

CONVERSION DE PLANTACIONES FORESTALES A SISTEMAS SILVOPASTORALES EN LA REGION DE AYSÉN

Salinas, Jaime⁸ y Acuña, Bernardo⁹

RESUMEN

Los modelos agroforestales, son sistemas integrados de producción silvoagropecuaria en los cuales se puede integrar en un mismo terreno componentes forestales, agrícolas y pecuarias, diversificando la producción predial, valorizando la propiedad y mejorando los ingresos de su propietario. Beneficios asociados son la protección de los suelos y la positiva interacción entre las componentes que se benefician mutuamente.

La protección dada por la componente arbórea mejora la productividad pecuaria o agrícola y la habitabilidad para el ser humano también se ve favorecida al morigerarse las condiciones climáticas. Los sistemas más conocidos son las cortinas cortavientos, los sistemas silvopastorales y los bosques ribereños (*riparian buffers*).

Estos sistema integrados son de gran aplicabilidad para la Patagonia chilena, dadas sus rigurosas condiciones climáticas; las grandes extensiones de suelos desarbolados y bajo fuertes procesos erosivos que la caracterizan, como consecuencia de grandes incendios forestales ocurridos hasta mitad del siglo XX; el antiguo y tradicional uso ganadero de estos; y las prolongadas rotaciones que requiere una plantación forestal.

Es así como la incorporación de una componente forestal, bajo la forma de bosques abiertos, bosques en fajas, cortinas cortavientos, bosques ribereños o bosquetes de abrigo, es un medio para mejorar la productividad pecuaria y mejorar la habitabilidad predial. En materia de ingresos para los propietarios, mejoran aquellos de corto plazo, dados por la ganadería, y se agregan ingresos de mayor plazo, dados por la componente forestal, y además se valoriza la propiedad.

En la región de Aysén existen alrededor de 48 mil hectáreas de plantaciones forestales, principalmente *Pinus ponderosa* (Dougl.) Laws. y *Pinus contorta* (Dougl.) Laws., inicialmente establecidas para el control de erosión, que en su mayoría no han sido manejadas, por lo que presentan deficientes características madereras y existe bajo interés en su aprovechamiento. Además son a menudo consideradas un obstáculo para el tradicional uso ganadero de los terrenos.

El Instituto Forestal (INFOR), a través del Centro Agroforestal Patagónico (CAP) de su Sede Patagonia en Coyhaique, busca revertir esta situación y propiciar una mayor productividad de los suelos, convirtiendo plantaciones a sistemas silvopastorales. La aplicación de un manejo silvícola intensivo, de podas y raleos, permite asegurar la producción de madera de calidad al fin de la rotación y, como efecto de la apertura del dosel arbóreo, generar las condiciones que aumenten la productividad de la pradera para una producción ganadera permanente y simultánea, pero de mayor rendimiento que a campo abierto dada la protección que entrega la componente arbórea.

Se busca de esta forma ofrecer las herramientas para abrir la alternativa de un complemento productivo más inmediato para los miles de hectáreas de plantaciones forestales en la región de Aysén, que están en manos de pequeños y medianos propietarios, orientando el manejo de sus plantaciones hacia el establecimiento de un sistema integrado de producción; madera en el largo plazo y ganado en el corto y mediano plazo.

En el presente trabajo se indica y describe las intervenciones a realizar, así como sus

⁸ Ingeniero Forestal, Investigador, Instituto Forestal, Sede Patagonia, Coyhaique, Región de Aysén, Chile. jsalinas@infor.cl

⁹ Técnico, Instituto Forestal, Sede Patagonia, Coyhaique, Región de Aysén, Chile. bacuna@infor.cl

rendimientos, sobre la base de una experiencia de INFOR en un predio cercano a Coyhaique, donde se intervino unos rodales de *Pinus contorta* para convertirlos a sistema solvopastoral, sobre los cuales se establecerá parcelas permanentes para evaluación posterior respecto de sus componentes; plantación, pradera y ganado. Con esta experiencia se pretende un efecto demostrativo de la conversión y la aceptación y adopción por parte de propietarios de la región.

Palabras clave: *Pinus contorta*, Sistemas Silvopastorales, Patagonia.

SUMMARY

The agroforestry models are integrated production systems where forest agricultural and cattle breeding components can be combined in the same soil, diversifying the farm production, valorizing the property and improving the owner incomes. Additional associated benefits are soil protection and the positive interaction between components

The forest component protection effect improve the agricultural or the cattle breeding productivity as well as the habitability for human been because of the climate conditions moderation. Better known systems are windbreaks, forest-livestock combinations and riparian buffers.

