

MANUAL DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE SISTEMAS SILVOPASTORALES EN ZONAS PATAGONICAS DE CHILE



Manual N°41

MANUAL DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE SISTEMAS SILVOPASTORALES EN ZONAS PATAGONICAS DE CHILE



Centro Agroforestal Patagónico
Instituto Forestal Sede Patagonia
Riquelme 147
Coyhaique
Chile
F. 56 67 233585
www.infor.cl
www.agroforesteria.cl



INSTITUTO FORESTAL
Centro Agroforestal Patagónico





Manual N° 41

MANUAL DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE SISTEMAS SILVOPASTORALES EN ZONAS PATAGONICAS DE CHILE



INSTITUTO FORESTAL
Centro Agroforestal Patagónico
2009



INFOR

**Centro Agroforestal Patagónico
Instituto Forestal Sede Patagonia
Riquelme 147
Coyhaique
Chile
F. 56 67 233585
www.infor.cl
www.agroforesteria.cl**

MANUAL DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE SISTEMAS SILVOPASTORALES EN ZONAS PATAGONICAS DE CHILE¹

**Alvaro Sotomayor G.²
Ivan Moya N.³
Osvaldo Teuber W.⁴**

1-Trabajo desarrollado dentro del marco del proyecto INFOR-INNOVA Chile de CORFO: Centro de Agroforestería Patagónico. Financiado por CORFO y ejecutado por INFOR.

2-INFOR sede Bio Bio, asotomay@infor.cl

3-INFOR sede Patagonía imoya@infor.cl

4-INIA

INDICE

| | Página |
|---|---------------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 07 |
| 2. PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE SISTEMAS SILVOPASTORALES | 09 |
| 2.1 Planificación | 09 |
| 2.2 Forma de Establecimiento de Sistemas Silvopastorales | 11 |
| 2.3 Diseño de Sistemas Silvopastorales | 12 |
| 2.4 Elección de la Densidad Forestal y Configuración | 14 |
| 3. ESTABLECIMIENTO DE SISTEMA SILVOPASTORAL | 17 |
| 3.1 Establecimiento del Componente Arbóreo | 17 |
| 3.1.1 Habilitación del terreno | 17 |
| 3.1.2 Plantación | 20 |
| 3.2 Mejoramiento, Regeneración y Manejo de la Pradera Naturalizada | 23 |
| 3.2.1 Fertilización | 25 |
| 3.2.2 Regeneración de la Pradera | 25 |
| 3.2.3 Manejo de Praderas para Sistemas Silvopastorales | 26 |
| 4. MANEJO DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORALES | 29 |
| 4.1 Interacción entre los Componentes | 29 |
| 4.1.1 Manejo de la Competencia de la Pradera y Malezas con las Plantas Forestales | 29 |
| 4.1.2 Manejo de los Árboles para no Afectar el Desarrollo de la Pradera | 29 |
| 4.1.3 Manejo de la Interacción Animal-Árbol | 29 |
| 4.1.4 Manejo de la Competencia por Luz | 31 |
| 4.2 Manejo del Componente Arbóreo | 31 |
| 4.2.1 Selección y Clasificación de Árboles | 32 |
| 4.2.2 Podas | 33 |
| 4.2.3 Raleos | 35 |
| 5. RESULTADOS Y EXPERIENCIAS SILVOPASTORALES EN LA PATAGONIA | 39 |
| 5.1 Producción Pradera | 39 |
| 5.2 Producción Animal | 40 |
| 5.3 Producción Forestal | 41 |
| 6. FOMENTO Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO | 45 |
| 7. CONCLUSIONES | 47 |
| 8. REFERENCIAS | 48 |

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastorales se definen como aquella práctica que combina árboles con praderas y producción animal en un mismo sitio o potrero, con el objetivo de mejorar la productividad de los suelos y en forma sustentable. De éstos sistemas se pueden obtener productos económicos derivados de los animales, como carne, leche, lana, cuero y otros, derivados de los bosques, como madera, leña, postes, polines, y productos forestales no maderables como carbón, hojas, frutos, miel y otros; y forraje de la pradera para alimentación del ganado.

Algunos de los principales beneficios del uso de sistemas silvopastorales, aparte de los beneficios productivos o económicos ya mencionados, son:

Protección que ofrecen los árboles, tanto a los animales como a la pradera, frente a condiciones climáticas adversas.

Diversificación de la actividad productiva de la mediana y pequeña propiedad agrícola o forestal, mediante un uso eficiente y sustentable de los recursos disponibles del predio.

Generación de flujos de caja anuales que mejoran la liquidez de la empresa tradicional.

Reducción de riesgos de incendios y control del crecimiento de malezas, respecto de plantaciones forestales tradicionales.

Protección de los suelos y así disminución de los niveles de erosión.

Protección a los cursos y fuentes de agua.

Mejoramiento de la belleza escénica del predio y del valor de la propiedad.



Figura N° 1. Sistema Silvopastoral con *Pinus contorta*, Coyhaique, Chile.

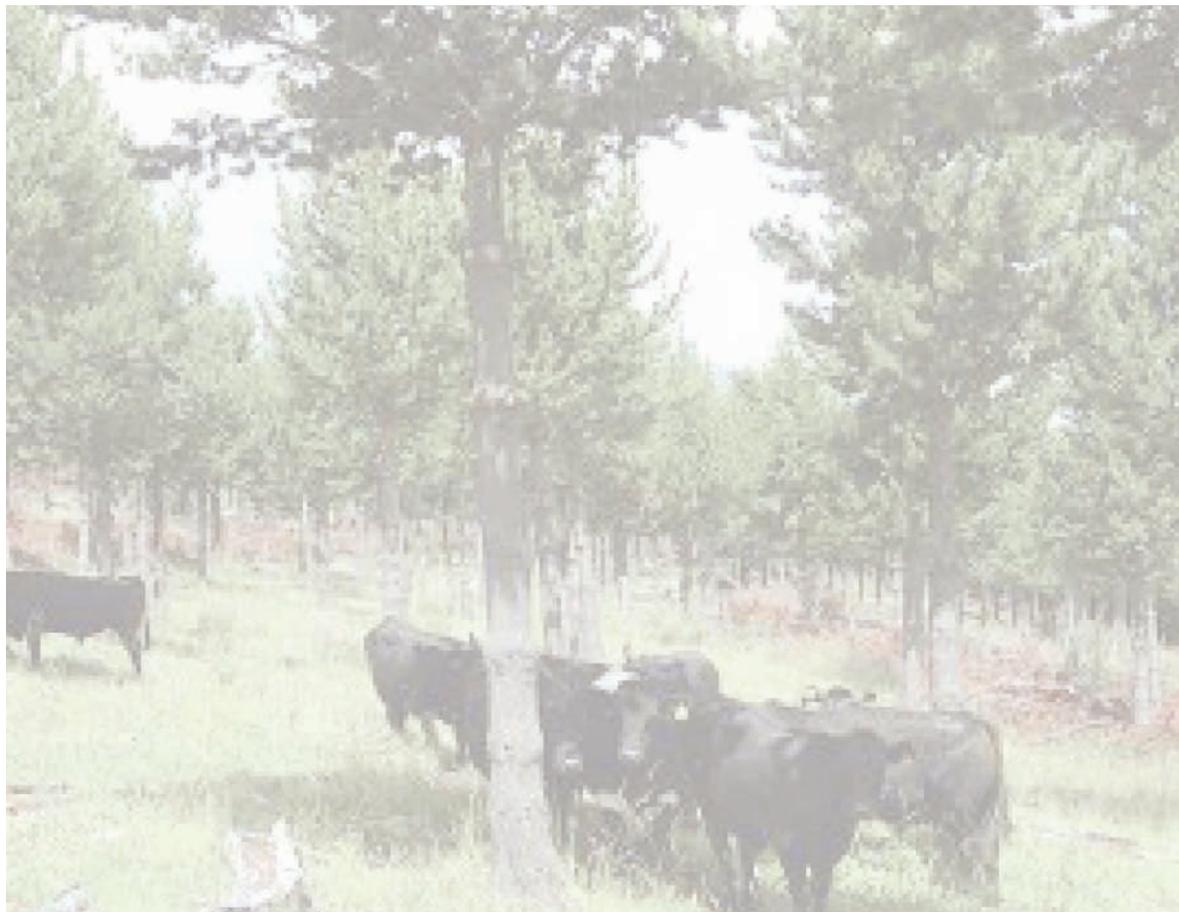
El objetivo de este Manual es entregar antecedentes sobre principios fundamentales para la planificación, establecimiento, manejo y correcto funcionamiento de los Sistemas Silvopastorales en la Patagonia Chilena.

La incorporación de árboles en sectores destinados a un uso de pastoreo tradicional conforma un sistema silvopastoral sustentable, con variados beneficios ambientales, como:

- **Otorgar protección invernal a los animales y a la pradera, en particular del efecto del viento y bajas temperaturas, y al suelo.**
- **Mejoramiento de la capacidad de retención de humedad en el suelo.**
- **Aumento del contenido de materia orgánica del suelo.**

En un sentido económico:

- **La integración que logra el manejo silvopastoral permite la producción de madera de alta calidad y productos animales, generando ingresos de:**
 - **Corto plazo, provenientes de las operaciones ganaderas.**
 - **Mediano plazo, originados por madera de dimensiones pequeñas, producto de raleos, y de los animales.**
 - **Largo plazo, generados por la madera proveniente de la cosecha de los árboles.**



2. PLANIFICACION Y DISEÑO DE SISTEMAS SILVOPASTORALES

Para un adecuado desarrollo y éxito de un sistema silvopastoral se requiere planificar adecuadamente su instalación y el diseño más adecuado para el sitio o terreno donde se establecerá éste.

2.1 Planificación

Cada sitio o terreno en un predio tiene una aptitud productiva propia, que permite definir su adecuado uso productivo. Estos usos son agrícolas, ganaderos, forestales y de protección (Figura N° 2), de acuerdo a las características físicas y químicas de los suelos y a las condiciones climáticas del lugar. Se debe considerar la topografía y la exposición del terreno, la fertilidad, profundidad y pH de los suelos, y parámetros del clima, como precipitación, temperaturas máximas y mínimas, viento, heladas y humedad ambiental, principalmente.

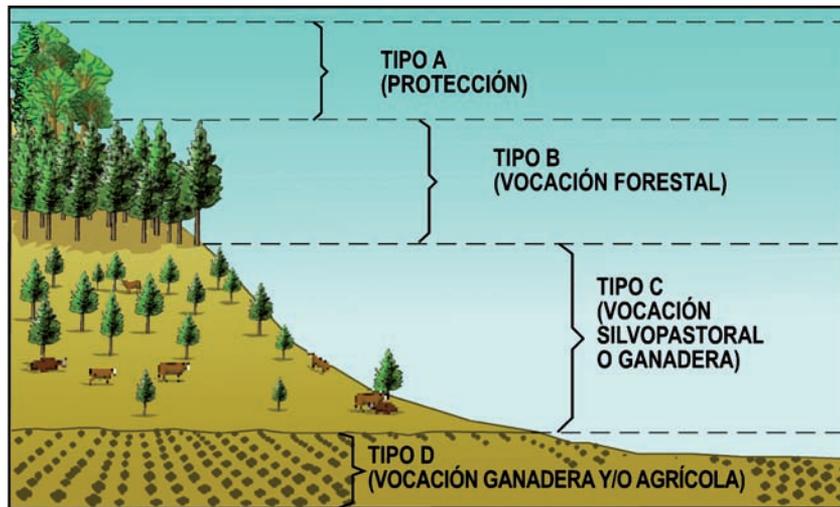


Figura N° 2. Vocación Productiva de un Sitio

De acuerdo a las características del terreno, se debe definir la mejor potencialidad productiva de éste, considerando además los aspectos de protección y conservación de los recursos naturales, como suelo, agua y vida silvestre.

