



PROYECTO INFOR-INDAP
PROGRAMA “MODELOS AGROFORESTALES PARA UN DESARROLLO
SUSTENTABLE DE LA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA”

MODELOS AGROFORESTALES EN ZONA CENTRO – SUR DE CHILE

Autor: Alvaro Sotomayor G., INFOR
Edison Garcia R., INFOR
Concepción, Enero 2003

CAPITULO II : MODELOS AGROFORESTALES EN CHILE

INTRODUCCION

En el presente informe se describen los principales Modelos Agroforestales en uso en Chile en la actualidad, ordenados de acuerdo a los diferentes Sistemas Agroforestales utilizados como nomenclatura internacionalmente: Silvopastoral, Silvoagrícola y Agrosilvopastoral. En esta revisión se denota que existe una escasa investigación y ordenamiento de la información sobre la gran mayoría de estos, con la salvedad de Modelos de Cortinas Cortavientos y Silvopastoral con *Pinus radiata*, que existe avance, pero aun es insuficiente. Sobre este aspecto se abre un importante campo para desarrollar tanto en investigación como en fomento y desarrollo.

I. SISTEMA SILVOPASTORAL: Sistema productivo donde se combina el uso forestal y ganadero en el mismo sitio o en un ordenamiento espacial dentro de la unidad predial.

Un Sistema Silvopastoral, la combinación de bosques, praderas y animales domésticos en el mismo sitio o en una suerte de ordenación espacial en el territorio, es una alternativa de uso integral de la tierra factible de aplicar en pequeñas y medianas propiedades, especialmente cuando las tierras disponibles para producción de alimentos y otros bienes y servicios requeridos por el hombre se hacen escasas y, existe una

presión productiva sobre ellas que hace necesario su adecuado uso, su protección y un ordenamiento productivo de acuerdo a la potencialidad del sitio.

El manejo de este tipo de sistemas productivos, si bien presenta innegables beneficios económicos, sociales y ambientales, presenta ciertos riesgos y problemas en su manejo, por lo que al seleccionar sus componentes, forestal-pradera-ganado, se deben conocer sus requerimiento e interrelaciones.

En el manejo del árbol, es importante conocer aspectos inherentes a la especie en sus requerimientos edafoclimáticos y otros como preparación del sitio, técnicas de establecimiento, densidad y arreglo espacial de la plantación, y las intervenciones silviculturales como poda y raleo. En la fase establecimiento de los árboles, la preparación del suelo, el control de malezas, la fertilización, y el momento de la introducción de los animales al sistema, retrasando el pastoreo hasta que los árboles estén bien establecidos, y con una altura suficiente para evitar daños por los animales, son consideraciones fundamentales.

En la producción de forraje, la densidad de árboles en el sistema juega un rol importante en la producción de la pradera, disminuyendo ésta con un aumento de la densidad. Esta disminución estará influenciada, además de la densidad, por: el tipo de especies herbáceas presentes en la pradera, existiendo alguna más tolerantes a la sombra y a los residuos provenientes de las hojas y acículas de los árboles; por la cobertura de copa de los árboles, lo cual puede ser manejado por un régimen adecuado de podas y raleos; por el manejo de desechos provenientes de los árboles; manejo de la fertilidad del suelo.

Para la producción animal dentro del sistema, el control del momento y época de pastoreo, distribución de los animales, capacidad de carga y grado de utilización de la pradera, son factores críticos para determinar el buen manejo del sistema. En Chile existen diversas experiencias de manejo silvopastoral, pero las más comunes han sido en combinación con *Pinus radiata*, *Populus* sp., y *Pinus ponderosa*, pero es factible de usar con otras especies forestales conociendo sus requerimientos ecológicos y la influencia sobre la estrata herbácea.

Modelo *Pinus radiata* D.Don y praderas mediterráneas.

La especie forestal más conocida en Chile es el Pino *radiata*; ésta se ha plantado masivamente desde la Zona Centro (Valparaíso) con una precipitación de 600 mm anuales, a la Zona Sur de Chile (Osorno) con precipitaciones sobre los 2.000 mm, forestándose a la fecha una superficie cercana a 1.5 millones de hectáreas (INFOR, 2001), las cuales son utilizadas principalmente para la producción de madera aserrada y madera rolliza pulpable para la industria de la celulosa y el papel. En general las plantaciones de esta especie han sido manejadas bajo sistemas tradicionales de producción forestal, donde los animales son generalmente excluidos del bosque para evitar daños en los árboles jóvenes y, porque los grandes forestadores asociados a Empresas Forestales han evitado complicaciones en el manejo de sus bosques concentrándose en su objetivo primordial que es la producción maderera.

A fines de la década del 60 y principios del 70, se comenzaron a estudiar el uso múltiple de los bosques, considerándose la producción animal dentro de estos, siendo Nueva Zelanda en el año 1969, quienes comenzaron con esta iniciativa como resultado de un esquema de producción de madera de calidad libre de nudos.

Con este tipo de manejo, el rodal es mantenido más abierto, con raleos y podas llegando a una cosecha final de 200 a 300 árboles por hectárea podados entre 6 y 8 m; en estas

condiciones el pastoreo con ovinos y bovinos es considerado una forma oportuna para utilizar el forraje y también lograr retornos económicos anticipados.

Actualmente en Nueva Zelanda, Chile, Australia Sud-Africa y Estados Unidos el pastoreo en plantaciones es practicado en diferentes grados, porque se ha probado obtener beneficios prácticos y también porque los terrenos agrícolas y ganaderos están probando ser rentables para forestaciones. Se distinguen dos modalidades de pastoreo en plantaciones:

a. Silvopastoreo en bosques con fines madereros: En este caso la producción de la pradera es secundaria a la producción forestal, denominándose generalmente talaje o pastoreo temporal y consiste en el pastoreo del recurso forrajero existente dentro de las plantaciones (pradera natural), como ocurre en plantaciones sobre terrenos forestales o ganaderos, en suelos tipo clase VI-VII. Es la modalidad más usada en Chile, donde se obtiene un ingreso temporal por la producción animal, hasta que ocurre el cierre de copas (entre los años 2 y 6 dependiendo de la densidad inicial y su manejo), donde se origina una disminución de la productividad de la pradera. Esta practica además es común para disminuir el material potencialmente combustible por incendios forestales, disminuyéndose el riesgo de daños en la pradera y, para eliminar la competencia de malezas con los arboles establecidos los primeros 3-4 años.

Talaje de los bosques: en el pasado las plantaciones forestales eran relegadas a terrenos no aptos para la agricultura. Últimamente ha habido una tendencia a establecer nuevas plantaciones sobre terrenos que antiguamente eran praderas. En Nueva Zelanda y Australia esto se debe principalmente a la gran oposición por parte de conservacionistas de rozar bosques nativos para plantaciones. En Chile también se está comenzando a tomar conciencia del asunto, sin embargo hay coincidencia de criterio que los sitios más rentables para la forestación son terrenos pastorales.

Está ampliamente reconocido que los árboles crecen mejor en terrenos que han sido ocupados por la ganadería. Terrenos pastorales con poca pendiente, libres de malezas, cerca de puntos de comercialización o de industrialización y con buenos caminos, son proposiciones muy atractivas para la forestación a pesar de que existe un precio mayor por la tierra.

Sistemas silvopastorales, como el descrito, se están aplicando en la actualidad en unas 100 mil hectáreas con aproximadamente 7.000 ovinos y 10.000 bovinos. Ganadera Tolhuaca controla aproximadamente el 70% de esta masa a través de contratos con las grandes empresas forestales como Forestal Valdivia, Bosques Arauco y otras. Los principales objetivos de las empresas forestales de permitir el acceso de los animales al interior de sus plantaciones son reducir el riesgo de incendio, mejorar el acceso al rodal, prevenir el ingreso y competencia de malezas y obtener un ingreso intermedio con la venta de los animales. Para las grandes compañías forestales chilenas, los ingresos por concepto de ganadería son complementarios a sus objetivos finales de producción de madera de alta calidad.

Potencialmente las 1.5 millones de hectáreas plantadas en Chile con pino insigne, pueden ser aprovechadas al menos con un pastoreo temporal hasta el cierre del dosel arbóreo. El período puede extenderse de los 3 a los 6 años en el caso de los vacunos y desde los 2 años en el caso de los ovinos, sin riesgo para la plantación. Cuando el dosel del bosque se abre por efecto de los raleos y podas, también se pueden incorporar animales, ya que la entrada de luz permite el desarrollo de la pradera.