These integrated systems are of great applicability for the Chilean Patagonia, characterized by rigorous climatic conditions; large areas of deforested soils under serious erosion process as a result of big forest fires in the past; the traditional cattle use of them; and the long turn required for planted forests. Forest plantations, as open forests, forest strips, windbreaks belts, riparian buffers or small shelter forests, are a mean to improve livestock productivity and the farm habitability. Regarding to owner incomes, those of the short term from livestock improve and long term incomes are added from the forest.

At the Aysén region there are some 48 thousand hectares of planted forests, mainly of *Pinus ponderosa* (Dougl.) Laws. and *Pinus contorta* (Dougl.) Laws., originally established for soil protection, most of them without management and currently with a low wood value. Farmer's interest on this resource is scarce and is often considered as an obstacle to the traditional cattle breeding activity.

The Chilean Forestry Institute (INFOR) through its Patagonian Agroforestry Centre in Coyhaique, is seeking alternatives to revert that situation and favor a higher soil productivity. Planted forest conversion to agroforestry systems appears as an appropriate one. Intensive forest management, including thinning and pruning, allows the production of quality wood by the end of the turn and, as the result of the tree tops opening, favors the conditions to increase prairie productivity. That way, a more productive livestock practice than that traditional in open field can be developed because of the forest component protection.

Main objective is to define and describe the tools for introducing an immediate productive complement on small and medium owner planted forests. Forest management is the mean to convert plantations into integrated production systems towards wood production in the long term and livestock in the short term. In this paper necessary forest management practices are indicated and described, including the involved yields, over the basis of an INFOR's experience in converting two *Pinus contorta* stands in a property close to Coyhaique city.

Palabras clave: *Pinus contorta*, Agroforestry Systems, Patagonia.

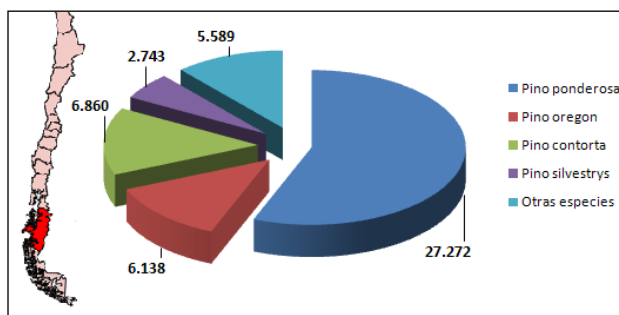
INTRODUCCION

Los suelos de la región de Aysén son de aptitud preferentemente forestal y ganadera, lo que queda de manifiesto por los 5,6 millones de hectáreas de terrenos particulares bajos estos usos. Son adecuados para desarrollar los rubros productivos incluidos en este sector, como la ganadería bovina, la ganadería ovina y la explotación maderera (Ganderats *et al.*, 2009).

Pese a su importancia en la región, el sector silvoagropecuario ha sufrido una notoria baja en su rentabilidad durante los últimos años, con permanentes y sostenidas bajas en los precios de venta, lo que ha provocado, en algunos casos, la paralización casi completa de algunas de las actividades. Este escenario, unido a las condiciones topográficas y climáticas características de la región, hace muy difícil la implementación y desarrollo a gran escala de nuevos rubros productivos, por lo que el buscar solución a los rubros ganaderos y silvícolas tradicionales de la región parece ser lo más apropiado.

Una forma de mejorar la rentabilidad de estos rubros y de los predios de la región de Aysén, pasa por innovar e incorporar tecnologías adecuadas. Dentro de esta innovación e incorporación de tecnología, es posible la integración de la producción forestal y ganadera, dentro de un mismo espacio físico, lo que permita generar una sinergia, en la cual se vean beneficiados ambos rubros. Dentro de estas combinaciones, conocidas como Sistemas Agroforestales, las Cortinas Cortaviento Forestales y los Sistemas Silvopastorales, representan dos de las técnicas más difundidas y utilizadas a nivel mundial, pero de escasa o solo incipiente aplicación en Chile.

Los Sistemas Agroforestales permiten alcanzar distintos beneficios; desde el punto de vista técnico, los recursos agropecuarios (forraje y ganado), serán beneficiados por el mejoramiento de las condiciones ambientales, gracias a la protección brindada por los árboles, y reciclaje de nutrientes, entre otros; desde el punto de vista económico en tanto, se genera un flujo de caja anual, generado por la venta de productos animales (carne, lana) y producción de recursos madereros, como madera, postes o leña a más plazo.