Generalmente, en la planificación de los usos productivos que se le da al suelo, se suele simplificar y optar por un solo uso, ya sea agrícola (trigo, pradera, otro), ganadero (vacunos, ovejas, otro) o forestal (plantación de árboles con fines madereros u otro). Esta decisión, aunque es la más simple para su manejo, puede no ser la mejor desde el punto de vista de una producción integral y sustentable en el tiempo.

El usar continuamente un tipo de cultivo agrícola o pradera, especialmente en zonas de laderas, con pendientes medias a severas, o suelos de aptitud preferentemente forestal, tiende a agotar los nutrientes del suelo, a alterar su estructura, a propiciar la erosión de estos y, en el largo plazo, a disminuir la productividad del suelo. Al forestar terrenos con lomaje suave, de aptitud forestal-ganadera, sin peligro de erosión de sus suelos, con fines solamente de producción forestal (Ejemplo 1.250 arb/ha), se pierde la opción de obtener productos intermedios durante la rotación forestal, que pueden ayudar a mejorar la economía agrícola, a través de carne, lana, forraje, granos u otros, lo cual suele desincentivar a los agricultores para forestar esos terrenos.

Con una adecuada planificación productiva predial, se puede optar por la combinación de más

de una opción de uso de los suelos en el predio, como por ejemplo combinando especies arbóreas con ganado y praderas en un mismo terreno y tiempo, a través de un Sistema Silvopastoral. El uso de una opción silvopastoral le puede permitir al propietario de la tierra obtener productos provenientes de los árboles, de los animales y forraje de la pradera, junto con asegurar la protección de los suelos y aguas.

En la planificación del Manejo Silvopastoral, el propietario debe seleccionar previamente las especies de árboles, animales y pastos que utilizará durante el periodo de manejo integral, lo cual obliga a conocer las opciones productivas posibles de su predio y el mercado para los productos que está planificando obtener.

Qué tipo de árbol o arbusto usar: Dependerá de lo que el agricultor espera obtener del árbol o arbusto, como madera para uso industrial y venta, trozos aserrables o pulpables (metro ruma), postes, polines; madera para su uso domestico, como leña, postes, polines, madera para construcciones en el predio; forraje y protección para sus animales; protección para la pradera, suelo y agua; frutos y hongos; o, un uso combinado de estos, lo cual se puede obtener con una opción agroforestal. Las especies arbóreas más usadas en la Patagonia de Chile, y que se pueden combinar en un sistema silvopastoral con un adecuado manejo, se muestran en el Cuadro N° 1, de acuerdo a características del sitio.

Qué tipo de animal domestico: El tipo de animal a utilizar (ovinos, bovinos, equinos, caprinos) dependerá de las necesidades del agricultor, pero también de las condiciones edafoclimáticas, topográficas, de la pradera y de mercados. Su selección dependerá de estas variables, pero también de los gustos o intereses del agricultor.

Qué tipo de forraje: Las especies a utilizar para una pradera sembrada o para beneficiar una pradera natural, dependerán de las condiciones edafoclimáticas del predio, el uso animal, y la tolerancia a la competencia arbórea. Las especies de mayor uso en esta zona del país son pasto ovillo, trébol blanco y rosado, festuca, ballica y alfalfa.



Cuadro N° 1. Especies Forestales de Uso Frecuente en la Patagonia Chilena

| Especies de Interés | Área de Desarrollo Potencial | Características y Usos Principales |
|---|---|---|
| Pino oregón (<i>Pseudotsuga menziesii</i>) | La Araucanía a Aysén Valle Central, Precordillera Andina y zona costera. | Especie de crecimiento lento, se adapta bien a zonas húmedas y de bajas temperaturas, requiere de suelos de mejor calidad. Crece en áreas con precipitaciones de 920-2500 mm y temperaturas mínimas de -34 °C y máximas sobre los 35 °C. Presenta restricciones a bajas temperaturas de -4 °C durante periodo vegetativo en primavera. El principal uso de su madera es para producción de madera aserrada, estructural, revestimientos, mueblería, puertas y ventanas. |
| Pino ponderosa (<i>Pinus ponderosa</i>) | La Araucanía a Aysén Precordillera y cordillera, suelos delgados a profundos. | Especie de crecimiento lento, crece en áreas cordilleranas, soportando temperaturas mínimas de -30°C y máximas cercanas a los 40°C, con precipitaciones entre 250-760 mm y con aporte de nieve. El principal uso de su madera, es en madera aserrada, cajas, embalajes, puertas y ventanas, y molduras. |
| Pino contorta (<i>Pinus contorta</i>) | La Araucanía a Magallanes Precordillera y cordillera, suelos delgados a profundos. | Especie de crecimiento lento, crece en áreas cordilleranas, soportando temperaturas mínimas de -57 °C en el hemisferio norte y máximas cercanas a los 27 °C, y resistente a las heladas; con precipitaciones entre 250-750 mm y con aporte de nieve. El principal uso de su madera, es en madera aserrada, cajas, embalajes, puertas y ventanas, y molduras. Se debe tener cuidado con la dispersión de las semillas, por su alto poder germinativo que puede invadir terrenos productivos. |
| Alamo negro o chileno (<i>Populus nigra</i>) | Coquimbo a Magallanes | Árbol adaptado a diversos climas, con el solo requerimiento de crecer en suelos con buena disponibilidad de agua. Madera blanca, usada en carpintería, construcción, madera aserrada, cajas, paletas, y como cortina cortaviento. Se usa también en cortinas cortavientos. |
| Alamo blanco (<i>Populus trichocarpa</i>) | Aysén y Magallanes | Crece en una variedad de climas, pero mejor en suelos húmedos costeros. Se desarrolla en áreas desde 250 a 3000 mm, con temperaturas máximas entre 16 a 40 y mínimas entre 0° a -47° C. Su madera es usada para aserrío, tableros, muebles, pulpa, pallets, cajas y leña. Se usa también en cortinas cortavientos. |
| Eucalipto nitens (<i>Eucalyptus nitens</i>) | VIII a X Región (Palena). (Zona costera, suelos ñadis, precordillera andina hasta los 1.000 msnm) | Especie de rápido crecimiento, se adapta bien a zonas de bajas temperaturas y heladas, con precipitaciones entre 750-1.350 mm, hasta los 2.500 mm, y temperaturas mínimas de -10 °C y media anual entre 10-15 °C. Se utiliza en la fabricación de pulpa y papeles de alta calidad, astillas, madera aserrada, muebles y chapas. |

La selección de los componentes a utilizar en el sistema silvopastoral, es importante para la obtención de los objetivos productivos y ambientales, y para el diseño del mismo al momento de su instalación.

Sr. Productor o Asesor:

Para el éxito de un proyecto silvopastoral debe planificar desde un comienzo su establecimiento y manejo, considerando las condiciones del terreno, el clima, y las mejores especies vegetales y animales para el lugar.

2.2 Formas de Establecimiento de un Sistema Silvopastoral

Un sistema silvopastoral puede instalarse de las siguientes formas:

Establecimiento de especies arbóreas en un área con praderas permanentes: En este caso, se deben plantar las especies forestales seleccionadas especialmente por calidad y adaptación, normalmente en hileras o grupos de árboles, dentro de una superficie que será destinada a un uso pastoral con animales domésticos combinado con producción forestal. Si la pradera ya existe, se puede mejorar a través de fertilización y/o resiembra de pastos de interés. Si esta no existe o es de mala calidad, se requiere sembrar una nueva pradera.

Plantación de un terreno sin árboles, destinado desde el inicio a un sistema silvopastoral: En este caso, existe la posibilidad de definir adecuadamente la densidad y la ordenación más conveniente para este fin, antes de iniciar la plantación, lo cual facilitará su manejo futuro, tanto forestal como ganadero.

Manejo silvopastoral en una plantación forestal ya establecida: También se puede establecer un sistema silvopastoral mediante manejo de un bosque o plantación forestal ya existente. En este caso, se debe reducir la densidad de árboles, a través de un manejo que considera raleos y podas, lo más tempranamente posible. De preferencia, este manejo debe hacerse antes de los 5-6 años para evitar un costo excesivo y la generación de desechos forestales que perjudiquen el desarrollo de una futura pradera. Para el establecimiento o mejoramiento de la pradera se debe realizar siembra de especies forrajeras y/o fertilización de la pradera natural, para estimular el desarrollo de los pastos o semillas presentes, que se encontrarán con espacio y luz suficiente para su crecimiento bajo la protección de la plantación forestal. Una vez establecido los pastos, se permite el ingreso para alimentación del ganado.

2.3 Diseño de Plantación para Sistemas Silvopastorales

Existen varias alternativas o combinaciones que permiten establecer un sistema silvopastoral (Gática *et al.* 2000; Sotomayor *et al.* 2004; Sotomayor *et al.* 2008), entre las que se pueden mencionar:

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; protección contra el viento; reducción de la presión sobre el bosque natural por productos que se pueden obtener de éstos (madera, leña, postes); uso en actividades melíferas y, en el caso que la especie sea palatable, forraje adicional para los animales.

Árboles y arbustos dispersos en potreros: Es la forma más común de sistemas silvopastorales, donde la vegetación está constituida por la combinación de árboles y/o arbustos con pastos, dispersos uniformemente en el terreno (Figura N° 3). La práctica de esta modalidad se puede lograr a través del manejo de la vegetación existente, o bien con la incorporación de componentes vegetacionales leñosos, como árboles o arbustos, dependiendo de las características del sitio.

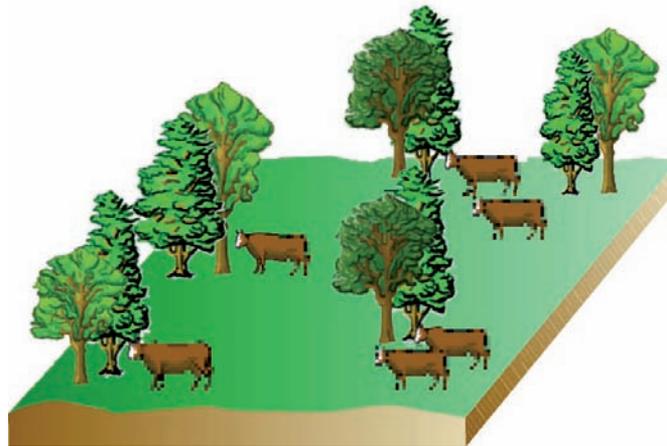
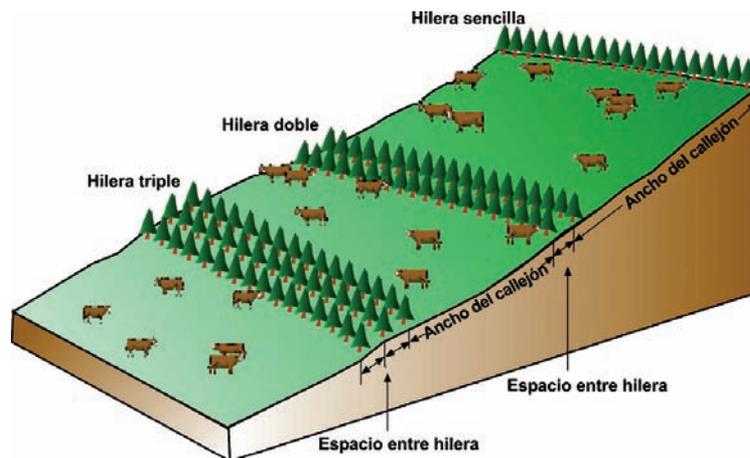


Figura N° 3. Árboles Dispersos en Potreros

Especies arbóreas en líneas, fajas o grupos: Las especies arbóreas se pueden establecer en una, dos o tres hileras por faja de plantación (Figura N° 4), manteniendo un mayor distanciamiento entre fajas para el desarrollo de la pradera, o en grupos espaciados de árboles previamente determinados (Figura N° 8). Los espaciamientos entre las fajas, o callejones, otorgarán un mejor acceso para siembras, fertilización, cosechas y fundamentalmente para la producción de pastos.



