

---

# ANÁLISIS DE UN SISTEMA SILVOPASTORAL CON *Pinus contorta* (Dougl. ex Loud.) EN LA XI REGIÓN DE CHILE

Alvaro Sotomayor Garretón<sup>1</sup>, Ivan Moya Navarro<sup>2</sup> y Osvaldo Teuber Winkler<sup>3</sup>

## RESUMEN

En el año 2003 se estableció una investigación para evaluar la potencialidad de los sistemas silvopastorales con *Pinus contorta* (Dougl. ex Loud), en la zona intermedia de la Provincia de Coyhaique, XI Región de Chile, en la Patagonia Chilena. Para su evaluación se compara dos diseños silvopastorales con *Pinus contorta*, uno con manejo y el otro sin manejo, versus usos tradicionales de la tierra en la Región de Aysén, como es el manejo ganadero con bovinos sobre una pradera naturalizada.

Los sistemas silvopastorales fueron establecidos sobre una plantación de *Pinus contorta* de 12 años sin manejo, bajándose a una densidad de 400 árboles por hectárea, y podados al 40% de la altura, bajo dos ordenamientos: Sistema tradicional silvopastoral, dejándose los 400 árboles uniformemente distribuidos en la superficie (T1), y un sistema silvopastoral en faja, dejando tres hileras de árboles en contorno, espaciadas a 21 metros una faja de la otra (T2). Ambos sistemas fueron combinados con pradera natural fertilizada, utilizándose bovinos criollos de la zona. El sistema ganadero (T3) es el tradicional de la zona, con una pradera natural fertilizada y sin protección de árboles. El sistema forestal puro (T4) contaba con una densidad inicial de 1.514 arb/ha y se raleó a 800 arb/ha, con una poda al 40% de la altura.

Los resultados del estudio arrojan que los sistemas silvopastorales mostraron ser una interesante alternativa para los productores de la Patagonia, dado que les permite obtener ingresos intermedios por la venta de carne y madera proveniente de raleos, mientras que obtendrán un ingreso final por la venta de madera por el componente forestal. La producción de carne en peso vivo, indicó que estos sistemas son apropiados para la zona, ya que la producción fue similar a la del sistema ganadero en los primeros dos años de evaluación, aunque el área efectiva de pastoreo se redujo, mostrando la influencia beneficiosa de los árboles al variar positivamente los factores climáticos como viento y temperatura.

Palabras claves: Sistema silvopastorales, *Pinus contorta*, Patagonia.

---

<sup>1</sup> Ingeniero Forestal, Master of Science, Investigador, Instituto Forestal Sede Bio Bio, Chile, asotomay@infor.cl

<sup>2</sup> Ingeniero Forestal, Investigador, Instituto Forestal Sede Patagonia, Chile, imoya@infor.cl.

<sup>3</sup> Ingeniero Agrónomo, Investigador, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Tamel Aike, oteuber@inia.cl

## ANALYSIS OF A SILVOPASTORAL SYSTEM WITH *Pinus contorta* (Dougl. ex Loud.) IN THE XI REGION OF CHILE

### SUMMARY

In 2003 a study was established in the XI Region of Chile (Aysén Region) to evaluate the potentiality of a silvopastoral system with *Pinus contorta* (Dougl. ex Loud.). This research considered the comparison of the traditional way of livestock system in this region with a forest production system, and with two different arrangements of silvopastoral system.

This research considered four treatments to compare among them: T1, a traditional silvopastoral system with 400 stems  $\text{ha}^{-1}$ , pruned to 40% height, sparse in the land; T2, with 400 stems  $\text{ha}^{-1}$ , arranged in 3 rows, 21 m apart between the 3 rows, to stimulate prairie development, and pruned to 40% height; T3, a traditional livestock production system in a natural fertilized prairie; T4, a thinned forest system from 1514 to 800 stems  $\text{ha}^{-1}$ , pruned to 40% height.

The results indicated that the silvopastoral systems are an important alternative for the farmers in the patagonian region, because they can get in the first period of growth (4 to 35 years), forage, meat, poles and small logs from thinning, and at the end of the rotation (40 to 45 years), pruned wood at better prices, and raw wood for the local market. In the first two years of evaluation, the production of live meat was similar than the production of the traditional way, and indicated that these systems are appropriated for the region.

Key words: Silvopastoral systems, *Pinus contorta*, Patagonia.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad los pequeños y medianos propietarios silvoagropecuarios ubicados en la Región de Aysén, Chile, destinan gran parte de sus suelos a la actividad ganadera extensiva, sin resguardo de la capacidad de uso de los suelos, encontrándose vastas extensiones de suelos de aptitud VI y VII (forestal-ganadera) cubiertas con praderas naturales de regular a mala calidad, con una baja productividad para la producción de carne y lana y con suelos erosionados producto de un sobretalajeo y de una baja protección con vegetación perenne sobre estos. Lo anterior debido a que es el único rubro que les permite ingresos anuales, tanto para la generación de bienes para el autoconsumo como para la venta y generación de recursos para la compra de productos de primera necesidad para su grupo familiar.

El mejoramiento de la rentabilidad de los predios de la Región Aysén, o al menos de un importante segmento de ellos, pasa por innovar e incorporar tecnologías adecuadas, que permitan mejorar la eficiencia de producción de sus rubros tradicionales y que considere la sustentabilidad del sistema utilizado. Dentro de esta innovación e incorporación de tecnología, es posible la integración del rubro forestal y ganadero, o Sistema Silvopastoral, dentro de un mismo espacio físico, potrero, o bajo un ordenamiento predial, que permita generar una simbiosis positiva, en la cual se vean beneficiados ambos rubros.