(Fuente: Elaboración propia con información entregada por CONAF)

Figura N°1
SUPERFICIE REGIONAL DE PLANTACIONES FORESTALES

En la región de Aysén hay algo más de 48 mil hectáreas cubiertas por plantaciones de especies exóticas (Figura N° 1). De ellas, *Pinus ponderosa* representa el 56% del total regional, seguida de *Pinus contorta* con un 14%, y son las especies más relevantes.

La mayor parte de estas plantaciones no han sido sometidas a manejo, razón por la que su valor maderero es bajo y existe poco interés en su aprovechamiento con este fin. Esta situación a motivado al Centro Agroforestal Patagónico (CAP) de INFOR, a buscar alternativas para potenciar el uso de los suelos y dar valor estos recursos mediante la aplicación de técnicas de manejo orientadas a convertir estas plantaciones forestales a Sistemas Silvopastorales.

En el presente trabajo se presenta una experiencia llevada a cabo por INFOR, en el predio de un propietario ganadero-forestal, quien acepta la intervención de dos rodales de *Pinus contorta*, que suman 4,5 ha, con el fin indicado, trabajo con el cual se pretende entregar las bases técnicas para ser implementadas por pequeños y medianos propietarios de la región.

OBJETIVOS

Objetivo General

Estudiar el rendimiento en una faena de raleo, con enfoque silvopastoral, en una plantaciones de *Pinus contorta* en la región de Aysén.

Objetivos Específicos

- Evaluar los parámetros dasométricos del manejo forestal.
- Calcular los rendimientos de la conversión a manejo silvopastoral
- Evaluar tiempos y rendimientos de la faena de manejo forestal.
- Entregar bases técnicas, para convertir plantaciones forestales a Sistemas Silvopastorales, método aplicable a pequeños y medianos propietarios en la región de Aysén.

MATERIAL Y MÉTODO

Área de Estudio

El área de estudio se ubica en el sector de Mano Negra, distante 13 km al noroeste de la ciudad de Coyhaique (Coordenadas UTM, 18G 4958366 730371), en la zona sur austral de Chile. En esta área se ubica una plantación de *P. contorta* de 31 años y se rodalizó en ella dos sectores no homogéneos, el primero presenta raleo y poda, mientras que el segundo no presenta intervenciones de manejo (Cuadro N° 1).

**Cuadro N° 1
PARÁMETROS DASOMÉTRICOS DE LOS RODALES**

Rodal	Año Plantación	Superficie (ha)	Pendiente Media (%)	Densidad inicial (arb/ha)	Densidad final (arb/ha)	DMC (cm)
PC-01	1980	3,5	15	1.390	400	21
PC-02	1980	1	20	2.775	800	19

De acuerdo a la Clasificación Climática de Koeppen, el clima corresponde al Trasandino con Degradación Esteparia y se caracteriza por un volumen de precipitaciones y potencia de los vientos de gran intensidad.

Los vientos promedios fluctúan entre 37 y 56 km/h, con ráfagas de 60-80 km/h en época de primavera. Los suelos son moderadamente profundos a profundos, con textura moderadamente gruesa, drenaje interno bueno a moderado (IREN-CORFO, 1979), y ligeramente ácidos, provenientes de cenizas volcánicas (Hepp, 1996). La topografía del sector donde se ubica la plantación presenta lomajes suaves a moderados, con pendientes que varían entre 15 - 20%.



Vértice plantación y construcción del camino (a). Sector de claro al interior de la plantación (b).

Figura N° 2
ÁREA DE ESTUDIO

Evaluación Dasométrica

Con el objeto de conocer el desarrollo de la plantación, se evaluaron los parámetros dasométricos, a través de un inventario de 6 parcelas circulares de 500 m² (radio de 12,62 m) distribuidas aleatoriamente, la población muestreada estuvo entre 8 y 10% del total de la plantación. En las parcelas se midió diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total (HTOT).

Sistema de Corta

Se utilizó sistema mecanizado con la siguiente secuencia de actividades (Figura N° 3):



Figura N° 3
MADEREO, DESRAME Y TROZADO, Y ACOPIO

Volteo: Operador con motosierra voltea los árboles previamente marcados.

