

CORTAS DE PROTECCIÓN EN HOYOS DE LUZ: EFECTOS MICROCLIMÁTICOS. Luis Otero D., Ing. Forestal, M.Sc. Medio Ambiente; Alvaro Contreras J., Ing. Forestal; Luis Barrales M., Técnico Forestal. Instituto Forestal – Valdivia.

PRESENTACIÓN

Las Cortas de Protección en Hoyos de Luz o Protección en Grupos, constituyen una variante del Método de Protección, donde el efecto del dosel lateral permite regular las condiciones ambientales al interior del área intervenida. Se trata de un sistema que imita procesos de disturbaciones naturales, tales como la caída por viento de grandes árboles envejecidos, permitiendo el desarrollo de abundante regeneración.

Este tipo de cortas posee numerosas ventajas con respecto a los sistemas tradicionales, entre las cuales se puede mencionar las siguientes: facilidades operacionales para la cosecha, facilidad de marcación de las áreas a intervenir, posibilidad de seleccionar grupos de árboles de alto valor y orientar la intervención, con criterios de rentabilidad, sin producir un floreo del bosque.

Este sistema permite abrir espacios al interior del bosque mejorando las condiciones para la plantación y el manejo de la regeneración natural, también habría que mencionar las facilidades de control de las cortas por parte de los organismos fiscalizadores.

Desde una perspectiva más social, este sistema permite al campesino ordenar su bosque con menos complicaciones, ya que su marcación es simple y la escala de trabajo puede ajustarse a la capacidad, equipos y necesidades de los propietarios. El tamaño de los hoyos puede variar desde un diámetro equivalente a media altura del dosel dominante hasta 2 veces la altura.

Desde el punto de vista silvícola, la protección lateral presenta numerosas ventajas para el crecimiento de la regeneración natural, tal como ha quedado demostrado en los ensayos de Donoso (1989), en el sistema de Protección en Fajas. Estudios realizados por INFOR en crecimiento inicial de plantaciones de raulí (Otero, Barrales, Contreras, 1995), muestran que con protección lateral en fajas, las plantaciones tienen un crecimiento un 24% mayor que con el método de Protección Uniforme (protección vertical).

Con respecto a los efectos ambientales de estos sistemas de corta, estudios realizados por INFOR en los bosques de Panguipulli (Otero, Contreras, Barrales, 1994), en Cortas en Fajas de un ancho equivalente a dos veces la altura del dosel (60m), muestran cambios con respecto al bosque de la siguiente magnitud: de 3,6 veces la intensidad de luz; 1,3 veces la temperatura del aire; 2,1 veces la temperatura del suelo y prácticamente no se presentan cambios en la capacidad evaporativa del aire y la humedad relativa.

El sistema de cortas de protección en **hoyos de luz** es un sistema utilizado en Gran Bretaña para las especies latifoliadas y es crecientemente utilizado en superficies de 0,1 a 0,5 ha (the group system). Este sistema es utilizado como cortas sucesivas, agrandando el área cada 5 años aproximadamente, cuando la regeneración natural ya se ha establecido. Una de las razones del creciente uso de este sistema son sus beneficios ambientales (Kerr y Evans, 1993).

Este sistema puede tener algunas desventajas como por ejemplo la creación de bolsones de frío en áreas con heladas o muy planas, así como algunas complicaciones operativas debido a la distribución poco sistemática de las áreas cortadas (Hawley y Smith, 1972).

METODOLOGÍA

Área de Estudio

Los ensayos con este sistema han sido realizados en el bosque Siempreverde en el subtipo Chilote, tanto en el sur de la Isla Grande, sector de Compu (43° S y 73°30 O). En la Figura 1 es posible ver la localización de los ensayos implementados.