(Fuente: adaptado de Robinson y Clason 2000)

Figura N° 4. Configuración de Plantación de Hileras Simples, Dobles y Triples para un Sistema Silvopastoral.

Especies arbóreas o arbustivas forrajeras como barreras vivas: Esta modalidad es utilizada en suelos con pendientes, de manera de disminuir 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 y/o fertilización. 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 o camellones de infiltración que eviten el escurrimiento de las aguas lluvia.

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 (Figura N° 5). 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.* 2000).



(Fuente: Sotomayor *et al.*, 2008)

Figura N° 5. Árboles como Galpones Naturales

Sr. Productor o Asesor:

Como ya se ha señalado, las especies arbóreas y forrajeras, así como el tipo de ganado a emplear bajo este sistema, dependerán entre otros factores de los objetivos productivos del propietario, de la zona geográfica, del mercado existente y de la condición y aptitud del sitio.

2.4 Elección de la Densidad Forestal y Configuración.

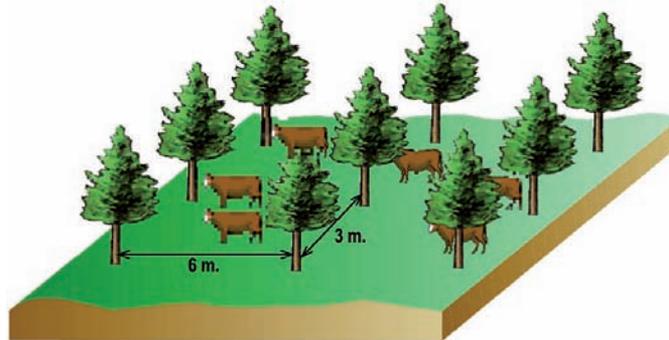
La densidad inicial de árboles a establecer en un sistema silvopastoral es un factor importante a considerar dado que influirá sobre la competencia por luz, humedad y nutrientes en el suelo con el componente praterense. En general, ha sido demostrado en diversos estudios que con un aumento de la densidad del rodal (número de árboles, área basal por hectárea o cobertura de copa) y del tamaño y dimensión de los árboles (altura, DAP, tamaño de la copa, etc.), la producción del forraje decrece (Sotomayor, 1989).

Es por esto que, en general, para los sistemas silvopastorales se utilizan densidades bajas desde el establecimiento, entre 400 y 1000 arb/ha, para llegar a una densidad final al término de la rotación entre 150 y 300 arb/ha. En el manejo silvícola se contempla partir con una densidad inicial de plantación más alta, e ir reduciéndola gradualmente. Normalmente se usa un factor de 4:1 para establecer la densidad inicial. Lo anterior significa que, por ejemplo, si el objetivo es llegar con 200 árboles al final de la rotación, se debe partir con 800 arb/ha, para, a través de raleos sucesivos, llegar finalmente a ese número de árboles objetivo. Además, con una mayor densidad inicial, asociada a una mayor competencia, se tiene un efecto positivo en la forma de los árboles y sobre la reducción y el tamaño de nudos en el fuste.

La distribución de los árboles en el terreno al momento de plantar, para llegar a la densidad deseada, puede ser de varias formas, como en fajas alternadas, en grupos, distribución uniforme, y

otras. Algunos ejemplos de configuraciones y densidades silvopastorales, extraído de Sotomayor *et al.* (2008), se presentan a continuación (Figuras N° 6 a 8).

Plantación con diseño distribución uniforme: Densidad y espaciamento inicial de plantación: 556 arb/ha, a 6 x 3 m. Densidad y espaciamento final estimado: 278 arb/ha, a 6 x 6 m.



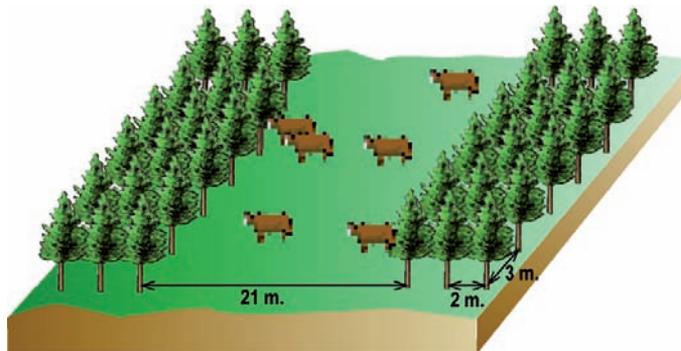
Árbol podado a 40% de su altura, poda final 6.5 m.

Pradera.

(Fuente: Sotomayor *et al.* 2008)

Figura N° 6. Establecimiento en Arreglo Silvopastoral Uniforme

Plantación en fajas de 3 hileras de árboles: Densidad y espaciamento inicial de plantación 425 arb/ha, con 3 m en la hilera, 2 m entre hileras, y 21 m entre fajas. Densidad final estimada 200 a 250 arb/ha.



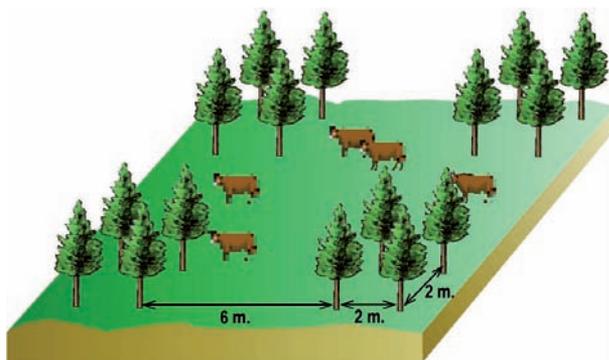
Árbol podado a 40% de su altura, poda final 6.5 m.

Pradera.

(Fuente: Sotomayor *et al.* 2008).

Figura N° 7. Establecimiento en Arreglo Silvopastoral en Fajas

Plantación en grupos de cuatro plantas: Densidad y espaciamento inicial de plantación 625 arb/ha, a 2 x 2 m en el grupo y 6 m entre grupos. Densidad final y espaciamento estimado 156 arb/ha a 8 x 8 m.



Árbol podado a 40% de su altura, poda final 6.5 m.

Pradera.

(Fuente: Sotomayor et al. 2008)

Figura N° 8. Establecimiento en Arreglo Silvopastoral en Grupos



3. ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA SILVOPASTORAL

El establecimiento del componente arbóreo ha sido bien desarrollado en diversas publicaciones, por lo cual se utilizará un extracto de García *et al.* (2000), adaptado a sistemas silvopastorales.

3.1. Establecimiento del Componente Arbóreo.

El adecuado establecimiento de una plantación considera una serie de etapas o actividades orientadas a preparar y/o modificar el sitio hacia una mejor condición de suelo y mejoramiento de sus factores limitantes (limpia del terreno a plantar, fertilidad del suelo, preparación del sitio, entre otros), de tal forma de concentrar los recursos disponibles para favorecer la supervivencia, el crecimiento inicial y desarrollo posterior de la planta.

3.1.1 Habilitación del Terreno

En esta etapa se persigue obtener un terreno limpio para que las plantas puedan establecerse y crecer adecuadamente, además de facilitar las labores de plantación. Sin embargo, se debe respetar la legislación forestal, que regula las intervenciones donde exista bosque nativo y vegetación en quebradas, por lo que se debe evitar estas intervenciones. Se consideran las faenas de roce, ordenamiento de desechos en cordones o fajas, preparación del suelo y control de competencia.

Roce: Consiste en la actividad de limpieza del terreno, cuando existen arbustos o malezas que pueden afectar el futuro desarrollo de la plantación y que, además, pudiera dificultar el trabajo de la plantación y siembra posterior de la pradera. Existen dos tipos de roce, manual y mecanizado. El uso de uno u otro depende de la topografía del lugar y del costo asociado a cada uno de ellos.

Ordenamiento y tratamiento de desechos del roce: El objetivo es ordenar y/o eliminar los desechos que se originan en la faena de roce, para así despejar el espacio que ocuparán las plantas y facilitar las posteriores actividades silvícolas. Existen tres alternativas para el tratamiento de desechos que son quema, ordenamiento y picado o triturado del desecho. En lo posible, evitar las quemas, dado que pueden afectar el suelo y la vegetación adyacente.

Preparación del suelo: La preparación del suelo consiste en el laboreo del suelo, para dar las mejores condiciones en el establecimiento y desarrollo de la planta. Su objetivo es dejar el suelo en condiciones que permita una mayor retención de agua, para que las raíces puedan extenderse y desarrollarse con facilidad, promover el desarrollo y dar un mejor sostén de la planta y permitir un mayor aprovechamiento de los nutrientes contenidos en el perfil del suelo donde crecerán las raíces. Favorece a su vez la penetración del agua y el aire a mayor profundidad, además de un mejor control de malezas, arbustos y otro tipo de vegetación. Esta actividad se puede hacer en forma mecanizada, con tractor o bulldozer; con animales, caballos o bueyes; o en forma manual, según la pendiente y compactación del suelo (Figura N° 9).



(INFOR 2000).

Figura N° 9. Preparación de Suelo con Animales y Mecanizada

Esta actividad debe realizarse en períodos secos, cuando exista un bajo contenido de humedad en el suelo, lo que permite prevenir procesos como compactación y remoción excesiva. En situaciones de lomajes, es recomendable que la preparación se efectúe en curvas de nivel, con el objeto de proporcionar un mejor aprovechamiento del agua por la planta, al interceptar su paso y quedar más tiempo retenida en la línea de preparación. Además, ayuda a reducir la erosión del suelo, al infiltrar y reducir la velocidad de movimiento del agua.

- **Control de malezas preplantación:** Consiste en el control de malezas para eliminar todo tipo de vegetación herbácea o arbustiva, que pueda ser competitiva con la especie arbórea que se está plantando. Es el tratamiento más importante en el establecimiento forestal, ya que puede afectar la supervivencia y el crecimiento en altura y diámetro de las plantas.

En los sistemas silvopastorales, donde uno de los objetivos es un adecuado desarrollo de la pradera para la producción animal, es de especial importancia su manejo y control inicial, para que no compita con la planta que se está estableciendo. En este caso, se recomienda dejar al menos un área de 50 cm a cada lado de la planta sin cultivo de pastos, durante al menos 4 años, eliminando cualquier competencia herbácea, generando así una franja continua de un metro despejada de competencia. El control de malezas puede realizarse en forma mecánica, manual o química:

- **Control mecanizado:** Este puede realizarse a través del movimiento del suelo donde se establecerá el componente arbóreo, usando subsolado, arado de disco, y/o cincelado y rastraje. Con este método se puede mantener la primera temporada sin competencia de malezas.
- **Control manual:** A través del uso de mano de obra, con herramientas manuales o maquinarias portátiles, como desbrozadora. Aunque el control tiene efecto directo sobre las malezas ya instaladas y de hoja visible, no impide la reaparición de éstas uno o dos meses después, producto de semillas o de rebrote de raíz, pero puede ser una alternativa válida para plantaciones en pequeñas propiedades. Si este se hace manualmente, es necesaria la eliminación de malezas en un radio aproximado de 50 cm alrededor de la planta, y repetir durante la primavera por los siguientes tres años.
- **Control químico:** Es el método más usado y se puede realizar a través de alternativas aéreas, terrestres, con equipos de uso agrícola, y con bombas de espalda en situaciones de mayor pendiente y superficies reducidas. La época de aplicación dependerá de la fecha de plantación y de la germinación o aparición de malezas, dependiendo a su vez del crecimiento de éstas. Como preplantación, se realiza aproximadamente 15 días a un mes antes de ejecutarse la plantación. En aplicaciones postplantación, durante la primavera, se debe tener cuidado de no afectar las plantas establecidas, en este caso en pequeñas superficies se puede proteger las

plantas con cobertores plásticos. Para prescribir el tipo de herbicida a utilizar, se debe determinar previamente el tipo de maleza a controlar.