Madereo: Tractor New Holland TD-95 con huinche de 50 m. Los fustes son acarreados hasta un terreno despejado para su posterior desrame y apilado.

Desrame: Operador con motosierra para el desrame y despunte de los árboles volteados.

Trozado: Operador con motosierra, trozado a 3,3 m de longitud (con 10 cm de tolerancia al corte) para obtener productos aserrables hasta un índice de utilización de 14 cm de diámetro.

Acopio: Una vez trozados los troncos se procedió a arrumar los en un sector cercano al camino, utilizando la horquilla del tractor, separando trozos y leña.

Estudio de Tempo y Rendimiento

Se realizó un estudio de tiempos mediante cronometraje discontinuo, en el que se registra cada minuto de la actividad que realizan los operarios, contabilizando de forma continua el rendimiento (m^3/h). Con lo anterior se puede determinar tiempos productivos e improductivos.

Para determinar el volumen unitario de los árboles cosechados y homologar las actividades antes descritas, se tomó una sub-muestra y se cubicó cada árbol utilizando la fórmula de Smalian (Husch *et al.*, 1982), que consiste en una ecuación que utiliza el promedio la medición del diámetro menor y mayor de la troza. Obteniendo el valor promedio de cada árbol es posible estimar los rendimientos en con estudio de tiempos.

$$V = (D + d)/2 \times L$$

Donde: V = Volumen del trozo (m^3)
D = Diámetro mayor del trozo (cm)
d = Diámetro menor del trozo (cm)
L = Largo del trozo (m)

Estudio de Rendimiento en Aserrío

Se evaluó el volumen de madera aserrada que se obtiene de cada troza procesada. Es decir, la relación que existe entre el volumen producido de madera aserrada y el volumen en troza, a esta relación se le denomina Coeficiente de Aserrío o Rendimiento y se obtiene de la siguiente fórmula.

$$CA = [Madera Aserrada (m^3) / Madera en Trozo (m^3)] \times 100$$

Donde: CA = Coeficiente de Aserrío

Los equipos empleados fueron tractor con garra New Holland TD-95 año 2011 y un Huinche Tac Fun con cable de 50 m; motosierras marca Husqvarna 272xp y aserradero Wood Mizer lt15.

Análisis Estadístico

Las variables fueron tratadas mediante el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) Versión 9.1.

RESULTADOS PRELIMINARES

Evaluación Dasométrica

-Rodal Pc - 01

En el Cuadro N° 2 se indica los parámetros dasométricos del rodal PC-01. Se trata de una plantación de *P. contorta* de 31 años sometida a raleo con enfoque silvopastoral. La densidad original es de 1390 arb/ha, esta unidad de manejo fue sometida a un raleo al 70% de intensidad de la densidad y 66% en área basal. Se obtuvo una densidad residual de 400 arb/ha distribuidos homogéneamente en el rodal y con un aumento del DMC de 21 a 23 cm.

Cuadro N° 2
TABLA DE RODAL E INTENSIDAD DE CORTA RODAL Pc-01

Clase Diámetro (cm)	Antes de Manejo		Después de Manejo			
	Densidad (arb/ha)	Área Basal (m ² /ha)	Densidad (arb/ha)	Área Basal (m ² /ha)	Corta por Clase	
					Densidad (%)	Área Basal (%)
2,5	0	0,00	0	0,00	0,0	0,0
7,5	15	0,10	0	0,00	100,0	100,0
12,5	200	2,90	13	0,20	93,4	93,1
17,5	495	13,10	133	3,87	73,1	70,5
22,5	465	18,65	173	7,33	62,7	60,7
27,5	181	10,86	73	4,27	59,5	60,7
32,5	25	2,00	0	0,00	100,0	100,0
37,5	9	0,90	7	0,67	25,6	25,6
Total	1.390	48,51	399	16,34	71,2	66,3
S ²	80.900,00	42,84	800,00	6,67		
S	344,29	7,55	28,28	2,58		
CV (%)	24,68	15,29	7,07	15,76		
DMC (cm)	21,00		23,00			

La distribución de diámetros se concentra principalmente entre las clases 12,5 y 27,5 cm, obteniéndose un DMC de 23 cm una vez terminada la intervención. El número de árboles actuales en la plantación es de 400 arb/ha lo que significa un espaciamiento medio de 5 m.

