

MODELOS AGROFORESTALES, ALTERNATIVA PRODUCTIVA PARA UN DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA AGRICULTURA CAMPESINA EN CHILE

Alvaro Sotomayor Garreton¹ y Edison García Rivas²

RESUMEN

El principal interés de los campesinos (pequeños propietarios agrícolas) dueños de pequeñas propiedades rurales en Chile, es proveer de alimento e ingresos para su grupo familiar, por lo que destinan gran parte de su tierra a establecer cultivos anuales o para praderas donde poder alimentar su ganado (vacunos, caballares, ovinos y caprinos), aunque sea en terrenos de laderas, las cuales se presentan en un 60% erosionada motivo de este uso del suelo; solo destinan un porcentaje muy bajo a establecer nuevas plantaciones forestales que, en promedio en los últimos 5 años, ha sido de menos de 2 ha por propietario, de un total predial de 50 ha promedio con que cuenta un agricultor.

Esta es una de las razones fundamentales para que las actividades de forestación tradicionales no hayan crecido con más fuerza en el mundo rural campesino en Chile, aunque exista una bonificación forestal especial para ello, establecida a través DL. 701 de fomento forestal de 1998. La otra razón es que se les ha tratado de traspasar el modelo silvícola tradicional con que el sector forestal Chileno se desarrolló entre los años 1974 y 1994, es decir, generar plantaciones con fines industriales para producir madera para la industria de la celulosa y aserrío, el cual no es compatible con la tradición productiva de la agricultura familiar campesina, ya que estos agricultores necesitan seguir trabajando la tierra, permanecer en ésta con su sistema cultural, y continuar produciendo alimentos e ingresos en el corto plazo para el sustento de la familia.

Por ello, se está estudiando un modelo forestal alternativo, destinado a los pequeños productores agrícolas, para que enfrenten sus necesidades en forma compatible con su identidad cultural y su sistema de vida, con la conservación de los recursos naturales y tratando que las familias de agricultores permanezcan en el campo y así evitar la migración a la ciudad, como elemento central del desarrollo rural, y reintroduciendo el árbol en su unidad predial bajo un concepto distinto a las plantaciones forestales tradicionales, sino que basado en la *Agroforestería*. Esta ciencia Agroforestal está referida a *“Sistemas y tecnologías de uso del suelo y recursos naturales en los cuales las especies leñosas (árboles, arbustos, palmas, etc.) se utilizan deliberadamente bajo un sistema de manejo integral con cultivos agrícolas y/o producción animal, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal”*.

¹ Ingeniero Forestal, Master of Science, Director de Proyectos, Instituto de Investigación Forestal de Chile (INFOR), Sede Bio Bio, Chile, e-mail: asotomay@infor.cl

² Ingeniero Forestal, Investigador, Instituto de Investigación Forestal de Chile (INFOR), Sede Bio Bio, Chile, e-mail: egarcia@infor.cl.

AGROFORESTRY SYSTEMS, A PRODUCTIVE ALTERNATIVE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT FOR THE “CAMPESENA” AGRICULTURE IN CHILE

Alvaro Sotomayor Garreton¹ y Edison García Rivas²

SUMMARY

The campesinos (small farmers) in Chile, own more than 8 million hectares in rural properties, with an average of 50 hectares. The main objective of the campesinos is to provide food, care and money to cover their first needs. They organize their lands for sustaining crops, prairies and livestock, although the land is mainly forest land, 60% eroded, and only a small area is utilized to generate new forest plantations, which in the last five years have been less than two ha per property.

This is one of the reasons that the afforestation activity did not increase in this kind of small owner properties, although in Chile there are more than 2 million hectares without forest cover belonging to campesinos, which can be afforested, even there is a special foment law to promote new afforestation in small farmers properties in Chile. The other reason, is that the Chilean Government was trying to use the same afforestation strategy that was used in the past with the big forest companies and big farming lands, which are not compatible with small farmers, therefore this strategy did not work.

Because of that, INFOR with INDAP is studying an alternative model for reintroduce forests in campesino's lands. To reintroduce forests, we are thinking in using the tree in a natural way, with agroforestry arrangement, that allows them to get their main needs through crops, livestock, and wood for energy and timber, but in the same land, in a compatible way altogether with natural resource conservation, land-water-biodiversity, and to promote campesinos to remain in the farm. This Agroforestry Science is referred to “*Systems and technologies of land and natural resources uses, where trees and shrubs are utilized under an integrated management system, with agriculture and animal production, in a special arrangement to get better and sustainable production*”.

¹ Forest Engineer, Master of Science, Researcher, Forest Research Institute of Chile (INFOR), INFOR Bio Bio, Chile, e-mail: asotomay@infor.cl

² Forest Engineer, Researcher, Forest Research Institute of Chile (INFOR), INFOR Bio Bio, Chile, e-mail: egarcia@infor.cl

INTRODUCCION

Uno de los principales problemas que existen en la actualidad, asociado al desarrollo rural, es la escasez de alimentos para poder suplir la demanda mundial creciente, debido al crecimiento demográfico en vastos territorios del mundo. Esta presión por la obtención de alimentos se ha visto agravada por una pobre distribución global de fuentes de alimentos, procesos de desertificación acelerados por la pérdida de cubiertas arbóreas protectoras, erosión y pérdida de suelos por uso de sistemas productivos agrícolas inadecuados a la condición del suelo y disminución de la superficie boscosa por quemas, sobrepastoreo y roces, y pérdida de suelos fértiles por expansión de las ciudades, construcción de caminos y otros tipos de urbanización (Sotomayor, 1990).

Históricamente, los usuarios de la tierra, llámense campesinos, granjeros o pequeños productores, han percibido una incompatibilidad entre el componente forestal, árbol o bosque, y el uso agropecuario. Para ellos los árboles han representado un competidor, creyendo que las especies forestales reducirán o reemplazarán los cultivos agrícolas. Cambiar esa percepción puede ser un proceso lento y difícil, ya que el uso tradicional de la tierra y el manejo de los recursos naturales a menudo están firmemente establecidos y socialmente aceptados en las comunidades locales, lo cual requerirá un largo proceso de educación y convencimiento con métodos demostrativos y un trabajo participativo de las comunidades.

Agroforestería se refiere a sistemas y tecnologías de uso del suelo en los cuales las especies leñosas perennes (árboles, arbustos, palmas, etc.) se utilizan deliberadamente en el mismo sistema de manejo con cultivos agrícolas y/o producción animal, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal. En los sistemas agroforestales existen interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes. El propósito es lograr un sinergismo entre los componentes el cual conduce a mejoras netas en uno o más rango de características, tales como productividad y sostenibilidad, así como también diversos beneficios ambientales y no-comerciales. Como ciencia, es multidisciplinaria y a menudo involucra, o debe involucrar, la participación de campesinos o agricultores en la identificación, diseño y ejecución de las actividades de investigación.

Si bien son varias las definiciones de Agroforestería o de Sistemas Agroforestales, todas ellas propenden a un manejo integrado de todos los recursos productivos que existen en una unidad de terreno.