Desde el punto de vista técnico, con la incorporación de árboles en las unidades prediales destinadas a la ganadería, ordenados de acuerdo a algún diseño silvopastoral o de cortinas cortavientos, se puede ayudar a incrementar la productividad de los recursos agropecuarios, principalmente forraje y ganado bovino u ovino, por el mejoramiento de las condiciones ambientales dentro de su área de influencia, gracias a la protección brindada por los árboles a los vegetales y animales (disminución de la velocidad del viento, aumento la temperatura ambiental y de suelo, disminución del déficit hídrico, protección del ganado contra nieve y lluvias, entre otros) (Sotomayor *et al.*, 2004; Sotomayor, 1990a; Red Agroforestal, 2006; Quam y Johnson, 1999). Al mismo tiempo, los recursos forestales introducidos se verán beneficiados por la incorporación del ganado en el sistema, a través del control de malezas que afectan el establecimiento y crecimiento de las plantas, en especial en los primeros años de crecimiento (disminuyendo a su vez la posibilidad de incendios forestales), del reciclaje de nutrientes en el suelo, así como también estarán beneficiados por las fertilizaciones que reciben las praderas y cultivos forrajeros asociados a las plantaciones, y por el mayor espacio dejado para el crecimiento de los árboles, producto de un ordenamiento agroforestal. Otro aspecto ambiental importante que pueden otorgar los árboles, es la protección de los suelos frente al viento y las gotas de lluvia, por lo que se espera una disminución de la erosión.

Desde el punto de vista económico, los productores locales que incorporen estas tecnologías mixtas y las integren dentro de sus predios, podrán mantener un flujo de caja anual, dado por la venta de animales (carne y lana), que permitirá solventar los gastos propios del grupo familiar, como también del manejo de los bosques mientras estos maduran y entreguen productos (Sotomayor, 1990c), y así mejorar su calidad de vida (Leslie, *et al.*, 1998; Polla, 1998). Podrán obtener recursos madereros intermedios, como madera para postes o leña, al momento de efectuar las labores de raleos y poda y, finalmente, podrán obtener productos

maderables de alta calidad (madera libre de nudos) al final de la rotación de la plantación forestal al haber manejado sus bosques. Además, se puede señalar que los predios se valorizarán, al momento de establecer una masa forestal dentro de ellos.

Todo este sistema integrado de producción silvopastoral, se caracterizará por su sustentabilidad, ya que permitirá recuperar terrenos degradados, controlando los procesos de erosión, permitiendo la protección de los cursos de agua y mejoramiento de la calidad del agua, aumentando la capacidad de captura del CO<sub>2</sub> atmosférico (Red Agroforestal, 2006) y, al mismo tiempo, cumplirá con generar un paisaje estéticamente más agradable y con la preservación y aumento de la vida silvestre.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Incrementar la productividad de los predios de la Región de Aysén, mediante la innovación en el uso de los suelos y de las plantaciones con sistemas de manejo silvopastoral.

### Objetivos Específicos

Analizar el comportamiento de las variables dasométricas en *Pinus contorta*, bajo diferentes densidades y manejos forestales y silvopastorales.

Comparar la productividad de una pradera natural, bajo la influencia de diferentes densidades forestales con la especie *Pinus contorta* versus una situación ganadera tradicional sin árboles.

Comparar la productividad y comportamiento animal con vacunos de raza criolla, bajo la influencia de diferentes densidades forestales con la especie *Pinus contorta* versus una situación ganadera sin árboles.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Ubicación del Ensayo

El estudio está siendo desarrollado en el predio San Gabriel, ubicado en la Comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.

Unidad Experimental San Gabriel

Sector Mano Negra, 28 km al norte de la ciudad de Coyhaique.

Especie forestal utilizada: *Pinus contorta*

Tipo de Pradera: Pradera Natural

Especies Animales Utilizados: Vacunos de razas tradicionales e híbridos

## Caracterización de la Unidad Experimental

El área del ensayo está ubicada en una zona agroclimática intermedia (Cuadro N° 1), en una ladera con exposición oeste.

Las condiciones climáticas de la Región de Aysén tienen como característica un volumen de precipitaciones y potencia de los vientos de gran intensidad. Sin embargo, esta intensidad dependerá de la ubicación geográfica, existiendo una marcada gradiente geográfica transversal. De acuerdo a esta gradiente, la Región de Aysén puede dividirse básicamente en tres zonas agroecológicas (IREN -CORFO, 1979):

**Húmeda:** Conformada por el sector de canales y fiordos, mientras que en su porción continental corresponde a la vertiente occidental de la Cordillera Patagónica.

**Estepa Fría:** Ocupa los sectores adyacentes a la frontera con Argentina y está caracterizada por sus cuencas y amplias mesetas.

**Intermedia:** Se extiende en sentido longitudinal entre Cisnes Medio y la cuenca del lago Cochrane y desde la vertiente occidental de la Cordillera Andino Patagónica hacia el este, hasta confundirse gradualmente con la Zona de Estepa.

Las principales variables climáticas aparecen resumidas en el Cuadro N° 1.