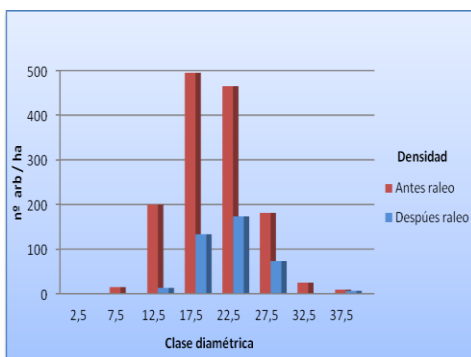


Figura N° 5
DISTRIBUCION DEL NUMERO DE ARBOLES POR CLASE DE DIAMÉTROS EN RODAL Pc-01

Se llegó a la densidad residual de 400 arb/ha, mediante una corta homogénea en porcentajes según clase diamétrica (Figura N° 6). Se observa que en las clases diamétricas 7,5 y 32,5 cm se eliminó el 100% de los árboles, mientras que en la categoría 37,5 cm se realizó una corta mas leve, del 26% de los árboles.

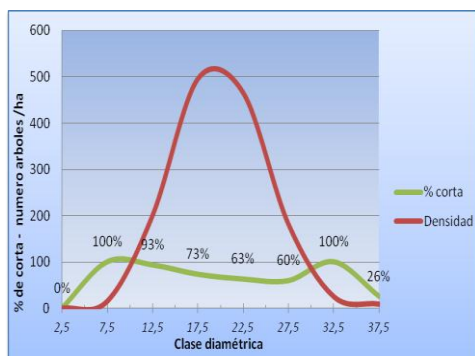


Figura N° 6
PORCENTAJE DE CORTA POR CLASE DIAMÉTRICA PARA EL RODAL Pc-01

- Rodal Pc - 02

Este rodal no había sido objeto de manejos anterior, mantenía una alta densidad y presentava ramificación hasta la base de los árboles, lo que además de comprometer la calidad de la madera constituye un peligro en la propagación de incendios forestales. Como es posible observar en el Cuacro N° 3, el rodal Pc – 02 fue sometido a raleo menos intenso que Pc-01. Originalmente el rodal presentaba una densidad de 2.775 arb/ha y fue sometido a un raleo al 71% de intensidad en la densidad y 63,7% en el área basal, para llegar a una densidad residual de 800 arb/ha.

Cuadro N° 3
TABLA DE RODAL E INTENSIDAD DE CORTA RODAL Pc - 02

Clase Diámetro (cm)	Antes de Manejo		Después de Manejo			
	Densidad (arb/ha)	Área Basal (m ² /ha)	Densidad (arb/ha)	Área Basal (m ² /ha)	Corta por Clase	
					Densidad (%)	Área Basal (%)
2,5	0	0,00	0	0,00	0,0	0,0
7,5	450	3,00	95	0,63	79,0	78,9
12,5	625	9,00	120	1,73	81,0	80,8
17,5	825	20,75	180	4,53	78,0	78,2
22,5	475	18,75	210	8,29	56,0	55,8
27,5	325	18,25	140	7,86	57,0	56,9
32,5	75	6,00	55	4,40	27,0	26,7
37,5	0	0,00	0	0,00	0,0	0,0
Total	2.775	75,75	800	27,44	71,2	63,8
S ²	1.012.550,00	298,50				
S	318,20	17,28				
CV (%)	11,47	34,32				
DMC (cm)	19,00					

El rodal Pc-02 después de la corta tiene una distribución normal y homogénea, como se puede apreciar en la Figura N° 7. La corta se concentró principalmente en las clases 7,5 y 32,5 cm, sin embargo se pretendió aumentar el DMC original de 19 cm y favorecer la permanencia de árboles de clases diamétricas superiores.

