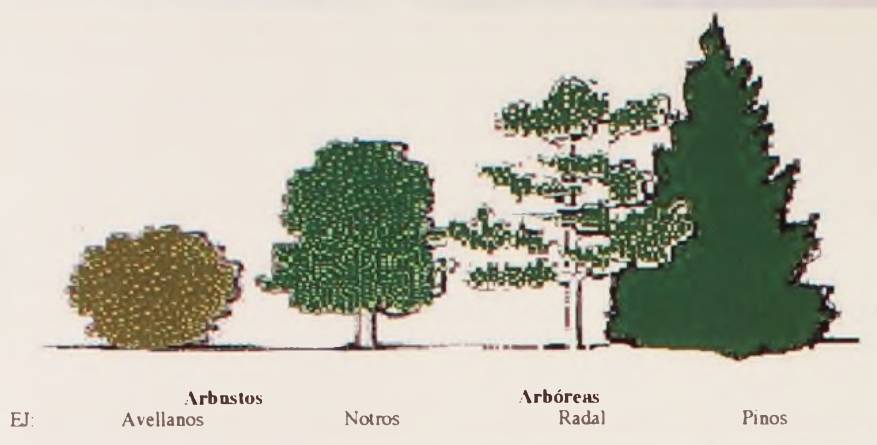
- *Suspensión*: las partículas muy finas inferiores a 0.1 mm., mantienen la fertilidad del suelo y además son trasladadas a grandes distancias, aun cuando este tipo de erosión constituye un porcentaje pequeño del daño.

- *Arrastre superficial*: las partículas de arenas de 0.5 a 1.0 mm son movidas por el viento, este tipo de erosión también genera un daño importante en la vegetación.

- *Avalancha de suelo*: ocurre cuando un número importante de partículas es arrastrado viento abajo. Este fenómeno se observa claramente en las dunas de arena y ocurre algo similar aunque menos perceptible en los suelos desnudos.

La erosión debido al viento ocurre, en condiciones favorables, cuando alcanza velocidades del orden de 15 km./hr. En la figura 9 se muestran los diferentes movimientos del suelo debido a este tipo de erosión.

Figura 9. Movimiento de las partículas en el suelo por la acción del viento
Fotografía gentileza de: Servicio de Extensión Universidad de Purdue. Agronomy Guide



Para una adecuada protección del suelo mediante cortinas forestales se deben considerar aspectos tales como:

- *Ubicación de la cortina:* los mejores resultados de protección se generan con cortinas plantadas perpendicularmente a los vientos de los cuales se desea proteger, estos no son necesariamente los vientos predominantes. Según los diseños físicos típicos estas pueden disponerse en contorno, en L, y en sistemas paralelos. Las cosechas son generalmente las afectadas por los vientos calientes, mientras que el ganado es atacado principalmente por los vientos fríos.

- *Altura:* la altura de la cortina determina el tamaño del área de protección o de abrigo. Cuanto más alta es la cortina, mayor es el área que protege. Que en general se acepta una proporción de 15 veces la altura de la cortina.

- *Longitud:* la cortina es más eficaz cuando su longitud es por lo menos 12 veces la altura total de los árboles. Así, una cortina de 20 m de alto debe ser no menos de 240 m de largo. Si el largo es menor el viento se desvía alrededor de la cortina, generando una velocidad mayor del viento en los extremos.

- *Número de filas:* en general se opta por tres filas o estratas, siendo eficaz para la mayoría de los problemas prediales.

- *Espaciamiento:* la distancia entre las plantas en cortinas cortavientos se basa en clima local, suelos y plantas convenientes, permitiendo el acceso para el control y el mantenimiento de las malezas. Las plantas de la estrata arbustiva se deben plantar más densas que las especies arbóreas, para facilitar el efecto de cuña, y ascensión del aire de forma aerodinámica más lentamente.

El efecto de las cortinas cortavientos más importantes tiene relación con la reducción de la velocidad del viento. El área protegida puede alcanzar desde 10 a 20 veces la altura de la cortina (H) hacia el lado de sotavento y 2 a 5 veces hacia el lado de barlovento. La zona de protección efectiva se extiende a una distancia de 6 a 8 veces la altura de la cortina, no obstante algunas protegen sobre 20 y hasta 30 veces su altura potencial de la estrata principal.