**Cuadro N° 1**

### PARÁMETROS CLIMÁTICOS DE LAS ZONAS AGROECOLÓGICAS DE LA REGIÓN DE AYSÉN

Parámetros	Zona Agroclimática		
	Húmeda <sup>a</sup>	Intermedia <sup>b</sup>	Estepa <sup>c</sup>
T° media (°C)	9.0	7.7	6.5
T° media mínima (°C)	5.7	3.9	2.2
Período libre heladas (días)	187	117	39
Viento fuerte (días)	20 nudos <	6	57
	30 nudos <	0	10
Precipitaciones (mm año <sup>-1</sup> )	2.000 - 4.000	500 - 1.500	400 - 700
Régimen hídrico	Superávit todo el año	Déficit estacional +	Déficit estacional ++
Suelo	Delgados Medianamente ácidos a ácidos Textura gruesa	Profundos Medianamente ácidos Livianos	Delgados Medianamente ácidos a neutro Textura gruesa

IREN-CORFO (1979a) e IREN-CORFO (1979b).

<sup>a</sup> Localidad de referencia Pto. Aysén. <sup>b</sup> Localidad de referencia Coyhaique. <sup>c</sup> Localidad de referencia Balmaceda.

+ Prolongación.

Dentro de los fenómenos climáticos regionales, el viento es el que reviste mayor importancia. Según un estudio desarrollado por Mejías *et al* (2001), en que analiza el efecto del viento en labores de labranza realizadas en primavera, se ha registrado una pérdida de suelo superior a las 15 t/ha, por acción eólica. Es importante señalar que el 20% de esta pérdida correspondería a la porción más fértil del suelo, incluyendo nutrientes (N, P, K y S) y materia orgánica (Mejías, 2001).

Además, se debe agregar que la incidencia de vientos fuertes en la Zona Intermedia se produce principalmente entre los meses de diciembre y febrero. En la Zona de Estepa esta situación es aún más adversa, produciéndose los vientos fuertes en más del 90% del año y

concentrando su mayor intensidad entre los meses de diciembre y febrero.

Otra consecuencia relevante de la presencia de este tipo de viento, es la demanda de humedad del suelo. Al respecto, se debe precisar que en las zonas Intermedia y de Estepa sólo el 15% de las precipitaciones se producen entre los meses de diciembre y febrero, coincidiendo con la alta incidencia de vientos señalada anteriormente. Esto permitiría explicar la información entregada en el cuadro anterior, respecto del déficit estacional en los regímenes hídricos producidos en ambas zonas.

## Método

### - Tratamientos

Para evaluar la factibilidad de la combinación silvopastoral en la Región de Aysén y dado que no se podía instalar un ensayo desde el establecimiento del componente forestal, por la larga espera de maduración de las plantaciones de *Pinus contorta*, este estudio consideró la implementación de módulos forestales y silvopastorales sobre plantaciones existentes y no manejadas de *Pinus contorta* de 12 años de edad, con el objeto de evaluar y validar bajo las condiciones regionales, algunas alternativas de ordenamiento de las plantaciones y su manejo silvopastoral, con el objeto final de mejorar la productividad general del predio.

Se instaló unidades de investigación que permitieran estudiar el comportamiento de esta especie bajo diferentes densidades y manejo y su influencia en la productividad de una pradera naturalizada y sobre la producción ganadera.

Los tratamientos incluidos en el ensayo son descritos en el Cuadro N° 2.

**Cuadro N° 2**  
**TRATAMIENTOS EVALUADOS**

Tratamientos a Probar:	Especie Forestal: <i>Pinus contorta</i>	
No. Tratamiento	Descripción de Tratamientos	Superficie (ha)
T1:	Forestal Manejado	0,5
T2:	Silvopastoral Tradicional con pradera natural	5
T3:	Silvopastoral en Fajas con pradera natural	5
T4:	Ganadería Tradicional con pradera natural	5

**T1. Sistema Forestal Manejado:** A través de esta propuesta de esquema de manejo forestal, se pretende demostrar una alternativa de manejo para estos bosques, para la obtención de productos de mejor calidad, al obtener trozos manejados, sin nudos o con nudos pequeños y firmes (Cuadro N° 3).

**Cuadro N° 3**  
**SITUACIÓN INICIAL SISTEMA FORESTAL MANEJADO Y PROPUESTA DE MANEJO**

Situación Plantación <i>P. contorta</i> (T 1) año 2003			
Año plantación		1991	
Densidad		1514 arb/ha	
H total		6,66 metros	
Propuesta Manejo			
Altura (H)(m)	H poda (m)	Raleo hasta (arb/ha)	DSM (cm)
6,6 (año 2004)	2,6 m (40%)	800	< 18
10	4,0 m	600	< 18
14	5,5 m	400	< 18
22	5,5 m	Cosecha 400	< 18

H poda: altura a la cual se poda en la oportunidad correspondiente.

Raleo hasta: número de árboles a obtener después del raleo.

DSM (diámetro sobre muñón): diámetro del sector podado, después de la poda.





**T4. Manejo Ganadero Tradicional:** En este tratamiento, se realizan las actividades tradicionales de un manejo ganadero en la zona de Aysén, con mejoramiento de pradera natural, a través de fertilización con nitrógeno y azufre, y la utilización de bovinos, como producción animal. La superficie está cubierta íntegramente con una pradera natural, sin la presencia de árboles en ella.

## Diseño Experimental

### - Evaluación Forestal

Los parámetros a evaluar en los tratamientos con presencia de árboles son: Diámetro a la altura del pecho (DAP cm), Área Basal (AB m<sup>2</sup>/ha), Altura Total (H m), Diámetro Sobre Muñón (DSM cm). Tres parcela por tratamiento, distribuidas al azar.

