

MÓDULO AGROFORESTAL SAN GABRIEL-REGION DE AYSÉN

El presente *Modulo Agroforestal Demostrativo San Gabriel, Coyhaique, Región de Aysén*, es parte del Programa “*Modelos Agroforestales para un Desarrollo Sustentable de la Agricultura Familiar Campesina*”, que el Instituto de Investigación Forestal de Chile (INFOR) y el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), desarrollan desde el año 2002.

Este Modulo, persigue el objetivo de demostrar diferentes técnicas agroforestales y de recuperación de suelos, desarrolladas en un predio de un pequeño productor agrícola, y utilizando los instrumentos de fomento silvoagropecuario que posee el Ministerio de Agricultura.

a) Identificación del Módulo

Nombre de la unidad	: San Gabriel
Sector	: Mano Negra, 20 km al norte de la ciudad de Coyhaique
Comuna	: Coyhaique
Provincia	: Coyhaique
Región	: XI
Propietario del predio	: Víctor Mata
Especies Forestales	: <i>Pinus contorta</i> y <i>Pinus ponderosa</i>

b) Ubicación del modulo San Gabriel

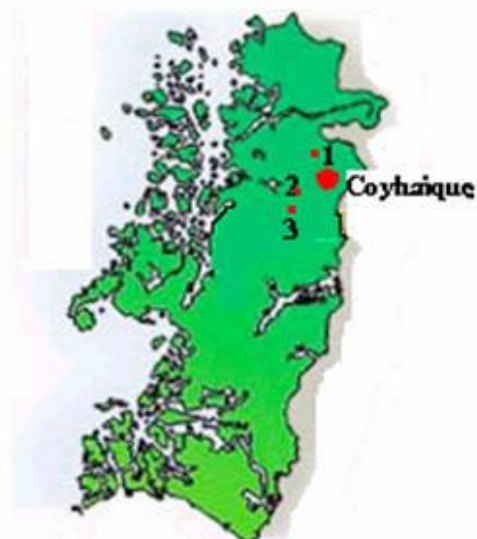


Figura 1 : Plano de ubicación Módulo San Gabriel (1), Comuna de Coyhaique, XI Región.

c) Caracterización del Módulo

Este módulo se ubica en el sector Mano Negra a unos 20 km de la ciudad de Coyhaique, en una ladera con exposición oeste.

Clima: La Región de Aysén se caracteriza por un volumen de precipitaciones y velocidad de los vientos de gran intensidad. Sin embargo, esta intensidad depende de la ubicación, existiendo una marcada gradiente geográfica transversal.

De acuerdo a esta gradiente, la Región de Aysén puede dividirse básicamente en tres zonas agroecológicas (Silva *et al*, 1999; Cruces *et al* 1999, Scheu *et al*, 1999; Cruces *et al*, 1999 e IREN-CORFO, 1979a citados por Ganderats, 2001):

- 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: que ocupa los sectores adyacentes a la frontera argentina, caracterizada por sus cuencas y amplias mesetas;
- Intermedia: que se extiende en sentido longitudinal entre Cisne 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.

Cuadro 1: Parámetros climáticos de las Zonas Agroecológicas de la Región de Aysén

PARAMETROS	Zona Agroclimática		
	Húmeda ^a	Intermedia ^b	Estepa ^c
Superficie aproximada (ha)	1.690	600	371
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⁻¹)	2.000 - 4.000	500 - 1.500	400 - 700
Régimen hídrico	Superávit todo el año	Déficit estacional +	Déficit estacional ++
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Delgados • Medianamente ácidos a ácidos • Textura gruesa 	<ul style="list-style-type: none"> • Profundos • Medianamente ácidos • Livianos 	<ul style="list-style-type: none"> • Delgados • Medianamente ácidos a neutro • Textura gruesa

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

^a Localidad de referencia Pto. Aysén. ^b localidad de referencia Coyhaique. ^c 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 ton/ha, por acción eólica. Es importante señalar que el 20% de él, correspondería a la porción más fértil del suelo, incluyendo nutrientes (N, P, K y S) y materia orgánica (Mejías *et al*, 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, 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 de los déficit estacionales en los regímenes hídricos producidos en ambas zonas.

Vegetación: La Comuna de Coyhaique tiene una superficie comunal de 728.457,7 ha (CONAF/CONAMA, 1999). De esta superficie, alrededor del 37% corresponde a bosque nativo, principalmente del tipo forestal Lengua, y con un porcentaje similar praderas y matorrales. En un porcentaje importante se encuentran suelos de humedales, áreas desprovistas de vegetación, nieves y glaciares, cuerpos de agua y áreas no reconocidas (25% aproximadamente), y sólo el 0,7% corresponde a plantaciones forestales.