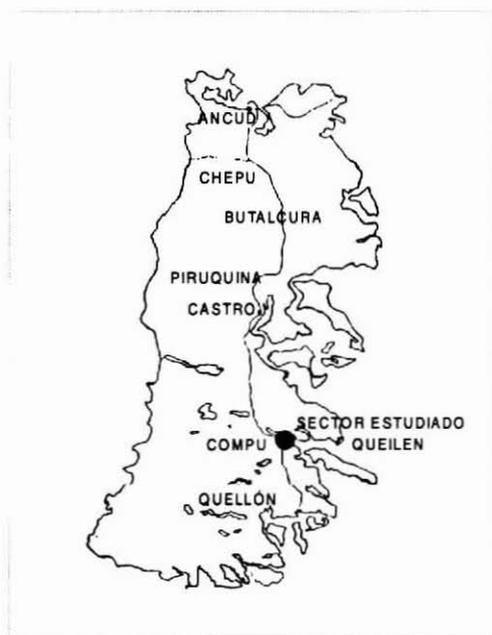


Figura 1. **ÁREA DE ESTUDIO**

Los bosques corresponden al subtipo Chilote dominado principalmente por Canelo y Coigüe de Chiloé, el número de árboles por ha corresponde a 1133 y el área basal a 54.7 m² por ha (Cuadro 1).

Cuadro 1

NÚMERO DE ÁRBOLES Y ÁREA BASAL POR HECTÁREA SEGÚN ESPECIE DEL BOSQUE

Canelo		Coigüe		Tepa		Mañío		Mirtaceas		Tiaca	
N	AB	N	AB	N	AB	N	AB	N	AB	N	AB
407	19,3	44	19,2	198	5,2	22	0,7	341	5,8	121	4,3

N : Número de árboles por hectárea

AB : Área basal por hectárea

Los volúmenes de este bosque son de 350 m³ por ha de los cuales 120 m³ son industrializables (aserradero y debobinado) y 230 m³ son pulpables o leña.

La Figura 2 muestra un perfil del bosque estudiado

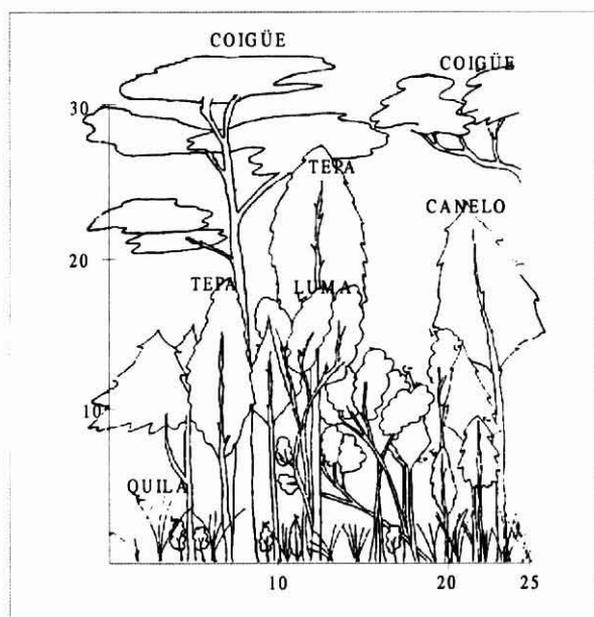


Figura 2. PERFIL VERTICAL DEL BOSQUE ANALIZADO

Condiciones Ambientales

Los suelos del área donde se realizaron las intervenciones corresponde a trumaos de lomajes (terrazas fluvio-glaciales altas). La serie de suelos corresponde a Dalcahue y se caracterizan por ser orgánicos, con altos contenidos de este elemento, ácidos y con excesiva humedad. Poseen un estrato de arcillas denso a profundidades variables (40-50 cm) que impide el drenaje interno y la penetración de raíces, sobre este estrato se deposita Fe y Si formando un fierrillo (hardpan).

La precipitación media anual es de 2.427 mm, durante los meses secos la pluviometría es de 100 mm por mes y en invierno alcanza los 200 mm mensuales. En general, existe un superavit hídrico mayor de 200 mm mensuales en invierno y de 100 mm en verano (Serraga, Rayo, Tosca, 1990).