**T1. Forestal Manejado:** Parcelas circulares de 200 m<sup>2</sup>, distribuidas al azar dentro del área del tratamiento, para la evaluación de las variables forestales.

**T2. Silvopastoral Tradicional:** Parcelas rectangulares, de 1.008 m<sup>2</sup> (24 x 42 m), distribuidas al azar dentro de las 5 ha del tratamiento, para la evaluación de las variables forestales.

**T3. Silvopastoral en Fajas:** Parcelas rectangulares, de 1.008 m<sup>2</sup> (24 x 42 m), distribuidas al azar dentro de las 5 ha del tratamiento. Las parcelas están orientadas en el sentido de la pendiente de forma que puedan incluir en estas dos fajas (hilas de 3 líneas plantación) de árboles y un área completa de pradera entre estas fajas, para la evaluación de las variables forestales.

### -Evaluación Ganadera y Pratense

#### T4. Ganadero Tradicional:

**Productividad de la Pradera:** Para la medición de la productividad de la pradera dentro del tratamiento T4, en materia seca/ha, se mide las variables de la pradera utilizando jaulas metálicas de exclusión, de una medida de 50 cm de ancho x 100 cm de largo x 50 cm de alto. Se utilizan 7 jaulas de exclusión para cada tratamiento donde se evalúa además de la productividad de la pradera del tratamiento T4, su productividad en T2 y T3, para así comparar entre tratamientos.

**Evaluación Productividad Animal:** Para la evaluación de la productividad animal, incremento en peso vivo (kg), dentro de los tratamientos T2, T3 y T4, se usa una masa animal constituida por 8 animales bovinos, de aproximadamente 300 kg de peso vivo al inicio de cada temporada.



## Exposición de Resultados y Análisis

Los resultados del estudio son expuestos en cuadros y figuras y comparados entre sí con análisis de varianza y pruebas de hipótesis específicas (LSD) cuando corresponde.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Productividad y Evolución de la Pradera

Los resultados de la productividad de la pradera, en materia seca por hectárea, en base a la productividad de jaulas de exclusión proyectada a la hectárea, son presentados en el Cuadro N° 6, y Figuras N° 3 y 4.

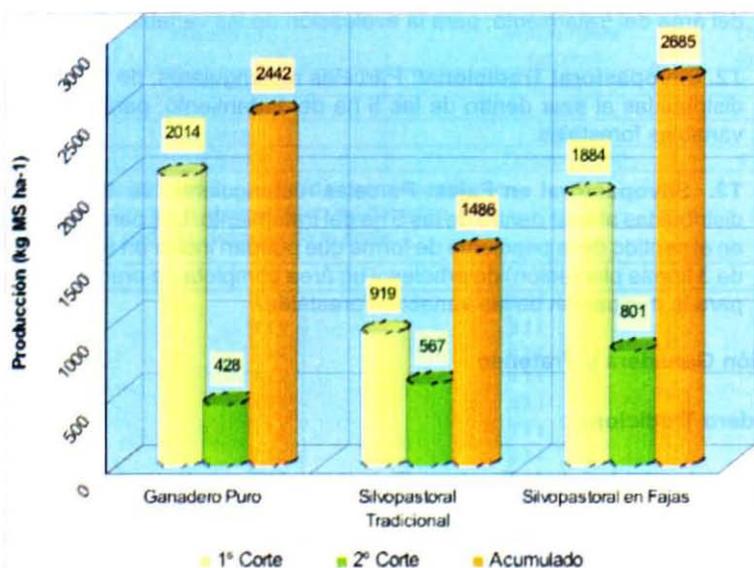


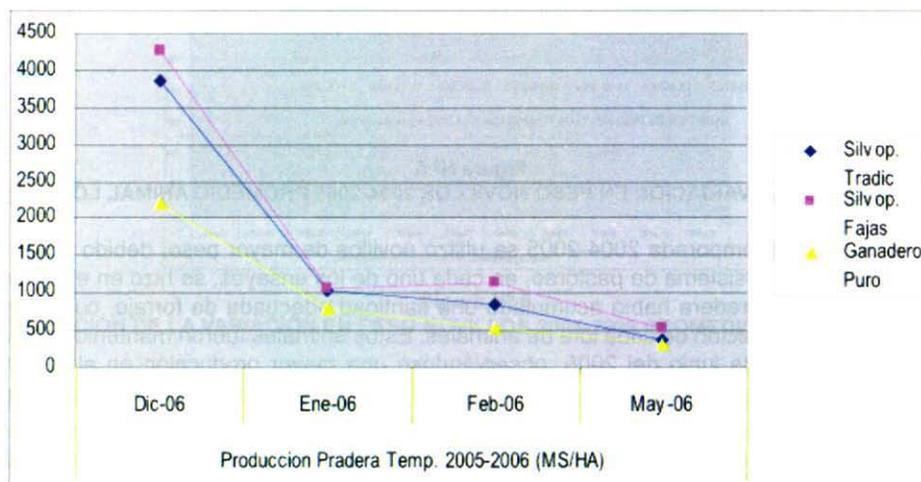
Figura N° 3  
PRODUCCIÓN PRADERA TEMPORADA 2004-2005

Cuadro N° 6  
PRODUCCIÓN PRADERA TEMPORADA 2005-2006

	Producción Pradera Temp. 2005-2006 (MS/HA)					Significancia
	Dic-06	Ene-06	Feb-06	May-06	Total Temp	
Silvop. Tradic	3877,5	1022,6	835,8	373,9	6109,8	a
Silvop. Fajas	4262,8	1048,3	1130	540,5	6981,6	a
Ganadero Puro	2193,1	785,4	539,4	314,1	3832,0	b