Un esquema de utilización de este esquema es:

- Introducción de los animales: a partir de que las plantaciones tengan una altura mayor a 1,5 m con ovinos y 2,0 m con bovinos.
- Época de Introducción: una práctica usual es introducir animales al bosque a inicios de invierno, dado que la cubierta forestal le otorga protección contra las inclemencias del clima y sacarlos en primavera. Así se otorga protección al animal, y se reduce la biomasa de la pradera como medida de protección.
- Capacidad de carga: se debe introducir el número de animales de acuerdo a la capacidad forrajera de la pradera existente.
- Manejo Forestal: se debe considerar la introducción de animales cuando el ápice esté fuera del alcance del animal; podas y raleo al ser utilizadas para la obtención de madera libre de defectos, también ayuda a aumentar la productividad de la pradera y alargar el periodo de cierre de copas.

b. Pastoreo de Sistemas Silvopastorales: En este caso el pastoreo de animales ocurre en plantaciones diseñadas para estos efectos, establecidas con una menor densidad (625 a 1000 pl/ha), con un espaciamiento especialmente diseñado para beneficiar ambos usos, dentro de las unidades prediales, dejándose comúnmente espacios amplios entre los árboles para beneficiar la producción de forraje para la ganadería. En Chile muy pocos agricultores han utilizado estos sistemas, por falta de información e investigación en el tema. Existen algunas investigaciones bien documentadas sobre este sistema de manejo integrado, que pueden entregar valiosos antecedentes para su establecimiento y manejo.

Sistema Silvopastoral Tanume-Hidango, Sexta región: Resultados a 12 años.

- Cuadro 1: Sistema Silvopastoral con Ovinos, Tanume.

- Sistema Silvopastoral Tanume-Hidango, Sexta región: Resultados a 12 años.

- Cuadro 1: Sistema Silvopastoral con Ovinos, Tanume.

Tratamiento	Densidad		Unidad Forestal			Manejo Pradera Prod. Ms.	Manejo Animal Prod kg/ha
	Inicial	Final	DAP	Altura	H poda		
PS 1000	1000	198	29,9	18,1	7,5	Si	Si
PS 625	625	187	31,8	17,5	7,4	Si	Si
PNM 1000	1000	295	23,2	11,5	3,9	Si	Si
PNM 625	625	180	31,2	17,6	6,2	Si	Si
PN 1000	1000	299	21,4	12,9	3,1	Si	Si
PN 625	625	172	28,8	15,3	7,0	Si	Si
Testigo	1600	522				Si	Si

I

- Hidango: Sistema silvopastoral ovino

El sistema silvopastoral fue diseñado considerando beneficiar al rubro productivo más rentable para la zona, que es el forestal. Su implementación y diseño permitió mantener una actividad ganadera por 10 años, que si bien significó una disminución de la productividad animal, fue superior al promedio obtenido para la zona en explotaciones netamente ganaderas del secano mediterráneo en cuestión (Esquella et al, en INFOR, 2000).

- Cuadro 2: Sistema Silvopastoral con Ovinos, Hidango.

Componente	Productividad año			
	1998	1991	1994	1997
Pradera: CSC (% base m.s.)				
- Gramineas (*)	66,1	41,8	53,4	49,6
- Leguminosas (T.glomeratum)	0,9	7,4	3,4	14,0
- Otras (H.radicata)	2,8	6,3	12,3	16,7
- Total:	69,8	55,5	69,1	80,3
Animal: - Carga animal	1,84	1,96	1,44	1,34
- Carne	79,4	57,3	38,4	35,5
- Lana	5,5	5,0	3,8	3,1
Forestal: - Densidad (n/ha)	578	348	341	334
- DAP (cm)	-	9,0	15,8	20,9
- Altura Total (m)	2,3	5,5	10,3	14,8
- Altura poda (m)	-	2,1	3,1	3,1
- Diámetro copa	-	1,7	2,8	4,3

(*): Lolium rigidum, Bromus hordeaceus, Avena barbata, Vulpia bromoides y otras.

Sistema Silvopastoral Huape, Décima región:

Este módulo fue instalado en el año 1980, con una densidad inicial de 1660 plantas por hectárea, la cual fue raleada el año para dejar densidades de 500 y 250 arb/ha. El esquema de manejo forestal fue el siguiente, con un sistema de producción ovina, a partir de 1982, utilizando la raza Romey Marsh con carneros Suffolk Down, y utilización de pradera natural mejorada, cuya composición botánica se basa principalmente en chepica (*Agrostis tenuis*). Esta se regeneró con trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*), ballica inglesa (*Lolium perenne*) y tetrone (*L.multiflorum*), y se fertilizó.

Cuadro 3. Contenido de proteína en praderas bajo silvopastoreo con Pino radiata de 7 años de edad en Valdivia.

Efecto de la densidad de árboles	Proteína bruta (%)
Pradera sin árboles	11.2 a
Pradera con 260 árb/ha	14.8 ab
Pradera con 500 árb/ha	15.9 b
Efecto del método de mejoramiento bajo silvopastoreo (pro. de 260 y 500 árb/ha)	
Pradera natural	14.2 a
Pradera natural fertilizada	15.8 ab
Pradera natural fertilizada y regenerada	18.0 b

Fuente : GARCÍA (1985)

El manejo realizado para obtener madera libre de defectos, y a su vez beneficiar la productividad de la pradera, entregó interesantes volúmenes de productos forestales valiosos, como es para trozos de bobinables y aserrable (cuadro 4 y 5)

Cuadro 4. Productos de la cosecha del rodal N° 3 (0.5 há) en Predio Huape Tres Esteros.

Producto (largo en m)	Volumen (m ³ /há)	% por producto
Torno (debobinable) (2,60 m)	171.8	35,3
Aserrable (4,10 m)	200.5	41,1
Aserrable (3,30 m)	115.3	23,6
TOTAL	487.6	100,0

Fuente : Felipe Leiva, CEFOR (2001).

Cuadro 5. Productos de la cosecha del rodal N° 4 (7.61 há) en Predio Huape Tres Esteros.

Producto (largo en m)	Volumen (m ³ /há)	% por producto
Torno (debobinable) (2,60 m)	118.36	31,4
Aserrable (4,10 m)	198.65	52,7
Aserrable (3,30 m)	31.53	8,3
Pulpable (2,44 m)	28.55	7,6
TOTAL	377.09	100,0

Fuente : Felipe Leiva, CEFOR (2001).



Figura 1: sistemas silvopastorales con ovinos y pradera sembrada

El genero populus es una interesante especie para su utilización en Sistemas silvopastorales, por su sistema de copa y tipo de hoja, lo que permite que la luz penetre más profundamente hacia la pradera que otras especies coníferas y latifolias de hoja caduca o perenne. Además por ser perenne, permite que en otoño y parte de la primavera la pradera pueda crecer sin grandes interferencias. La principal ventaja de un manejo silvopastoral con esta especie, es que crece en suelos fértiles, con riego, lo cual permite, especialmente en los próximos 7 años de la rotación, que se pueda desarrollar una pradera natural o artificial, mejorada o no, que permitiría sustentar una masa ganadera interesante para los propietarios.

En Chile la empresa Forestal El Álamo, esta utilizando un sistema de producción agropecuario entre las hileras de álamo, con un cultivo de maíz los primeros tres años, para luego pastorear sus plantaciones durante toda la rotación, dado que el sistema permite mantener la pradera y consecuentemente una producción ganadera, aunque a

partir del momento del cierre de copas la producción de forraje disminuye. También en el Fundo Austria de Forestal Tornagaleones en la X región de Chile, INIA desarrollo un estudio Silvopastoral con Álamo y diferentes especies forrajeras (Cuadro 6). Esta experiencia de manejo también ha sido usada para recuperación de suelos degradados o improductivos. Es el caso del proyecto INFOR, con el apoyo de FONDEF y FDI de CORFO, “Haciendo Productivos los Suelos Ñadis”, donde se utilizaron diversas especies forestales para la utilización productiva de estos suelos, siendo la especie Álamo una de las que mejor se comporta en ñadis profundos y fértiles.