Los sistemas agroforestales se orientan a permitir actividades productivas en condiciones de alta fragilidad, con recursos naturales degradados, mediante una gestión económica eficiente, alterando al mínimo la estabilidad ecológica, lo cual contribuye a alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción y, como consecuencia, mejorar el nivel de vida de la población rural. En consecuencia, persiguen objetivos tanto ecológicos como económicos y sociales. La característica principal de los Sistemas Agroforestales es su capacidad de optimizar la producción del territorio (unidad predial) a través de una explotación diversificada, en la que los árboles cumplen un rol fundamental. Este rol se ve reflejado en que los árboles pueden proveer muchos productos tales como madera, alimento, forraje, leña, postes, materia orgánica, medicina, cosméticos, aceites y resinas entre otras. Por otra parte, los árboles son proveedores importantes de servicios como seguridad alimenticia, conservación de suelos, aumento de la fertilidad del suelo, mejora del microclima, cercos vivos para los cultivos y árboles frutales, demarcación de límites, captura de carbono, estabilización de cuencas, protección de la biodiversidad, recuperación de tierras degradadas y control de maleza.

Los objetivos o beneficios de un Sistema Agroforestal pueden ser diferentes para cada situación y región del mundo pero, algunos de estos son ampliamente reconocidos, como: mejor protección y mejoramiento del suelo; mas de un tipo de cosecha o producto para los propietarios, lo cual le asegura una mayor estabilidad y retornos económicos en el mediano y largo plazo; obtención de subproductos como, leña, postes, miel y otros, que mejorara la calidad de vida de los

propietarios; dado el reconocido aumento en la eficiencia biológica del sistema, ayudará a un incremento de la productividad no solo para un granjero, sino que para toda la comunidad o región.

Por ello el Instituto de Investigación Forestal de Chile (INFOR) y el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) han establecido desde el año 2002 un programa de desarrollo agroforestal titulado "Programa de Desarrollo Agroforestal: una alternativa de desarrollo agroforestal sustentable de la Agricultura Campesina en Chile"

OBJETIVOS

Diseñar, implementar y transferir Modelos Agroforestales que promuevan un desarrollo sustentable de la agricultura campesina entre la VII y XI región del país, con particular énfasis en la conservación y recuperación de suelos degradados.

ANTECEDENTES GENERALES AREA ESTUDIO

Suelo y Erosión:

Uso de Suelo: Según el "Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile" (Proyecto CONAF-CONAMA-BIRF, 1994-1997), de un total de 75.662,6 Mha¹ del territorio nacional, el 32,6% corresponde a áreas sin vegetación, 27,1% a praderas y matorrales, 20,6% a bosques, y sólo un 5% a terrenos agrícolas. Entre la VII y XI Regiones, estos usos alcanzan a 7,8% áreas sin vegetación, 19,1% praderas y matorrales, 45,7% bosques, y 9,8% terrenos agrícolas, con respecto al total de la superficie entre la VII y XI Regiones.

Cuadro 1: Uso de suelo zona de estudio

Uso del Suelo	Total País	Región				
		VII	VIII	IX	X	XI
Áreas urbanas e industriales	182.184,2	11.678,8	24.915,4	10.735,3	13.159,7	2.222,1
Terrenos agrícolas	3.814.362,6	710.439,9	1.009.974,5	955.080,4	17.763,2	3.378,5
Praderas y matorrales	20.529.673,1	820.293,7	605.252,6	711.964,9	1.783.155,5	1.299.881,2
Bosques	15.637.232,5	795.957,6	1.763.922,0	1.287.481,4	3.820.502,1	4.823.555,2
Humedales	4.498.060,7	8.406,1	10.631,9	23.138,1	74.541,9	1.146.666,7
Áreas desprovistas de vegetación	24.727.789,5	566.198,0	110.427,8	62.411,3	234.081,4	1.182.172,4
Nieves y glaciares	4.646.659,9	65.156,6	127.974,2	76.733,0	372.020,5	1.811.682,2
Aguas continentales	1.226.828,9	28.723,8	48.332,9	54.839,0	329.498,0	392.025,5
Áreas no reconocidas	399.769,4	28.738,6	7.234,1	348,3	36.171,2	36.599,0
Total	75.662.560,8	3.035.593,1	3.708.665,4	3.182.731,7	6.680.893,5	10.698.182,8

Erosión: De la superficie total nacional, cerca del 46% se encuentra con algún grado de degradación, distribuido en todo el territorio nacional. Entre la VII y XI Regiones cerca de 15.780 Mha presentan algún grado de erosión, concentrando las mayores superficies entre la X y XI Regiones (Lagos, sf.; www.gobiernodechile.cl, al 17/12/2002).

Cuadro 2: Superficie regional y porcentaje de erosión

Región	Superficie (Mha)	Superficie erosionada (%)
I	5.807,2	43
II	12.530,6	21
III	7.826,8	35
IV	3.964,7	85
V	1.637,8	55
RM	1.578,2	36

¹ Mha: miles de hectáreas.

VI	1.595,0	61
VII	3.051,8	51
VIII	3.600,7	66
IX	3.247,2	76
X	6.903,9	66
XI	10.715,3	45
XII	11.231,0	37
Total Nacional	75.490,6	46

Fuente: Lagos, sf.

Bosque Nativo y Plantaciones Forestales

En cuanto al bosque nativo, del total de 13,5 millones de hectáreas que posee el país, entre la VII y XI Regiones se concentra cerca del 78% de la masa boscosa nativa, con más de 8 millones de hectáreas presente entre la X y XI Regiones. La estructura de mayor representatividad en esta zona es el renoval y bosque adulto.

Al año 2005, las plantaciones forestales llegaban a 2.078.647 ha, compuesta principalmente por pino radiata en un 67,7%, y eucalipto 23,5%. Entre la VII y XI Regiones se habían plantado cerca de 1,82 millones de hectáreas, correspondiendo 1,3 millones a pino y 0,42 millones a eucalipto.

Ruralidad y Pobreza

De acuerdo al estudio “Diagnóstico sobre el estado de degradación del recurso suelo en el país”, las regiones que presentan mayor grado de ruralidad se encuentran desde la VI Región al Sur, llegando hasta la X el valor más alto, asociados además a preocupantes índices de pobreza (González y Velasco, 1999).

Cuadro 3: Índices promedio de ruralidad y pobreza rural en 8 regiones del país

Región	Índice promedio de ruralidad	Índice promedio de pobreza rural
IV	0,77	1,76
V	0,94	1,27
RM	1,01	1,27
VI	1,34	1,46
VII	1,54	1,66
VIII	1,56	1,76
IX	1,40	1,78
X	1,59	1,52

Índices de mayor magnitud indican mayor incidencia.

Rango nacional de ruralidad fluctúa entre 1.871 y 0.04

Rango nacional de pobreza rural fluctúa entre 2.63 y 0.41

Fuente: González y Velasco, 1999.

Distribución de la Propiedad Rural

De acuerdo a cifras preliminares del XVII Censo de Población y VI de Vivienda, existe una población rural de 2.006.120 habitantes, constituyendo el 13,3% de la población total nacional, distribuidos en su gran mayoría entre las regiones VI a X, (INE, 2002a).