El régimen térmico es moderado, con escasa amplitud térmica. Las temperaturas medias fluctúan entre 7,8° C y 14°C, las temperaturas máximas se registran en enero y no superan los 18°C, las mínimas medias se presentan en agosto y son cercanas a los 8°C.

Descripción del Método de Corta de protección en Grupos u Hoyos de Luz

Las cortas de protección en grupos u **hoyos de luz**, constituyen una variante del sistema de protección lateral, en el cual se extrae el 100% del área basal, en una superficie cuyo diámetro equivale al de una o dos alturas del dosel dominante del bosque (Figura 3).

Este sistema permite seleccionar grupos de árboles de valor dentro del bosque. Entre cada hoyo se deja un área sin intervenir (bosque de protección) con excepción de las vías de saca de madera, la distancia entre estos hoyos debe ser a lo menos una altura del dosel dominante. Con este método es posible extraer entre el 40% y 50% de la superficie del rodal.

El bosque de protección es posible extraerlo una vez que la plantación de los hoyos esté establecida y con a lo menos 3m de altura. Posteriormente, se planta esta área con densidades entre 700 – 1.500 plantas/hectárea y se maneja la regeneración natural existente.

Este tipo de cortas parece más adecuado cuando no existe una demanda por madera pulpable y es necesario hacer una extracción más selectiva. También, es un método bastante adecuado para propietarios de pequeñas y medianas superficies de bosques, los cuales trabajan con equipos sencillos y no requieren extraer grandes volúmenes, ya que de lo contrario no sería sustentable el manejo de sus predios.

Desde el punto de vista ambiental parece aconsejable mantener indefinidamente la matriz de bosque de protección, sin embargo esta área también es posible intervenirla mediante cortas de selección o bien mediante cortas de protección que permitan

mantener una cobertura mínima basada en grandes árboles envejecidos con el objeto de regular las condiciones ambientales y conservar parte de la biodiversidad (Figura 3b).

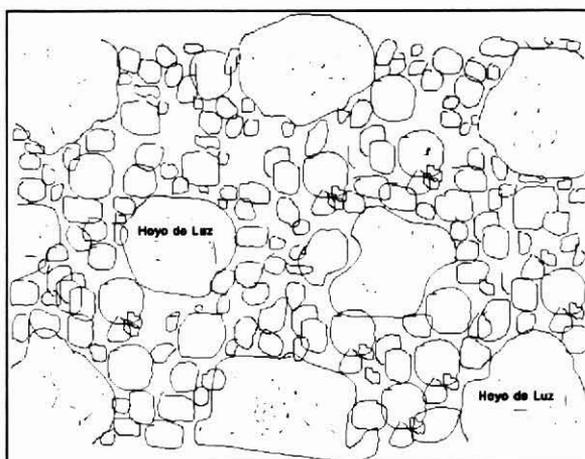


Figura 3a. MÉTODO DE PROTECCIÓN EN HOYOS DE LUZ. PRIMERA CORTA, SELECCIÓN DE GRUPOS DE ÁRBOLES DE VALOR COMERCIAL DEJANDO UNA MATRIZ DE BOSQUE SIN INTERVENIR

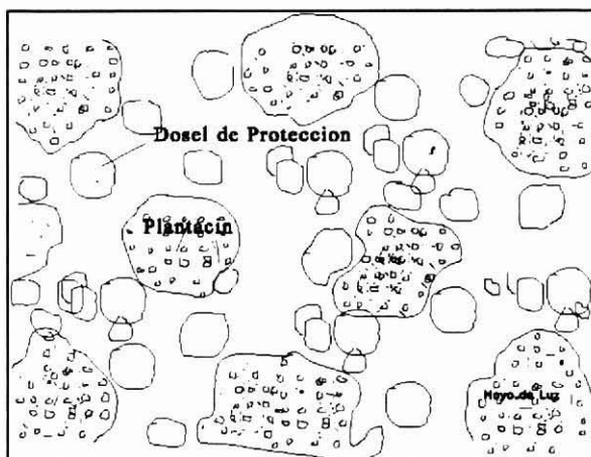


Figura 3b. MÉTODO DE PROTECCIÓN EN HOYOS DE LUZ; CORTA FINAL EN LA CUAL SE HA OPTADO POR DEJAR ÁRBOLES ENVEJECIDOS COMO PROTECCIÓN, UNA VEZ QUE LA PLANTACIÓN HA ALCANZADO 3 M DE ALTURA. ESTA ÁREA IGUALMENTE DEBE SER PLANTADA.