Cuadro 6: Cultivos forrajeros asociados a plantaciones de álamo (INIA, 2001)

Consideraciones técnicas	
Fecha de establecimiento	
Especies/cultivos/obras	Especie forestal: - Álamo Especie forrajera: - Alfalfa - Avena - Ballica anual - Ballica bianual - Ballica híbrida - Ballica perenne - Cebada - Triticale
Diseño	Establecimiento de cultivos forrajeros en plantaciones de álamo de edades de 2, 4 y 6 años. Espaciamiento de plantación 6x6 m. Fecha de siembra: agosto (alfalfa y avena), marzo (ballica anual, bianual, híbrida y perenne), septiembre (cebada), y mayo (triticale).
Faenas de establecimiento	Preparación de suelo tradicional según tipo de cultivo (rastra offset, vibrocultivador, rodillo compactador, sembradora, etc). Fertilización.
Faenas de manejo	Mediciones anuales de crecimiento en DAP y altura de los árboles, y de producción y calidad de forraje.
Factores críticos y otros	
Antecedentes Sistema Productivo	
Rendimientos/Productividad	Si bien existieron años en que en los sectores con cultivos no se

	<p>observaban incrementos en diámetro de los fustes en forma notoria, en general existe un incremento promedio superior en los sectores en los cuales se establecieron alfalfa, ballica bianual, ballica hibrida y cebada (2,48 cm; 2,64 cm; 2,51 cm; y, 2,56 cm, respectivamente), comparado con la condición sin cultivo (2,45 cm).</p> <p>La fertilización realizada sobre los cultivos mejora el crecimiento de los árboles.</p> <p>En álamos menores a siete años la producción de materia seca por hectárea es interesante, observándose el mejor comportamiento en la ballica y el triticale, posteriormente se reduce significativamente en éstos como en todos los cultivos. En ballica se obtiene una producción promedio de 8,1 ton ms/ha con 4 m de cobertura de copa, y 6,2 ton ms/ha con 5,4 m; en triticale se obtiene 8,7 y 4,1 ton ms/ha con 5,4 y 6,2 m respectivamente; en avena se consigue la máxima producción con 4 m de cobertura y en cebada esto se logra con 4,4 m con 8,9 ton ms/ha.</p> <p>Se recomienda establecerlas sólo hasta que los árboles alcancen una cobertura de copa de 5,4 a 6,2 m.</p> <p>De acuerdo a la evaluación, la condición para un adecuado crecimiento de los cultivos se logra hasta el séptimo año, alcanzando un 36% promedio de producción respecto del cultivo tradicional.</p> <p>En pradera natural sólo se consigue en promedio 1,96 ton ms/ha para las mismas coberturas de copas.</p> <p>Al igual que en la productividad, la calidad del forraje (contenido proteico y energético) y la digestibilidad disminuyen a medida que aumenta la sombra de los árboles.</p> <p>El forraje proveniente de cultivos asociados a álamos mayores de seis años presenta problemas en el proceso de fermentación debido al bajo contenido de carbohidratos solubles y el alto contenido de humedad.</p>
Rotaciones forestal, agrícola y pecuaria	Forestal: 15 años Forraje: anual
Principales productos esperados	Forraje y animales. Materia prima para la industria forestal.

Contacto

Alejandro Fraga S.
Instituto de
Investigaciones
Agropecuarias

Sergio Iraira H.
Instituto de
Investigaciones
Agropecuarias



-Modelo Árboles fruto- forestal con praderas y ganado

La producción de especies forestales valiosas como Castaño, Nogal, Encino y otras, es una interesante alternativa de producción para medianos y pequeños propietarios, que les interese diversificar su producción. El precio que se puede obtener por la madera de estas especies lo hace una interesante alternativa productiva. A su vez, al utilizarse en suelos fértiles con posibilidades de riego, le permite combinar su producción con cultivos agrícolas y animales. Algunos ejemplos de éste sistemas son los siguientes:

Cuadro 7: Plantación pura de Castaño con cultivos agrícolas, sector Lolenco, Lumaco.

Consideraciones técnicas	
Fecha de establecimiento	1999
Especies/cultivos/obras	Especie fruto-forestal: - Castaño (<i>Castanea sativa</i>) Cultivos agrícolas: - 1° a 7° año: pradera mejorada
Diseño	Distanciamiento: 6 x 3 m (rectangular). Cultivo agrícola intercalado en hileras. Del 1° al 7° año pradera mejorada.
Faenas de establecimiento	Preparación del suelo: eliminación de desechos agrícolas, subsolado en toda la superficie, y hoyadura. Control de malezas: químico y manual. Fertilización: en zanjas semicirculares alrededor de las plantas.
Faenas de manejo	Forestal (utilizando las técnicas de Arboricultura): - podas de formación en invierno y verano (año 1 – 7) - poda de levante (año 8) - desyemes primaverales y estivales - riego por goteo - control de malezas primavera y estival - fertilización hasta el tercer año - raleos (año 10 – 15) Agrícola: - riegos - fertilizantes.
Factores críticos y otros	Factores críticos: realizar actividades de manejo (arboricultura) en el año y en la época del año adecuada.
Antecedentes Sistema Productivo	
Rendimientos/Productividad	
Rotaciones forestal, agrícola y pecuaria	Rotación forestal: 35 años (aproximadamente) Rotación agrícola: anual (1° a 7° año: pradera; 7° a 35° años: castañas)
Principales productos esperados	Producción Forestal: trozas para madera aserrada. Producción agrícola: castañas y pradera

En este caso si bien el objetivo de producción principal es la producción de madera de Castaño por su buen precio, calidad y alta demanda en el sector mueblería, se da además la opción de utilizar la pradera que crece en el espacio que queda entre las líneas de plantación (6 m). De esta manera el propietario puede diversificar su producción y obtener ingresos intermedios por venta de animales o, carne y lana, y además por la venta de nueces.

Modelo Silvopastoral con bosque nativo, zona sur.

Prácticamente no hay experiencias diseñadas ni se cuenta con información confiable, aunque se sabe que es una práctica común entre los agricultores y ganaderos del sur de Chile el introducir vacunos al interior del bosque, principalmente para el uso del

sotobosque con Chusquea quila (quila) la cual es un excelente forraje. Este tipo de ganadería se caracteriza por ser de tipo extensiva y de difícil registro por lo cerrado del bosque, tipo selva con precipitaciones por sobre los 2.000mm.

Algunas investigaciones respecto de las asociaciones agroforestales en la XI región, y su efecto sobre la producción de la pradera naturalizada, INIA-SERPLAC (1984), indican que la presencia de un bosque de Ñire puede estar asociada a una mejor composición botánica y mayor producción de la pradera naturalizada, respecto a la misma pradera localizada fuera del área de influencia y protección de bosque (Cuadro 9).

Cuadro 8. Parámetros agroforestales de un sector de pradera con y sin la protección de un bosque de Ñire Temporada 1982-1983.

Parámetros	Pradera expuesta	Pradera protegida por bosque sin raleo	Pradera protegida por bosque raleado
Composición botánica (%)			
Coirón			
Trébol blanco	10	51	40
Pasto ovillo	1	6	3
Malezas	--	1	3
Suelo desnudo	60	19	33
	29	22	21
Producción de forraje (kg ms ha⁻¹)	0.465	0.925	1.015
Incremento de peso (kg PV/ha)	--	1.215	1.230
Producción de leña (m³ ha⁻¹)	--	--	3.5

Fuente: INIA-SERPLAC, 1984.

Esta posibilidad de utilizar el forraje que otorga el sotobosque del bosque nativo, aunque es una interesante alternativa, especialmente cuando va asociada a un manejo del recurso, debe ser monitoreada intensamente para que no se produzca un deterioro de la regeneración producto de su ramoneo.

Modelo Silvopastoral con especies leñosas forrajeras

En Chile este modelo es conocido y relacionado con especies como *Atriplex* sp, *Acacia Saligna* y algunos *Prosopis* sp. de la zona semiárida del país. Existen otras especies que están siendo utilizadas en la zona centro-sur, como es el caso del *Chamaecytisus proliferus*, más conocido como *Tagasaste*.