Cuadro 4: Población por área urbana y rural, según regiones (número de habitantes)

Región	Urbana	Rural	Total
I	398.002	28.349	426.351
II	472.394	20.452	492.846
III	231.771	20.582	252.353
IV	475.787	124.576	600.363
V	1.406.455	136.037	1.542.492
RM	5.860.018	178.956	6.038.974
VI	550.584	223.366	773.950
VII	603.896	300.208	904.104
VIII	1.526.392	327.286	1.853.678
IX	585.007	279.922	864.929
X	724.207	337.528	1.061.735
XI	69.134	17.563	86.697
XII	140.574	11.295	151.869
Total	13.044.221	2.006.120	15.050.341

Fuente: INE, 2002a

Según antecedentes emanados del VI Censo Agropecuario, y de los criterios considerados en la normativa vigente sectorial (INDAP, CONAF), que define entre otros aspectos a un pequeño propietario como aquel productor agrícola que es dueño de terreno(s) que individualmente o en su conjunto no sobrepasa(n) las 12 HRB² (hectáreas de riego básico), del total de explotaciones con tierra censadas (329.563 con una superficie de 36.638 Mha), cerca de 5.740 Mha están en manos de este segmento, concentrándose cerca del 82% entre la VII y XI Regiones. De la superficie concentrada entre la VII y XI Regiones, 900 Mha están destinadas a suelos de cultivos y 3.790 Mha a praderas (mejoradas y naturales). Existen alrededor de 10,8 millones de cabezas de ganado, de las cuales el 48% pertenecen a los sistemas económico-productivos de los pequeños propietarios, y a su vez en el 33,5% se mantiene entre la VII y XI Regiones en este mismo segmento.

Cuadro 5: distribución por tipo de ganado

Tipo Ganado	Total	Pequeños Propietarios	
	Nacional	Nacional	VII-XI Regiones
Bovinos	4.098.438	2.016.526	1.779.173
Ovinos	3.695.062	1.224.893	892.834
Porcinos	1.716.881	824.778	494.666
Equinos	439.058	309.877	179.146
Caprinos	727.310	783.646	272.708
Camélidos	124.538	33.408	762
Total	10.801.287	5.193.128	3.619.289

² La equivalencia a 12 HRB se encuentra dentro de la Ley Orgánica de INDAP, y en general se refiere a todos aquellos predios que tengan una superficie menor a 200 ha, o a 500 ha cuando estos se ubiquen en las regiones I a IV, XI, XII, en la comuna de Lonquimay en la IX región y en la Provincia de Palena en la X Región.

MATERIAL Y METODO

El marco metodológico del proyecto estuvo orientado a generar un desarrollo tecnológico asociado a un uso Agroforestal en Chile, que implique por un lado un aumento de la producción ganadera o agrícola, por la influencia beneficiosa que otorga el árbol con medidas de protección ambiental, especialmente a suelos y aguas, y a su vez entregue una posibilidad de diversificación productiva con un nuevo negocio como es el forestal. Es decir, que en un mismo sitio o predio, se produzcan dos o más productos en vez de uno, disminuyendo el riesgo ante cambios de mercado o climáticos, impulsando un desarrollo económico más sostenible y amigable con el medio ambiente, para los pequeños propietarios locales.

Así la metodología de trabajo, del **Programa de Desarrollo Agroforestal**, se estructuró en cuatro Etapas, las cuales fueron secuenciales y dependientes, marcando los lineamientos centrales del proyecto.

Etapas I. Recopilación de información para el Diseño de Modelos Agroforestales.

Etapas II. Diseño de Modelos Agroforestales.

Etapas III. Empaquetamiento Tecnológico de Modelos Agroforestales.

Etapas IV. Difusión y Transferencia Tecnológica.

Etapas I. Recopilación de información para el Diseño de Modelos Agroforestales.

Esta etapa estuvo conducida a obtener la información necesaria y base para el posterior diseño de modelos agroforestales de acuerdo a zonas agroclimáticas.

1.1. Recopilación e identificación de información relevantes de modelos agroforestales

Para la recopilación y sistematización de la información, se efectuaron actividades de levantamiento de información desde fuentes primarias y secundarias, tanto nacionales como internacionales, recabando todos aquellos antecedentes tecnológicos, registros y documentos técnicos y descriptivos de investigaciones sobre intervenciones silvícolas y agropecuarias asociadas al manejo forestal y agroforestal, unidades experimentales con especies introducidas asociadas a usos agroforestales y, de recuperación y conservación de suelos degradados.

1.2. Caracterización de la tipología productiva predial y caracterización agroclimática

El potencial productivo de los predios agrícolas, esta relacionado con los recursos físicos y humanos, e influenciado por las condiciones climáticas, y su desarrollo se basa en el arreglo de estas variables con los recursos sociales y económicos presentes. Para el diseño de los modelos agroforestales, se realizó un estudio para conocer las realidades tipológicas de la producción silvoagropecuaria de los diferentes distritos agroclimáticos de la zona bajo el proyecto. Para ello se realizaron análisis de las variables biofísicas, productivas, socioeconómicas y agroclimática.

1.3. Realización de visitas tecnológicas

Como apoyo a esta actividad, se realizaron visitas tecnológicas en el ámbito nacional con el objetivo de conocer las experiencias en temas de manejo Forestal-Agropecuario, con énfasis en el manejo de sistemas integrados de producción en pequeñas y medianas propiedades, y de conservación y recuperación de suelos degradados

Etapas II: Diseño de modelos agroforestales

En términos generales, en esta etapa, basada en la información anteriormente recopilada, las principales acciones se destinaron al Diseño y Empaquetamiento de los Modelos Agroforestales definidos para cada zona y la posterior implementación de las propuestas en propiedades de productores y difusión.

2.1. Diseño de Modelos Agroforestales.

Con la información recogida en la Etapa I, se procedió al diseño de los modelos agroforestales de acuerdo a las diferentes realidades tipológicas de los pequeños propietarios, características socioeconómica y agroclimáticas del país entre la VII y XI región de Chile, y con relación a enfoques productivos o de conservación y protección del ambiente. De esta forma, se dio énfasis a la generación de modelos agroforestales enfocados a la conservación y recuperación de suelos degradados, y de modelos agroforestales integrales dirigidos al desarrollo de la agricultura campesina.

2.2. Empaquetamiento de Modelos Agroforestales.

Previo al empaquetamiento de los modelos agroforestales, se dio paso a un proceso de consulta y participación, considerando:

Validación de Modelos Agroforestales: realización de talleres participativos con profesionales de INDAP y con Productores y Organizaciones Campesinas, para validar los modelos desarrollados.

Empaquetamiento de los Modelos Agroforestales: luego de la validación de estos modelos, la información se ordenó bajo Paquetes Tecnológicos para su utilización en el apoyo productivo de la pequeña propiedad campesina.

2.3. Difusión de los resultados

Como punto de partida a la ejecución del proyecto, se efectuaron diferentes reuniones informativas, destinadas a dar a conocer el proyecto a los servicios públicos ligados al área silvoagropecuaria, pequeños productores, técnicos y profesionales, para lo cual se ha contemplado hacer reuniones, talleres y días de campo. Posteriormente, se realizaron cursos, talleres y charlas técnicas para dar a conocer los alcances del proyecto, los objetivos generales, los resultados de diseño de Modelos Agroforestales y los Paquetes Tecnológicos, y capacitar a los beneficiarios directos e indirectos del proyecto.

Etapas III. Implementación de módulos agroforestales de investigación y demostrativos

Luego del diseño y preparación de los paquetes tecnológicos agroforestales realizados en la Etapa II, se procedió a seleccionar aquellos con mayor perspectiva de desarrollo y adopción por la agricultura campesina, validados en talleres participativos, para la implementación de módulos demostrativos que permitan evaluar y continuar en el senda de la mejoría permanente de estos modelos, y que permitan su utilización en actividades de transferencia tecnológica.