(García *et al.* 2000)

Figura N° 10. Aplicación de Herbicidas Previo a la Plantación

Se recomienda utilizar herbicidas que sean altamente específicos, de baja toxicidad, de bajo poder residual y de corta permanencia en el ambiente.

Los herbicidas más utilizados se pueden clasificar según la forma que actúan sobre las malezas, en aquellos que actúan principalmente aplicados al follaje y en aquellos que actúan principalmente a nivel de suelo. Es común que se utilicen distintas mezclas de productos y dosis, dependiendo de las malezas, suelos y tipo de control que se requiera. A veces, es recomendable que se agreguen adyuvantes (surfactantes, reguladores de pH, adherentes, penetrantes, antideriva, etc.), que contribuyen a la eficiencia, eficacia y seguridad de una aplicación (Sotomayor *et al.* 2002).

Herbicidas aplicados al follaje¹: Este tipo de productos pueden ser sistémicos o de contacto. En general se prefieren los herbicidas sistémicos, dado que penetran a la maleza y se movilizan a raíces, tallos y follaje.

Entre los herbicidas sistémicos no selectivos, aplicados al follaje y más usados, se encuentran el *Glifosato*, *Triclopir* y *Metalfuronmetil*. El *Picloram* es usado para el control de especies leñosas en mezcla con *Triclopir*. *Clopyralid* y *Fluroxipir* son usados para el control de malezas de hoja ancha, e incluso algunas leñosas, en dosis bajas presenta cierto grado de tolerancia tanto para pino como para eucalipto.

Entre los herbicidas sistémicos selectivos aplicados al follaje destacan los *Gramicidas*, que como su nombre indica solo tienen efecto de control sobre gramíneas, anuales y perennes, por lo que no tienen efecto nocivos al ser asperjados sobre las plantaciones.

Herbicidas que actúan principalmente a nivel de suelo (suelo-activos): Se puede usar *Simazina*, *Terbutilazina*, *Atrazina* y *Hexazinona* (Velpar). Dada las múltiples combinaciones de malezas, suelos, tipos de control, etc., no se entregan recomendaciones de productos, dosis ni técnicas de aplicación posibles de ser usadas, siendo muy importante buscar la asesoría apropiada.

El control de malezas químico, en el caso silvopastoral, puede ser en fajas cubriendo toda la línea de plantación con un ancho de 80 a 100 cm, o en spot alrededor de la planta, con un radio de 40-50 cm (Figura N° 11).

1-Se entrega sólo el nombre genérico de sus ingredientes activos, dado que productos similares se encuentran a la venta con distintos nombres, según su fabricante.



(Fotos: Forestal Mininco. Cit. por Soto Mayor *etal*; 2002)

Figura N° 11. Plantación *Pinus radiata* sin y con Control de Malezas a los 10 Meses

3.1.2 Plantación

Se considera aquí calidad y selección de plantas, época de plantación, Técnicas de plantación y fertilización.

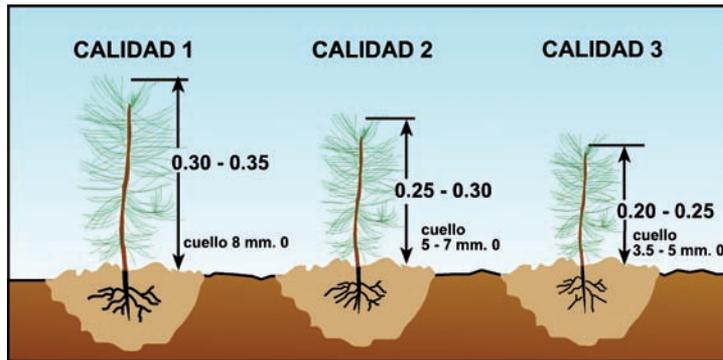
Selección de Plantas: Uno de los aspectos importantes a considerar una vez preparado el sitio para plantación, es la condición de la planta a utilizar, lo que garantiza en gran medida la calidad del bosque a futuro.

Las plantas pueden ser producidas a raíz desnuda, en contenedor plástico o en bolsas. En la actualidad se recomienda usar plantas en contenedores plásticos (*speedling*), o en bandejas de poliestireno expandido, ya que ofrecen mayores beneficios en el cuidado y manipulación de las plantas, tanto en el lugar de producción como en el traslado hacia la plantación.

Entre las características que deben presentar las plantas seleccionadas están:

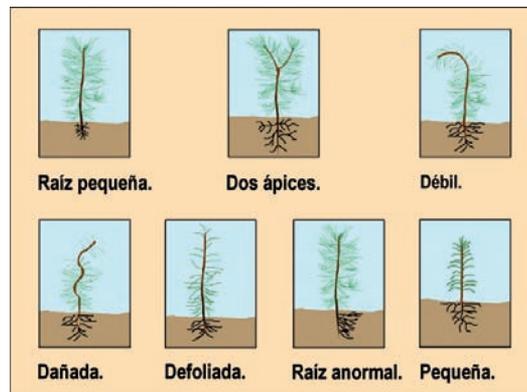
- Aspecto sano y vigoroso.
- Tallo resistente y firme.
- Color verde oscuro.
- Raíces abundantes y bien distribuidas.
- Altura de aproximadamente 20 a 30 cm.
- Ramillas repartidas a lo largo de todo el tallo.
- Diámetro de cuello como mínimo 5 a 8 mm.
- Pan de tierra suficientemente firme de manera que no se disgregue al extraer la planta del contenedor.

Se debe procurar la utilización de plantas provenientes de orígenes conocidos (viveros inscritos y calificados) y de buena calidad genética. Para zonas frías como las Regiones de Aysén y Magallanes se usan plantas 2:0 (dos años en vivero).



(CONAF 1997)

Figura N° 12. Grados de Calidad de Plantas a Raíz Desnuda para Plantación de *Pinus radiata*



(García et al. 2000)

Figura N° 13. Calidad de Plantas que no Debe ser Usada en Plantación

Plantación: La plantación es la acción de establecimiento o instalación de las plantas en el suelo. Es importante realizar esta actividad en la forma y época adecuada para asegurar los objetivos de ésta, y evitar pérdida de plantas y productividad.

Época de plantación: Para lograr un buen prendimiento y desarrollo posterior de las plantas es necesario realizar la plantación en la época adecuada, considerando las condiciones edafoclimáticas del lugar y los requerimientos de la especie. El suelo debe encontrarse húmedo, y además deben existir expectativas razonables de precipitaciones posteriores a la plantación. La plantación no debe realizarse durante un período de tiempo seco, ya que así se evita el posterior marchitamiento y pérdida de plantas.

En la región de Aysén y Magallanes, se utilizan básicamente dos épocas de plantación. La primera es en el período de otoño hasta los primeros días de invierno o antes de la caída de la nieve, es decir fines de mayo hasta fines de junio, y la segunda época, desde fines de invierno a primavera, desde agosto hasta octubre.

Técnica de plantación: En Chile tradicionalmente se realiza en forma manual. Esta no tiene restricción de pendiente y el método más conocido, es la técnica Neocelandesa o doble T.



Figura N° 14. Plantación en Casillas

La técnica neozelandesa de plantación, o doble T, consiste en la aplicación de un corte longitudinal de la tierra con pala plantadora y dos cortes perpendiculares a éste con posterior remoción del suelo, de manera de proporcionar a la planta una superficie de suelo removido donde desarrollar de manera adecuada su sistema radicular y por lo tanto obtener un buen prendimiento. En la casilla de plantación formada se puede aplicar gel, especialmente en zonas con déficit de agua, ya que acumula agua y la entrega lentamente a la planta. Con esto se consigue un buen mullido del suelo, que provoca que se forme un medio adecuado de crecimiento y sostén las raíces (INFOR. s.f.).



(CONAF, 1997)

Figura N° 15. Pala Plantadora Utilizada Comúnmente en Plantaciones Forestales

Fertilización: Con la fertilización, al agregar los nutrientes faltantes en el suelo, se estimula el desarrollo de las raíces, permite a la planta una mayor ocupación del suelo y se aprovecha en forma más eficiente el agua y los nutrientes disponibles. Con esto se logra una mayor supervivencia, un rápido crecimiento inicial y cierre de las copas, lo cual disminuye o elimina la

competencia, obteniéndose un rodal más uniforme y un mayor rendimiento al momento de la cosecha.

La fertilización debe ser acompañada de una buena preparación del suelo y un adecuado control de malezas, de esta manera se podrá asegurar los máximos beneficios de esta técnica. Si alguna de estas actividades no se efectúa, la fertilización no tendrá el efecto esperado.

Los elementos nutricionales que formarán la base del fertilizante a utilizar, deben ser determinados a través de un análisis químico del suelo, y serán aquellos que se encuentren en cantidades restrictivas para el adecuado desarrollo de la especie a plantar. Se destacan entre otros, el fósforo, boro, nitrógeno y potasio, como elementos nutritivos que debieran participar en alguna proporción dentro de la mezcla del fertilizante.

La época de aplicación del fertilizante coincide con la época de plantación. En ocasiones la fertilización se realiza 2 a 3 semanas después de haber plantado, principalmente por razones operativas. Las plantaciones realizadas en otoño o invierno son fertilizadas en primavera para que el fertilizante esté disponible en el período máximo de crecimiento de la planta. En el caso de plantaciones de primavera, se debiera plantar y fertilizar al momento de la plantación, o lo más cercano posible a ese momento.

Los fertilizantes pueden ser aplicado en hoyos, en bandas o en círculo alrededor de la planta (Figura N° 16).

- Hoyos a 15 cm de la planta, a una profundidad de 10 cm, cubierta con tierra.
- Bandas paralelas a 15 cm de la planta, a 10 cm de profundidad, cubierta con tierra.
- Círculo, a 15 cm de la planta, a 5 cm de profundidad, cubierta con tierra.

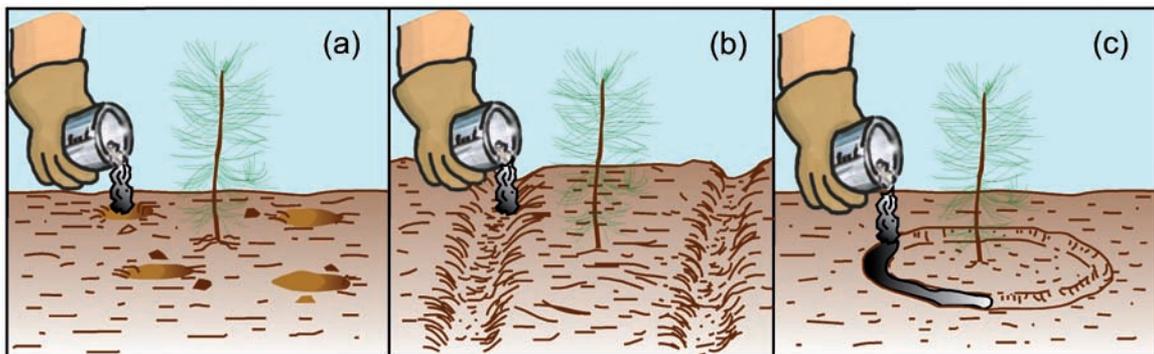


Figura N° 16. Aplicación de Fertilizante

3.2. Mejoramiento, Regeneración y Manejo de Pradera Naturalizada

Un sistema silvopastoral establecido en suelos de lomajes se realiza, en general, sobre un área donde existe una pradera naturalizada, la cual puede estar en diferentes estados de conservación y producción. Hepp (1996) indica que las praderas naturales en la zona intermedia de la Región de Aysén, compuestas principalmente por poa, pasto ovido, pasto miel, trébol blanco (Cuadro N° 2) y malezas que generalmente son mayoritarias sobre suelos degradados, se encuentran generalmente degradadas por efecto del sobrepastoreo y presentan baja fertilidad, por carencias de algunos nutrientes especialmente fósforo, nitrógeno y azufre.

Las praderas en la zona húmeda, con una mayor producción de materia seca producto de

mejores condiciones de precipitación y suelos, están compuestas principalmente por especies como trébol blanco, pasto ovido, pasto miel y poa, y malezas.