Suelos: Según algunos estudios, los suelos de esta zona corresponden a suelos de origen volcánico, de los órdenes andisoles e histosoles, es decir, presentan un drenaje deficiente y un alto contenido de carbono orgánico.

Se clasifican también como **suelos de las estepas**, cuya principal características se resumen en fisiografía de relieves suaves, con valles y terrazas en distinta posición. Sobre ellas se han desarrollado suelos de profundidad variable de texturas muy livianas, fenómeno que se ha producido a consecuencia de los fuertes vientos imperantes, provocando la eliminación del material fino de cenizas volcánicas que pudiera haberse depositado. El perfil de los suelos más profundos corresponde a gravas y arenas, y sólo en algunos sectores a arcillas. Estos suelos son predominantemente ganaderos (Peralta, 1976).

Sobre el 90% de los suelos de la Región de Aysén son clasificados como suelos Clase V, VI o VII, según su Capacidad de Uso (IREN-CORFO, 1979a).

Cuadro 2: Superficies por clase de capacidad de uso de los suelos de la Región de Aysén

<i>Clase de capacidad de uso</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Proporción del total de superficie productiva (%)</i>
III	19.109	1.2
IV	66.431	4.4
V	186.377	12.4
VI	300.920	20.0
VII	931.842	61.2
Total superficie productiva	1.504.680	100
Otros (VIII, L.V., lagos y lagunas, etc.)	9.295.382	
Total superficie de estudio	10.800.062	

L.V.: Suelos sobre la línea vegetacional.

Fuente: Adaptado de IREN-CORFO (1979a).

En el caso de los suelos clase V, existe limitaciones que se asocian a problemas de drenaje y anegación, lo que provoca una estacionalidad en las actividades de pastoreo. Los suelos Clase VI y VII, corresponden a áreas utilizadas tradicionalmente para el pastoreo y la producción forestal, dependiendo su intensidad de uso a condiciones de pendiente fuerte, susceptibilidad a la erosión y/o delgadez del perfil, entre otros.

Tipología Productiva: De acuerdo al estudio tipológico productivo señalado anteriormente, esta zona está clasificada como Tipología Patagónica cordillerana ganadera/plantaciones, y se refiere fundamentalmente a una zona dominada por la ganadería de bovinos y ovinos sobre pradera natural con aporte forrajero en un paisaje con grandes extensiones de praderas naturales, con creciente especialización en plantaciones (www.gestionforestal.cl).



Figura 2: Panorámica en invierno del Fundo San Gabriel, Coyhaique, XI Región.

d) Plano de distribución y superficie de los sistemas establecidos

Como el sistema productivo definido para el módulo es un sistema silvopastoral en una plantación existente, previo al diseño se llevó a cabo un inventario de manera de conocer la densidad, desarrollo y calidad de la misma, de manera de contar con los antecedentes necesarios para el diseño definitivo. En síntesis el inventario consistió en:

- Realización de un muestreo sistemático
- Forma y tamaño de las parcelas de muestreo: Circular de 200 m²
- Número de parcelas medidas: 27
- Parámetros medidos: N/ha, DAP, H, Cobertura de Copa, Especies.

Los resultados obtenidos fueron:

Ubicación GPS			VARIABLES ANALIZADAS														
Nºac	X	Y	DAP C	DAP P	DAP T	NHA C	NHA P	NHA T	FROMACC	FROMACP	FROMACT	FORACC	FORACP	FORACT	GHA C	GHA P	GHA T
1	73400	496500	10,8	11,4	11,3	200	1300	1500	8,6	4,9	5,4	17,2	64,2	81,3	1,9	139	15,8
2	73400	496475	13,4	0,0	13,4	900	0	900	8,0	0,0	8,0	72,2	0,0	72,2	13,6	0,0	13,6
3	73400	496450	10,7	0,0	10,7	2000	0	2000	5,7	0,0	5,7	114,6	0,0	114,6	18,6	0,0	18,6
4	734250	496475	13,0	0,0	13,0	800	0	800	7,6	0,0	7,6	60,9	0,0	60,9	10,7	0,0	10,7
5	734125	496437,5	11,6	10,1	10,9	300	800	1100	7,7	4,3	5,2	23,0	34,6	57,6	3,2	65	9,7
6	734125	496475	11,4	0,0	11,4	700	0	700	6,4	0,0	6,4	44,7	0,0	44,7	7,4	0,0	7,4
7	734125	496462,5	15,1	0,0	15,1	600	0	600	11,1	0,0	11,1	66,6	0,0	66,6	10,9	0,0	10,9
8	734000	496512,5	12,3	0,0	12,3	1300	0	1300	7,0	0,0	7,0	91,5	0,0	91,5	15,9	0,0	15,9
9	734125	496500	12,8	0,0	12,8	800	0	800	9,8	0,0	9,8	78,1	0,0	78,1	10,8	0,0	10,8
10	734000	496487,5	12,4	0,0	12,4	1100	0	1100	7,3	0,0	7,3	79,8	0,0	79,8	13,6	0,0	13,6
11	733875	496437,5	10,3	0,0	10,3	1600	0	1600	5,3	0,0	5,3	84,5	0,0	84,5	14,4	0,0	14,4
12	733875	496475	10,7	0,0	10,7	1400	0	1400	6,3	0,0	6,3	87,6	0,0	87,6	13,5	0,0	13,5
13	733875	496462,5	10,3	0,0	10,3	3000	0	3000	4,1	0,0	4,1	123,8	0,0	123,8	26,1	0,0	26,1
14	734000	496462,5	12,5	0,0	11,6	700	0	800	7,1	0,0	6,7	49,4	0,0	53,8	8,7	0,0	8,9
15	734250	496462,5	13,8	0,0	12,3	800	0	1000	8,5	0,0	7,6	67,8	0,0	76,3	12,2	0,0	12,8
16	733875	496450	11,8	0,0	11,8	2200	0	2200	5,9	0,0	5,9	129,6	0,0	129,6	25,0	0,0	25,0
17	734125	496450	9,2	0,0	9,2	1700	0	1700	5,3	0,0	5,3	89,5	0,0	89,5	12,1	0,0	12,1
18	734250	496450	0,0	11,8	11,8	0	1000	1000	0,0	4,7	4,7	0,0	46,6	46,6	0,0	11,1	11,1
19	734250	496437,5	0,0	13,7	13,7	0	800	800	0,0	4,8	4,8	0,0	38,8	38,8	0,0	12,3	12,3
20	734125	496437,5	10,4	0,0	10,4	2000	0	2000	5,7	0,0	5,7	113,1	0,0	113,1	18,3	0,0	18,3
21	734000	496437,5	10,6	0,0	10,6	1900	0	1900	5,3	0,0	5,3	101,2	0,0	101,2	17,6	0,0	17,6
22	733875	496437,5	12,1	0,0	12,1	1000	0	1000	10,1	0,0	10,1	101,1	0,0	101,1	12,6	0,0	12,6
23	733875	496425	8,7	0,0	8,7	900	0	900	5,1	0,0	5,1	45,6	0,0	45,6	5,8	0,0	5,8
24	734000	496425	11,6	0,0	11,6	1500	0	1500	8,2	0,0	8,2	123,6	0,0	123,6	17,0	0,0	17,0
25	734125	496425	0,0	11,9	11,9	0	1800	1800	0,0	4,2	4,2	0,0	80,7	80,7	0,0	21,4	21,4
26	734000	496412,5	12,8	0,0	12,8	1100	0	1100	8,9	0,0	8,9	97,7	0,0	97,7	14,5	0,0	14,5
27	734250	496437,5	0,0	8,8	8,8	0	700	700	0,0	3,4	3,4	0,0	23,6	23,6	0,0	4,8	4,8

C: Cortada
P: Ponderosa
T: Total

De acuerdo a estos antecedentes, se rodalizaron y seleccionaron las áreas que presenten los parámetros más homogéneos para la instalación del módulo.

Conjuntamente con el inventario, se realizó un estudio de elevación con GPS al predio en general, para determinar la topografía del sitio destinado al módulo. De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede señalar que en todo el predio predominan los sectores que no sobrepasan los 25% de pendiente, y una parte mínima del sector tiene pendientes de entre 50 a 75%. En la siguiente figura se muestra un plano de elevación con la representación de las pendientes del predio.

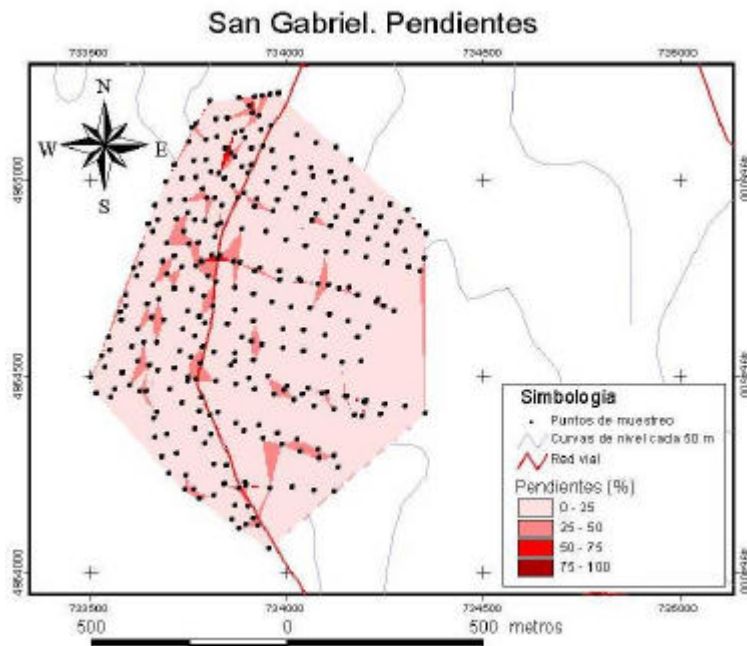


Figura 3: Plano de elevación, pendientes módulo san Gabriel, Comuna de Coyhaique, XI Región.