Muestreo

La toma de datos se realizó sobre la base de mediciones comparadas entre el área intervenida y una zona adyacente de bosque intocado. En cada área se establecieron cinco estaciones de medición distribuidas de acuerdo al siguiente diseño (Figura 4).

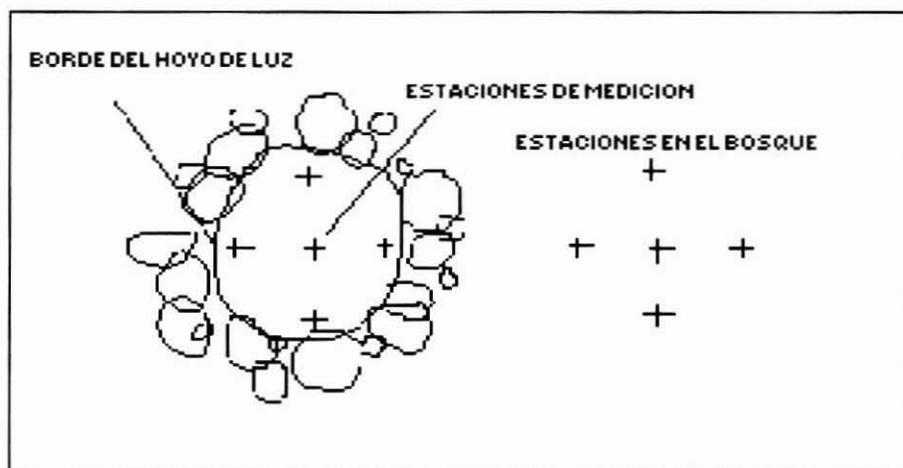


Figura 4. **ESTACIONES DE MEDICIÓN**

El período de medición correspondió a 4 días típicos de verano, sin nubosidad ni vientos, con mediciones simultáneas en el área intervenida y en el bosque. Las mediciones se hicieron cada dos horas entre las 8 AM y 6 PM.

Las 5 variables consideradas en el estudio son las siguientes: luz difusa (medida en lux), temperatura del aire (°C), humedad relativa del aire (%), capacidad evaporativa del aire (ml cada 2 horas), temperatura de suelo (°C a 10 cm de profundidad).

La evaluación de los efectos ambientales de la intervención se hizo mediante funciones matemáticas (lineales simples), cuya validación estadística está dada por regresiones. Se consideró como variable independiente las condiciones originales del bosque (variable X) y como variable dependiente o impacto de la corta (variable Y), las condiciones existentes en el área intervenida (**hoyo de luz**).

Las regresiones son del tipo: $Y = a + bX$

El parámetro "a" de la regresión se considera como el nivel inicial o fijo del impacto de las cortas y está influido por las condiciones climáticas generales. El parámetro "b",

pendiente de la regresión, es considerado como impacto variable de la corta y permite evaluar la tasa de cambio generada por la intervención con respecto a un bosque sin intervenir.

Las mediciones de temperatura y humedad relativa se realizaron con un sensor ambiental (Tri Sense, Cole Palmer). Las mediciones de luz se hicieron mediante un luxímetro, la temperatura de suelo se obtuvo con termómetros de suelo (Amarell precisión) y la capacidad evaporativa del aire mediante evaporímetros de Piche.