En la estepa predominan coirón, poa y otras de los géneros *Agrostis*, *Estipa*, *Bromus*, que son gramíneas perennes y duras, adaptadas a condiciones de frío, viento y bajas precipitaciones.

Cuadro N° 2
Especies Forrajeras de Importancia en Praderas Naturalizadas con Posibilidad de Uso Silvopastoral en Suelos de Lomajes Región de Aysén

| Especies Forrajeras | Zona Húmeda | Zona Intermedia | Zona de Estepa |
|---|-------------|-----------------|----------------|
| Pasto ovido (<i>Dactylis glomerata</i>) | X | X | |
| Pasto miel (<i>Holcus lanatus</i>) | X | X | |
| Poa (<i>Poa pratensis</i>) | X | X | X |
| Ballica (<i>Lolium perenne</i>) | X | | |
| Coiron (<i>Festuca pallenses</i> ; <i>F.pyrogen</i>) | | | X |
| Trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>) | X | X | |

(Fuente: Adaptado de Ganderats, 2001)

En la Región de Magallanes las especies pratenses presentes en las praderas naturalizadas son similares a las de Aysén, con una mayor importancia de las estepas de coironales (Cuadro N° 3). En la estepa, además del coirón, se encuentran otras gramíneas de los géneros *Stipa*, *Poa* y *Agrostis*, asociadas a arbustos como mata verde (*Chilolichium diffusum*) y mata negra (*Verbena tridens*).

Cuadro N° 3
Especies Forrajeras de Importancia en Praderas Naturalizadas con Posibilidad de Uso Silvopastoral en Suelos de Lomajes Región de Magallanes

| Especies Forrajeras | Última Esperanza | Magallanes | Tierra del Fuego |
|---|------------------|------------|------------------|
| Coiron (<i>Festuca gracillima</i> ; <i>F.pallescens</i>) | X | X | X |
| Pasto ovido (<i>Dactylis glomerata</i>) | X | X | X |
| Pasto miel (<i>Holcus lanatus</i>) | X | X | X |
| Pasto Arena (<i>Elymus arenarius</i>) | | X | X |
| Trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>) | X | X | X |

Para aumentar la productividad de las praderas naturales en sistemas silvopastorales se hace necesario realizar un mejoramiento de éstas. Este mejoramiento se puede hacer realizando diversas acciones, como se indica a continuación.

3.2.1 Fertilización

El nivel nutricional de los suelos es un aspecto fundamental para un adecuado desarrollo de las especies forrajeras. La falta de algunos nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y azufre, pueden limitar la producción praterense. Para anticipar el futuro desarrollo de la pradera, se puede evaluar el estado nutricional de los suelos, realizando un análisis químico de estos, lo cual entregará el estado nutricional de éste y permitirá prescribir las dosis de fertilizantes a aplicar para mejorar su productividad.

Las praderas naturales en estas zonas en general presentan bajos niveles de fertilidad, dado que han sido mal manejadas por décadas, lo que origina una baja productividad. Además, por el mal manejo la composición de pastos se ha empobrecido y ha llevado a una alta proporción de malezas, de bajo valor forrajero.

Se han obtenido importantes mejoras en la productividad y composición de especies en la Región de Aysén aplicando fertilizantes con contenidos de nitrógeno, fósforo y azufre. Hepp (1996) indica que aplicaciones de fósforo y azufre permitieron mejorar la producción de una pradera naturalizada en la zona de Coyhaique, de 288 kg de materia seca sin fertilización a 6.382 kg con la aplicación de 30 unidades de azufre y 80 unidades de fósforo, en conjunto con la fertilización base de nitrógeno y potasio (Cuadro N° 4).

Cuadro N° 4
Efectos de Fertilización con Fósforo y Azufre sobre la Producción de una Pradera Naturalizada Zona de Coyhaique

| Año | Producción (kg materia seca/ha) | | | |
|-----|---------------------------------|----------|----------|------------------------|
| | S.0-P.0 | S.0-P.80 | S.30-P.0 | S.30-P.80 ¹ |
| 1 | 593 | 505 | 579 | 588 |
| 2 | 465 | 1.014 | 2.312 | 6.130 |
| 3 | 288 | 480 | 4.219 | 6.382 |

¹S y P, expresados en unidades de nutrientes por hectarea
(Hepp 1996)

3.2.2 Regeneración de la Pradera

La regeneración de una pradera naturalizada en suelos de laderas consiste en la incorporación de semillas y fertilizante, a través de labores de resiembra, para mejorar su productividad, con un mínimo de alteración del suelo. La incorporación de especies de gramíneas como festuca, ballica y pasto ovillo, y leguminosas, como trébol blanco y rosado, ha mostrado una buena adaptación para el mejoramiento productivo de una pradera naturalizada.

Se recomienda usar métodos de resiembra que no impliquen rotura del suelo, en especial en suelos de laderas; en suelos dependiente suave o planos se podría aplicar labranza tradicional y siembra directa de pradera. Para ello se pueden usar los siguientes métodos:

Siembra al voleo: Consiste en la aplicación de las semillas al voleo sobre la pradera, en forma

manual o con sembradora, sin roturar el suelo. La eficiencia de este sistema se puede mejorar, al incorporar las semillas, usando algún tipo de maquinaria que no provoque un movimiento excesivo del suelo (rastra de discos o de clavos más rodillado) o incluso a través del pisoteo animal.

Dado que la semilla queda expuesta a condiciones ambientales desfavorables, como temperaturas extremas o pérdida de humedad, se recomienda aumentar las dosis de semillas utilizadas para una siembra tradicional en un 50% (Valencia 1997). En las regiones de la Patagonia chilena, es recomendable realizar la siembra (regeneración) en primavera, dado que se presentan mejores condiciones de temperatura y humedad para la germinación y establecimiento de las especies forrajeras. Este sistema es de bajo costo y se adapta a situaciones de pendiente o terrenos con imperfecciones, con presencia de árboles y desechos, donde no se puede utilizar maquinaria agrícola (Figura N° 17).



Figura N° 17. Mejoramiento de Pradera Natural en Sistema Silvopastoral, con Árboles y Desechos en el Terreno

Siembra vía tracto digestivo animal: Consiste en utilizar animales, generalmente bovinos, los cuales son alimentados con forraje conservado o granos en comederos, donde además se adicionan las semillas de las especies forrajeras que se quiere establecer. Los animales ingieren las semillas junto al forraje y posteriormente, a través de sus fecas, las esparcen por el terreno. Para lograr un buen resultado con esta técnica, es necesario utilizar una alta carga animal, que permita un esparcimiento más homogéneo de las semillas. Idealmente y si el terreno lo permite, se puede parar algún implemento para esparcir las fecas, como rastra de neumáticos o clavos.

Resiembra con maquinas regeneradoras: En suelos planos o de lomaje suave, donde se puede utilizar maquinas regeneradoras, su uso es un buen sistema para recuperar praderas. Se asegura que la semilla queda cubierta, se pierde menos semilla y la germinación es más homogénea.

3.2.3 Manejo de las Praderas Silvopastorales

Junto con el mejoramiento de la pradera, el manejo animal es otro factor muy importante para asegurar el desarrollo y productividad de la pradera. Algunos aspectos a considerar son:

Regular la capacidad de carga animal: Toda pradera, de acuerdo a su productividad, puede soportar una cierta carga animal en la temporada. Si se ingresan más animales de lo recomendado se produce un sobre-talajeo, perjudicando su desarrollo y crecimiento futuro. Un menor número de animales en relación a lo que puede soportar la pradera, originará una

perdida de ganancia animal en la temporada. Por ello, es necesario calcular la capacidad de carga de acuerdo a la materia seca disponible que puede producir la pradera.

Sistema de pastoreo: Es importante el tipo de pastoreo que se utiliza, ya que este determinará la eficiencia con que los animales aprovecharán el forraje producido. En este sentido, al pasar de un sistema de pastoreo extensivo o estacional continuo, a un sistema de pastoreo rotativo (figura n° 18), usando apotreramiento, ya sea con cerco tradicional o cerco eléctrico, se logrará mejorar el grado de utilización de las praderas, lo que se traducirá en mayor producción animal (carne, leche o lana).

Exclusión: Durante los primeros años en un sistema silvopastoral se recomienda realizar exclusión total, no ingresar animales hasta no asegurar el establecimiento de las plantas forestales. Esto ocurre con bovinos hasta que los árboles alcancen 2 m de altura y con ovinos 1,5 m de altura. Los siguientes años, utilizar una carga moderada, hasta asegurar su establecimiento.



Figura N° 18. Pastoreo Rotativo en Sistema Silvopastoral



4. MANEJO DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORALES

Un sistema silvopastoral será exitoso si se asegura el crecimiento y desarrollo de los componentes productivos que participan en este; árboles, pradera y animales. Cada componente se evalúa por la capacidad de producción y por la habilidad de complementarse con los otros componentes. Para ello, se debe conocer la forma en que la interacción entre árbol, pradera y ganado afecta a cada uno de ellos, en forma positiva o negativa.

4.1. Interacción entre los Componentes del Sistema

En el desarrollo de los árboles y la pradera, es importante considerar la competencia por humedad y nutrientes, la que es más importante en los primeros años de la plantación, y la competencia por luz, influenciada por la interceptación de ésta por las copas de los árboles sobre la pradera, a medida que esta se desarrolla. El ingreso de los animales al sistema, en los estados iniciales de la plantación, plantea el desafío de proteger las plantas nuevas, tanto por el pastoreo como por el tránsito y pisoteo de los animales.

Durante los primeros años de crecimiento de una plantación silvopastoral, existen interacciones y competencia por agua y nutrientes, especialmente cuando el sistema radicular del árbol se encuentra en los primeros 30 cm de profundidad, que es donde la pradera y las malezas extraen parte importante del agua y nutrientes. Por ello se debe considerar y conocer las siguientes interacciones y competencias entre los componentes:

4.1.1 Manejo de la Competencia de la Pradera y Malezas con las Plantas Forestales

En el estado inicial del sistema silvopastoral, primeros tres a cuatro años en las regiones patagónicas, ocurre un cierto grado de competencia entre los pastos y la planta establecida, por agua y nutrientes, lo cual hace necesario controlar el desarrollo de los pastos cerca de las plantas. Se recomienda controlar los pastos y malezas entre 50-100 cm alrededor de las plantas. Esto se puede hacer en forma manual o usando herbicidas (punto 3.1 de este documento). El manejo posterior de la pradera, se hará pensando en optimizar su producción, ya que no afectará a los árboles.

4.1.2 Manejo de los Árboles para no Afectar el Desarrollo de la Pradera

El efecto de los árboles sobre la pradera comienza cuando estos han desarrollado la copa, momento en que comienzan a interceptar la luz y originar sombra, lo que produce una disminución en el desarrollo de la pradera. Lo anterior se puede evitar manejando los árboles con podas y raleos periódicos, para reducir la competencia (punto 4.2 y Cuadro N° 5).

También existe una competencia por agua y nutrientes entre los árboles adultos y los pastos a nivel del subsuelo. Lo anterior también se puede manejar con raleos, reduciendo el número de árboles, y escogiendo los tipos de pastos adecuados al sistema.

4.1.3 Manejo de la Interacción Animal - Árbol

Los animales son un efectivo controlador del crecimiento de la pradera y de la proliferación de la maleza en las plantaciones silvopastorales jóvenes. Sin embargo, si el ganado no es manejado correctamente puede causar un daño irreparable a los árboles, provocado tanto por el ramoneo de ápices y ramas, lo que impedirá el posterior desarrollo del árbol en altura, como por el daño producto del pisoteo o frotamiento.

Lo anterior se puede evitar realizando un correcto manejo animal en el sistema silvopastoral. Tal como se indicó en el capítulo anterior, se recomienda la exclusión de los animales durante la época de establecimiento del sistema y durante las estaciones más peligrosas del año, primavera o cuando

existe escasez de alimento, o simplemente prescindir del pastoreo con vacunos hasta que los árboles hayan alcanzado una altura superior a los 2 m, lo que evitaría el ramoneo o daño del ápice.