Por lo tanto, los parámetros iniciales del rodal donde quedaron establecidos los módulos son:

- Número de arb/ha: 1.514
- Altura media: 6,66 m
- Área Basal: 15,3 m²/ha
- Cobertura de copa: 90%

De acuerdo a estos parámetros, y del análisis de los antecedentes recopilados, los datos más relevantes del diseño del módulo son:

- Tamaño de cada unidad agroforestal: 5 ha
- Densidad Inicial antes de tratamiento: 1.500 arb/ha (Oct 2003)
- Diseño Plantación inicial: 2x 2,5 m. (2.000 arb/ha)
- Densidad Final Estimada: 425 arb/ha
- Cobertura copa estimada: 35-40%

e) Diseños a Evaluar:

Como se había señalado anteriormente, este módulo se inserta dentro de un estudio de mayor envergadura sobre la relación Forestal-Ganadera en la XI región; es por ello que se han unido dos proyectos para tal efecto, uno realizado por INFOR e INDAP denominado **Programa “Modelos Agroforestales para un Desarrollo Sustentable de la Agricultura Familiar Campesina”**, y el segundo realizado por INFOR e INIA, titulado **“Innovación Tecnológica para Sistemas de Manejo Integrado de producción Forestal-Ganadero en la Región de Aysén”**. Estos consideran los siguientes análisis, potenciando los

resultados que se puedan obtener en beneficio de otorgar mayores expectativas y beneficios para el pequeño y mediano productor:

Cuadro 3: Unidad Demostrativa y de Investigación San Gabriel

Nº Trat	Tratamiento/Módulo	Superficie (ha)	Financiamiento
T1:	Forestal sin Manejo	0,5	FDI-INFOR-INIA
T2:	Forestal Manejada	0,5	FDI-INFOR-INIA
T3:	Silvopastoral Tradicional	5	FDI-INFOR-INIA
T4:	Silvopastoral en Fajas	5	INDAP-INFOR
T5:	Ganadera Tradicional	5	FDI-INFOR-INIA

f) Descripción de los Tratamientos:

T1: Forestal Sin Manejo

Esquema de Manejo T1		
Situación año 2003:		
H: 6,66 m.		
Densidad: 1.514 n/ha		
Año Plantación: 1991		
Propuesta: Sin Manejo		
Año	Altura	Actividad
2003	6,66 mt	Mantenición
2026	22 mt	Cosecha

T2: Forestal Manejado:

Esquema de Manejo T2:			
Situación actual 2003:		H: 6,66 m.	
		Densidad: 1.500 n/ha	
Propuesta:			
Altura	H Poda	Raleo hasta	DSM
7 (año 2004)	2,8 m (40%)	800	< 16-18 cm
10	4,0 m	600	< 16-18 cm
12	5,5 m	400	< 16-18 cm
14	6,0 m	400	< 16-18 cm

T3: Silvopastoral Tradicional

Se denomina silvopastoral tradicional a aquel manejo con fines silvopastorales donde los árboles remanentes se distribuyen homogéneamente en el terreno. En este caso los 400 árboles a dejar después del raleo, se distribuyeron homogéneamente en el terreno.

Especificaciones del tratamiento:

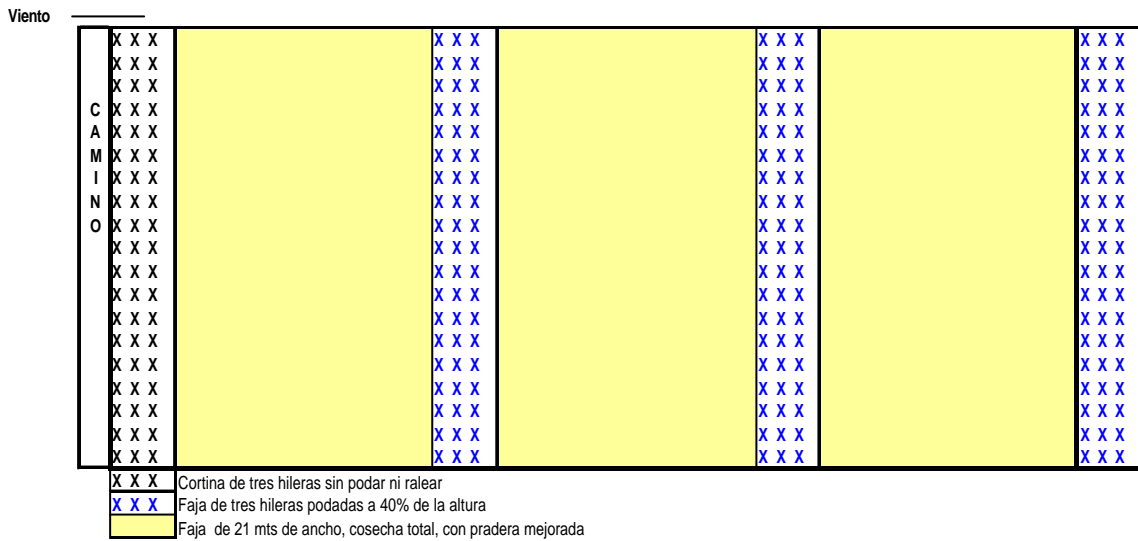


Figura 5: Diseño Módulo Silvopastoral en Fajas, Módulo San Gabriel, Coyhaique, XI Región.

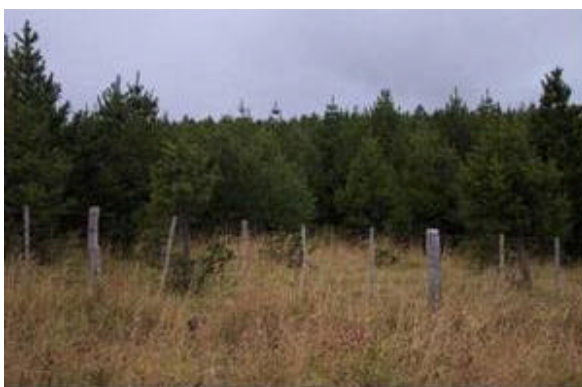
T5: Manejo Ganadero Tradicional

En este tratamiento, se realizaran las actividades tradicionales para un manejo ganadero con vacunos, y con mejoramiento de pradera natural. Considera fertilización con azufre.

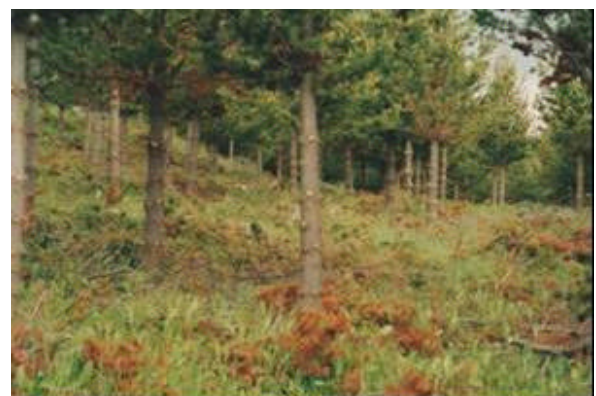
g) Descripción en Imágenes:

A continuación se presentan fotografías de los ensayos, contrastando la situación sin manejo y con manejo.

➤ Modulo T2: Modulo Manejo Forestal



(a)



(b)

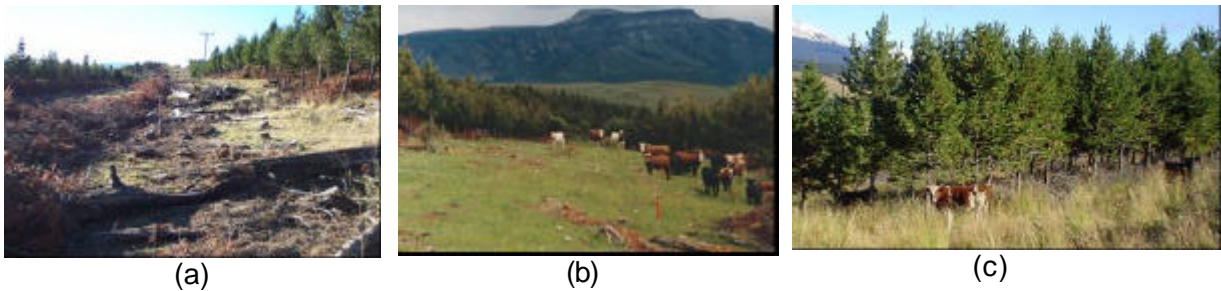
Figura 6: (a) situación sin manejo, 1514 arb/ha; (b) rodal manejado a 800 arb/ha

➤ **Modulo T3: Modulo Silvopastoral Tradicional**



(a) (b) (c)
Figura 7: (a) Manejo silvopastoral tradicional después de raleo y poda; (b) situación después de 6 meses; (c) después de 12 meses

➤ **Modulo T4: Modulo Silvopastoral en Fajas**



(a) (b) (c)
Figura 8: (a) situación manejo en fajas después de raleo y ordenamiento desechos; (b) rodal manejado en fajas a 425 arb/ha, después de 6 meses; (c) a los 24 meses

➤ **Modulo T5: Modulo Manejo Ganadero**



Figura 9: Sector ganadero sin mejoramiento

h) Resultados y Discusión.