Etapas IV. Capacitación, Divulgación y Masificación de los Modelos Agroforestales en Chile

La estrategia de implementación de estos modelos agroforestales pasa por la preparación de los profesionales que trabajan como asesores de los campesinos y que utilizan los instrumentos de fomento del Estado para apoyarlos. Por ello se elaboró la estrategia de capacitación a través del siguiente modelo:

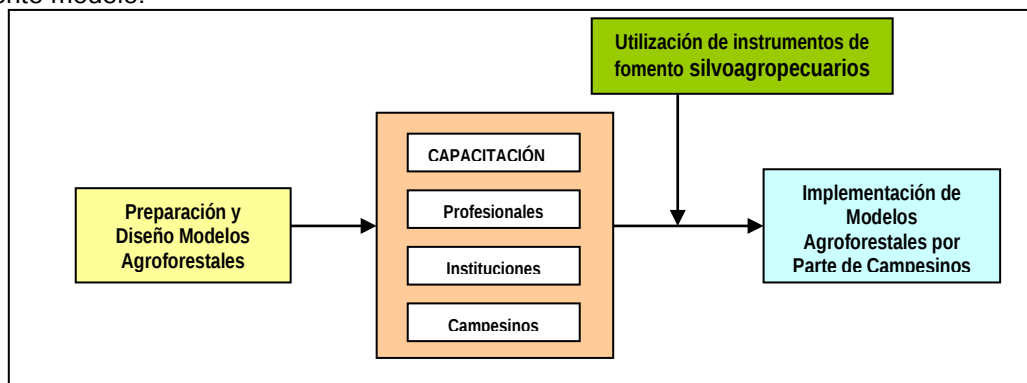


Figura 1: Estrategia de Capacitación y Transferencia Tecnológica

Con la versión de los Modelos Agroforestales diseñados y probados a través de Unidades Demostrativas, con los profesionales capacitados y propietarios asistentes a días de campo y talleres, se procedió a la etapa de masificación de estos modelos insertándolos en los programas de transferencia tecnológica del sector silvoagropecuario del Ministerio de Agricultura.

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los análisis realizados, en base a la realidad campesina de Chile entre la VII y XI región, las Modelos Agroforestales que mejor interpretan la realidad cultural, necesidades económicas y ambientales de estos, se entregan a continuación nuevas alternativas agroforestales productivas a los campesinos de Chile en esta zona del país. Estas propuestas son:

Modelos Agrosilvícolas

Los Sistemas Agrosilvícolas combinan árboles y/o arbustos con cultivos agrícolas en la misma unidad predial, estableciendo los cultivos agrícolas en forma de callejones entre las hileras de árboles. Los espacios entre los árboles deben ser amplios para establecer cómodamente los cultivos, pudiendo variar por ejemplo entre 3 a 25 metros, dependiendo de los tipos de árboles y cultivos agrícolas a utilizar. Las especies de árboles más usados en nuestro país para este tipo de sistemas son Álamo, Castaño, Encino, Cerezo, Nogal, Pino u otros, combinados con cultivos como Maíz, Porotos, Trigo, Cebada y Arvejas, por mencionar algunos (figura 5, anexo 2).

A este tipo de sistema se le denomina también cultivo en callejones, cultivos intercalares o sistema silvoagrícola, y en muchos países esta práctica se utiliza como una alternativa para el uso de los espacios de terreno que quedan entre las hileras de los árboles durante los primeros años desde establecida la plantación, tanto en otoño-invierno como en primavera-verano.

En general, con un buen manejo y con los cuidados necesarios, con estos sistemas se pueden obtener productos maderables de alta calidad a largo plazo, mientras se obtienen ingresos a corto plazo derivado de los cultivos agrícolas como hortalizas en general, legumbres, maíz y otros productos no maderables como frutos, hongos, hojas, miel y otros.

Los Sistemas Agrosilvícolas están diseñados para obtener un producto maderable de alta calidad, mientras se genera un ingreso a corto plazo derivado de la agricultura.

Los tempranos retornos económicos que se obtienen de los cultivos agrícolas, mientras el cultivo forestal crece, es un incentivo para que los propietarios opten por esta combinación agroforestal, con plantaciones forestales para la producción de madera de mayor valor que las tradicionalmente utilizadas; además, el cultivo arbóreo se beneficia por los cuidados otorgados al cultivo intercalado (riego, desmalezado, fertilización). En Chile, es común la utilización de plantaciones de álamo asociado a cultivos agrícolas y en los últimos años se están utilizando especies forestales de alto valor, como nogal, castaño, encino, fresno y otras.

Existen variadas formas de ordenar los componentes árbol y cultivo agrícola dentro del predio, siendo las más comunes los árboles en fajas o cultivos intercalados entre los árboles. Se recomienda diseñar los sistemas de acuerdo a las características del terreno y clima, realizar un manejo adecuado de los árboles, con raleos y podas frecuentes, para así obtener madera de buena calidad y permitir un buen desarrollo de los cultivos los primeros años de la plantación. Es importante señalar que, mientras más densa es la componente forestal menos tiempo podremos mantener una cubierta agrícola entre los árboles, principalmente por falta de luz y espacio; por ello es necesario manejar (podar y ralear) adecuadamente los árboles. La densidad inicial de plantación en estos sistemas puede variar entre 278 a 1.100 arb/ha, con una densidad final estimada de 150-250 arb/ha, dependiendo de la especie forestal a utilizar.

Algunos ejemplos de diseños de sistemas silvoagrícolas aplicables en Chile en la zona centro-sur, se exponen a continuación:

- **Sistema Silvoagrícola con Nogal y Cultivos Agrícolas**
Densidad inicial de plantación: 816 arb/ha
Especie: Nogal (*Juglans regia*)
Espaciamento: 3,5 x 3,5 m.
Densidad final estimada: 200-250 arb/ha
Manejo: podas de formación y levante, desyemes y raleos.
Cultivos: maíz, porotos, otros.
- **Plantación de Álamo con cultivos intercalares**
Densidad inicial y final de plantación: 278 arb/ha
Especie: Álamo (*Populus sp.*)
Espaciamento: 6 x 6 m.
Manejo: podas de formación y levante, y desyemes.
Cultivos: maíz, porotos, remolacha, papas, otros.



Figura 2: Plantación de alamo con cultivos intercalares

Modelos Silvopastorales

El sistema silvopastoral se define como aquella práctica agroforestal que combina árboles, con forraje y la producción de ganado en un mismo sitio, con el objetivo de producir alimento para los animales, productos derivados del ganado, y productos forestales como madera y pulpa, y otros como leña, carbón, miel, etc. (Sotomayor, 1990).

Este tipo de sistema productivo se puede desarrollar a partir de un predio en el que ya existe la componente forrajera, o bien cuando se incorpora la pradera a un bosque. En cualquiera de los dos casos, el bosque deberá ser manejado de manera que permita la entrada de luz solar para el crecimiento del forraje (NAC, 2000).