Los efectos provocados por las cortinas cortaviento están relacionados con la reducción de la erosión del suelo: la disminución de la superficie expuesta al viento, la formación de una barrera que atrapa el suelo en movimiento, y la disminución de la desecación del suelo. Esto cobra importancia en terrenos altamente erosionables, donde la velocidad del viento es mayor al umbral necesario para iniciar el movimiento de las partículas. En estos terrenos la tasa de erosión es proporcional al cubo de la velocidad del viento y, por lo tanto, aunque sean mínimas las reducciones en la velocidad, éstas provocarán considerables reducciones de la erosión.

5.2. Cortinas Forestales para el Control de la Erosión debido a la Salinización

En Chile en los últimos 10 años la salinización se ha transformado en un problema de mucha importancia, especialmente con un fuerte impacto en la agricultura de exportación. En el norte del país existen alrededor de 340 mil hectáreas de suelos afectados por este problema. Hay también problemas de salinidad de menor magnitud en suelos de áreas específicas a la salida norte de Santiago.

Los suelos salinos son aquellos cuyo origen está ligado al exceso de sales existentes en el terreno, en este caso sulfato magnésico. Se caracterizan por la falta de agua disponible durante largos periodos de tiempo y presentan un horizonte enriquecido en sales solubles cerca de la superficie, las consecuencias de estos efectos se presentan en la figura 12.

Figura 12. Efecto de la salinización en Australia



²Figura: Universidad de Nebraska, Departamento de Extensión.

¹Western Australian TECHNOLOGY AND INDUSTRY ADVISORY COUNCIL. <http://www.wa.gov.au/itiac/forum/2001/kashani/Home.htm>

3.1. Efectos Ecológicos

Cuando aumenta la salinización del suelo las cosechas disminuyen fuertemente y en casos extremos se puede llegar a perder la productividad del suelo. Un suelo afectado por salinización se manifiesta en la muerte de los pastos, cosechas y la fruta de los árboles, también se debilitan la mayoría de los árboles y arbustos nativos. La erosión del suelo comienza. La salinización también degrada la calidad del agua, como por ejemplo en los estanques, pozos, canales, y cursos de agua. Cuando la sal está comenzando a afectar un área, el crecimiento de las plantas disminuye. Las hojas de las plantas remanentes cambian de color, de tamaño, y crecen más lentamente que en una situación normal.

En la salinización extrema, ninguna planta puede desarrollarse, y los síntomas de este proceso son: disminución del agua del suelo, sólo crecen especies tolerantes a la sal y los rendimientos de las cosechas son bastante irregulares. Otros síntomas de la salinización que ocurren en fases más tardías son: encostramiento blanco en la superficie del suelo, los anillos de sales alrededor de los estanques de agua e incluso manchas blancas y rayas en la tierra en superficies donde las costras de sal no son visibles.

La salinidad se presenta cuando los suelos contienen cantidades excesivas de sales solubles que perjudican el desarrollo de los cultivos. Corrigiéndose con el lavado del suelo, uso de plantas tolerantes y riegos especiales.

3.2. Vegetación en Suelos Salinos

En estos parajes sólo crece una serie de vegetales muy especializados, normalmente de hojas suculentas o carnosas. La flora halófila es típica de los suelos salinos. En efecto, en dichas tierras, en que abundan el cloruro y el sulfato de sodio mezclados con el sulfato de calcio en grandes concentraciones, se observa a simple vista cuando emergen a ras del suelo enormes costras blancas que provocan dificultades de todo orden en los cultivos, mientras que permiten el desarrollo de hierbas de los géneros:

- *Lilaea*
- *Distichlis*
- *Plantago*
- *Franckenia*
- *Heliotropus*

Además de especies arbóreas tales como:

- *Prosopis chilensis* (algarrobo): en el norte del país, formó grandes comunidades, pero hoy se encuentra muy raleado a causa de la corta indiscriminada.

- *Acacia saligna* (acacia): Especie arbórea de rápido crecimiento, que se utiliza para proveer forraje, como alternativa dendroenergética y para la recuperación de suelos. La especie se adapta bien a suelos salinos y áridos. En Chile la especie ha sido utilizada para restaurar tierras erosionadas, como estrato bajo o intermedio de cortinas forestales y en la estabilización de relaves mineros, ver figura 13.

- *Casuarina obesa*
- *Eucalyptus sargentii* y *camaldulensis*, entre otros.

Figura 13. *Acacia saligna*, flores y follaje.