Tagasaste es una leguminosa arbustiva siempreverde capaz de aportar forraje al ganado como suplemento alimenticio en zonas mediterráneas, con baja disponibilidad de praderas verdes naturales durante el periodo estival a causa de la sequía (INFOR, 2000). Es una planta leñosa parcialmente resistente a las heladas y a la sequía, muy buena fijadora de nitrógeno y generosa fuente forrajera (Ovalle et al, 1993). Esta especie no se comporta bien en suelos muy arcillosos y con dos o tres días de suelos inundados, muere por asfixia radicular. El ideal es un suelo de lomaje suave y de textura liviana. Crece en áreas con precipitaciones entre 500 a 700 mm, y altitudes que van desde 400 a 1.200 metros. La temperatura óptima en inviernos, varía entre 5° a 15° C y entre 20° y 30° en verano. Soporta estaciones secas en verano de hasta 4 a 5 meses (Op, cit).

Manejo y Crecimiento

Esta especie puede alcanzar alturas de 2 a 4 m en el secano entre las regiones VI a IX, donde se han obtenido los mejores resultados en términos de producción de forraje, con valores promedio de 1,8 ton/ha/año en la tercera temporada de crecimiento. En cuanto a su manejo, es necesario realizar control de altura y forma de la copa, a través de podas, que permita por un lado aumentar la disponibilidad de forraje y por

otro hacerlo accesible a los animales para ramoneo directo. Ensayo realizados por INIA indican que los mejores resultados, se lograron con podas entre los 80 y 100 cm de altura. El ramoneo se puede realizar durante el segundo año de establecimiento, realizando pastoreo rotativo por unidades cercadas.

En ovinos, la época de utilización coincide con la época mas crítica del año, es decir febrero-marzo (durante el encaste); y junio-julio (durante la lactancia) (Avendaño et al, 1999, en INFOR, 2000)



Figura 2: Especie Tagasaste (en INFOR 2000)

Modelo Galpones Naturales o Biológicos

La utilización de bosques, tanto plantados como naturales, como áreas de protección para animales, ha sido documentado de antigua data, con fauna natural como con animales domésticos. Es natural observar a animales domésticos pastando en áreas apotreradas buscando protección de los árboles en horas de mayor calor o luminosidad, resguardándose bajo la copa de un árbol individual o bajo la cobertura de un bosque. Igualmente éstos utilizan al árbol o al bosque para protegerse de la lluvia intensa, de la nieve o del viento.

A la utilización en forma deliberada de bosquetes en los potreros para estos fines, se le ha denominado “Galpones Naturales o Biológicos” cuando han sido diseñados y planificados para estos fines para remplazar a Galpones Artificiales. Esto permite en diversas áreas evitar grandes desplazamientos para encerrar a los animales en unidades artificiales construidas para estos fines.

El diseño de estos Galpones Naturales deben considerar los siguientes aspectos:

- Deben ser construidos en lugares secos, de preferibles en lugares altos y bien drenados.
- Considerar la dirección del viento para que sirva de protección efectiva.
- Su área de protección debe ser calculada adecuadamente para dar el suficiente espacio para que el ganado no sufra estrés.
- El manejo del área debe considerar dejar bordes sin poda, para que el área foliar otorgue protección contra el viento y otros efectos climáticos; a su vez debe ser podado a una altura que permita el desplazamiento del ganado (p.e. 2,0 m para bovinos), y raleado para no impedir el movimiento (p.e. 3x3 m) y excesivo daño a los fustes.



Figura 3: Galpón natural con combinación de especies

Se han desarrollado algunas experiencias para demostrar el efecto de estos Galpones Naturales sobre la productividad animal, siendo una de las más interesantes la desarrollada por INIA entre 1982-83.

Estudio Efecto del tipo de reparo sobre el crecimiento de novillos durante el invierno (INIA, 1983)

Este estudio considero los siguientes elementos:

- 12 novillos/ grupo (425 kg).
- 92 días de invierno.
- Alimentación: ensilaje pradera +1 kg chancado arveja + sales.

Los Tratamientos implementados fueron:

Galpón Artificial	Galpón Natural (Bosquete <i>Pinus radiata</i>)
Corral = 127 m ² Sector cama caliente = 46 m ² Patio luz y bebederos = 51 m ² Comederos = 30 m ²	Superficie = 30*40 m. (120 m ²) Estabilizado de ripio, comedero y bebedero. Sector alto con paja para dormitorio.

Los resultados obtenidos se reflejan en el cuadro_ :

Cuadro 9: Efecto de dos formas de protección sobre el crecimiento invernal de novillos en la región de la Araucanía, Temuco. Temporada 1982-83

Parámetros	Galpón Artificial	Galpón Natural (Bosquete)
Consumo de ensilaje ¹	10,5	11,5
Crecimiento (kg/día)	0,263	0,275
Eficiencia de conversión	40,08	42,4
Paja para camas (fardos)	75	105

Fuente: INIA, 1983

Como se observa en los resultados mostrados en el Cuadro 9, el crecimiento diario de los animales fue levemente superior en el Galpón Natural, aunque no se aprecia diferencias estadísticamente significativas. Lo más interesante del estudio, es que el uso de bosquetes como Galpón Natural, para la protección de animales durante el invierno, permite reemplazar el uso de Galpones Artificiales, con el consiguiente ahorro en inversión, menor desplazamiento de los animales (ahorro energético), y usar

ambientes naturales para los animales.

Modelo Cortinas Cortavientos Forestales

El viento en muchas zonas del país es un factor climático, que disminuye o limita la producción agropecuaria. Una manera de disminuir el impacto negativo de la intensidad del viento, es disminuyendo su velocidad con la instalación correcta de cortinas cortavientos.

En países como USA, Nueva Zelanda, Argentina entre otros, las cortinas forestales han sido utilizadas como una manera de aumentar la producción agrícola, para ello se han empleado una gran variedad de especies forestales, siendo los más importantes los álamos (*Populus sp.*), los sauces (*Salix sp.*), los pinos (*Pinus sp.*), las encinas (*Quercus sp.*) entre otras. En Chile el uso de especies forestales como cortina cortaviento han sido utilizadas por los agricultores por diversas razones, y las especies más utilizadas han sido los *Populus sp.*, *Pinus radiata*, Casuarina, Pino oregon, *Pinus contorta* y otras.

- Beneficio de las cortinas cortaviento:

1. En los predios ganaderos, estas estructuras, además de incrementar la producción de pastos, evita que los animales (ovinos y bovinos) pierdan peso, como consecuencia de los rigurosos inviernos y los fuertes vientos que se registran en esta Región, también disminuyen la mortalidad de los corderos recién nacidos.
2. Uno de los beneficios más importantes es el control de la erosión eólica, la cual provoca la pérdida de las capas más superficiales de suelo, donde se encuentran una gran cantidad de elementos nutritivos, provocando una pérdida de la fertilidad.
3. Provoca un aumento de la producción agrícola, en la superficie protegida por la cortina. La disminución de la evapotranspiración del sector protegido, hace que la disponibilidad de humedad del suelo se mantenga por períodos más prolongados, disminuyendo el estrés hídrico de las plantas.
4. La valorización del terreno se incrementa por la construcción de la cortina, que es considerada una mejora. Esta al ser sometida a manejo silvícola, puede llegar a ser una fuente extra de ingresos con la producción de madera aserrada, postes y leña.
5. Las cortinas agregan al paisaje un valor estético. En la Región de Aysén, existen grandes extensiones de terrenos descubiertos que fueron afectados por extensos incendios a principios del siglo pasado, el incorporar estructuras arbóreas, cambiaría radicalmente el paisaje regional.
6. Otro beneficio, no menos importante es la protección que entregan a las casas y demás instalaciones frente a los temporales de viento.

- Beneficios de la cortina sobre el ganado

Protección invernal

Todos los animales de sangre caliente deben mantener su temperatura corporal dentro de un rango o zona confortable. Cuando la temperatura del aire desciende, los animales deben gastar energía para mantener el calor corporal. Muchos animales cuando se aproxima el invierno desarrollan en forma natural un abrigo protector que los aísla de las bajas temperaturas. En el caso del ganado, la gruesa cubierta invernal le da protección hasta una temperatura de $-7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Una temperatura inferior a esta le provoca estrés y comienza a consumir comida adicional, para mantener la temperatura corporal. Si el animal está expuesto a los vientos del invierno, la necesidad de comida adicional es mayor, por ejemplo, si la temperatura es de $-12,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la velocidad del viento de $24,1\text{ km/hr}$, la sensación del viento frío llega a los $-27,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Cuadro 10).