RESULTADOS

Cortas

Se realizaron 4 intervenciones con este sistema de corta, con un diámetro equivalente a una vez la altura del dosel, entre 22 y 30 m de diámetro con un promedio de 25 m de diámetro (490 m²). Las cortas se ejecutaron al barrer dentro del **hoyo de luz**, vale decir se extrajo el 100% del área basal del bosque. Las superficies de cada hoyo se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2
SUPERFICIE DE LOS HOYOS DE LUZ.

Hoyo (Nº)	Superficie (m ²)
1	490
2	490
3	380
4	706

Efectos Microclimáticos

En el Cuadro 3 se pueden ver los parámetros y estadígrafos obtenidos para las regresiones realizadas con las variables ambientales estudiadas.

Cuadro 3
VARIABLES AMBIENTALES, PARÁMETROS Y ESTADÍSTICOS.

VARIABLES	a	b	r	n
Luz Difusa	2450,98	1,51383	0,60	98
Humedad Relativa	-4,18712	0,961909	0,87	103
Temperatura del Aire	-1,01351	1,12502	0,95	103
Temperatura del Suelo	-12,4142	2,14715	0,78	56
Capacidad Evaporativa del Aire	0,0799665	1,2641	0,89	57

donde:

a = intercepto

r = coeficiente de correlación

b = pendiente

n = número de datos

Luz Difusa

Los efectos del método tienden, en general, a duplicar la intensidad de la luz, y sus valores fluctúan entre incrementos de 2.500 lux y 14.500 lux. Para condiciones al interior del bosque la variación es de 200 a 8.000 lux.

La función obtenida es la siguiente: $Y=2.450,98 + 1,51383 X$

donde: Y = Luz difusa en el área intervenida

X = Luz difusa en el área testigo

El impacto sobre la luz es obviamente el efecto más importante de estas intervenciones con un impacto variable de 1,51 (b) sobre las condiciones del bosque sin intervenir (Cuadro 3).

Los resultados obtenidos en Cortas en Fajas de 30m de ancho, presentan un impacto similar a las obtenidas bajo este método, las fajas presentan un efecto variable de 1,56, aunque con niveles iniciales de luz menores 1.170,6 lux (Otero, Contreras y Barrales, 1994). Con respecto a las Cortas de Protección Uniforme, el impacto de estas intervenciones es bastante menor, en P. uniforme el impacto variable (b) es de 4,412 (Otero, Donoso y Barrales, 1994).

Las condiciones generadas en el bosque, permitirían una adecuada regeneración de especies intolerantes de este bosque como lo son Canelo, Coigüe y Ulmo, este último por medio de la plantación. Hacia los bordes del hoyo se generan condiciones de luminosidad adecuadas para especies tolerantes como Tepa y Mañío.

En general, de acuerdo a los señalado por Donoso (1990) y Ronco (1970), las condiciones producidas están dentro del rango óptimo para la fotosíntesis, entre 40 y 50 mil lux, en luz total y 2.500 a 3.000 lux en luz difusa.

Temperatura del Aire

Las temperaturas medias durante el día en el área intervenida tienden a ser superiores que las del bosque en 1°C promedio durante el día. El los valores extremos de la función (15°C) el área intervenida presenta aproximadamente 2°C más que el bosque sin intervenir.

El valor negativo del intercepto "a" revela un grado de inversión térmica en las áreas intervenidas, vale decir para los valores de temperatura más bajos, el área intervenida presenta menores temperaturas que el bosque. Ello podría ser una desventaja del método si se aplica en zonas sin pendientes y con heladas frecuentes, tal como lo establece Hawley y Smith (1972).

La función obtenida fué la siguiente: $Y = -1,01351 + 1,12502 X$

donde : Y = son los °C en el área intervenida.

X = la temperatura en el bosque sin manejo (°C).

Los valores obtenidos son superiores a los de la faja de 30m de ancho y similares a los logrados en funciones de impacto en fajas de 60m de ancho (Otero et al, 1994), donde la pendiente de la función es 1,26 (impacto variable), aunque con niveles de efecto inicial similar (-1,17).

Las temperaturas obtenidas dentro del hoyo se encuentran dentro de los rangos más favorables definidos para especies templadas según Weares y Clements (Citado por Donoso, 1990), este rango va entre 16 y 32°C.