La clave para disminuir el efecto negativo de la salinidad es manejar el agua del suelo y el agua de la superficie. Para lograr esto se debe:

1. Incrementar el uso del agua, mediante la introducción de especies perennes de raíces profundas.
2. Incrementar el agua utilizada por los cultivos anuales y praderas.
3. Disponer de agua superficial.
4. Proteger y manejar la vegetación nativa remanente.

Las plantas perennes y forrajes, que poseen raíces profundas son útiles ya que tienen un periodo de crecimiento más largo, y suben más agua de profundidades mayores que las plantas anuales. Al contrario plantas poco arraigadas no pueden extraer la humedad de tierra con exceso lo que puede llevar a la salinidad.

Las cortinas tipo timberbelt o madereras han sido ampliamente usadas en Australia occidental donde se han establecido 20.000 ha de timberbelt de *Eucalyptus globulus* para controlar la salinización.

5.3. Cortinas Forestales para el Encapsulamiento de Olores

Las cortinas forestales diseñadas para atrapar olores se usan ampliamente en América del Norte en todas las actividades relacionadas con la ganadería o plantales de producción animal, avícolas y porcinos en confinamiento. En general el uso de estos sistemas ha demostrado ser muy eficiente por cuanto el costo asociado a su establecimiento y manejo es bajo en comparación a otras opciones con resultados similares de funcionalidad.

En general los olores requieren de control en situaciones de generación cercana a la superficie del suelo, inversiones de temperaturas y la existencia de lugares habitados. Por otro lado, esta tecnología ha demostrado ser muy conveniente en cuanto a su incorporación al paisaje urbano y rural.

Las consideraciones principales para el diseño de cortinas atrapa olores son:

- *Dilución del gas que se concentra en la baja atmósfera:* la cortina se presenta como un obstáculo al viento, en una porosidad menor del 50 por ciento, para crear una mayor turbulencia y posibilitar la dilución.
- *Atrapar partículas, y aerosoles:* el adecuado diseño de las cortinas permite disminuir la velocidad del viento del orden de 50 a 80 por ciento, lo que genera una alta opción de atrapar los gases en la cortina siguiente. Donde debe considerarse la superficie rugosa de las hojas mejora la condición de captura, así por ejemplo las hojas pubescentes, con venas y pequeñas son buenas opciones a este respecto. Mientras también se puede optar por copas grandes de manera que las coníferas se transforman en una muy buena opción.
- *Actuar como fregadero de los componentes químicos del olor:* la consideración más general tiene relación con la capacidad de la hoja para capturar humedad, este hecho aumenta hasta 10 veces la capacidad de adherencia de elementos químicos de la atmósfera.

La forma teórica, vectorial como actúa la cortina atrapa olores, donde la turbulencia creada por la cortina y su porosidad, y la zona de calma se transforman en los elementos centrales de un correcto diseño.

El diseño de la cortina atrapa olores se muestra en la figura 15. Básicamente comprende el establecimiento de dos cortinas, una de baja densidad y una de alta densidad, mientras la primera disminuye la velocidad del viento, la segunda está destinada a crear una mayor turbulencia.

Figura 15. Características generales del diseño de cortinas atrapa olores



5.4. Cortinas en Taludes, Caminos y Laderas de Cerros

• Taludes

Las cortinas de taludes deben ir acompañadas de especies que tengan raíces profundas que sostengan los terrenos. Es importante utilizar en la tercera estrata, que es la más baja, plantas como hipericum o algún arbusto sostenedor de terrenos.

En taludes formados producto de un corte en el terreno, por ejemplo en carreteras, es recomendable colocar plantas o sembrar semillas silvestres que tengan una rápida germinación junto con semillas de arbustos o árboles nativos que son de más lento crecimiento para lograr sostener los terrenos. Puede realizarse hidrosiembra, de resultados satisfactorios, o cortinas principalmente arbustivas a arborescente, con una estrata de cubrepiso. Si el sustrato del talud es bastante limitante, se utilizan de preferencia especies gramíneas y pastos o pequeños arbustos de desarrollo agresivo, que muchas veces constituyen malezas del sector para esa estrata inferior.