Cuadro 10. Matriz de temperatura del aire y velocidad del viento, con su sensación térmica

		Temperatura del Aire					
		10	4,4	-1,1	-6,7	-12,2	-17,8
		Temperatura equivalente °C					
Velocidad del viento (kms./hra.)	Calma	10	4,4	-1,1	-6,7	-12,2	-17,8
	8,4	8,9	2,7	-2,7	-8,8	-14,4	-20,6
	16	4,4	-2,2	-8,8	-16,1	-22,8	-30
	24,1	2,2	-5,6	-12,8	-20,6	-27,8	-35
	32,2	0	-7,8	-15,6	-23,3	-31,1	-39,4
	40,2	-1,1	-8,8	-17,2	-26,6	-33,9	-42,2
	48,3	-2,2	-10,5	-18,9	-27,8	-36,1	-45
	56,3	-2,7	-11,7	-20	-28,9	-37,2	-46,7
	64,4	-3,3	-12,2	-20,6	-29,4	-38,3	-47,2
	72,4	-3,9	-12,8	-21,1	-30	-38,9	-47,8

Fuente: Adaptada (QUAM y JOHNSON, 1999)

Bajo estas extremas condiciones de estrés, los animales requieren significativamente más alimento y su metabolismo se vuelve menos eficiente para convertir el alimento en energía, además están más propensos a adquirir enfermedades latentes y otros problemas de salud. Por el contrario la presencia de una cortina bien diseñada y ubicada en el lugar correcto, reduce la temperatura que experimenta el ganado (para el ejemplo anterior) a -14,4 °C.

Investigaciones canadienses determinaron que el ganado en el período de invierno en sitios sin protección, requirieron incrementar su consumo alimenticio en un 50% para desarrollar sus actividades normales y un 20% más para contrarrestar el efecto de la temperatura y el viento. La protección del viento reduce estas necesidades a la mitad (QUAM y JOHNSON, 1999).

La cantidad de alimento que requiere el ganado para mantener la temperatura corporal se reduce cuando ellos están bajo la protección de una cortina. Por ejemplo un animal de 400 kilos, con su pelaje de invierno a una temperatura de 0°C.

Estudios en Montana indican que durante un invierno normal, el ganado de carne que estuvo bajo la protección de una cortina, ganó en promedio 15,8 kilos más que el ganado que pastoreó en praderas expuestas. En inviernos muy severos, el ganado protegido del viento, incremento su peso en 4,8 kilos, en comparación con el ganado sin protección (QUAM y JOHNSON, 1999).

El ganado lechero también se ve beneficiado con la protección de las cortinas, en vacas Holstein y Jersey, la producción de leche declina cuando la temperatura baja de los 1,7°C. Esta cantidad puede verse incrementada dependiendo de la salud del animal, de la condición del pelaje y de la ingesta de alimentos.

Los ovinos están naturalmente adaptados a los climas fríos por lo cual reciben pocos beneficios por parte de las cortinas. Sin embargo durante severas ventiscas y en áreas con poca protección vegetal, la cortina entrega una valiosa protección al rebaño. Los corderos recién nacidos son muy vulnerables a las bajas temperaturas y experimentan una alta mortalidad en condiciones frías y ventosas, la protección del viento puede reducir de manera significativa estas pérdidas.

Protección en verano

Si una cortina está diseñada adecuadamente, su protección no sólo puede ser para los

vientos invernales, en verano puede reducir el potencial estrés calórico de los animales.

Durante el verano el ganado busca la sombra cuando está disponible, establecer una cortina o el sólo hecho de dejar árboles (20 a 30 por hectárea) puede brindar beneficios significativos al ganado.



Figura 4: Cortina cortaviento con Pino oregon

Las cortinas cortavientos proveen un rol importante en la protección del ganado, en áreas con vientos fríos de invierno y primavera, los más beneficiados son los animales más jóvenes. Una cortina bien ubicada puede brindar protección a las praderas ubicadas en sectores expuestos. Al reducir la velocidad de los vientos fríos, baja el estrés de los animales, mejorando la salud de los mismos e incrementando la eficiencia alimentaria. Además, las cortinas incrementan significativamente el hábitat de la vida silvestre y disminuye los ruidos y los olores molestos provenientes de las operaciones ganaderas.

Cada cortina debe ser diseñada de acuerdo a las operaciones específicas del predio ganadero. Debe dar protección tanto en invierno como en verano y por lo tanto debe entregarle al propietario beneficios económicos en el mediano y largo plazo. Se debe invertir tiempo en su diseño, en la preparación del sitio, control de las malezas.

En la zona de Puerto Ibañez la producción de una pradera sembrada y protegida por una cortina cortaviento de álamos se incrementa en más de 60% con respecto a una pradera carente de protección (comunicación personal, Heinz Kunik, 2002).

II. SISTEMA SILVOAGRICOLA: Sistema integrado de producción donde cultivos agrícolas están asociados a especies forestales comerciales

Modelo Álamo con Cultivos Agrícolas

La especie álamo permite combinar otros usos, en este caso cultivos agrícolas, en el espacio dejado entre las hileras de plantación, dado que especialmente en los primeros años no existe competencia con la especie forestal al llegar suficiente luz entre los espacios intercalares. A su vez por las diferencias de crecimiento y posición entre los sistemas radiculares, si se toma el cuidado de dejar aproximadamente entre 50 cm y 1 m sin cultivar, no existe una real competencia entre las especies.

Existen diversos estudios y demostraciones de la posibilidad de combinar el uso

forestal y agrícola en el mismo sitio. Experiencias de Forestal El Alamo e INIA, han demostrado la posibilidad de hacer siembras de maíz, porotos, forrajeras, y otros cultivos asociados con Alamo (Cuadro 11).

Cuadro 11: Plantación de álamos con cultivos agrícolas intercalados (Forestal El Álamo, 2002)

Consideraciones técnicas	
Fecha de establecimiento	2001
Especies/cultivos/obras	Especie forestal: - Álamo (<i>Populus nigra</i>) Cultivos agrícolas: - cada 2 años: maíz
Diseño	Distanciamiento: 6 x 6 m. Cultivo agrícola intercalado en hileras.
Faenas de establecimiento	Preparación del suelo: eliminación de desechos agrícolas y de tocones, aradura de discos en toda la superficie, y hoyadura. Control de malezas.
Faenas de manejo	Forestal (utilizando las técnicas de Arboricultura): Poda (8 m)
Factores críticos y otros	Densidad final igual a la densidad inicial. Tipo de suelo profundo, con características agrícolas, sin pendiente y de buena estructura.
Antecedentes Sistema Productivo	
Rendimientos/Productividad	
Rotaciones forestal, agrícola y pecuaria	Rotación forestal: 12 - 14 años (aproximadamente) Rotación agrícola: anual (cada dos años)
Principales productos esperados	Producción Forestal: trozas de 3,2 m. Producción agrícola: maíz
Contacto	



<p>Jaime Ulloa Compañía Agrícola y Forestal "El Alamo" Longitudinal Sur km. 333. Retiro (73) 46 21 79 el-alamo@ctcinternet.cl</p>	
--	--

Modelo Plantación Fruto-Forestal y Cultivos Agrícolas

Como se explicó anteriormente la posibilidad de utilizar especies forestales nobles, en

combinación con praderas, y en este caso con cultivos agrícolas es una realidad. Tanto INFOR, INIA y empresas como Forestal El Álamo, han realizado diversas experiencias con este tipo de combinación. En este caso se muestra el ejemplo de combinación de nogal con cultivos agrícolas, pero esto se puede replicar con Castaño, Encino, Cerezo y otras.