El número de años que se requeriría para el ingreso de ganado al sistema depende del crecimiento de los árboles. Sin embargo, en términos generales, en las Regiones de Aysén y Magallanes y la Provincia de Palena, con especies como pino ponderosa, pino contorta y pino oregón, se debiera esperar un período de 5 a 6 años sin pastoreo, o hasta obtener la altura recomendada.

Los árboles por su parte, otorgan una efectiva protección a los animales, otorgando sombra en época u horarios de altas o bajas temperaturas, lo que favorece el desarrollo del animal. También otorgan protección ante lluvias intensas y, en especial, frente a fuertes vientos, actuando como cortinas cortavientos protectoras (Figura N° 19). En algunas zonas de la Patagonia este es un factor muy importante, por lo cual los árboles son fundamentales para el bienestar y desarrollo animal.



Renoval (izq.) Sistema silvopastoral (der.)

Figura N° 19. Protección y Abrigo a Animales por los Árboles

Sr. Productor o Asesor:

➤ **Para un adecuado manejo animal se recomienda:**

- **Iniciar el pastoreo con ovinos cuando los árboles tiene una altura mayor a los 1,5 m.**
- **Pastoreo con vacunos, cuando los árboles tiene una altura mayor a los 2,0 m.**
- **En forma general, se recomiendan sistemas de pastoreo rotativos por sobre los pastoreos continuos en los Sistemas Silvopastorales (Robinson y Clason 2000).**

➤ **Los árboles generan los siguientes beneficios:**

- **Los árboles dan una buena protección a los animales contra el frío, calor, lluvia y viento.**
- **Con esta protección, el animal se desarrollará mejor, obteniéndose una mejor producción.**

4.1.4 Manejo de la Competencia por Luz

Una vez que se ha logrado el correcto establecimiento de la plantación y de la pradera, el manejo del Sistema Silvopastoral apunta a manejar correctamente la producción del sistema, balanceando la capacidad de carga animal con la disponibilidad de forraje, así como con el manejo adecuado de los árboles para la obtención de madera de buena calidad.

A medida que los árboles crecen en edad, altura y desarrollo de las copas, se produce una intercepción de la luz y una mayor sombra sobre el suelo. La producción de forraje en una pradera, disminuye con una disminución del porcentaje de luz transmitida a través del dosel, lo cual se relaciona con la cobertura arbórea. Por ello es importante en el manejo del sistema mantener la cobertura de copa a un nivel adecuado para no afectar la pradera, pero que tampoco afecte el desarrollo del árbol.

Ha sido reportado en diversos estudios que cuando los árboles exceden el 40-50% de cobertura de copa, comienzan a afectar el desarrollo de la pradera. En Figura N° 20 se observa un manejo silvopastoral con cobertura de copa del 30%, que ha beneficiado el desarrollo de la pradera, ya que le otorga protección contra una excesiva insolación y contra el viento. Por ello se recomienda manejar el componente arbóreo, con una cobertura de copa máxima entre un 30-40%.



Figura N° 20. Cobertura de Copa del 30% Sobre la Pradera, en Sistema Silvopastoral.

4.2. Manejo del Componente Arbóreo

El manejo de los árboles en un sistema silvopastoral tiene similitudes y diferencias con un manejo forestal con fines de obtención de madera libre de defectos. Las similitudes tienen que ver con las técnicas usadas (podas y raleos), con el objetivo de obtener madera de buena calidad, disminuir el tamaño del cilindro nudoso, concentrar el crecimiento en los mejores árboles, aumentar sus diámetros (volumen por árbol) y mejorar la calidad de la madera.

Las diferencias son, principalmente, que en el sistema silvopastoral ya no se habla de rodal o bosque, ni el objetivo es aumentar el volumen del rodal, sino que del árbol individual, aumentando el volumen por árbol y la calidad de este. Otra gran diferencia es que aquí se persigue además de un buen crecimiento y calidad de los árboles, un buen desarrollo de la pradera, que está creciendo en conjunto con los árboles en el sistema y, consecuentemente, de los animales que se alimentan de ésta pradera. La meta final es aumentar la productividad del Sistema Silvopastoral como un todo, y no solo de los árboles.

En este manejo combinado del sistema se debe tener en cuenta que después de alcanzar un nivel de desarrollo y cierre de copas de los árboles estos pueden afectar el rendimiento de la pradera.

En el desarrollo del sistema, a medida que la cobertura de copa aumenta, sobre el 50%, habrá una disminución en la producción de forraje (Sotomayor 1989). El balancear ambos componentes para optimizar la rentabilidad del sistema y hacerlo sustentable en el tiempo, es el principal desafío de este tipo de manejo silvopastoral.

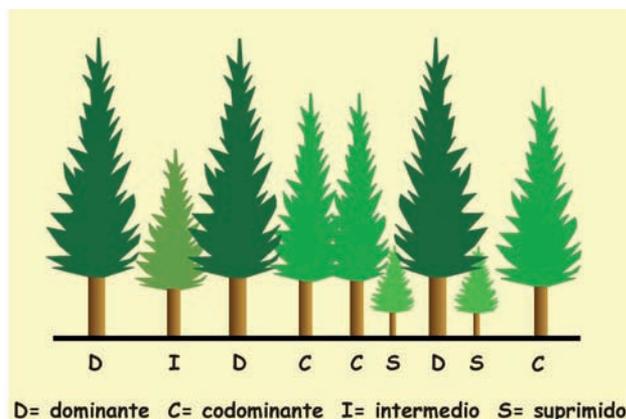
4.2.1 Selección y Clasificación de los Árboles

El desarrollo de los árboles en una plantación se comienza a diferenciar claramente cuando comienza la competencia por luz (a nivel de copas) y también cuando se produce competencia a nivel radicular, tanto por agua como por nutrientes. Para las plantaciones a densidades silvopastorales (450 a 1000 arb/ha), distribuidas en forma homogénea en la superficie, o en hileras o fajas, y utilizando las especies más tradicionales, ello ocurre cercano al primer cuarto de la edad de rotación (4-6 años de edad en *Pinus radiata*, y 8-9 años de edad en *Pinus ponderosa*, o *Pinus contorta*), cuando han sido establecidas y mantenidas adecuadamente. A partir de ese momento, los árboles comienzan a competir y a distinguirse según su altura y desarrollo de la copa (Sotomayor *et al.*, 2002).

El objetivo de una adecuada selección, es identificar los árboles de mejor calidad, en crecimiento, forma, vigor y sanidad. En el caso de los sistemas silvopastorales, donde existen densidades menores, es importante:

- Elegir una buena calidad de las plantas al momento de su establecimiento, lo cual asegurará la calidad futura de los árboles;
- Hacer una mantención adecuada en los primeros cuatro años, en control de malezas y protección, contra el daño por animales e incendios;
- Realizar una adecuada selección al momento de podar y ralear.
- Aplicar un buen manejo y cuidado a los árboles seleccionados para que estos logren llegar al final de la rotación, creciendo vigorosamente y con una calidad demostrada.

Normalmente los árboles se clasifican según el tamaño relativo dentro del bosque, en: dominantes, codominantes, intermedios y suprimidos (Figura N° 21). En la selección de los árboles a manejar, se favorece siempre a los árboles dominantes y codominantes (los de mayor tamaño) y sólo ocasionalmente a árboles intermedios (medianos), para mantener una adecuada ocupación del sitio (evitar claros sin árboles); generalmente, los árboles más altos también son los más gruesos y de copa sana y vigorosa.



(Fuente: Sotomayor *et al.*, 2002)

Figura N° 21. Clasificación de los Árboles

Otro factor de gran importancia en toda selección es la calidad del fuste del árbol. Entre los factores de calidad más relevantes están la rectitud del fuste, la condición de la flecha o ápice y, en los casos de densidades silvopastorales, el diámetro de las ramas. Su importancia radica en la mayor producción de madera utilizable en árboles de mejor calidad y, en forma práctica, significa seleccionar árboles de fuste recto y sin bifurcaciones y eliminar los mal formados (Figura N° 22).



(Fuente: Sotomayor et al., 2002).

Figura N° 22. Tipos de árboles a Seleccionar y a Eliminar

Existen otras características de calidad en un árbol que deben ser consideradas en una etapa de selección, las cuales son:

- Tamaño de ramas (preferir árboles de ramas delgadas)
- Angulo de inserción de ramas (escoger ángulo de inserción recto)
- Largo de internudos (favorecer árboles de internudos largos).

En consecuencia y en términos prácticos, la selección consiste en elegir aquellos árboles que interesa seguir manteniendo en el sistema y aquellos que se estiman con poco futuro deben ser eliminados.

4.2.2 Podas

Las podas consisten en la eliminación de las ramas basales de los árboles, logrando levantar la altura de las copas y reducir su desarrollo (Figura N° 23). Su principal objetivo, desde el punto de vista maderero, es mejorar la calidad de la madera, para así obtener madera libre de nudos o defectos, o con nudos pequeños. En el caso del manejo silvopastoral, además se favorece una mayor entrada de luz para beneficiar el crecimiento de la pradera. Sin embargo, al tener más espacio para crecer, en plantaciones amplias, se origina un mayor desarrollo de ramas en diámetro y longitud, lo cual se debe manejar con un régimen intensivo de podas. Si estas ramas no son podadas el fuste se verá afectado por la formación de nudos de mayores dimensiones, que disminuyen la calidad de la madera.



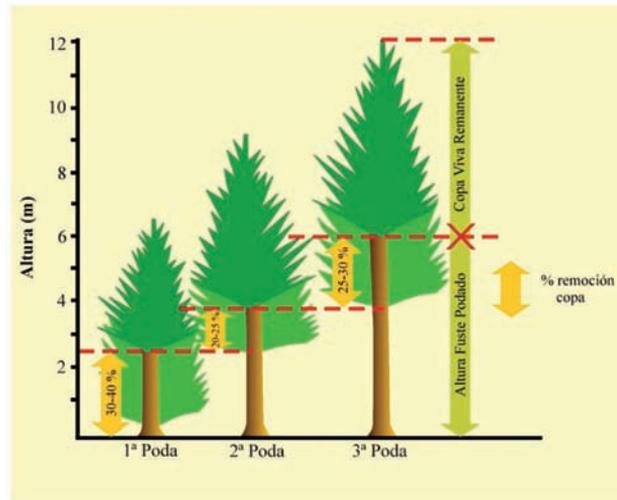
(Foto: A. Sotomayor)

Figura N° 23. Arbol de Pino Contorta Podado a 3,2 m, en Sistema Silvopastoral, Coyhaique

En sistema silvopastorales se recomienda:

- Podar lo antes posible para evitar un excesivo crecimiento de las ramas y acumulación de desechos y hojarasca en el suelo, que disminuirá la producción pratenso.
- Podar frecuentemente para disminuir la biomasa foliar que interceptará mayor cantidad de luz.
- Iniciar las podas cuando los árboles han alcanzado una altura de 5-7 m, podándose todas las ramas hasta una altura máxima del 40% de la altura total (2-3 m), para no afectar el crecimiento del árbol.
- Con la poda se busca obtener que la parte basal de los árboles, o las primeras trozas hasta los 6-8 metros, queden sin ramas para la obtención de trozas gruesas con una importante proporción de madera libre de defectos, o con nudos vivos en la madera (Sotomayor *et al.* 2002)

Al planificar la intensidad de la poda, se debe considerar que al eliminar follaje verde por efecto de las podas, se puede disminuir el crecimiento del árbol, al menos en el corto plazo. Es por ello que la intensidad de poda, especialmente en la primera poda, cuando los árboles poseen la totalidad de su copa verde, no debiera ser superior a un 30 - 40 % de su altura total (como máximo); en las podas siguientes, no debe excederse del 20 - 30 % de la copa viva al momento de podar, o de un 40 – 50 % de la altura total del árbol (Figura N° 24).