Es decir, los taludes deben repoblarse con especies nativas del sector, ya que se necesitan especies que se adapten rápidamente al lugar. Las semillas silvestres son de fácil manejo y prácticamente no necesitan mayores cuidados, lo que sí es recomendable sembrarlas en primavera con el debido cuidado de realizar un mulch lo más liviano posible como cama de semilla. Otra forma de trabajar los taludes es creando terrazas, con el alto beneficio de disminución de desplazamientos de tierras aumentadas por temporales, lluvia, cursos de agua de influencia o por simple gravedad, tal como lo muestra la figura 16.

Figura 16. Cortina forestal para la estabilización de taludes



Este sistema implica costos, pero se tiene como resultado un mejor aprovechamiento del terreno desde el punto de vista ornamental ya que se puede sembrar en el talud y plantar, al mismo tiempo, árboles con un tamaño adecuado (más arbustivo), formando así una cortina ornamental, dividiendo en terrazas de tercios para pendientes menores, o bien configurar varias de acuerdo al riesgo de desplazamiento de tierra del talud.

En el Anexo X, se presentan las especies recomendadas para el control de taludes con una ficha técnica sobre sus características

• Caminos y áreas de descanso

Figura 17. Cortinas forestales para atrapar polvo generado en caminos



Los usos de las cortinas forestales en caminos pueden tener diversos fines desde un propósito netamente ornamental para mejorar el paisaje o romper la monotonía de este (situación importante de atención en el manejo), el atrapamiento de partículas generadas en el tráfico especialmente en caminos secundarios, encapsulamiento de determinados paisajes, o mejoramiento de las características de bienestar por insolación de las carreteras, especialmente en periodos estivales calurosos. Situaciones que se muestran en la figura precedente.

Así, dependiendo de la funcionalidad determinada, se verificará si la estrata principal (E1) deben conformarla árboles de hoja persistente o caducas.

Si queremos proteger la zona cercana a caminos de partículas de polvo u otro agente contaminante, se recomienda utilizar especies de hoja perenne, las que ayudan a la protección, bajo tres estratas.

Opción

- E1 – Pino oregón con *cupressus*
- E2 – Laurentinas con copos de nieve
- E3 – Lonicerias

Opción

- E1 – Úlmos con avellanos
- E2 - *Choisias con estenocarpus*
- E3 - Escalonia rubra

En las áreas de descanso es recomendable utilizar especies de rápido crecimiento, que no necesiten mucho cuidado y sean resistentes. Se deben mezclar especies caducas y persistentes, que posean copa amplia en el verano y de mínimo follaje en invierno para que no sean zonas de mucha humedad y sombra, ya que son lugares en donde descansan los choferes y/o un lugar de esparcimiento momentáneo para viajes largos. La dirección de las cortinas con relación al movimiento del sol, determinarán junto a prescripciones de manejo de ésta, las especies definitivas a utilizar. Junto a ello, el tipo y el diseño también en este caso debe quedar determinado, de tal forma de crear un ambiente que acoja al público, formar nichos con mesas para picnic y en general una buena vegetación para eliminar en parte el ruido de las carreteras.

Figura 18. Cortinas para protección de caminos en China



En las zonas de descanso de automovilistas deben crearse además zonas de juegos para los niños y extensiones de césped. La disposición de los árboles será de tal forma de que se cree una pared hacia las carreteras e internamente en el área se dispongan algunas comodidades para los viajeros o pasajeros.

5.5 Cortinas en Riberas de Río, o Áreas Intermediarias

Las zonas intermedias corresponden a cualquier área adyacente a una corriente de agua superficial, formando ecosistemas complejos, conectando un sistema fluvial con un área rural como suelos agrícolas o urbano periférico como son los sitios industriales. Por lo tanto esta área es crucial en la protección de cursos de agua. También estas zonas intermedias pueden ser vistas como un área manejada de almacenaje intermedio para reducir el impacto de la utilización del suelo adyacente. Por lo tanto, esta incluye un área de arroyo, una de árboles y arbustos y una de vegetación herbácea.

Una cortina forestal establecida a lo largo de los cursos de agua actúa como un sistema intermedio, mejorando la diversidad biológica de los alrededores. Las aves, mamíferos y otros animales encuentran alimento, una cubierta, agua y sitios que sirven como corredores biológicos o pasillos para el movimiento entre distintas áreas.

Funciones de una zona intermedia de almacenaje:

- Preservar las características naturales de los cauces.
- Protege la calidad del agua.
- Mejora el hábitat para las plantas y animales tanto terrestres como acuáticos.