Temperatura de Suelo

El impacto de la corta sobre las temperaturas del suelo, para las condiciones analizadas, fluctúa entre + 0,2°C y + 2,5 °C.

La regresión obtenida es la siguiente: $Y = -12,4142 + 2,14715X$

donde: Y = Temperatura del suelo (°C) en el área intervenida.

X = Temperatura del suelo (°C) en el bosque sin intervenir.

Las variaciones de temperatura de suelo son bastante similares a las encontradas en cortas en fajas, tanto de 60 como 90 m. La pendiente de estas funciones o impacto variable, es de 2,01 y 2,1, respectivamente, aunque con niveles iniciales más estables de -8,89 y -5,84, según sea el caso (Otero et al, 1994).

Con respecto a las cortas de Protección Uniforme los cambios en la temperatura del suelo son similares tanto en el nivel inicial del efecto (-12,25) como en la variación del impacto (2,367), Otero et al ,1994).

El incremento de las temperaturas generadas por la intervención pareciera ser favorable al desarrollo de la regeneración ya que permite acercarse a los 15°C, que es la temperatura ideal para el desarrollo de las raíces (Kaufmann,1977).

Humedad Relativa del Aire

Los efectos de la intervención sobre la humedad relativa fluctúan entre -6% y -8%, para valores de esta variable de entre 42% y 94%, en áreas sin intervenir.

La función obtenida fué la siguiente: **$Y = -4,18712 + 0,961909 X$**

donde: **Y = Humedad relativa del aire (%) en el área intervenida.**

X = Humedad relativa del aire (%) en el bosque sin intervenir.

El valor negativo del impacto inicial (a), es sólo teórico y refleja el rápido descenso de la humedad relativa para los valores menores de esta variable.

La regresión presenta parámetros similares a los de una faja de 30 m de ancho, cuyo impacto variable (b) es de 0,95, aunque esta última presenta un mayor nivel inicial del efecto (a), de 0,311 (Otero et al, 1994). Para el caso de las cortas de Protección Uniforme, el efecto variable es bastante mayor (1,372) y los niveles de humedad descienden más bruscamente (a= -39,37).

En términos generales las variaciones de humedad son bastante menores que en otros factores ambientales y sus cambios dependen esencialmente de la temperatura ambiental (Arntz, Delmastro y Schalatter, 1969).

Capacidad Evaporativa del Aire (CEA)

Los efectos causados por la intervención varían entre +0,2 y +2,2 ml/2 h para el rango estudiado en el área sin intervención (0,1 y 1,7 ml). Lo que representa incrementos de 100% en los valores de evaporación bajos y de 30 % para los valores altos.

La función obtenida fué la siguiente: **$Y = 0,0799665 + 1,2641 X$**

donde: **Y = Capacidad evaporativa del aire (ml) en el área intervenida.**

X = Capacidad evaporativa del aire (ml) en el bosque sin intervenir

La regresión obtenida presenta parámetros similares a los estimados para funciones de fajas de 60 m de ancho, cuyo impacto variable es de 1,02, aunque el nivel inicial del impacto es más alto (0,84) (Otero, Contreras y Barrales, 1994). En el método de

Protección Uniforme, el impacto variable es menor (0,914), sin embargo, el nivel inicial del efecto es mayor (0,32) (Otero, Donoso y Barrales, 1994).

La CEA constituye un muy buen indicador de las condiciones al interior del bosque ya que sintetiza las condiciones de temperatura, humedad y viento. Los incrementos obtenidos (30%), en las condiciones más extremas son inferiores a los observados al comparar bosques y praderas, donde los incrementos son del orden del 240 % de la CEA (Donoso, 1990).

CONCLUSIONES

Las Cortas de Protección en Hoyos o Protección en Grupos, constituirían un método silvicultural apropiado para el bosque siempreverde, ya que provee de protección ambiental y genera condiciones microclimáticas adecuadas para las áreas intervenidas, durante el período estival.