Los resultados de la evaluación de cada uno de los factores productivos a Abril del 2006, se exponen a continuación:

▪ Productividad y evolución de la Pradera

La exposición de los resultados de la productividad de la pradera, en materia seca por hectárea se presenta en el cuadro 4, y figuras 10 y 11.

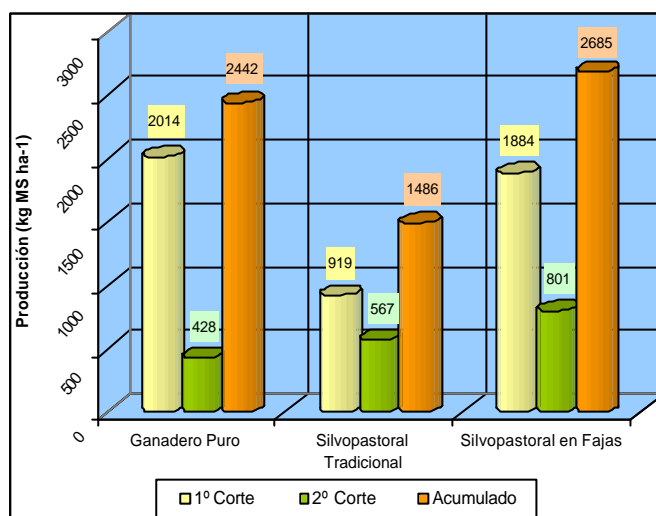


Figura 10: Producción pradera temporada 2004-2005 (ms/ha)

Cuadro 4. Producción pradera temporada 2005-2006 (ms/ha)

	Produccion 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

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 a después de la apertura del dosel superior. Finalmente el sistema ganadero puro ha sido el de menor desarrollo, seguramente 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.

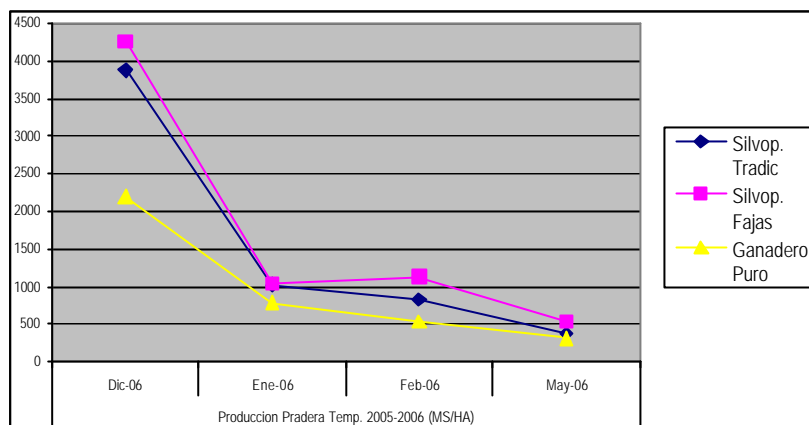


Figura 11: Evolución de producción materia seca pradera temporada 2006

▪ **Productividad y evolución de la Productividad Animal**

- Temporada 2004-2005:

Cuadro 5: 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
Silvop. Tradicional	376,9	400,0	423,9	426,5	433,6	421,1	399,8
Silvop. Fajas	380,0	401,5	424,3	429,5	439,6	435,4	414,6
Ganadero Puro	378,8	398,4	414,3	423,5	430,3	436,3	405,0