Materia Seca: MS (kg/ha)

Se destaca que para todas las fechas evaluadas y en las dos temporadas de evaluación, la pradera en el Sistema Silvopastoral en Fajas ha sido la que alcanzó las mayores producciones. El Silvopastoral Tradicional ha evolucionado positivamente en la segunda temporada, por sobre el sistema ganadero, debido a un mayor tiempo para el desarrollo de la pradera después de la apertura del dosel superior. Finalmente, el Sistema Ganadero Tradicional ha sido el de menor desarrollo, probablemente por el mal manejo anterior dado por el propietario. Estos resultados comienzan a mostrar una tendencia positiva en el desarrollo de la pradera al comparar los sistemas silvopastorales sobre los ganaderos puros.



Materia Seca MS (kg/ha)

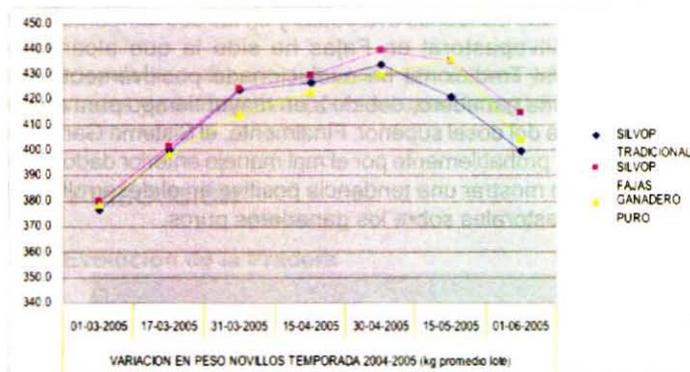
Figura N° 4  
EVOLUCIÓN DE PRODUCCIÓN MATERIA SECA PRADERA TEMPORADA 2006

## Productividad Animal y su Evolución

### - Temporada 2004-2005

Cuadro N° 7  
VARIACIÓN EN PESO NOVILLOS 2004-2005 (kg PROMEDIO ANIMAL LOTE)

	VARIACION EN PESO NOVILLOS TEMPORADA 2004-2005 (kg promedio lote)						
	01-03-2005	17-03-2005	31-03-2005	15-04-2005	30-04-2005	15-05-2005	01-06-2005
Silvopastoral Tradicional	376,9	400,0	423,9	426,5	433,6	421,1	399,8
Silvopastoral Fajas	380,0	401,5	424,3	429,5	439,6	435,4	414,6
Ganadero Tradicional	378,8	398,4	414,3	423,5	430,3	436,3	405,0



**Figura N° 5**  
**EVOLUCIÓN DE LA VARIACIÓN EN PESO NOVILLOS 2004-2005 PROMEDIO ANIMAL LOTE (Kg.)**

Durante la temporada 2004-2005 se utilizó novillos de mayor peso, debido a que la entrada de estos al sistema de pastoreo, en cada uno de los ensayos, se hizo en el mes de marzo, cuando la pradera había acumulado una cantidad adecuada de forraje, como para sustentar la alimentación de cada lote de animales. Estos animales fueron mantenidos hasta los primeros días de junio del 2005, observándose una mayor producción en el sistema Silvopastoral en Fajas, seguido del Ganadero Tradicional y finalmente el Silvopastoral Tradicional, aunque la tendencia general fue relativamente homogénea.

#### - Temporada 2005-2006

**Cuadro N° 8**  
**VARIACIÓN EN PESO NOVILLOS 2005-2006 (kg PROMEDIO ANIMAL LOTE)**

	VARIACION EN PESO NOVILLOS TEMPORADA 2005-2006 (kg promedio lote)										
	15-Dic-05	31-Dic-05	16-Ene-06	31-Ene-06	15-Feb-06	01-Mar-06	15-Mar-06	30-Mar-06	17-Abr-06	02-May-06	24-May-06
Silvopastoral Tradicional	305,6	318,9	341,0	359,4	370,9	382,5	386,6	402,6	419,1	424,6	413,4
Silvopastoral Fajas	305,4	323,1	347,0	363,8	380,8	395,4	410,0	436,5	436,4	443,8	440,1
Ganadero Tradicional	305,9	317,3	341,4	360,6	385,0	402,4	401,8	426,0	437,5	428,4	

Los animales del sistema Silvopastoral en Fajas en la última temporada, acumularon ganancias de peso hasta el 2 de mayo, pasando de 305,4 kg/cabeza en promedio a 443,8 kg/cabeza, lo que representó una ganancia total de 138,4 kg/cabeza, para todo el período de pastoreo. En el siguiente pesaje realizado el día 24 de mayo, los animales del Sistema Silvopastoral en fajas comenzaron a perder peso, ya que pasaron de 443,8 kg/cabeza a 440,1 kg/cabeza, por lo que se decidió sacar a estos animales del sistema y terminar su evaluación con fecha 24 de mayo.

Finalmente, los animales del sistema Silvopastoral Tradicional, acumularon ganancias de peso hasta el 2 de mayo, pasando de 305,6 kg/cabeza en promedio a 424,6 kg/cabeza, lo que representó una ganancia total de 119 kg/cabeza, para todo el período de pastoreo. En

el siguiente pesaje realizado el día 24 de mayo, los animales del sistema Silvopastoral Tradicional comenzaron a perder peso, ya que pasaron de 424,6 kg/cabeza a 413,4 kg/cabeza, por lo que se decidió sacar a estos animales del sistema y terminar su evaluación con fecha 24 de mayo.