(Fuente: Sotomayor *et al.* 2002).

Figura N° 24. Alturas y Porcentajes de Poda en Esquema Intensivo Adaptado a Sistema Silvopastoral

Consideraciones generales de la poda:

- *La poda mejora la calidad de la madera, produciendo madera con nudo vivo o firme y también madera libre de defectos o nudos.*
- *Además, con la poda se disminuye la intercepción de luz, lo que beneficia la productividad de la pradera.*
- *La poda debe hacerse en ramas verdes para producir nudos vivos o firmes, lo cual produce una mejor oclusión.*
- *Las podas también ayudan a mejorar la forma del árbol, a reducir enfermedades causadas por hongos y el peligro de incendios.*
- *Las podas normalmente son graduales; en árboles pequeños, la primera poda no debe superar el 30-40 % de su altura total; en las siguientes hasta un 20-30 % de la copa viva, para minimizar pérdidas de crecimiento.*
- *Se debe utilizar los implementos de seguridad para el personal, recomendados en normas de higiene y seguridad ambiental.*
- *Utilizar herramientas como tijeron o serrucho cola de zorro, en buen estado.*

4.2.3 Raleos

Los raleos consisten en la corta de árboles en forma selectiva, por calidad y distribución de árboles. Esto se planifica con el propósito de:

- Concentrar el crecimiento en los mejores árboles.
- Reducir competencia entre ellos.
- Evitar, además, la pérdida de dominancia de los árboles podados.

- Reducir la cobertura de copa de los árboles sobre la pradera.

Si bien el esquema de manejo silvopastoral va a depender de la calidad del sitio y de la plantación, de las especies de árboles, de la densidad de plantación y de los objetivos del propietario, se espera que el primer raleo de un rodal de pino ponderosa, pino contorta o pino oregón, se realice cuando los árboles lleguen a una altura de 5-6 metros (entre los 12 y 13 años). En este caso el destino comercial de la madera puede ser para leña o postes. Los raleos posteriores, se pueden realizar cada 4-5 años, hasta llegar a la densidad seleccionada.

En aspectos como mejorar la transitabilidad y la posibilidad de generar más talaje para el ganado (silvopastoreo) (Figura N° 25), el raleo también es importante en este tipo de sistemas integrados de producción. Si el propietario desea complementar aspectos de producción con la recreación, una plantación se puede raleo en forma más intensa, perdiendo su aspecto ordenado y permitiendo, además, el desarrollo de sotobosque (vegetación acompañante) y mayor vida silvestre.



(Fotos: A. Sotomayor)

Sistema con objetivo forestal manejado con 800 arb/ha (izq.)

Sistema silvopastoral con 400 árboles homogéneamente distribuidos, y mejoramiento de pradera (centro)

Sistema silvopastoral en configuración en fajas, con 400 arb/ha, y mejoramiento de pradera (der.).

Figura N° 25. Plantación de Pino con Árboles Raleados y Podados a 3,2 m

En el Cuadro N° 5 se expone un ejemplo de esquema de manejo para una plantación de pino ponderosa, pino contorta o pino oregón, con fines silvopastorales, en la Región de Aysén.

Cuadro N° 5
Ejemplo de Propuesta Manejo y Establecimiento Silvopastoral

| Densidad (arb/ha) | H (m) | H Poda (m) | Raleo (arb/ha) | Observaciones según Etapa de Crecimiento |
|-------------------|---------|------------|----------------|--|
| 833* | 0,3 | | | Establecimiento y mantención (punto 3 de este manual). Esta fase se considera hasta el inicio del manejo forestal. |
| 833 | 1,5-2,0 | | | A partir de una altura de 2,0 m, se puede ingresar animales vacunos durante época de primavera-verano para pastoreo; con ovinos a partir de los 1,5 m. Establecer programa de fertilización de la pradera, una adecuada capacidad de carga animal y un buen manejo de la pradera. |
| 833 | 5,0 | 2,0 | 233 | Iniciar esquema de manejo con podas y raleos. Podas y raleos deben hacerse con personas capacitadas, según prescripción técnica y DSM objetivo < 20 cm (punto 4 de este manual). |
| 600 | 7,0 | 3,5 | 200 | Disponer desechos en cordones o rumas, en sectores designados, para no afectar la pradera. |
| 400 | 9,0 | 5,0 | 150 | El manejo de la pradera considera: Fertilizar la pradera con fósforo, azufre y nitrógeno según análisis de suelo. |
| 250 | 11,0 | 6,5 | | El manejo animal considera: - Establecer una adecuada carga animal. - Establecer sistema de pastoreo rotativo. - Establecer un manejo sanitario adecuado. |
| 250 | 18-22 | 6.5 | | Hasta la rotación final del sistema silvopastoral, 35-40 años, se debe manejar adecuadamente la pradera y la carga animal para una mejor producción. |

H: Altura media de los árboles, en la cual se debe manejar o intervenir.

H poda: Altura a la cual se debe podar, en la oportunidad correspondiente.

Raleo: Árboles a extraer por hectárea. Cortar los de mala calidad o forma.

DSM (diámetro sobre muñon): Establecer diámetro objetivo del fuste podado, después de la poda, de menos de 20 cm.

*La densidad inicial puede fluctuar entre 425 a 1000 arb/ha.

Recomendaciones Generales:

- **Realizar raleos y podas en edades tempranas, con el objetivo de:**
 - **Obtener árboles manejados de buena calidad, con nudos pequeños y firmes, y lograr el diámetro sobre muñon (DSM) objetivo.**
 - **Disminuir el sombreado de la pradera.**
 - **Disminuir la cantidad de desechos que quedan en el suelo.**
- **Manejo animal:**
 - **Solamente ingresar animales cuando los árboles tengan la altura suficiente para no ser dañados por estos.**
 - **Establecer capacidad de carga animal, de acuerdo a disponibilidad de forraje de la pradera.**
- **Manejo de desechos:**
 - **Sacar en lo posible el máximo de desechos del sistema, especialmente los fustes que pueden ser usados como trozos con fines industriales, leña o postes.**
 - **Si no se puede sacar los desechos, picar el material y distribuir este homogéneamente, o ordenarlos en fajas entre las hileras de los árboles (en caso de sistemas en hileras dobles o triples), o alrededor de árboles individuales.**



5. RESULTADOS Y EXPERIENCIAS SILVOPASTORALES

El Instituto Forestal (INFOR), en conjunto con el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ha realizado diversas experiencias silvopastorales en la Patagonia. A continuación se exponen resultados obtenidos en ensayos realizados en el predio San Gabriel, en la localidad de Mano Negra, cercana a Coyhaique (Sotomayor,2009).

En el año 2003, se inició un proyecto de investigación donde se comparan dos sistemas silvopastorales con *Pinus contorta* Dougl. ex. Loud. (pino contorta); uno con distribución homogénea, o tradicional, de los árboles en el terreno, y el segundo con distribución de árboles en fajas alternas, ambos con una densidad aproximada de 400 arb/ha y podados a 40% de su altura, los que se comparan con un sistema ganadero tradicional sin árboles y con un sistema forestal manejado, con pino contorta a una densidad de 800 arb/ha y podados a un 40% de mas altura. El estudio abordó aspectos de productividad forestal, pratense y animal, además de fertilidad de suelos y el efecto de los árboles sobre el microclima.

Los resultados, después de cuatro temporadas de evaluación, 2004 a 2008, demuestran que el desarrollo de la pradera, en materia seca, fue significativamente superior en el sistema silvopastoral en fajas, seguido por el silvopastoral tradicional y por último el sistema ganadero. En relación a la producción animal, no existieron diferencias significativas entre tratamientos.

5.1 Producción Pradera

Los resultados de producción de la pradera se presentan en el Cuadro N° 6 y en la Figura N° 26.

Cuadro N° 6
Producción Pradera Temporadas 2004-2005 a 2007-2008

| Tratamiento | Producción Pradera por Temporada (kg MS/ha) | | | |
|-------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|
| | 2004-2005 | 2005-2006 | 2006-2007 | 2007-2008 |
| T2: Silvopastoral Tradicional | 1485,7 | 6109,7 | 4153,2 | 4330,9 |
| T3: Silvopastoral en Fajas | 2684,9 | 7181,6 | 6394,5 | 5359,7 |
| T4: Ganadero Puro | 2452,1 | 3832,0 | 3874,1 | 3513,6 |

En las cuatro temporadas de evaluación, la producción de la pradera en materia seca por hectárea en el sistema silvopastoral en fajas ha sido la que alcanzó las mayores producciones. La producción de la pradera en el sistema silvopastoral tradicional, ha evolucionado positivamente a partir de la segunda temporada, por sobre el sistema ganadero. Se ha observado un rápido incremento en la producción pratense en los tratamientos silvopastorales, a partir de la segunda temporada de evaluación, debido a una mayor protección sobre la pradera por parte de los árboles. Finalmente, el sistema ganadero puro ha sido el de menor desarrollo.

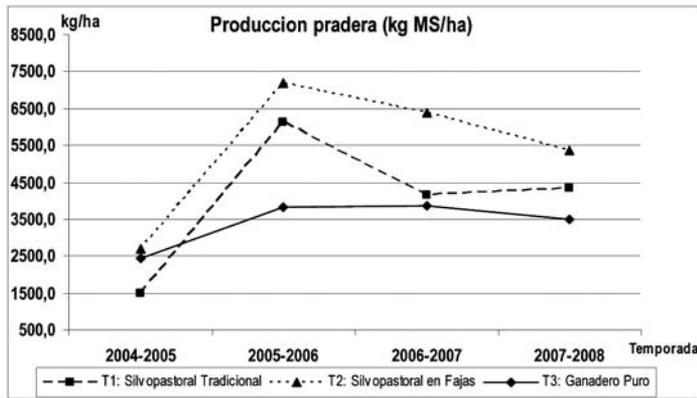


Figura N° 26. Evolución Producción Pradera Años 2004 a 2008



T1: tratamiento silvopastoral tradicional, con árboles homogéneamente distribuidos (izq.)
 T2: tratamiento con distribución de árboles en fajas alternas cada 21 m (centro)
 T3: pradera sin la influencia de árboles (der.).

Figura N° 27. Desarrollo de la Pradera en Relación a Presencia de Árboles, por Tratamiento

5.2 Producción Animal

La productividad de carne, en peso vivo por unidad de superficie, es la mejor expresión de la producción ganadera de un sitio, dado que refleja la producción de biomasa herbácea disponible para los animales, el estado de los animales y la condición ambiental del sector de producción.

Como se observa en el Cuadro N° 7 y Figura N° 28, durante los cuatro años de evaluación no se muestran grandes diferencias entre los tratamientos, con una producción similar entre éstos, y con una leve superioridad final del tratamiento en fajas.

Cuadro N° 7
Productividad Animal por Hectárea Efectiva de Pradera por Tratamiento

| Tratamiento | Ganancia en Carne (kg/ha) | | | | Producción Total 2004 a 2008 (kg/ha) |
|--------------------------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------------|
| | 2004-2005 | 2005-2006 | 2006-2007 | 2007-2008 | |
| T2. Silvopastoral Tradicional | 113,8 | 238,6 | 305,8 | 158,9 | 817,0 |
| T3. Silvopastoral en Fajas | 110,2 | 255,7 | 317,8 | 172,3 | 855,9 |
| T4. Ganadero Puro | 95,8 | 227,9 | 348,4 | 144,4 | 816,5 |

Durante el periodo de evaluación 2004-2008, el sistema en fajas fue el que obtuvo una mayor producción acumulada con 855,9 kg/ha, en comparación con 817 y 815,5 kg/ha para silvopastoral tradicional y ganadero, respectivamente (Figura N° 28).