Los principales efectos provocados por las Cortas de Protección en Hoyos se producirían a nivel de la luz difusa y la temperatura del suelo, igual que lo que ocurre con las cortas de Protección en Fajas y Protección Uniforme.

Las condiciones generales de este sistema son similares a las encontradas en el sistema de cortas de Protección en Fajas realizadas en el tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa, para anchos de fajas de 30 y 60 m de ancho.

Los cambios a nivel de temperatura del aire, humedad relativa del aire y capacidad evaporativa, estarían dentro de los rangos adecuados y aceptables para el desarrollo de un nuevo bosque, basado en regeneración natural y de plantaciones con especies nativas como Canelo, Ulmo, Mañío y Tepa.

En sectores con heladas severas y con topografía plana este método podría generar inversión térmica y podría no ser recomendable su aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

Arnz J. Delmastro, R. Schlatter, J. 1969. Influencia de un Rodal de Pinus Radiata sobre Algunos Factores Ecológicos en Comparación al Campo Abierto. Tesis. UACH. Valdivia.

Donoso, C. 1989. Regeneración y Crecimiento en el Tipo Forestal Siempreverde Costero y Andino Tras Distintos Tratamiento. Silviculturales. Rev. Bosque Vol 10 N 1 y N 2. Valdivia.

Donoso, C. 1990. Ecología Forestal. El Bosque y su Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Forestales. UACH. Editorial Universitaria. Santiago.

Kerr, G., Evans, J. 1993. Growing Broadleaves for Timber. Forestry Commission. Handbook 9.

Hawley, R. Smith, D. 1972. Silvicultura Práctica. Barcelona



Otero, L., Barrales L., Contreras A. 1995. Crecimiento Inicial de Plantaciones de Raulí, en los Métodos de Protección en Fajas y Protección Uniforme en el Área de Neltume y Coñaripe. Ciencia e Investigación Forestal. Vol N° 9 2.

Otero, L., Contreras, A., Barrales, L. 1994. Efectos Ambientales de Diferentes Tipos de Corta en Bosque Nativo. El Caso de las Cortas de Protección en Fajas. INFOR. Ciencia e Investigación Forestal Vol 8 N°1. Santiago.

Otero, L., Donoso, P., Barrales, L. 1994. Efectos Ambientales de las Cortas de Protección en Bosque Nativo. Seminario Medio Ambiente, Biodiversidad y Actividades Productivas. Instituto Forestal. Santiago 14-15 de Junio de 1994.

Ronco, F. 1970. Influence of Light Intensity on Survival of Planted Engelmann Spruce. For. Sci. 16:331-339.

Serraga F., Rayo, G., Tosca, G. 1990. Situación Actual y Perspectivas del Sector Campesino en Chiloé. Santiago.

ANEXO: Estadígrafos de Dispersión

	Luz Hoyo	Luz Bosque	Temp. aire Hoyo	Temp. aire Bosque	Temp. suelo Hoyo	Temp. suelo Bosque	HR Hoyo	HR Bosque	CEA Hoyo	CEA Bosque
	(lux)	(lux)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	(%)	(ml)	(ml)
Promedio	5.148	1.781	18,5	17,4	13,9	12,2	64,6	71,5	0,72	0,51
Mediana	3.800	1.168	19,1	17,7	13,5	12	62,8	69,7	0,70	0,45
Moda	2.970	3.190	20,4	17,7	14	13	56,9	65,5	0,50	0,40
Varianza	2,04E7	3,24E6	17,0	12,0	3,35	0,45	209,9	173	0,18	0,09
Desv. estan	4.522	1.800	4,12	3,47	1,83	0,67	14,5	13,2	0,43	0,31
Min	461	158	10,4	10,4	11	11	27,1	42,3	0,10	0,10
Max	1.9170	8.930	28	24,9	18,5	13	91,9	94,9	2,00	1,70
Rango	1.8709	8.772	17,6	14,5	7,5	2	64,8	52,6	1,90	1,60