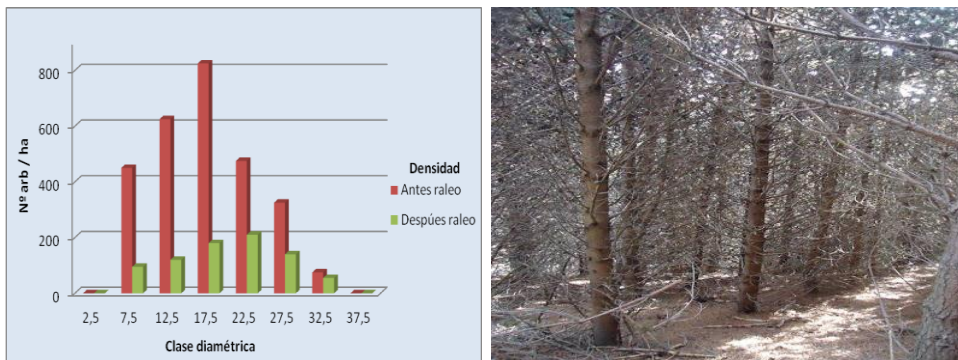


Figura N° 7
DISTRIBUCION DEL NUMERO DE ARBOLES POR CLASE DE DIAMÉTROS EN RODAL Pc-02

Al someter el rodal a un raleo de alta intensidad (71% promedio), se logra crear condiciones favorables en la temperatura del aire y humedad del suelo para incidir positivamente en la producción de la pradera. En las clases diamétricas inferiores se aplicó mayor intensidad de corta (Figura N° 8) debido a las malas condiciones de calidad de los árboles dada la alta competencia a que estaban sometidos al no contar con manejos anterior.

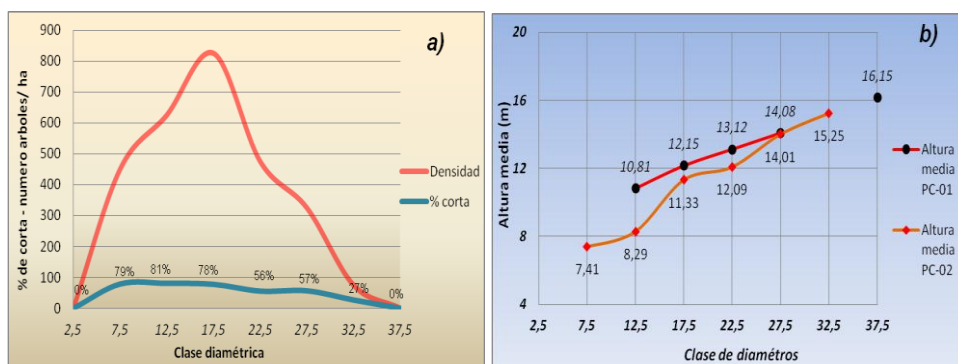


Figura N° 8
PORCENTAJE DE CORTA POR CLASE DIAMÉTRICA PARA EL RODAL Pc-02 (a) y ALTURAS PROMEDIOS POR CLASE DIAMÉTRICA PARA LOS RODALES Pc - 01 y Pc - 02 (b)

Además de la densidad, se analizó la altura media de los rodales sometidos a manejo y se aprecia una pequeña diferencia entre las alturas medias del rodal Pc - 01 (con manejo) y Pc - 02 (sin manejo). En general la altura promedio de PC-01 fue de 13,26 m mientras que PC-02 presentó una altura promedio de 11,40 m.

CONCLUSIONES

Las plantaciones forestales de especies exóticas, en manos de pequeños y medianos propietarios de la región de Aysén poseen un buen potencial para ser convertidas en Sistemas Silvopastorales y generar así un nuevo modelo productivo para potenciar sus terrenos.

La mantención de una cobertura arbórea permanente en estos sistemas silvopastorales brinda protección a la pradera y el ganado ante bajas temperaturas, nieve, lluvia y viento, mejorando la productividad pratense y pecuaria.

Por tratarse de plantaciones adultas, la alta acumulación de desechos dificulta y aumenta los costos de cosecha, sin embargo, es una actividad que debe hacerse, ya que es necesaria para la producción de la pradera. En esta ocasión el madereo se realizó sacando el árbol completo a un lugar abierto. Debido al uso de tractor y huinche, esto no es recomendable aplicarlo con bueyes.

El raleo en ambos rodales tratados aumentó el diámetro medio cuadrático (DMC) y la altura media del rodal residual, dejando una plantación con un volumen acumulado mayor y de mejor calidad, lo que se reflejará en los ingresos de la próxima intervención.

REFERENCIAS

Ganderats, S.; Moya, I.; Sotomayor, A. y Teuber, O., 2009. Sistemas Agroforestales para la Región de Aysén: Cortinas Cortavientos y Silvopastoreo. Coyhaique. 211 pág.

Hepp, Ch., 1996. Praderas en la Zona Austral: XI Región (Aysén). EN: Praderas para Chile. (Ed I. Ruiz). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 638 pág.

Husch, B.; Miller, C. H. and Beers, T., 1982. Forest Mensuration. Canadá. John Wiley. 401 pág.

IREN – CORFO, 1979. Perspectivas de Desarrollo de los Recursos de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Caracterización Climática. Coyhaique. 92 pág.