Beneficios:

- Las raíces de los árboles permiten estabilizar los cauces.
- Las áreas intermedias funcionan como filtros de los productos químicos que escurren desde las áreas agrícolas, impidiendo que estos lleguen a los cursos de agua y los contaminen.
- La flora microbiana del suelo orgánico bajo la cortina forestal ayuda a la desnitrificación del suelo.
- Los árboles de la cortina mantienen la temperatura del agua, impidiendo que ésta aumente, mejorando la oxigenación del agua y el consecuente apoyo a la vida acuática.
- Los árboles y ramas caídas disminuyen la velocidad del agua.
- Las raíces de los árboles retardan la velocidad del agua, además mantienen el suelo poroso, lo cual permite la absorción del agua en exceso, reduciendo los peligros de inundación.
- La capacidad de almacenar agua mejora la infiltración de ésta permitiendo el llenado de fuentes de agua subterráneas.

Figura 19. Área intermedia representada en tres segmentos, desde el cultivo rural, el curso de agua y el área suburbana



El ancho del área dependerá de los objetivos del propietario, de las condiciones del sitio y del canal.

Mantener un área intermedia a lo largo de las corrientes de agua o ríos proporciona más que un hermoso paisaje; la combinación de árboles, arbustos y hierbas una mejoría en la calidad del agua, reteniendo el sedimento y productos químicos concentrados en el agua que escurre hacia los canales. También ayudan en la recarga del agua subterránea, en la prevención de la erosión del suelo y en la preservación o mejora del hábitat para la fauna; además de que los árboles pueden constituir fuentes valiosas de producción de madera y de productos no maderables (frutos, setas, etc.).

- **Zona 1:** La zona más cercana al agua es una mezcla de árboles de rápido y lento crecimiento y de especies nativas o exóticas. Estos árboles protegen y le dan estabilidad al canal, proporcionan un hábitat diverso para la fauna, sus sistemas radiculares mantienen la estructura del suelo impidiendo con ello la erosión. Hojas y ramas que caen al agua ayudan en la disminución de la velocidad del agua, lo cual es muy importante para la fauna acuática. Para esta zona se prefieren especies arbóreas que tengan la capacidad de desarrollar rápidamente raíces profundas con lo cual se aumenta la estabilidad del cauce. También son preferibles especies nativas ya que estas coexisten en mejor forma con la fauna acuática. De esta zona debe ser excluido el ganado y cualquier tipo de alteración. Las especies sugeridas para esta zona corresponden a: Meli, luma, arrayán, canelo, sauces, aliso, aramo, encino, abedul, álamo, ciprés calvo, arce.

- **Zona 2:** Esta zona permite que el agua infiltre en el suelo para absorber los agentes contaminantes. Compuesta por una combinación de árboles y arbustos los cuales pueden ser utilizados. Por esto pueden ser establecidas especies que tengan algún valor comercial. Otros productos alternativos pueden ser cultivados en esta zona como son las flores, hongos, frutos (avellanas, castañas, manzanas, etc.). Las especies sugeridas para esta zona corresponden a: Meli, luma, arrayán, canelo, aliso, aramo, encino, abedul, álamo, sauces, ciprés calvo, arce, avellano, castaño, manzano, guindo, chilco, murta, hortensia.

- **Zona 3:** es la más alejada del curso de agua, siendo adyacente a cultivos, praderas u hogares. Está compuesta por hierbas que ayudan en la sedimentación y la filtración del agua de escorrentía superficial. Se prefieren hierbas con sistemas radiculares densos que mejoran en forma más rápida la calidad del suelo. Estas también ayudan a prevenir la erosión, además de proporcionar alimento y hábitat para la fauna. Las especies sugeridas para esta zona corresponden a: ballica inglesa e italiana, pasto ovillo, bromo, lotera, trébol rosado, trébol blanco, trébol subterráneo.

En su conjunto estas tres zonas estabilizan el suelo, retienen el exceso de compuestos químicos originados por las fertilizaciones de las áreas de cultivos, retardan la velocidad de la escorrentía superficial del agua de lluvia y atrapan todo tipo de sedimentos, todo lo cual reduce la cantidad de agentes contaminantes que llegan a ríos, canales y lagos.