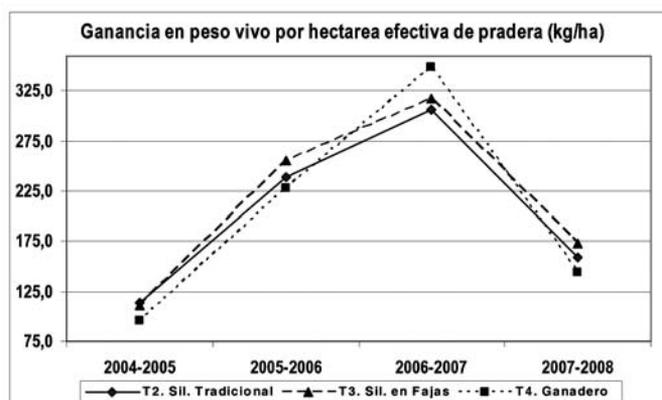


Figura N° 28. Evolución Ganancia en Peso Vivo Animal, por Hectárea Efectiva de Pradera Años 2004 a 2008

5.3 Producción Forestal

El desarrollo de la componente forestal se describe a continuación a través de la evolución de las variables diámetro (DAP) y área basal (AB).

En el Cuadro N° 8 y en la Figura N° 29, se muestra la evolución del DAP entre los años 2004 y 2008. Al comenzar el estudio el año 2004, los tres tratamientos tenían un DAP similar y cercano a los 13 cm, lo cual fue variando en el transcurso de los años. Es así que al año 2008, el tratamiento de mayor diámetro es el T2, superando en 1,1 cm al tratamiento en fajas y en 2,28 cm al tratamiento forestal manejado.

Lo anterior se debe fundamentalmente al efecto de la densidad (arb/ha) y a la distribución de los árboles en la superficie. Es así, que en el tratamiento T2 los árboles tienen un mejor desarrollo ya que han tenido un mayor espacio para su crecimiento, en relación a los otros dos tratamientos.

Cuadro N° 8
Desarrollo del DAP *Pinus contorta* Años 2004 a 2008

| Tratamiento | DAP (cm) | | | | | Incremento 2004-2008 (%) |
|--------------------------------------|----------|------|------|------|------|--------------------------|
| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | |
| T1: Forestal Manejado | 12,7 | 13,6 | 14,8 | 16,0 | 16,9 | 33,1 |
| T2: Silvopastoral Tradicional | 12,9 | 14,2 | 16,0 | 17,8 | 19,1 | 48,1 |
| T3: Silvopastoral en Fajas | 13,0 | 14,1 | 15,6 | 17,1 | 18,0 | 38,5 |

Si bien el tratamiento en fajas tiene una densidad similar que el tradicional, 400 y 357 arb/ha, en el primer tratamiento los árboles se concentran en una faja de terreno de menor área. Esta área de la faja tiene un ancho promedio de 6 m con un distanciamiento entre árboles en el sector interno de 2,2 m entre ellos y, entre los árboles exteriores entre fajas, el distanciamiento es de 21 m. Esto genera una mayor competencia entre los árboles, tanto aérea como radicular, y como resultado existe un menor desarrollo y una alta variabilidad entre los árboles exteriores e interiores. El menor DAP en el sistema forestal, tiene su explicación debido a la mayor densidad de este (800 arb/ha), respecto a los sistemas silvopastorales.

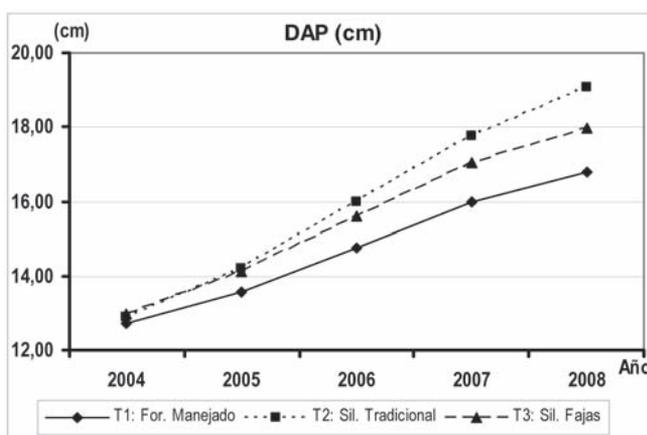


Figura N° 29. Evolución del DAP *Pinus contorta* Años 2004 a 2008

Para el caso del AB, como indicador de ocupación del sitio, se obtuvieron los siguientes resultados (Cuadro N° 9 y Figura N° 30).

Cuadro N° 9
Desarrollo del AB entre los Años 2004 a 2008

| Tratamiento | AB (m ² /ha) | | | | | Incremento 2004-2008 (%) |
|--------------------------------------|-------------------------|------|------|------|------|--------------------------|
| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | |
| T1: Forestal Manejado | 10,6 | 12,0 | 14,2 | 16,6 | 18,3 | 72,6 |
| T2: Silvopastoral Tradicional | 4,8 | 5,8 | 7,3 | 9,1 | 10,3 | 114,6 |
| T3: Silvopastoral en Fajas | 5,4 | 6,4 | 8,3 | 9,9 | 11,0 | 103,7 |

El AB, influenciada fuertemente por la densidad y luego por el DAP, indica que el tratamiento T1 obtiene una mayor AB con 18,3 m²/ha, producto de sus 800 árboles. Este valor (año 2008) es superior

en un 70% a los sistemas silvopastorales, que obtienen un AB entre 10,2 y 11 m²/ha, influenciados por una densidad menor, entre 357 a 400 arb/ha.

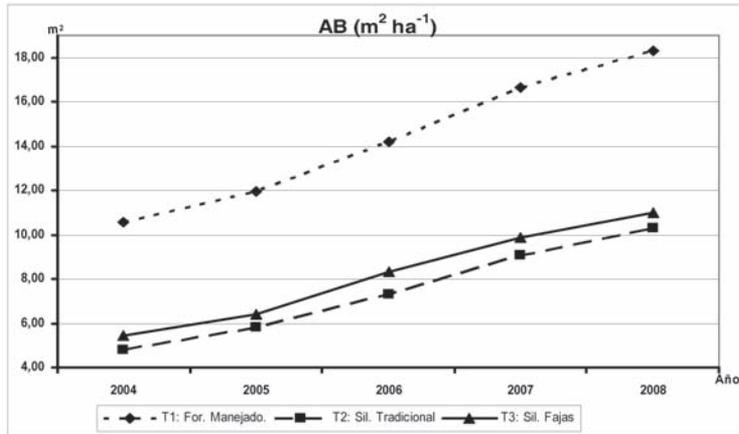


Figura N° 30. Evolución del AB Años 2004 a 2008



6. FOMENTO Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Para la implementación de sistemas silvopastorales, existen diversos incentivos en instrumentos de fomento elaborados por el Gobierno y destinados a ayudar a la población rural y a propietarios silvoagropecuarios en general.

Ley de Fomento Forestal DL.701, Modificada por Ley N°19.561 de 1998

Esta ley por 16 años, hasta el año 2011, bonifica acciones de forestación y recuperación de suelos degradados, a partir del año 1996. Considera, dentro de las bonificaciones establecidas, bonificar densidades silvopastorales, considerando además bonificación de la primera poda y el raleo, y el establecimiento de cortinas cortavientos.

Lo anterior es de suma importancia para los pequeños agricultores, en cualquier tipo de suelos, y para todo tipo de propietarios en suelos degradados. Para su postulación se debe presentar calificación de suelos, un plan de manejo con las prescripciones técnicas y cumplir con todos los requisitos para ello. Para mayor información concurrir a la Corporación Nacional Forestal (CONAF), al Centro Agroforestal Patagónico (CAP de INFOR), o a INFOR.

Programa de Recuperación de Suelos Degradados (SIRSD)

Esta ley bonifica acciones de recuperación de suelos hasta el año 2009. Para un manejo silvopastoral, ésta considera bonificaciones para la fertilización con fósforo y calcio, recuperación y siembra de praderas, cercado y limpias, entre otras. Los incentivos para estas actividades pueden ser utilizados para sistemas silvopastorales realizados según el concepto de ordenación predial. Además considera incentivos para el establecimiento de cortinas cortavientos y protección y recuperación de riberas de cursos de aguas. Para mayor información concurrir a oficinas de Instituto de Desarrollo Agropecuario INDAP, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), al CAP-INFOR o a INFOR.

7. CONCLUSIONES

Como se ha expuesto en el presente documento, la implementación de sistemas silvopastorales es de interés para pequeños y medianos agricultores o propietarios. Los sistemas silvopastorales, si bien son factibles y en muchos casos más rentables, o similares que usos ganaderos o forestales puros, requieren de una adecuada planificación, implementación y manejo del sistema para que este se haga productivo y rentable.

Con la implementación de este tipo de sistemas integrados de producción, se pueden obtener beneficios productivos o de rentabilidad privada, junto a otros beneficios que sin duda los agricultores deben considerar, como:

Beneficios Productivos

Ingresos por venta de madera, carnes, lana, y forraje.

El hecho de tener diversos elementos productivos en la misma unidad predial (como ganado, madera, forraje), le permite al agricultor durante la duración del sistema poder obtener diversos ingresos intermedios y, ante situaciones de inestabilidad de mercado, poder estabilizar los ingresos con una mayor diversidad de productos.

Beneficios Ambientales

Protección que le otorga el árbol a diversos recursos naturales como el suelo y el agua.

Aumento de la biodiversidad predial.

Mejoramiento del bienestar animal, por la protección que le otorgan los árboles ante condiciones climáticas adversas.

El seleccionar uno u otro sistema, con uno u otro esquema de manejo o diseño, con especies de rápido crecimiento o de alto valor, con ovinos o bovinos, dependerá de las características del predio, de las necesidades o preferencias de los propietarios y de las posibilidades existentes. El propietario para su decisión debiera consultar con un asesor técnico, que tenga conocimiento de esta posibilidad productiva, o acercarse al Centro Agroforestal Patagónico (CAP) o a Infor.

8. REFERENCIAS

Ganderats, S., 2001. Antecedentes sobre la producción de praderas en Aysén. Boletín INIA N° 69. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Coyhaique, Chile. 53 p.

García E., Sotomayor, A., Silva, S. y Valdebenito, G., 2000. Establecimiento de plantaciones forestales. Documento de divulgación N° 17, Instituto Forestal, Santiago, Chile. 33 p.

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

Hepp, C., 1996. Praderas en la Zona Austral: XI Región (Aysén). En: Praderas para Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Santiago (Chile). pp. 623-638.

INFOR, s.f. Manual de forestación. Técnicas para el establecimiento de plantaciones forestales en Aysén. INFOR, Sede Coyhaique. 21p.

Robinson, J. L. y Clason, T., 2000. De sistemas pastoriles a silvopastorales. Centro Nacional de Agroforestería, Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los EE. UU., Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Rocky Mountain Station/USDA Natural Resources Conservation Service, East Campus-UNL, Lincoln, Nebraska, 68583-0822. 4p.

Sotomayor, A., 1989. Sistemas silvopastorales y su manejo. Documento Técnico N° 42. Revista Chile Forestal, Diciembre 1989. CONAF. 8p.

Sotomayor, A., Helmke, E. y García, E., 2002. Manejo de plantaciones forestales. Instituto Forestal, Santiago, Chile. 32 p.

Sotomayor, A. y García E., 2004. Cartilla Agroforestal N° 2, Sistemas Silvopastorales. Instituto Forestal, Concepcion, Chile, 2004. 4 p.

Sotomayor, A., García E., Gonzalez, M., Lucero, A. y Vargas, V., 2008. Modelos Agroforestales, Sistema Productivo Integrado para una Agricultura Sustentable. Instituto Forestal, Concepcion, Chile. 24 p.

Sotomayor, A., 2009. Manejo silvopastoral con *Pinus contorta* Dougl.ex.Loud. como alternativa productiva sustentable para propietarios ganaderos en la Región de Aysén, Chile. Tesis Doctoral, Universidad de Cordoba, España. 304 p.

Valencia, V., 1997. Curso Capacitación, Programa de Recuperación Productiva de Suelos, Región de Aysén. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Coyhaique, Chile.