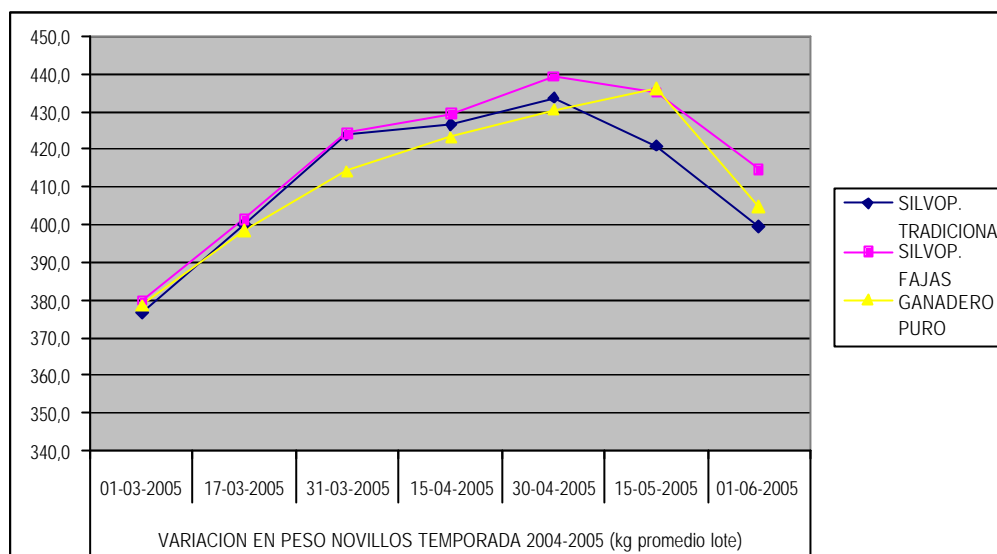


Figura 12: Evolución de la variación en peso novillos 2004-2005 (Kg. promedio animal lote)

Durante la temporada 2004-2005 se utilizaron 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 se mantuvieron hasta los primeros días de junio del 2005, observándose una mayor producción en el sistema silvopastoral en fajas, seguido del ganadero puro y finalmente el silvopastoral tradicional, aunque la tendencia general fue relativamente homogénea.

- Temporada 2005-2006:

Cuadro 6: 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
Silvop. Tradicional	305,6	318,9	341,0	359,4	370,9	382,5	386,6	402,6	419,1	424,6	413,4
Silvop. Fajas	305,4	323,1	347,0	363,8	380,8	395,4	410,0	436,5	436,4	443,8	440,1
Ganadero Puro	305,9	317,3	341,4	360,6	385,0	402,4	401,8	426,0	437,5	428,4	

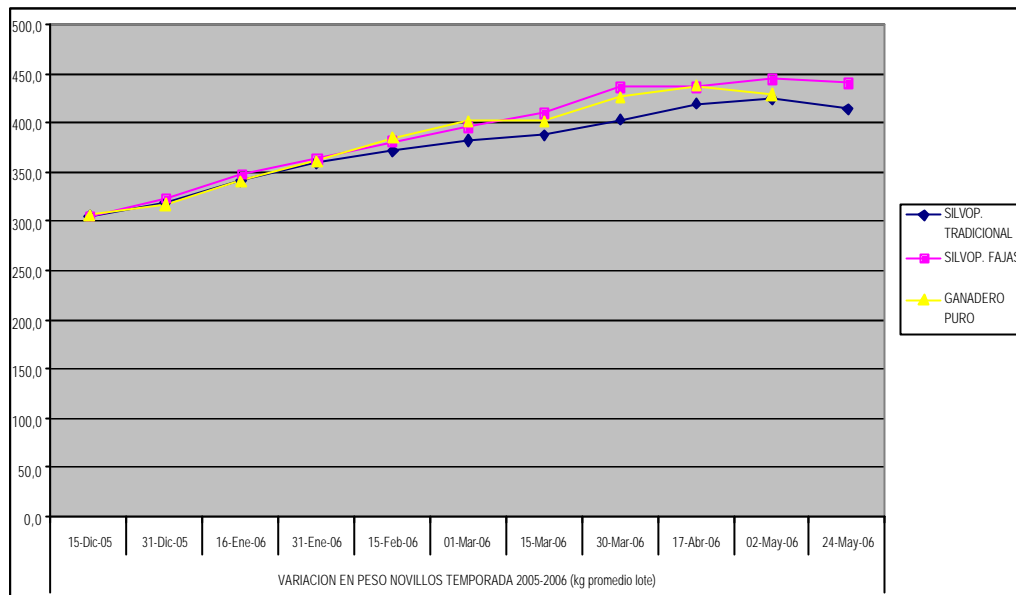


Figura 13: Evolución de la variación en peso novillos 2005-2006 (Kg. promedio animal lote)

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.

Los animales mantenidos en el sistema ganadero puro, lograron acumular en kg de carne, pasando desde 305,9 kg/cabeza de promedio a 428,4 kg/cabeza de promedio al 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 puro 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 habían 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 observa en la figura 14.

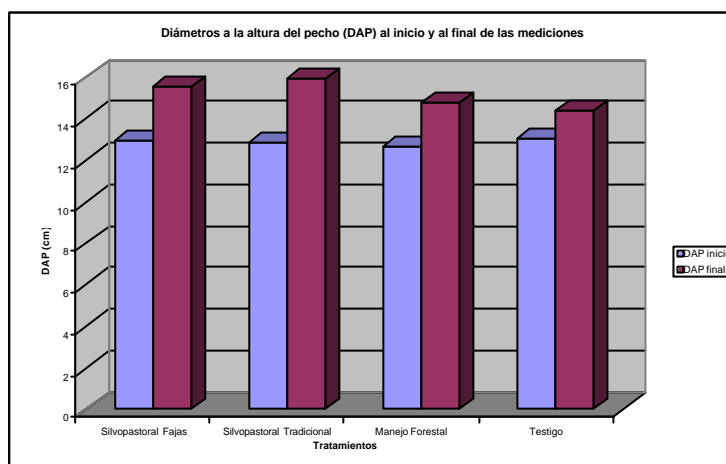


Figura 14: Diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles en los distintos tratamientos ensayados en el predio San Gabriel, al inicio del ensayo (2004) y en la medición 2006.