Existen varias alternativas, o combinaciones, que permiten establecer un sistema silvopastoral (Gatica *et al.*, 2000), entre ellas están:

- Cercos vivos:** esta modalidad consiste en utilizar las especies arbóreas como cerco, ya sea en una o más hileras. Los beneficios que se consiguen son una disminución en los costos de los cercos convencionales, reducción de la presión sobre el bosque por los productos que se pueden obtener (madera, leña, postes), y en el caso que la especie sea palatable, forraje adicional.
- Especies arbóreas en fajas:** es la forma más habitual de este tipo de sistema. La especie arbórea se puede establecer en una o dos hileras por faja, manteniendo un mayor distanciamiento entre fajas. Los espaciamentos entre las fajas otorgarán un mejor acceso para siembras, fertilización, cosechas y fundamentalmente la producción de pastos.
- Árboles y arbustos dispersos en potreros:** esta modalidad es la forma natural como se presenta este sistema, en que la vegetación está constituida por la combinación de árboles y

arbustos con pastos, dispersos uniformemente. La práctica de esta modalidad se puede lograr a través del manejo de la vegetación existente o bien de la incorporación de uno de los componentes vegetacionales dependiendo de las características del sitio.

- d) **Especies arbóreas o arbustivas forrajeras como barreras vivas:** esta modalidad es utilizada en suelos con pendientes, de manera de disminuir además, la pérdida de suelo por escurrimiento superficial. Las especies leñosas se ubican en fajas (una o más hileras) en curvas de nivel, favoreciendo el crecimiento de la pradera entre las fajas mediante la siembra de pastos. El distanciamiento entre las fajas dependerá en gran medida de la pendiente del sitio, el potencial de erosión que presenta, la cobertura vegetal existente entre las fajas de plantación y la cantidad e intensidad de las precipitaciones. La efectividad de las barreras aumenta si previo a cada hilera se construyen surcos de infiltración que eviten el escurrimiento de las aguas lluvia.
- e) **Galpones naturales o biológicos:** son áreas de protección que reemplazan a los galpones artificiales, conformada por árboles en bosquetes y ubicadas dentro de los potreros de pastoreo. Los bosquetes protegen a los animales en horas de mayor temperatura o luminosidad, lluvia intensa, nieve o viento. Además, evita los grandes desplazamientos para encerrar a los animales en unidades artificiales construidas para estos fines (Sotomayor *et al.*, 2003).

En Chile existen diversas experiencias de manejo silvopastoral entre la región del Maule y Aysén, siendo las más comunes la aplicación de modelos con especies como *Pinus radiata*, *Populus sp.*, *Pinus ponderosa*, *Pinus Contorta*, *Eucaliptus sp.*, y *Acacia caven*. Algunas propuestas a aplicar son las siguientes:

- **Silvopastoral temporal en plantaciones de *Pinus radiata* y pradera naturales mediterráneas:**

Consiste en el pastoreo del recurso forrajero dentro de plantaciones establecidas con objetivos madereros, con densidades entre 1.250 a 1600 plantas/ha, en praderas naturales. Es la práctica más usada en Chile, y con ella se pueden obtener ingresos anuales a corto y mediano plazo por la producción animal, hasta que ocurre el cierre de copas, momento en el cual se origina una disminución de la productividad de la pradera (Sotomayor *et al.*, 2003), y los animales no pueden continuar pastoreando.

El esquema que generalmente se emplea 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: usualmente se introducen los 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 o punto de crecimiento este 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.

- ***Pinus radiata* utilizado en diseños silvopastorales:**

En este caso el pastoreo de animales ocurre en plantaciones diseñadas para estos efectos, establecidas con una menor densidad (400 a 1.000 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. Algunas instrucciones para su operación son las siguientes y para mayor detalle ver cuadro 7 en anexo 1.

Diseño: El diseño de establecimiento puede ser en hileras simples, dobles o triples, esparcidas entre si entre 7 a 21 metros para permitir el desarrollo de la pradera intercalar, en conglomerados o en pequeños bosquetes. Por ejemplo para una densidad de 444 plantas/ha, con dos hileras plantadas a 3x3 en las hileras, se debe dejar un espaciamiento entre hileras de 15 metros para el desarrollo de la pradera, es decir (2x3)x15 m.

Manejo pradera: para una pradera mejorada con fertilización, se debe fertilizar de anualmente de acuerdo a la calidad del suelo y requerimiento de la pradera. Para una pradera sembrada, con trébol subterráneo y falaris en el espacio intercalar, se puede establecer al segundo año de la plantación, con su manejo y fertilización correspondiente.

Introducción de ganado: introducir bovinos cuando la plantación tiene 2,5 metros y con ovinos con 1,5 metros, para evitar daños por ramoneo.

Manejo forestal: comenzar el manejo de poda cuando los árboles tienen 5 metros de altura y podar al 40% de la altura. El raleo se realiza de acuerdo a la densidad, pero tratando de dejar un 35 a 40% de cobertura de copa (ver cuadro 7 en anexo 1). Se debe manejar los residuos ordenándolos en rumas en curvas de nivel, en las áreas de hileras de árboles, o en áreas de sacrificio para evitar deterioro de la pradera.

- **Manejo Silvopastoral con *Populus* sp. y cultivos forrajeros asociados:**

Especies del género *Populus* son muy interesantes para su utilización en este tipo sistemas, por la forma su copa y tipo de hoja, lo que permite que la luz penetre más profundamente hacia la pradera que otras especies coníferas y latifoliadas 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 sugerentes para los propietarios.

De acuerdo a experiencias indicadas en INIA (2001), en la X Región de Chile, desarrolló un estudio Silvopastoral con diferentes especies forrajeras (alfalfa, ballica, cebada, triticales), en plantaciones de álamo de edades de 2, 4 y 6 años, de espaciamientos de 6x6 m (Iraira y Ponce, 2001), para ser utilizado en usos silvopastorales. Los mejores resultados se obtienen en la producción de cebada, 8,9 ton ms/ha con 4,4 m de cobertura de copa, seguido de triticales con 8,7 ton ms/ha con una cobertura de copa de 5,4 m. De acuerdo a la evaluación final del estudio, se recomienda establecer los cultivos forrajeros sólo hasta que los árboles alcancen una cobertura de copa de 5,4 a 6,2 m, además, 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.

Cuadro 6: Producción de materia seca de diferentes cultivos forrajeros en plantaciones de álamo, X Región, según cobertura de copa

Cultivo forrajero	Cobertura de copa (m)	Producción de forraje promedio (ton ms/ha)
Ballica	4	8,1
	5,4	6,2
Triticale	5,4	8,7
	6,2	4,1
Avena	4	6,5
Cebada	4,4	8,9

- **Manejo silvopastoral con *Pinus contorta* y *Pinus ponderosa*, XI región de Chile**

Otra posibilidad para las zonas australes de Chile es utilizar las especies *Pinus contorta* y *Pinus ponderosa* para ser utilizados en sistemas silvopastorales. Es así que en base a

experiencias de INFOR e INIA se han establecido propuestas de manejo silvopastoral con el esquema para la XI región de Chile expuesto en cuadro 8 del anexo 1 y figura 7, anexo 2.

Ordenación Predial Agroforestal

Una de las apuestas más interesantes para el pequeño productor es la generación del recurso bosque como un sistema forestal puro, opción que se sustenta en la amplia oferta tecnológica en cuanto a especies y tipos de productos que se pueden obtener y comercializar que permiten que esta alternativa sea posible en el estricto sentido económico. Sin embargo, la gran desventaja es que el período de rotación de este tipo de cultivo es a largo plazo, condición que no cubriría gran parte de las necesidades a corto y mediano plazo de los productores. Por ello se recomienda trabajar con los productores bajo un esquema de ordenación predial agroforestal

Si se considera que las situaciones prediales, en cuanto a condiciones sitio, pueden ser muy variadas dentro de un mismo predio, implica que se debe utilizar el terreno de acuerdo a su potencialidad, estableciendo sistemas forestales, agrícolas o ganaderos en forma individual o combinados en modelos agroforestales, con el objetivo de obtener el mejor resultado y rendimiento en forma sustentable. De esta forma, se pueden generar unidades productivas en las cuales se obtiene una mayor diversidad de productos (madera, cultivos anuales, ganadería, madera-ganado, madera-cultivos, madera-cultivos-ganado, etc.), con diferentes horizontes de producción.