Ejemplos de cortinas con especies arbóreas nativas:

Opción

- E1 - Aromos
- E2 - Flores silvestres del sector

Opción

- E1 - Robles con ñirre
- E2 - Helechos

Opción

- E1 - Sauces chileno con sauce mimbre
- E2 - Juncos o pita

5.6. Cortinas Forestales para la Vida Silvestre

El establecimiento de cortinas forestales adecuadamente diseñadas con fines agropecuarios favorecen directa o indirectamente la vida silvestre nativa del lugar. Así como también se diseñan con propósitos especiales para este fin, mediante el establecimiento de algunas combinaciones de especies que generan frutos en distintas épocas del año, y permiten la alimentación natural de aves y pájaros en estos sistemas de cortinas. Una característica de las cortinas para estos fines en Canadá, es el diseño de una o dos hileras con un arbusto arborescente productor de frutos como los bufaloberry y otros, que mantienen un adecuado corredor vegetal en los sistemas interiores especialmente de los predios agrícolas.

Las cortinas crean un hábitat para la fauna silvestre, cobijando aves, generando alimento, mejoran las oportunidades de la caza, y proporcionan un punto focal para las actividades familiares al aire libre.

Figura 20. Aves a las cuales pueden crearse condiciones para su desarrollo.

a) búhos

b) Zorzal



Los beneficios de generar condiciones para el desarrollo de la vida silvestre, a través por ejemplo, del establecimiento de cortinas forestales en el país tiene relación con:

• *Control biológico de insectos*: muchas aves consumen insectos y parásitos en cantidades no despreciables, por ejemplo en Canadá se ha determinado que las aves cobijadas en 500 m de cortinas son capaces de consumir 260 libras de insectos anualmente. De esta manera las aves rapaces encuentran un excelente lugar de nidificación que colabora en forma fuerte al control por ejemplo roedores. Los beneficios a este respecto se generan al trabajar con sistemas de producción integrados y con menos carga de controles químicos.

• *Familia y cortinas forestales*: las cortinas pueden convertirse en una actividad central para las actividades al aire libre. Básicamente se generan condiciones para caminatas familiares, excursiones, observación de flora y fauna, fotografías.

• *Lugar de nido*: las cortinas proporcionan condiciones de nidificación para una amplia variedad de aves, y otras especies de fauna.

• *Alimento y forraje*: las cortinas producen alimento y sirven como área de protección para forrajear en áreas adyacentes, los alimentos son frutas, bellotas, semillas, etc. Estos varían estacionalmente y es una consideración importante respecto de la variedad de árboles de las cuales se desea disponer. Por otro lado, el follaje puede proporcionar alimento por ejemplo para ciervos, pudúes, etc.

• *Abrigo en la cortina*: en general el abrigo para la fauna es tanto para la caza como el clima. El abrigo del viento es un aspecto crítico de la supervivencia de la fauna en invierno, por ello para las aves encontrar alimento dentro de la cortina evitando la exposición al viento es un aspecto muy gravitante en su desarrollo.

• *Cortina como corredor*: la cortina puede ser diseñada para permitir los movimientos de la fauna desde distintos lugares, ya sea para el apareamiento o busca de alimento, etc.

En la creación de un hábitat para la fauna, un factor importante es la utilización de especies nativas, ya que estas ofrecen mejores condiciones y adaptaciones a la fauna silvestre, al contrario en el caso de las especies como pinos que tienen poco valor como hábitat, tal cual se muestra en la figura que sigue.

Figura 21. Cortina para la producción agropecuaria y para la vida silvestre

Foto: USDA. Shelterbelt Establishment. Conservation Plan.



Diseño de Cortinas

Las cortinas para la vida silvestre deben ser una barrera semipermeable que evite las turbulencias que se generan en una cortina densa. Además se debe considerar una mezcla de especies, por ejemplo las coníferas de hoja perenne en invierno deben ser una opción de refugio que debe mantenerse. Por otro lado, estas cortinas deben ser largas y continuas, porque una cortina pequeña además de generar turbulencia en los extremos no se constituye en una opción atractiva para la fauna. Se deben considerar las alturas escalonadas de las estratas además de la opción de considerar cortinas no necesariamente rectas, por ejemplo siguiendo los meandros de un arroyuelo.

Las cortinas para la vida silvestre deben estar sujetas a una consideración más general respecto de las actividades prediales y su congruencia con la producción predial. Bajo esta consideración se debe privilegiar el enriquecimiento de la vegetación natural y cortinas en general anchas de diferentes especies.