Consideraciones técnicas	
Fecha de establecimiento	1995
Especies/cultivos/obras	Especie forestal: - Nogal común (<i>Juglans regia</i>) Cultivos agrícolas: - 1° a 2° año: porotos - 3° a 7° año: maíz
Diseño	Distanciamiento: 6 x 3 m (rectangular). Cultivo agrícola intercalado en hileras.
Faenas de establecimiento	Preparación del suelo: eliminación de desechos agrícolas y de tocones, aradura de discos en toda la superficie, y hoyadura Control de malezas: químico y manual. Fertilización: en zanjas semicirculares alrededor de las plantas.
Faenas de manejo	Forestal (utilizando las técnicas de Arboricultura): podas de formación en invierno y verano (año 1 – 6) podas de levante (año 7 – 8) desyemes primaverales y estivales riegos control de malezas durante todo el año fertilización hasta el tercer año raleos (año 7 – 12)
I	Agrícola: - nueces, aplicación de cupravit (compuestos cúpricos) en primavera para evitar peste negra y gusathion (compuestos fosforados) para prevenir ataque de polilla de la nuez. - maíz, aplicación de riegos y fertilizantes.
Factores críticos y otros	Realizar actividades de manejo (arboricultura) en el año y en la época del año adecuada. Tipo de suelo profundo, con características agrícolas, sin pendiente y de buena estructura.
Antecedentes Sistema Productivo	
Rendimientos/Productividad	Maíz: 110 quintales/ha Nueces: 6 – 8 sacos/ha
Rotaciones forestal, agrícola y pecuaria	Rotación forestal: 30 años (aproximadamente) Rotación agrícola: anual (1° a 2° año: poroto; 3° a 7° año maíz; 4° a 30° años: nueces)
Principales productos esperados	Producción Forestal: trozas para madera foliada y aserrada. Producción agrícola: nueces y cultivos agrícolas (poroto y maíz)

Contacto	
<p>Verónica Loewe M. Instituto Forestal - Sede Centro-Norte (2) 693 07 00 – 693 07 20 vloewe@infor.cl</p>	 
<p>Marta González O. Instituto Forestal – Sede Bío Bío (41) 74 90 90 mgonzale@infor.cl</p>	
<p>Jaime Ulloa Compañía Agrícola y Forestal “El Alamo” Longitudinal Sur km. 333. Retiro (73) 46 21 79 el-alamo@ctcinternet.cl</p>	

Modelo Cortinas Cortavientos con Especies Forestales para Protección de Cultivos Agrícolas.

En la localidad de Gobernador Gregores (Provincia de Santa Cruz, Patagonia Argentina), se determinó el efecto de una cortina sobre la producción de frutillas de la var. Fern, en un sector protegido por una hilera simple de *Populus nigra* cv. Itálica (álamo criollo), de 6 años de edad y con una altura media de 3,15m (H), la producción media de frutillas a una distancia de 1,27 H, fue de 14,85gr/planta y a una distancia de 8,88 H, 1,75 gr/planta (PERI et al., 2001).

Algo similar ocurre con la producción de cerezas en la localidad de Los Antiguos (Prov. Santa Cruz, Argentina), fronteriza a la ciudad de Chile Chico (XI Región), la producción total presentó una disminución a medida que la distancia desde la cortina aumentaba, registrándose una producción máxima de 30 Kg/planta a una distancia de 1,5 y 2 veces la altura de la cortina. Por detrás de esta distancia la producción decae entre los 10 y 15 Kg/planta, además los calibres de cereza más grandes coincidieron con las máximas producciones (MONELOS y PERI, 2000).

Las variaciones del microclima y del clima del suelo, son consecuencia de la reducción de la velocidad del viento, detrás de las cortinas se registran temperaturas más altas del suelo y aire, aumento de la humedad relativa y reducción de la evapotranspiración. En la Región de Aysén en el año 1982, el INIA realizó plantaciones, a manera de ensayos, para el establecimiento de cortinas cortavientos con diferentes especies, arbustivas y arbóreas.

En los ensayos establecidos en Valle Simpson, las especies arbustivas con mayor porcentaje de prendimiento fueron: *Loburnus anagyroides* (Falso ébano), *Alnus viridis* (Aliso verde) y *Rosa moschata* (Rosa mosqueta). Las especies arbóreas con mejor prendimiento fueron: *Pinus contorta* (Pino contorta) y *Populus canadensis* (Álamo híbrido).

En el sector de Emperador Guillermo, de todas las especies arbustivas ensayadas la única con un prendimiento superior al 50% fue *Loburnus anagyroides*. Dentro de las arbóreas la que presentó mejor prendimiento fue *Populus trichocarpa* (Álamo híbrido), seguido por *Pinus contorta* y *Alnus incana* (Aliso gris).

El objetivo principal de las cortinas cortavientos es disminuir la velocidad del viento,

otorgando con ello protección a la pradera, a los animales y cultivos agrícolas. Ver figura 5.



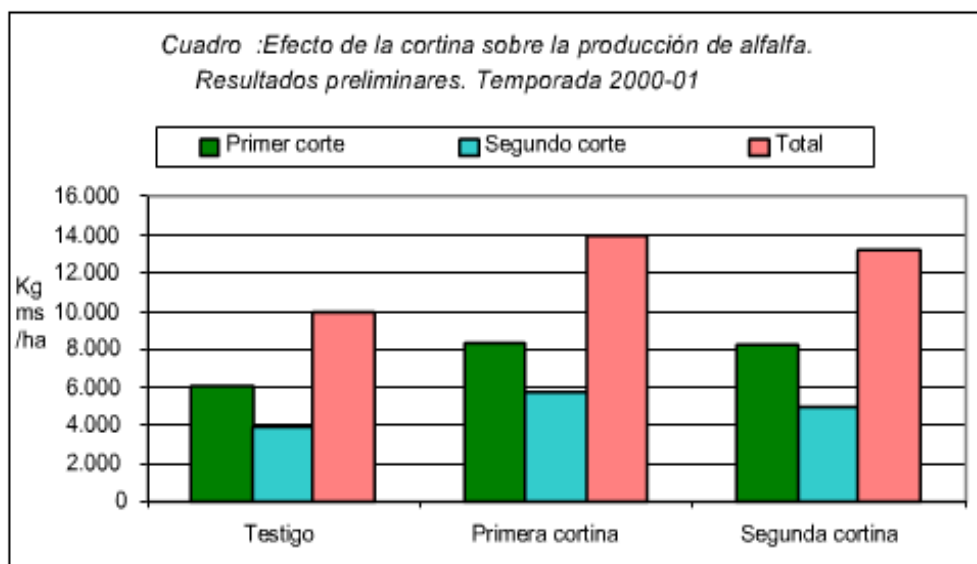
Figura 5: Cortina forestal en sector Valle Mañihuales, XI Región.

- Incremento de la producción vegetal

Las pérdidas de agua por evaporación se reducen por el efecto protector de la cortina, por lo tanto existe más humedad disponible para el crecimiento de los pastos y granos, en general la producción de forraje se incrementa. En sitios más secos con lluvias más irregulares, la producción también se ve mejorada al disminuir la evapotranspiración provocada por el viento.

Además de disminuir las pérdidas de humedad, las cortinas protegen a las plantas de los daños mecánicos provocados por el viento. La producción de forraje en mezclas de gramíneas con leguminosas son 20% más altas durante 14 años que en sitios sin protección.

Resultados preliminares obtenidos por INIA-INFOR de ensayos de cortinas cortaviento sobre cultivo de alfalfa en las regiones australes, coinciden en señalar que el cultivo alcanza una mayor productividad en sectores protegidos, respecto de sectores no protegidos, particularmente en años de menor precipitación estival (Figuras 6 y 7).



Fuente: Resultados preliminares INIA-INFOR. Coyhaique.

Figura 6. Efecto de la cortina sobre la producción de alfalfa.

Fuente: Resultados preliminares INIA-INFOR. Pta. Arenas.