Se puede observar claramente, la diferencia de diámetros a la altura del pecho, 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.

- **Área Basal (AB)**

En la figura 15, 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.

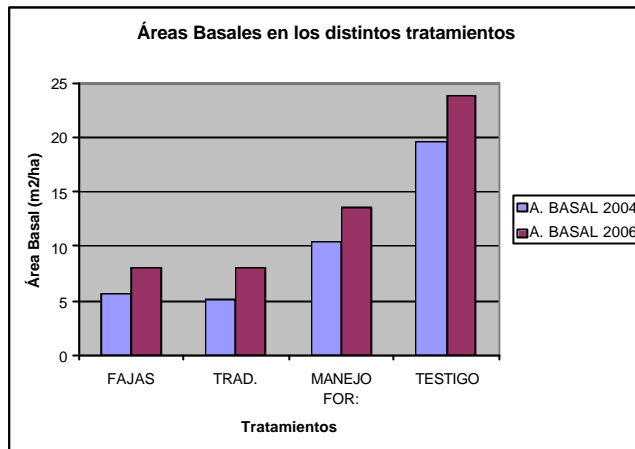


Figura 15: Evolución del Área Basal de los distintos ensayos forestales establecidos en el predio San Gabriel, evaluados en el año 2004 y en el 2006.

Se puede apreciar que, a pesar 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 ocupar el sitio 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)

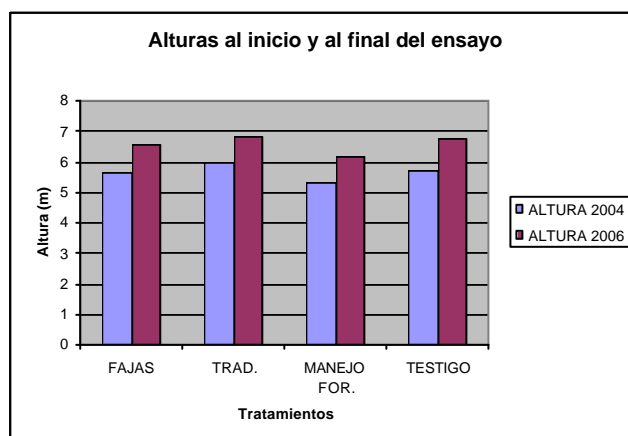


Figura 16: Altura de los árboles en los distintos tratamientos ensayados en el predio San Gabriel, al inicio del ensayo y en la medición de 2006.

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.

i) CONCLUSIONES

▪ Producción de la pradera y animal:

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 puro (45% mayor), y 707 kg 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 puro 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 por lo expuesto por Polla (1998), Anderson *et al.* (1988), y Sotomayor (1990).

▪ Evaluación componente forestal:

El efecto de un 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 un aumento de la producción de la pradera, coincidiendo con lo expuesto por Polla (1998), y Sotomayor (1990). Es decir se tienen 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 genera un mayor volumen sólido, pero de baja calidad. El sistema forestal manejado, obtendrá un interesante volumen de madera libre de defectos, y una mayor proporción de madera con usos industriales de baja calidad, como madera pulpable, leña o postes.

Con respecto al 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, y 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

▪ **Análisis resultados de los sistemas evaluados**

Después de tres años de evaluación, y con dos temporadas de mediciones se observan 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), 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 le permite a los productores obtener anualmente los ingresos para mantenerse, manejar el predio y los sistemas productivos utilizados.
- Producción forestal: con la introducción de los árboles en el sistema ganadero tradicional, transformándolo en un sistema silvopastoral, le 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 bajas dimensiones para madera aserrada de dimensiones pequeñas.
- Beneficios ambientales: la integración de los árboles también permite mejorar los aspectos ambientales, como reducción de la erosión de los suelos, protección de cursos de aguas y a la vida silvestre presente en la zona

Autores:

Alvaro Sotomayor G., Ingeniero Forestal, M.Sc., INFOR
Ivan Moya, Ingeniero Forestal, INFOR

Chile, Concepción Marzo 2007

Programa INFOR-INDAP “Modelos Agroforestales para un Desarrollo Sustentable de la Agricultura Familiar Campesina”