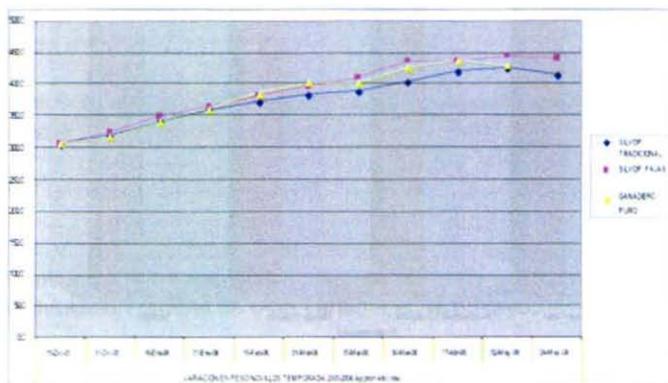


Figura N° 6

#### EVOLUCIÓN DE LA VARIACIÓN EN PESO NOVILLOS 2005-2006 PROMEDIO ANIMAL LOTE (kg)

Los animales mantenidos en el sistema Ganadero Tradicional lograron acumular peso desde 305,9 kg/cabeza de promedio a 428,4 kg/cabeza de promedio a 2 de mayo, lo que representó una ganancia total de 122,5 kg/cabeza, para todo el período de pastoreo. En el pesaje realizado el día 02 de mayo, los animales del sistema Ganadero Tradicional comenzaron a perder peso, ya que pasaron de 437,5 kg/cabeza a 428,4 kg/cabeza, por lo que se decidió sacar a estos animales del sistema y terminar su evaluación con fecha 2 de mayo.

Esta baja de peso que comenzaron a manifestar los animales se debió a la falta de alimento, debido a que ya se había consumido prácticamente toda la pradera existente en cada uno de los sistemas, y además, a la tasa de crecimiento de la pradera, que hacia esta época del año, es cercana a cero, debido a las condiciones climáticas frías que comienzan a predominar desde mediados de mayo en adelante. Por lo anterior, después del último pesaje de los animales (24 de mayo), se decidió dar fin a las evaluaciones de la temporada.

### Productividad y Evolución de los Parámetros Forestales

#### - Diámetro Altura del Pecho (DAP)

La evolución del diámetro en los tratamientos con presencia de árboles se puede apreciar en la Figura N° 7 y se puede observar claramente la diferencia de diámetros, entre los distintos sistemas forestales ensayados en este proyecto. Al inicio del ensayo los tratamientos quedaron con un DAP medio en torno a los 12 cm, en forma pareja, pero luego de dos temporadas de crecimiento se evidencia la diferencia por efecto de la densidad entre los sistemas, lo que repercute en aumento de los diámetros en los sistemas con menos árboles por hectárea, es decir los sistemas silvopastorales, con una leve superioridad en el sistema Silvopastoral Tradicional por tener una menor competencia individual.

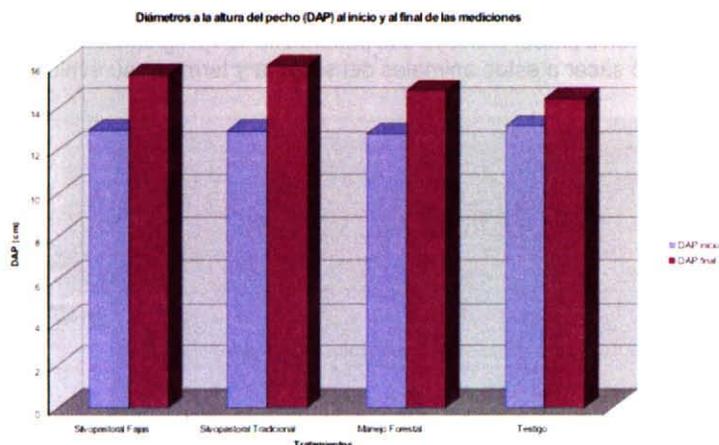


Figura N° 7

DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) DE LOS ÁRBOLES EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS ENSAYADOS EN EL PREDIO SAN GABRIEL, AL INICIO DEL ENSAYO (2004) Y EN LA MEDICIÓN 2006

#### - Área Basal (AB)

En la Figura N° 8 se puede observar la evolución del área basal como indicador de ocupación del sitio en los diferentes tratamientos. Se observa el efecto de la densidad en este parámetro, dado que estos tratamientos fueron raleados desde una densidad de 1514 arb/ha (testigo) a las densidades silvopastorales (400 arb/ha) y 800 arb/ha en el tratamiento con manejo forestal.