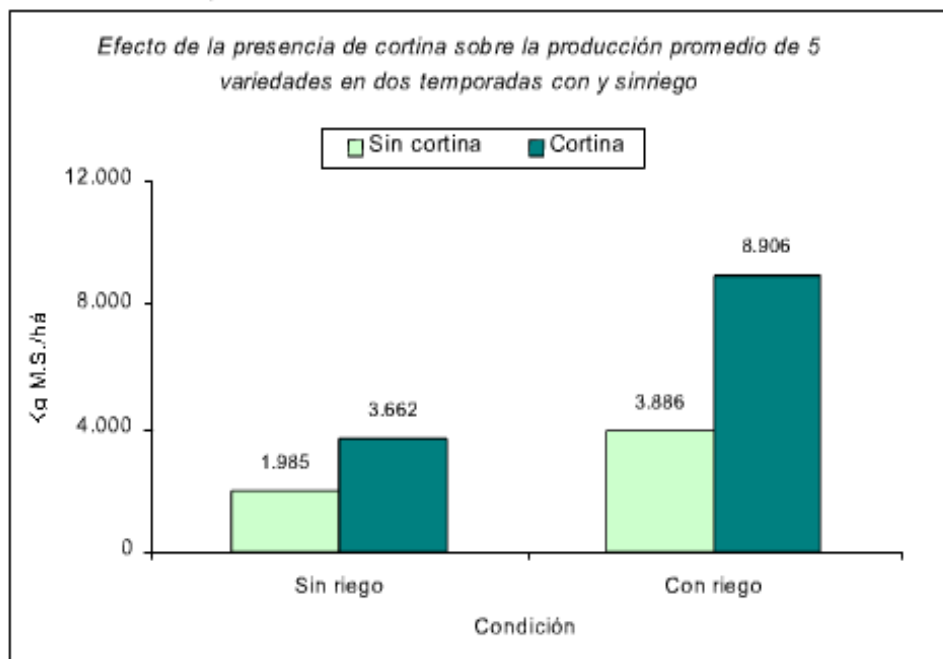


Figura 7. Efecto de la presencia de cortina sobre la producción de variedades de alfalfa

Debido a la alta ventosidad de la Región especialmente en la zona intermedia y de estepa, se debe evitar la tala indiscriminada de árboles nativos y favorecer un proceso de reforestación, bajo un sistema de cortinas cortavientos en los sectores con aptitudes silvoganaderas (INIA-SERPLAC, 1984).

- Control de la nieve

El controlar la acumulación de nieve invernal, permite en este período un fácil acceso de los animales a los establos y al forraje. Las cortinas cortavientos son una efectiva herramienta con la cual se puede proteger las vías de circulación de animales, vehículos, maquinaria y áreas de vivienda. Con lo anterior se ahorra combustible y se evita la labor de despeje de la nieve.

Las cortinas también pueden ser diseñadas para juntar la nieve de invierno y almacenarla para que en primavera de mayor humedad al suelo. La nieve derretida en primavera puede ser manejada e irrigar los cultivos de pastos o granos, a través de pequeños canales o distribuirla a través de la pradera, mejorando la humedad del suelo en la primavera.

- Ambiente de trabajo

Las cortinas mejoran el ambiente de trabajo. En el verano entregan una brisa más fresca, minimizando el estrés por calor y en invierno, reducen las pérdidas de calor al bloquear los fríos vientos.

Los seres humanos son más sensibles al frío que los animales. Si la velocidad del viento es de 32 km/hr y la temperatura del aire de -12°C , la sensación térmica es de -31°C . Con estos niveles tan bajos de temperatura los trabajos al aire libre se vuelven muy dificultosos y peligrosos. Una cortina con una densidad de árboles media, puede reducir la velocidad del viento de 32 km/hr, estando a una distancia de 5 veces la altura de la cortina, a aproximadamente 8,4 km/hr, con lo cual la sensación térmica

disminuye a $-14,4^{\circ}\text{C}$, que aunque baja no es peligrosa (QUAM y JOHNSON, 1999).

- Externalidades positivas

Las cortinas pueden servir para tapar o disimular los sectores más desordenados o feos del predio, para proteger las viviendas e instalaciones. Son muy útiles para filtrar el polvo de las actividades propias del campo, de los caminos, amortiguar los ruidos del tránsito o de maquinarias. Algunos olores son enmascarados o absorbidos por la cortina. Una cortina con especies coníferas no sólo da una buena protección del viento, sino que también, dan color en la temporada de invierno (QUAM y JOHNSON, 1999).

Las cortinas cortavientos son sitios muy adecuados como habitat de la vida silvestre, en especial de las aves y otros animales, ya que sirven de sitios de nidación, comida, canto y reproducción. Además les da protección cuando las condiciones ambientales son muy severas. A mayor variedad de especies arbóreas y arbustivas, la diversidad de vida silvestre en el predio, también va a ser mayor.

Dentro de todos los factores limitantes que afectan a la actividad agrícola y ganadera en la Región de Aysén, uno de los principales es el viento, el cual afecta principalmente la productividad de la pradera y de los animales.

- Avances de la Investigación en Chile, del proyecto Investigación para el Establecimiento y Fomento de Cortinas Forestales Productivas (FONDEF-INFOR, 2002)

Áreas Potenciales para Establecimiento de Cortinas. Mediante el empleo de sistemas GIS y métodos paramétricos se determinaron las áreas en cada región susceptibles de establecer cortinas, las que ascienden a 13.7 millones a proteger entre la VIII y XII Regiones, considerando solo suelos agrícolas o ganaderos y no laderas, lomajes o piedmont los cuales pueden ser revegetacionados o restaurados con estos sistemas, especialmente en la zona de Aysén y Austral. Dentro de estas superficies se pueden emplear cortinas no solo para potenciar el cultivo agrícola y forestal, sino también en el ámbito de protección medioambiental estos sistemas poseen una importancia de primer orden, por ejemplo, protección de cauces, riberas de ríos y lagos, áreas de cursos de aguas prediales, encapsulamiento de olores en vertederos, en plantas de aguas servidas, planteles de producción animal y otros, protección de carreteras no solo en la restauración de taludes como en general mejorar el bienestar de la conducción con atrapa nieve, sombra y en general una importante mejora en la belleza paisajística.

Resultados de ensayos de dinámica de viento y ensayos de producción de cereales y praderas bajo protección de cortinas forestales.

En forma gráfica se resumen a continuación dos experiencias de producción de grano en la X y XI región, efectuadas dentro de los objetivos específicos del proyecto.

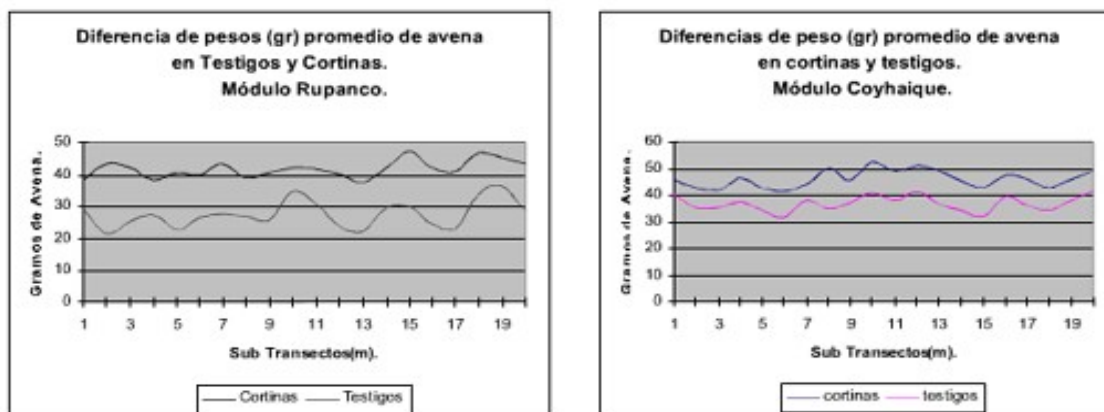


Figura 8. Efecto de cortinas en avena

- Beneficios en Cultivos Agroforestales

Beneficios Agrícolas

- Aumento de producción en cultivos agrícolas hasta un 30% en cereales tradicionales, y un 35% en praderas naturales y mejoradas, con mejoras en la calidad de ellos, llegando a ocupar solo hasta un 3% de las superficies cultivables. El porte de los granos es mayor lo que debiera redundar en un mayor precio del producto por su calidad.
- Aumento sustancial de la rentabilidad agrícola integrada bajo este sistema agroforestal.
- Desviación y reducción de la velocidad de los vientos hasta en un 80% a una distancia de 15 veces la altura de los árboles de la cortina y la consecuente disminución de la erosión eólica, singular problema en la zona Austral de Chile (XI-XII regiones).
- Incremento en la producción de frutales por la reducción de las pérdidas de flores por acción del viento.
- Producción de frutales mayores y menores dentro de la cortina, bajo manejo en espaldera, como por ejemplo manzanos, frambuesas, arándanos, grosellas entre otras.
- Producción de madera de alta calidad, y producción mixta entre especies nativas y exóticas permitiendo flujos más continuos de cosecha de madera y mantener o perpetuar el efecto de protección de la cortina en el caso de cortinas cortavientos.
- Disminución de demanda de agua, por disminución de la evapotranspiración de los cultivos hasta en un 20%.
- Disminución de las pérdidas de grano por caída de plantas en temporales principalmente originados por vientos Puelche en periodo estival.
- Disminución de costos de cerco, por eliminación eventual u ordenamiento predial (apotramamiento), de alambre de púa y/o postes por la formación de cerco vivo con las especies accesorias de la cortina, o el empleo de cerco eléctrico que es notablemente de menor costo.
- Proporciona sombra y abrigo al ganado reduciendo las pérdidas calóricas de los animales.
- Se han determinado, en Estados Unidos incrementos de 15 kg por vacuno en áreas protegidas por cortinas forestales.