Otras consideraciones respecto del diseño de cortinas para la creación de condiciones para el desarrollo de la vida silvestre:

- *Opción de especies nativas*: El establecimiento de cortinas forestales de más de tres filas y que además incluyen especies nativas, posee mayores ventajas para la fauna que las cortinas estrechas y compuestas por una o dos especies, siempre y cuando estas últimas, no cuenten con una producción de flores o frutos que permitan la atracción adicional.

- *Árboles altos*: capaces de proporcionar las perchas o sitios de observación para las aves rapaces y aves controladoras de plagas de cultivos agrícolas.

- *Arbustos con mayor densidad*: densos y espinosos ofrecen refugio a muchas especies como insectos, reptiles, aves y mamíferos.

Figura 22 cortina para vida silvestre con especies nativas



- *Considerar la hojarasca*: producida por especies de hojas caducas, proporciona hogar a muchos insectos, reptiles y roedores.

- *Árboles y arbustos con flores*: el uso de especies arbóreas y/o arbustivas que produzcan flores contribuyen a atraer insectos polinizadores y consumidores de néctar, junto con aves como colibríes.

- *Árboles y arbustos frutales*: los frutos de árboles y arbustos como por ejemplo maqui, murta, canelo, arrayán, olivillo, lingue o boldo, atraen aves frugívoras. La mezcla de vegetación productora de frutos permitiría la presencia de aves durante todo el año, ya que cada especie producirá frutos en distintas épocas.



CESAR ALARCON ARAYA
Ingeniero Forestal,
Jefe de Proyectos X Región
Director General del Programa
calarcon@infor.cl

AMADOR BARRA
Técnico Forestal
abarra@infor.cl



SANTIAGO

Huérfanos 554,

Casilla 3085

Fono (56-2) 6930700

Fax (56-2) 6381286

CONCEPCION

Camino a Coronel km. 7,5

Casilla 109 C

Fono (56-41) 279273

VALDIVIA

Fundo Teja Norte

Casilla 385

Fono (56-63) 211476

Fax (56-63) 218968

COYHAIQUE

Baquedano 645

Fono (56-67) 233585

Fax (56-67) 233585

PUNTA ARENAS

Avda. Manuel Bulnes 01890

Fono (56-61) 210838

Fax (56-61) 210838

Es uno de los negocios silvícolas de más interesantes proyecciones en el mediano plazo y aunque en Chile se le ha dado un enfoque "pobre, y meramente ambiental predial, en el pasado" la producción de CORTINAS FORESTALES, hoy surge como una actividad comercial, altamente rentable, donde se pueden integrar exitosamente el mundo agrícola y forestal.

INFOR, es el organismo que lleva la delantera en el estudio y promoción de este tipo de plantaciones, y el ingeniero forestal César Alarcón, es quien encabeza el equipo de profesionales a cargo del proyecto "Investigación para el Establecimiento y Fomento de CORTINAS FORESTALES Productivas", financiado en conjunto por FONDEF-INFOR, empresas agroforestales y cooperativas.

Precisamente, este manual, elaborado en el marco del mencionado proyecto, tiene como objetivo principal dar a conocer la tecnología en forma pormenorizada de las actividades más relevantes que se deben considerar al momento de decidir implementar en el campo, este sistema agroforestal optimizante, con un alto beneficio económico, ambiental y paisajístico, sin o con la integración del cultivo protegido y el aprovechamiento maderero de la cortina.

En él, queda claramente definido que con un adecuado diseño original, una selección precisa de especies, una mantención permanente, y una evaluación de costos, mercados y rentabilidad, se pueden incrementar significativamente la producción agropecuaria, con aumentos cercanos a un 30% sobre los sistemas de cultivo tradicional. Su óptima implementación, detallada capítulo a capítulo, también tiene importantes repercusiones en los procesos de protección de infraestructura, ahorros de hasta un 40% en energía para calefacción, como asimismo, en la producción real de madera de calidad y aporte a la belleza paisajística de nuestros campos, con un mejoramiento ambiental de primer orden.

Esta protección medioambiental, altamente positiva, derivada del establecimiento de CORTINAS FORESTALES productivas, permitirá, potenciar e integrar realmente los productos agroforestales a los mercados globales con productos plenamente competitivos y de alta calidad, bajo altos estándares de producción sustentable, como se requieren o se requerirán en forma creciente en los acuerdos de libre comercio, y para la apertura estable de nuevos mercados que el país está accionando.