#### Áreas Basales en los distintos tratamientos

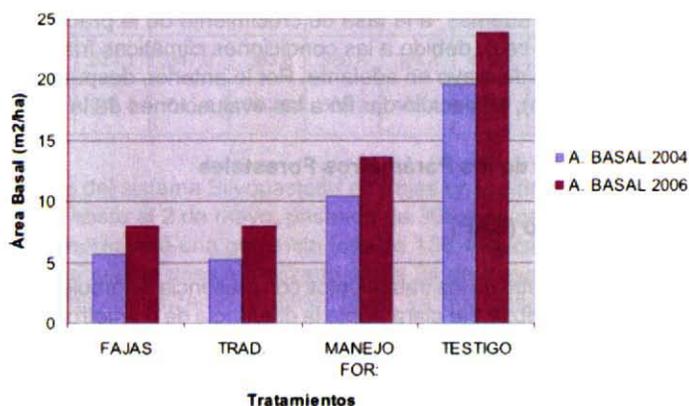


Figura N° 8

EVOLUCIÓN DEL ÁREA BASAL DE LOS DISTINTOS ENSAYOS FORESTALES ESTABLECIDOS EN EL PREDIO SAN GABRIEL, EVALUADOS EN EL AÑO 2004 Y EN EL 2006

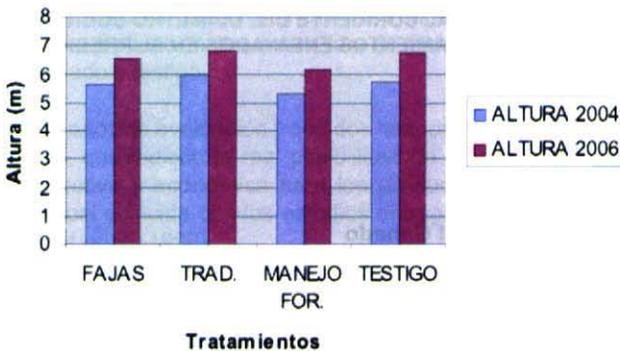
Pese a que cada tratamiento tiene un número distinto de individuos por hectárea, este parámetro se ha ido incrementando en forma similar en los distintos tratamientos. Esto indica que en todos los tratamientos o densidades arbóreas existe aún un potencial de crecimiento y que la competencia entre los individuos aún no es muy alta. Con los años se debería esperar que el testigo forestal, con más árboles por hectárea, sea el primero en disminuir su crecimiento, por y la competencia entre los árboles.

En el otro sentido los dos tratamientos silvopastorales, por tener una baja densidad de árboles en la hectárea (400 app.) debieran tener un incremento más sostenido del área basal.

### - Altura Total (H)

La altura es un índice de calidad del sitio y dado que los ensayos han sido instalados en un sitio similar, no se observa diferencias significativas de la altura entre los tratamientos, mostrándose una evolución natural de esta variable en el ensayo.

**Alturas al inicio y al final del ensayo**

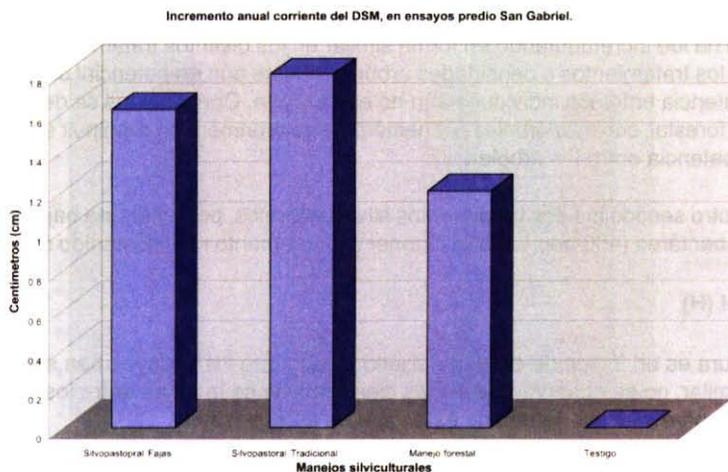


**Figura N° 9**

**ALTURA DE LOS ÁRBOLES EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS ENSAYADOS EN EL PREDIO SAN GABRIEL, AL INICIO DEL ENSAYO Y EN LA MEDICIÓN DE 2006**

### - Diámetro Sobre Muñón (DSM)

Por último en la Figura N° 10, se aprecia la respuesta del DSM en los distintos tratamientos donde se realizó poda, por efecto de la cicatrización del área de corte, el DSM inicialmente obtenido fue de 15,1 cm promedio en los tratamientos. Se puede observar en el incremento anual del DSM, que la respuesta a la poda y raleo es mejor en el sistema Silvopastoral Tradicional, relacionado con la respuesta en diámetro por un mayor espacio de crecimiento, seguido por el sistema Silvopastoral en Fajas, ambos con cerca de 400 individuos por hectárea, y disminuye en el sistema donde se realizó el manejo forestal con fines madereros por efecto de una mayor densidad arbórea. Lo anterior está indicando que los sistemas silvopastorales desarrollarán una mayor proporción de madera libre de nudos al final de la rotación.



**Figura N° 10**  
**INCREMENTO ANUAL CORRIENTE DEL DIÁMETRO SOBRE MUÑÓN,**  
**EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS ENSAYADOS EN EL PREDIO SAN GABRIEL**

## CONCLUSIONES

### Producción de la Pradera y del Ganado

De acuerdo a los resultados obtenidos en las dos primeras temporadas de evaluación, se ha visto un interesante desarrollo del componente herbáceo en los sistemas con densidades silvopastorales. La producción de la pradera en el tratamiento Silvopastoral en Fajas fue 2.953 kg de materia seca, superior al Ganadero Tradicional (45% mayor) y que el Silvopastoral Tradicional (11% mayor).

Este resultado de la producción praterense está directamente relacionado con los resultados obtenidos en la producción animal. Al igual que en la producción herbácea, el sistema Silvopastoral en Fajas arrojó los mejores resultados, con un incremento promedio por animal en la temporada 2005-2006 de 138,4 kg/cabeza animal, versus 122,5 en el Ganadero Tradicional y 119,0 kg en el Silvopastoral Tradicional.

