

# VARIACION MICROCLIMATICA CAUSADA POR UNA CORTA DE PROTECCION EN UN BOSQUE DE LENGA (*Nothofagus pumilio*)

Caldentey, J.<sup>1</sup>; Promis, A.<sup>1</sup>; Schmidt, H.<sup>1</sup> y Ibarra, M.<sup>1</sup>

**Key words:** Natural Forests, Shelterwood Systems, Microclimate, *Nothofagus pumilio* (lenga), Magallanes.

---

<sup>1</sup>Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Casilla 9206, Santiago, Chile.

## INTRODUCCION

De acuerdo a los postulados del manejo forestal sustentable establecidos en 1993, en la Conferencia Ministerial de Helsinki, el bosque adquiere una concepción holística en donde se integran sus funciones y objetivos económicos, sociales y ambientales. Desde esta perspectiva, el manejo forestal, además de propender a la producción permanente, deberá mantener el bosque como un sistema ecológico, con el correspondiente resguardo y equilibrio de los procesos ambientales.

Cualesquiera que sean los objetivos asignados al manejo del bosque, siempre se producirán modificaciones en el sistema original, las cuales suponen algún grado de artificialización. Así, los tratamientos silviculturales efectuados sobre la cubierta arbórea, son causa de cambios en las condiciones microclimáticas, tales como incrementos en el ingreso de la radiación solar dentro del bosque y variaciones en la redistribución de las precipitaciones recibidas. Producto de ello, también ocurren modificaciones en la temperatura y humedad del aire y del suelo, así como los procesos que tienen lugar en la litera y en el piso forestal (Edwin *et al.*, 1996). A su vez, dependiendo de la intensidad y distribución espacial de las intervenciones realizadas, habrá efectos sobre la dinámica de la regeneración natural y en la composición y desarrollo del sotobosque (Mitscherlich, 1981; Beek y Saenz, 1992).

En concordancia a lo señalado, surge la necesidad de evaluar las intervenciones o modelos silvícolas aplicados a los bosques naturales, tanto en a lo que se refiere a los aspectos productivos como desde la perspectiva de sus aspectos ambientales (Otero *et al.*, 1994). Tales requerimientos adquieren, además, connotaciones a nivel político y comercial. En el primero se sitúan las críticas provenientes de distintos ámbitos de la opinión pública, respecto al uso de los bosques sin que se disponga de estudios que consideren los posibles efectos ambientales y aseguren la estabilidad de estos ecosistemas. Por otra parte, cabe destacar la creciente incorporación de la dimensión ambiental en el comercio internacional de productos forestales, donde el acceso a los mercados está asociado a las exigencias de un manejo sustentable, que incorpore los correspondientes equilibrios ambientales de sus procesos productivos.

El anterior marco de referencia se ajusta plenamente a las características que actualmente exhiben los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) de la XII Región.

Estas masas forestales, además de presentar importantes superficies de bosques comerciales (aproximadamente 500.000 ha), muestran interesantes potenciales productivos cuando son manejados. A ello se agrega la experiencia acumulada en estudios sobre la estructura, dinámica y respuesta a intervenciones, lo que ha permitido definir y aplicar operativamente esquemas silviculturales orientados a una utilización sustentable (Schmidt, 1994).

En dicho contexto, este trabajo tiene como objetivo evaluar los efectos causados por la corta de protección, principal intervención utilizada en los bosques de lenga, sobre las variables microclimáticas.

## MATERIAL Y METODO

### Area de Estudio

El estudio es parte de un ensayo establecido en el predio "Monte Alto", ubicado en la Comuna de Natales, Provincia de Última Esperanza, XII Región (Chile), entre las coordenadas 52°05' y 52°10' de latitud sur y 71°35' y 71°55' de longitud oeste.