Se debe tener presente que, si bien es posible la implementación de sistemas productivos individuales y combinados a nivel predial, se debe utilizar la mejor combinación de acuerdo al potencial productivo del suelo, asegurando la sostenibilidad del recurso, como son:

Cultivo Agrícola o Agrosilvícola: El uso de cultivos agrícolas estará condicionado a suelos con vocación agrícola o agrosilvícola, y su elección dependerá de la calidad del suelo y su estado actual, disponibilidad de agua y condiciones climáticas. Es necesario contar además con información de mercado para la correcta elección del cultivo a establecer.

Producción ganadera o silvopastoral: Su uso en ganadería está condicionado por la disponibilidad y calidad de forraje, y por las condiciones climáticas de la zona. Debe analizarse la calidad de la pradera existente, ver la posibilidad de mejoramiento de la pradera natural o implementación de una pradera artificial con mejores rendimientos, disponibilidad de agua y tipo de ganado. En un manejo silvopastoral, se debe armonizar con un adecuado manejo del componente forestal.

Plantaciones Forestales de producción o protección: Especies de rápido crecimiento permiten un retorno en el mediano y largo plazo para diversos productos, especies nobles (Castaño, Nogal y otras), son una buena alternativa, aunque tienen una rotación mayor y, requieren suelos de buena calidad y disponibilidad de agua.

Protección de Cursos de Agua y Suelos: Árboles y arbustos son fundamentales en la protección de las riberas, en la estabilidad y calidad de las aguas, y protección de suelos. La vegetación influye en el ciclo del agua, regulando la variación de temperaturas en los cauces, reduciendo su escurrimiento y aumentando su infiltración. Esto permite filtrar sedimentos y compuestos químicos disminuyendo impactos en los cauces, sirve de protección y de hábitat para la fauna en general y mejora las características físicas, químicas y biológicas del agua.

Bosque Nativo: Las zonas que presentan bosque nativo, pueden otorgar retornos en el mediano y largo plazo, gracias a la diversidad de productos que se pueden obtener de su manejo (madera, leña, ramas, frutos, nueces, flores, hongos, etc.). Además, puede usarse para turismo, protección de suelos y cursos de agua, conservación de la biodiversidad y belleza escénica. Para ello, los bosques deben manejarse de acuerdo con las técnicas silvícolas apropiadas, con una correcta planificación y ordenamiento forestal, y bajo la normativa legal vigente. Más adelante se detallarán aspectos técnicos para el manejo sustentable del bosque nativo.

Cortinas Cortavientos y de Protección

El principal objetivo del establecimiento de una cortina forestal es proteger las áreas próximas a ésta, ya sea para disminuir la velocidad del viento, entregando protección a los cultivos (figura 7 en anexo 2), ganado o construcciones, para proteger el suelo disminuyendo la erosión y, para protección de las riberas de cursos de agua. Sin embargo, dependiendo del propietario, la finalidad de la cortina puede además contribuir al embellecimiento del predio, evitar la dispersión del polvo de los caminos interiores o de acceso, aislar visualmente algunos sectores del predio como casas, galpones y otro tipo de infraestructura, y generar áreas para el desarrollo de la vida silvestre y aumento la biodiversidad.

Algunos beneficios de las cortinas forestales:

- Disminuir la erosión del suelo, evitando la pérdida de fertilidad de los suelos protegidos.
- Otorgar protección y mejorar la productividad de los cultivos.
- Incrementar el peso y sobrevivencia de los animales protegidos en los meses de invierno, al disminuir la velocidad del viento y aumentar la temperatura.
- Otorgar protección a cursos de agua, y aumentar la biodiversidad.
- Proteger galpones, corrales, casas y otras infraestructuras.
- Disminuir los requerimientos energéticos de los hogares protegidos, abaratando los costos de calefacción.
- Producir productos forestales, como madera, postes, leña y productos forestales no madereros (PFnM).
- Aumentar la rentabilidad del predio, al ser consideradas como una mejora ambiental y productiva.

Entre las consideraciones que se deben tener presente al establecer una cortina cortavientos están:

- El efecto de la altura, dado que determina el área que protege la cortina: el área de mejor protección fluctúa entre 3 a 5 veces H (altura). La altura va a depender de la especie utilizada, el manejo realizado y la edad de la cortina.
- Efecto de la Densidad: ya que si una cortina tiene una densidad baja, el viento pasará a través de los árboles sin oponer mayor resistencia y su velocidad no disminuirá en forma importante; si la cortina tiene una densidad muy alta, el flujo de aire se eleva rápidamente, pero al traspasar la cortina, provocará fuertes turbulencias detrás de ésta, en lugar de dar protección. La densidad de una cortina se calcula como el porcentaje de cobertura de ésta en relación a su área total, y esta determinada por la(s) especie(s) y el distanciamiento entre los árboles y arbustos.
- Efecto de la Orientación: Una cortina cortaviento será más eficaz, mientras más perpendicular a la dirección del viento se establezca. Generalmente la dirección de los vientos varía dependiendo de la época del año, sin embargo al diseñar una cortina cortavientos se debe tener en cuenta de qué dirección viene el viento más predominante y perjudicial, tanto para los animales, cultivos o edificaciones. Si en el lugar, hay más de una dirección de viento que provoca daño, es necesario diseñar cortina en forma de "L", "T", o perimetrales.

Para obtener el máximo provecho de este sistema agroforestal, se debe identificar antes de establecer la cortina el sector que se desea proteger y, planificar la disposición y la longitud que tendrá la cortina cortaviento en ese lugar. Entre los aspectos a considerar para el diseño de una cortina, destacan:

- **Distanciamiento:** usualmente el espaciamiento entre plantas en la hilera varía entre 1,5 a 2,5 metros, y entre hileras 1,5 a 3,0 metros, dependiendo de la densidad que se desee obtener para cortar el viento o, para proteger el suelo o curso de agua. Se debe considerar la velocidad del viento, la pendiente, y que se desea proteger (cultivos, ganado, edificaciones, curso de aguas, y otros).

- **Especies:** las especies forestales mas utilizadas en Chile en cortinas de protección y cortavientos, son: a) zona centro-sur: álamo, pino radiata, casuarina, pino oregón, ciprés; b) zona sur-austral: pino ponderosa, pino contorta, pino oregón, álamo. También se puede combinar con arbustos, para mejorar la intercepción del viento y protección del suelo.
- **Número de hileras:** el número de hileras a establecer en una cortina dependerá de los sectores a proteger, de la velocidad del viento, y de la topografía del lugar. Usualmente varían entre 1 a 4, siendo las cortinas más comunes de dos a tres hileras.