Estos resultados pueden deberse a los beneficios que otorga el componente forestal, al modificar los factores climáticos como son la disminución del viento, aumento de la temperatura del suelo y ambiental y aumento de la humedad relativa, entre otros factores beneficiosos para el desarrollo de los vegetales. También los árboles tienen un beneficio directo sobre los animales por las mismas razones anteriores, los que les permite utilizar menos energía para regular su temperatura corporal, lo cual coincide con lo expuesto por Polla (1998), Anderson *et al.* (1988), y Sotomayor (1990b).

## Componente Forestal

El manejo forestal con fines silvopastorales tiene un importante efecto sobre las variables forestales. Por un lado al disminuir la densidad, de 1.500 árboles en el área testigo a 800 árboles en el forestal manejado y 400 árboles en los diseños silvopastorales, se reduce drásticamente el Área Basal, como indicador de sitio por hectárea, pero se aumenta el crecimiento en diámetro y también la producción de la pradera, coincidiendo con lo expuesto por Polla (1998) y Sotomayor (1990a). Es decir, se tiene menos árboles, pero con un mayor diámetro, lo cual originará en el futuro árboles de mayores dimensiones, obteniéndose una mayor productividad en madera aserrada o trozos para ser destinados a producción de tableros, por árbol, pero una baja producción de volumen total por hectárea. Por otro lado, los tratamientos con una mayor densidad generan un mayor volumen de madera sólida, por lo que estos tratamientos están pensados en producción de biomasa maderera, especialmente el testigo, que generará un mayor volumen sólido, pero de baja calidad

Respecto del diámetro sobre muñón, producto de la poda, lo que se espera es concentrar el cilindro defectuoso o nudoso bajo los 21 cm, para producir madera libre de nudos, la cual tendrá un mayor valor que un trozo no podado. Se espera con este tratamiento, con las podas posteriores y con la evolución del incremento en diámetro superior al sistema forestal manejado, que se obtenga una mayor producción de madera libre de nudos en los sistemas silvopastorales versus el forestal manejado y testigo.

Después de tres años de evaluación y con dos temporadas de mediciones, se observa interesantes resultados, que indican la real posibilidad de utilizar sistemas silvopastorales como alternativa productiva y económica para los productores silvoagropecuarios de la Patagonia Chilena, lo cual coincide con los estudios entregados por Universidad Austral de Chile (1988) y por Herve *et al.* (1990).

Estos sistemas, como indican los resultados obtenidos, pueden entregar a los productores:

Producción ganadera utilizando el crecimiento de la pradera que crece entre los diseños intercalares o bajo el dosel protector. Esto les permite a los productores obtener anualmente los ingresos para mantenerse, manejar el predio y los sistemas productivos utilizados.

La introducción de árboles en el sistema ganadero tradicional, transformándolo en un sistema silvopastoral, les permite a los propietarios tener otra alternativa productiva, posibilitando una diversificación de la producción predial. A través del manejo pueden obtener trozos de dimensiones bajas a medias, para productos como leña, postes y trozos de bajos diámetros para madera aserrada de dimensiones pequeñas.

La integración de los árboles también permite mejorar los aspectos ambientales, en términos de reducción de la erosión de los suelos, protección de cursos de aguas y efectos benéficos sobre la vida silvestre presente en la zona

## REFERENCIAS

- Anderson, G. W., Moore, R. W. and Jenkins, P. J., 1988.** The Integration of Pasture, Livestock and Widely-spaced Pine in South West Western Australia. *Agroforestry Systems*, **6**: 195-211.
- Hervé, M., Balocchi, O. and Peñaloza, R., 1990.** Silvopastoral Sheep and Pine Systems for Small Farmers in Southern Chile. *Animal Production*. 50(3):192.
- IREN, 1979.** Caracterización Climática. Perspectivas de Desarrollo de los Recursos de la Región de Aisén del General Carlos Ibañez del Campo. Intendencia Región de Aisén.
- Leslie, B., Knowles, R. y Moore, R., 1998.** Silvopastoreo con *Pinus radiata* en Zonas Frías. In: Compilación de Resultados en Diversos Ensayos de Modelos Silvopastorales en Chile y en el Extranjero.
- Mejias, J., 2001.** Estimación de las Pérdidas de Suelo en Sistemas de Labranza Tradicional en la Zona Intermedia de Aysén. In: Explotación Conservacionista de Suelos en Aysén. (Ed.) Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Tamei Aike. Informe Final. Coyhaique (Chile). 5-15 p
- Polla, C., 1998.** Estrategias de Acción en el Tema Silvopastoreo. In: Actas Seminario "Manejo Silvopastoral" Trabajo N°8, Young. Uruguay.
- Quam, V. and Johnson, I., 1999.** Windbreaks for Livestock Operations. University of Nebraska Cooperative Extension EC 94-1766-X. Recuperado el 31 de Enero de 2002 de World Wide Web: <http://www.lanr.unl.edu/pubs/forestry/ec1766.htm>
- Red Agroforestal Nacional, 2006.** Publicaciones, Cartillas Agroforestales [www.redagroforestal.cl](http://www.redagroforestal.cl)
- Sotomayor, A., 1990a.** 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., 2004.** Cartilla Agroforestal N° 2, Sistemas Silvopastorales, INFOR, 2004.
- Universidad Austral de Chile, 1988.** Uso Silvopastoral en las Áreas Marginales de la Décima Región. Valdivia, Chile. 300p.