Beneficios en Plantaciones Forestales y Bosques

- Aumento productivo de terrenos desprovistos de vegetación destinados a cortafuegos perimetrales en bosques y plantaciones forestales, incorporando a la producción hasta un 2% de la superficie total, con el consecuente aumento de la rentabilidad al obtenerse

de las especies principales madera debobinable para chapas, madera aserrada, y madera torneable en piezas cortas.

- Producción de madera y productos secundarios como leña, semillas, frutos, miel, forraje y sombra para el ganado de especial relevancia para los pequeños productores agrícolas, estimándose una producción de más de 200 m³ de madera por km de cortina.
- Aumentos de rendimiento y calidad en viveros y plantaciones jóvenes, obteniéndose aumentos en un 15%.
- Disminución de la erosión eólica.
- Aumenta la diversificación de los procesos productivos agroforestales.
- Disociador del monocultivo
- Se obtienen productos secundarios
- Disminución de costos de cerco, por eliminación eventual de alambre de púa y/o postes por la formación de cerco vivo con las especies accesorias de la cortina.
- Integración Agrícola y Forestal bajo sistemas de Cortinas Forestales

Por otra parte la integración de sector agrícola y forestal en estas zonas australes debiera dar como resultado que sistemas optimizantes productivos y ambientales de primer orden y tan rentables como las cortinas forestales deban investigarse, aplicarse en forma práctica, y transferir esta tecnología directamente a los propietarios agrícolas y forestales tanto para su ordenamiento predial, y permitir en esas zonas la incorporación de suelos actualmente improductivos a la economía y producción zonal. Y en otros casos en suelos con actividad marginal ganadera y/o agrícola optimizar sus sistemas productivos, mediante el establecimiento, manejo y reconversión o renovación de cortinas forestales. Esta integración agroforestal positiva mediante sistemas de cortinas forestales, queda resumida en el siguiente diagrama (INFOR, 2002).



Modelo Cercos Vivos y de Protección

Estos modelos son muy utilizados en el sector rural de Chile, presentándose asociados tanto para cultivos como para praderas de producción animal. Su objetivo principal es permitir la separación de unidades productivas (potreros) dentro del predio, otorgar protección física contra los animales y personas, proveer protección contra efectos climáticos (viento, nieve, lluvia), y además provee de productos madereros como madera, leña, postes, carbón y, no madereros como frutos, hojas, miel y otros.

Algunas de las especies utilizadas en Chile para estos efectos son:

- IV región: las cactáceas del género *Eulychnia* como y es comúnmente usada de separación entre potreros proveyendo además la posibilidad de usar su fruto para la alimentación. Además otras especies del género *Eucalyptus* (*E. Camaldulensis*, *E. Cladocalyx*) se utilizan proveyendo madera para uso predial

- Zona Centro – Sur: Las especies más utilizadas son del género *Populus* sp., *Salix* sp., *Pinus* (*P. radiata*), *Eucalyptus* (*E. nitens*, *E. globulus*), *Casuarina*, *Acacia* (*A. Capensis*, *A. Melanoxylum*), *Cupressus macrocarpa*, y otras. La gran mayoría tiene la ventaja de otorgar protección y proveer madera.

- Zona Sur: Las especies más utilizadas son del género *Pinus* (*P. radiata*, *P. ponderosa* y *P. contorta*), *Eucalyptus* (*E. nitens*, *E. globulus*), *Populus* sp., *Pseudotsuga* (*P. menziessi*), *Acacia* (*A. Melanoxylum*), *Cupressus macrocarpa*, y otras. Estas especies tienen la ventaja de otorgar protección y proveer madera.

III. SISTEMA AGROSILVOPASTORAL: Sistema productivo donde se combina la producción forestal, agrícola y ganadera.

Modelo Cultivo de Álamo en asociación con cultivos agrícolas y pastoreo

En los sistemas Silvopastoral y Silvoagrícola se han descrito experiencia con Álamo en combinación con Producción Animal y Cultivos Agrícolas. Esto demuestra la factibilidad de combinar esta especie con actividades agropecuarias ya sea en forma secuencial, primero cultivos Agrícolas como siembra de cereales para después establecer pradera con fines forrajeros. También se puede establecer algún tipo de forrajera de producción intensiva como maíz forrajero, alfalfa u otro. Lo importante en este caso es que existen las experiencia para ofrecer diversas alternativas de cultivos asociado a la especie Álamo, y de esta forma poder ofrecerla a los agricultores.

Modelo Árboles Multipropósitos con cultivos y pastoreo

Existen diversos árboles multipropósitos usados en Chile y asociados a los sistemas productivos agropecuarios. Entre otras se menciona al género *Prosopis*, siendo las más comunes el *P. tamarugo* y *P. alba*. Estas especies proporcionan alimento para el ganado a través de sus hojas y frutos, proporcionan alimento para el ser humano a través del fruto, y madera para energía y usos agrícolas. Otras especies del género *Acacia*, como *A. dealbata*, *A. Saligna*, *A. mearnsii*, también otorgan diversos beneficios en este sentido; *Maiten* (*M. boaria*) es una especie interesante en la zona Centro-Sur de Chile.

En un estudio realizado por INIA e INFOR en el marco del proyecto Sistema de Gestión para la pequeña propiedad de la zona precordillerana de la VII a IX región, se menciona como interesante a las especies Castaño, Cerezo y Alcornoque para ser usada en combinación con cultivos y ganadería de la zona. En este estudio se propone el siguiente esquema con estas especies:

Cuadro 13: Modelo agroforestal propuesto para la VII y VIII Región

Tipo Producción	Año				
	1	2	3	4	5 o más
Producción agropecuaria	Trigo	Avena	Trigo	Avena	Pradera (trébol subterráneo solo o en mezcla con trébol encarnado, alfalfa)
Producción Forestal	Castaño o Cerezo, o en mezcla (también se puede hacer mezcla de Nogal y Cerezo). Densidades Plantación: Castaño a 8x8 m y Cerezo a 8x4 m.				

Cuadro 14: Modelo agroforestal propuesto para la IX Región

Tipo Producción	Año			
	1	2	3	4 o más
Producción agropecuaria	Trigo	Avena	Trigo	Pradera permanente
Producción Forestal	Castaño o Cerezo, o en mezcla (también se puede hacer mezcla de Nogal y Cerezo) Densidades Plantación: Castaño a 8x8 m y Cerezo a 8x4 m.			

Modelo Cortinas Cortavientos y/o Cercos Vivos

Los beneficios de las Cortinas Cortavientos han sido descritos para los Sistemas Silvopastorales y Silvoagrícola, por lo que en este caso se debe indicar que este modelo se puede implementar por un beneficio de la unidad agropecuaria como un todo, especialmente en aquellas unidades prediales que estén siendo usadas con una combinación de estos usos, ya sea en forma secuencial o temporal. Esto es especialmente válido para huertos familiares o áreas usadas intensivamente cerca de las comunidades.

Los beneficios y especies usadas como cercos vivos para protección de unidades prediales fueron descritos en el punto II de este documento, pero en general al igual que las cortinas, este modelo se presenta en forma generalizada en el sector rural Chileno, por sus innegables ventajas de proveer protección y beneficios económicos, ambientales y estéticos al mundo rural.

http://www.agroforesteria.cl/menu/publicaciones/libro_capitulo2.swf