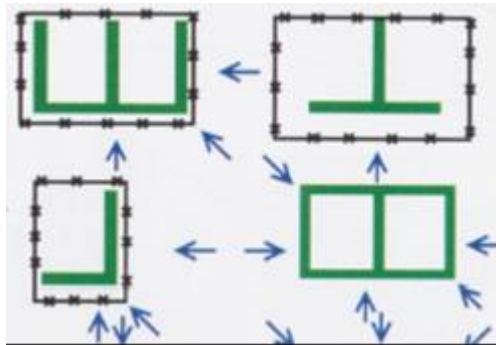


Figura 3: Diferentes diseños de Cortina cortaviento según dirección del viento.

Guías de conservación de suelo y agua usando modelos agroforestales

Al tratarse de sistemas productivos que combinan árboles o arbustos con cultivos agrícolas y/o ganado en un mismo sitio, bajo distintas formas de ordenamiento predial o secuencia temporal, contribuye al logro de una producción predial sustentable y, como consecuencia, mejora el nivel de vida de la población rural. De esta manera se persiguen objetivos ecológicos, económicos y sociales. Existen una serie de beneficios adicionales que se generan con el uso de modelos agroforestales, y que van en favor del medioambiente, como son la conservación y el mejoramiento de los recursos naturales. Entre estos se pueden señalar:

- **Los árboles o arbustos como mejoradores y protectores del suelo**, ya que reducen la erosión, por cuanto las copas de los árboles, la hojarasca, las ramas y otros residuos, cubren el suelo y reducen el impacto de la lluvia sobre éste; y, los residuos de la copas junto a las raíces, mejoran la estructura del suelo y su fertilidad, aumentando su contenido de nitrógeno y favoreciendo la retención de nutrientes.
- **Árboles, arbustos y cualquier otro tipo de vegetación protectora de cursos de agua**, ejercen influencia sobre el ciclo del agua, regulando la variación de temperaturas en los cauces, reduciendo su escurrimiento y aumentando su infiltración, contribuyendo a mantener la cantidad y calidad del agua
- **Para zonas ribereñas, los árboles y arbustos actúan como un filtro efectivo de sedimentos y otros materiales**, como por ejemplo elementos químicos provenientes de pesticidas, herbicidas y fertilizantes, disminuyendo su proporción en el cauce de agua. Además, la vegetación proporciona sombra al agua, conservando su temperatura y mejora las condiciones para la vida acuática existente en ella; constituye una fuente de alimento para la vida acuática; sirve de protección y de hábitat para la fauna en general; los árboles y arbustos presentes en esta zona sirven de estabilizador de sus riberas; y, mejoran las características físicas, químicas y biológicas del agua
- **Al incluir especies arbóreas, asumen una importante función en la retención de carbono en los suelos y en la madera.** Esto es un beneficio económico potencial adicional para los productores, al cual pueden optar si incorporan árboles en sus predios, dado que el mercado del carbono esta cobrando una enorme potencial en el mundo.
- **Desempeñar una función importante en la conservación de la diversidad biológica**, al incorporar árboles y arbustos dentro de los paisajes agrícolas. Con la introducción de vegetación arbórea, junto con la conservación de zonas ribereñas, permite la conexión de

hábitat para animales, aves, peces y plantas silvestres. Además, embellece el paisaje y mejora las condiciones de vida para los habitantes del mundo rural.



Figura 4: Uso de árboles como protección de riberas y biodiversidad.

CONCLUSION

Los Modelos Agroforestales, al ofrecer una nueva alternativa de producción predial, pueden incentivar a los propietarios de campos agrícolas y ganaderos y, a dueños de plantaciones forestales, a desarrollar este sistema mixto agroforestal por las siguientes razones:

- Obtención de ingresos en el corto plazo a través de los animales o cultivos agrícolas.
- Valorización de sus predios por el establecimiento en ellos de una masa forestal.
- Recuperación de terrenos degradados, control de la erosión y protección de cuencas.
- Obtención de ingresos por productos madereros y no madereros en el mediano plazo, a través de raleos comerciales o utilización directa de productos provenientes del árbol.
- Mayor producción de sus praderas o cultivos intercalados por efecto de las estructuras arbóreas que disminuyen la evapotranspiración de los vegetales, con el consiguiente aumento de la producción.
- Producción de productos forestales no madereros como miel, forraje, frutos y hojas.
- Protección del ganado en los meses invernales (galpones biológicos), lo que aumenta el porcentaje de pariciones y sanidad animal.
- Mejor calidad de la madera por proceder de bosques manejados.
- Paisaje estéticamente más agradable.
- Aumento de la vida silvestre.

En Chile dada su topografía de montañas, donde la gran mayoría de las producciones agrícolas de campesinos se realizan en laderas, con pendientes de moderada a fuerte, la utilización de los modelos agroforestales pueden contribuir a disminuir los procesos erosivos de los suelos, mejorar la productividad de estos, y asegurar la sustentabilidad de la producción silvoagropecuaria de la pequeña propiedad.

REFERENCIAS

Aguilera, M.; Sotomayor, A. y García, E. 2005. Cartilla Agroforestal N° 6: Ordenamiento Predial y Agroforestería. Proyecto INFOR/INDAP *Modelos Agroforestales para un Desarrollo Sustentable de la Agricultura Familiar Campesina*. Concepción, Chile. 4p.

García, E., Sotomayor, A., Silva, S. y Valdebenito G. 2000. Establecimiento de Plantaciones Forestales. Documento divulgativo N° 10, INFOR, Santiago, Chile. 30 p.

García, E. y Sotomayor, A. 2004. Cartilla Agroforestal N° 1: Modelos Agroforestales. Proyecto INFOR/INDAP *Modelos Agroforestales para un Desarrollo Sustentable de la Agricultura Familiar Campesina*. Concepción, Chile. 4p.

Gatica, V.; Perret, S. y Zuñiga, S. 2000. La agroforestería en la pequeña propiedad del secano. Manual 27. Instituto Forestal. FIA/PRODECOP-Secano.

González, M.; García, E. y Sotomayor, A. 2004. Cartilla Agroforestal N° 3: Sistemas Agrosilvícolas. Proyecto INFOR/INDAP *Modelos Agroforestales para un Desarrollo Sustentable de la Agricultura Familiar Campesina*. Concepción, Chile. 4p.

INFOR. 2003. Modelos Agroforestales y su Gestión Tecnológica. Proyecto INFOR/INDAP *Modelos Agroforestales para un Desarrollo Sustentable de la Agricultura Familiar Campesina*. Documento Interno. Concepción, Chile. Mayo 2003.

NAC. 2000. Notas de Agroforestería: De sistemas pastoriles a silvopastoriles. USDA/NAC AF-22. 4p.

INFOR. 2004. Estadísticas Forestales 2003. Boletín Estadístico 95. Santiago, Chile. 151p.

Sotomayor, A. 1990^a. Sistemas silvopastorales y su manejo. Chile Agrícola 157:203-206.

Sotomayor, A. 1990b. Bosques y forrajeras pueden complementarse (II Parte). Chile Agrícola 158:242-248.

Sotomayor, A. 1990c. Bosques y forrajeras pueden complementarse (III Parte). Chile Agrícola 159:273-277.

Sotomayor, A. y García, E. y 2004. Cartilla Agroforestal N° 2: Sistemas Silvopastorales. Proyecto INFOR/INDAP *Modelos Agroforestales para un Desarrollo Sustentable de la Agricultura Familiar Campesina*. Concepción, Chile. 4p.

Sotomayor, A.; Moya, I. y García, E. 2004. Cartilla Agroforestal N° 5: Cortinas forestales cortavientos y de protección. Proyecto INFOR/INDAP *Modelos Agroforestales para un Desarrollo Sustentable de la Agricultura Familiar Campesina*. Concepción, Chile. 4p.

Vargas, V.; Sotomayor, A. y García, E. 2004. Cartilla Agroforestal N° 4: Beneficios Ambientales de la Agroforestería. Proyecto INFOR/INDAP *Modelos Agroforestales para un Desarrollo Sustentable de la Agricultura Familiar Campesina*. Concepción, Chile. 4p.

ANEXO 1

Cuadro 7: Esquema general de manejo silvopastoral con *Pinus radiata*

Año	Altura estim. (m)	Densidad Inicial (arb/ha)	Árboles residuales o podados (arb/ha)	Actividad	Especificación
0		500 a 1000		Establecimiento a la densidad seleccionada entre 500 a 1000 plantas por hectárea	Incluir actividades recomendadas para establecer una plantaciones de buena calidad (García et al., 2001). Los esquemas de plantación recomendados son en hileras de plantación (dos a cuatro hileras de árboles), y dejar fajas amplias entre 10-21 m para producción de la pradera.
1		500 a 1000		Control malezas post-plantación con herbicidas sobre la hilera de plantación	Minimizar interferencia de malezas herbáceas y arbustivas; el fertilizar al establecimiento y post-establecimiento dependerá de la evaluación de cada caso. Acceder a la bonificación por forestación.
1		500 a 1000		Siembra de pradera o mejoramiento de la pradera natural entre hileras, y dejar al menos 0,5 metros libre de pastos para evitar competencia y daño a las plantas.	De acuerdo a la calidad de la pradera existente se debe tomar la decisión de mejorar la pradera natural con fertilización o resiembra, o establecer una nueva pradera. Una alternativa de especies que se comporta bien bajo dosel de pino, en la zona mediterránea central de Chile, es trébol subterráneo asociada a falaris o festuca.
2	hasta 2-3	500 a 1000		Corrección fustal	Evaluar niveles y daño por insectos, o daños por viento o heladas, y hacer las correcciones.
2 a 3	2-4 m.	500 a 1000		Pastoreo del sistema. Vigilancia y mantención del sistema durante la duración del sistema.	Ingresar animales al sistema: ovinos cuando la planta llegue a los 1,5 m, y en bovinos sobre 2,5 mt de altura. Chequear disponibilidad de forraje, para calcular capacidad de carga, y pastorear en otoño-invierno y sacar en primavera. Pastorear hasta que la cobertura de copa reduzca la producción de pradera, y no sustenta una actividad ganadera económica. Esto puede ocurrir hasta los años 12 a 15, dependiendo del diseño y densidad arbórea. Debe mantenerse la pradera de acuerdo a si es natural o mejorada (fertilizar), y praderas sembradas fertilizar en forma anual.
5	5-6 mt		500 a 1000	Poda 1 hasta un 40 % de la altura total (aprox.)	Selección de árboles por crecimiento, calidad y espaciamiento; poda altura variable, máximo 30-40 % altura total del árbol. Ordenar los desechos en rumas en curva de nivel, alrededor de los árboles o entre las hileras, o sacar del sistema
6	7-8 m.	500 a 1000	Para densidad de 500 dejar 300; para 1000 árboles bajar a 600	Raleo a desecho	Se ralea posterior a la poda, volteando todos los árboles no podados, desde la densidad inicial, hasta la densidad seleccionada. Otro concepto es seleccionar una cobertura de copa inferior al 40%. Ordenar el material de desecho como fue indicado. Acceder a la bonificación por poda 1.
7	8-9 mt.	300 a 600	300 a 600	Poda 2 (aprox. a 3,50 m)	Selección de árboles por calidad y espaciamiento; podar máximo un 20-25 % de la copa viva. Acceder a la bonificación por raleo 1.
8		300 a 600	200 a 400	Raleo comercial	seleccionar árboles remanentes por calidad y espaciamiento
10	14 - 16	200 a 400	200 a 400	Poda 3 final entre 4,5 a 5,5 mt.	Hacer levante de poda; ordenar desechos de poda
10	14 -16	200 a 400	200	Raleo 3 comercial	Seleccionar los árboles finales a dejar y extraer el resto.
24 a 25	28-30 mt	200	200	Cosecha	Cosechar la totalidad de los árboles, y dejar desechos ordenados en curva de nivel. Reforestar esta superficie de acuerdo a lo estipulado en el DL.701 de 1998.

Cuadro 8: Propuesta manejo silvopastoral con *P.contorta* y *P.ponderosa*, región de Aysén, Chile

Año	Altura (m)	Actividad	H poda (m)	Raleo hasta	DS M	Observación
0		Establecimiento Forestal Entre 400 a 1000* pl/ha, con diseño en hileras o distribuida homogéneamente.				Utilizar las mejores técnicas de establecimiento para asegurar una buena supervivencia. Utilizar diseño silvopastoral, en hileras dobles o triples, o distribución homogénea, y dejar espacios amplios para desarrollo pradera. Diseñar cortinas en área expuesta al viento, y no podar y ralear estas.
5	4,5	Inicio de pastoreo, cuando los árboles tienen mas de 2,5 m con bovinos o mas de 1,5 con ovinos,				Pastoreo de acuerdo a la estrategia productiva. Calcular capacidad de carga y manejo de la pradera. Se puede pastorear hasta el cierre de copas o hasta que sea rentable para el productor.
12	7	Poda y raleo	2,8 m (40%)	600 *	<18 cm	Ordenar los desechos bajo dosel de los árboles remanentes o en rumas en curvas de nivel. Seleccionar los árboles a podar y a dejar después del raleo por calidad y espaciamiento. Vender productos para postes o leña.
20	10	Poda y raleo	4,0 m	400*	< 18 cm.	Ordenar los desechos bajo dosel de los árboles remanentes o en rumas en curvas de nivel. Seleccionar los árboles a podar y a dejar después del raleo por calidad y espaciamiento. Vender productos para postes, leña, o madera.
25	14	Poda y raleo	5,5 m	250*	< 18 cm.	Ordenar los desechos bajo dosel de los árboles remanentes o en rumas en curvas de nivel. Seleccionar los árboles a podar y a dejar después del raleo por calidad y espaciamiento. Vender productos para postes y madera.
35 a 40	22		5,5 m	Cosecha de 250 arb	< 18 cm.	Cosecha del rodal, y dejar ordenados los desechos para su posterior reforestacion. Se recomienda dejar cortinas cortavientos perimetrales, para proteger sector cosechado.

* Supuesto: se parte con 1000 arb/ha para este análisis

DSM: diámetro sobre muñon a observar como objetivo, para producción de madera libre de nudos.

ANEXO 2



(a)



(b)

Figura 5: (a) Sistema silvoagrícola con Nogal (*Juglans regia*) y cultivo de maíz; (b) Sistema silvoagrícola con Castaño (*Castanea sativa*), y cultivo de brócoli.



Figura 6: Cortina cortaviento con pino protegiendo cultivo de maíz.



(a)



(b)

Figura 7: Manejo silvopastoral con *Pinus contorta*, XI región de Aysén: (a) 400 arb/ha, en tres hileras, espaciadas a 21 metros; (b) 400 arb/ha espaciadas homogéneamente en el terreno.