Este sector está situado en el Distrito Agroclimático de Punta Arenas. La temperatura mínima absoluta media del mes más frío (julio) llega a -9,3°C y la media máxima diaria de este mismo mes, es de 4,4°C. El mes más cálido es enero y presenta una máxima media de 15,3°C. El régimen hídrico es húmedo. La distribución de lluvias a lo largo del año es relativamente uniforme, fluctuando entre 24 y 45 mm/mes, alcanzando un monto anual de 416 mm. Durante los meses de verano, se producen vientos muy fuertes que pueden llegar hasta 120 km/hr en noviembre (INIA, 1989).

Fisiográficamente, el sector de estudio está inserto en una faja de transición entre la región cordillerana y las planicies orientales. Se trata de terrenos mesetiformes de baja altitud, atravesados por cordones montañosos bajos, cuyas cumbres rara vez exceden los 1.000 msnm, fuertemente modificados por fenómenos glaciales (Pisano, 1977).

El área presenta una topografía de lomajes suaves, con pendientes que no superan el 5%. Los suelos, originados *in situ* de materiales glaciales, son delgados a moderados, con arraigamiento concentrado en los primeros 40 cm del perfil; presentan texturas livianas y medias, estructura granular en superficie y de bloques subangulares en profundidad y sin erosión aparente bajo cubiertas arbóreas. La vegetación natural de este sector está inserta en la Región del Bosque Andino-Patagónico, Subregión de las Cordilleras Patagónicas, en la formación vegetal del Bosque Caducifolio de Magallanes (Gajardo, 1994). Son bosques con un estrato arbóreo dominado, casi exclusivamente, por *Nothofagus pumilio*.

### Características de los Rodales Estudiados

Para el estudio fueron seleccionados dos rodales, de poco más de una hectárea cada uno, representativos de los bosques comerciales de

lenga de la XII Región. Presentaban una estructura coetánea, correspondiendo a una fase de crecimiento óptimo avanzado. Las características de ambos rodales se presentan en el Cuadro 1.

- Rodal I: Bosque puro de lenga, comercial, sin intervención. Corresponde a condición testigo.
- Rodal II: Bosque de lenga, comercial, con condiciones originales semejantes al rodal I, sometido a una corta de protección durante el año de 1995, en la que se disminuyó en el 51% la cobertura de copa y en el 57% el área basal.

Además, también se consideró un sector sin vegetación arbórea, cercano a los rodales anteriormente descritos, la cual proporcionó patrones meteorológicos asimilables a una tala rasa.

**Cuadro 1:** Existencias por hectárea en número de árboles, área basal, biomasa y volumen total con corteza para los dos rodales de lenga

Rodal	N° Arb (árb/ha)	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Altura (m)	Biomasa Fuste (t/ha)	Biomasa Árbol (t/ha)	VTCC* (m <sup>3</sup> /ha)	Cobertura de Copas (%)
Bosque Natural	890,0	79,3	20	247,1	329,7	753,1	85,3
Corta de Protección	213,3	35,8	17	112,8	154,9	336,4	49,2

\*VTCC: Volumen total con corteza.

### Estudio del Medio Microclimático

En cada uno de los rodales y en el sector desarbolado, se instaló una estación agrometeorológica automática, la que registró en forma continua, a intervalos variables, inferiores a un minuto, las siguientes variables:

- Radiación solar incidente (langley), medida a partir de tres sensores por rodal, ubicados aproximadamente a 1,7 m sobre el nivel del suelo.
- Temperatura del aire (°C), medida aproximadamente a 3 m sobre el nivel del suelo.
- Humedad relativa del aire (%), medida aproximadamente a 3 m sobre el nivel del suelo.

- Temperatura del suelo (°C), medida a 15 y 30 cm de profundidad.
- Velocidad del viento (m/s), medida a una altura equivalente a la mitad de las copas.

Los resultados que se presentan en este estudio corresponden, a los promedios mensuales de los registros de dos años de mediciones, abarcando el período comprendido entre el 9 de febrero de 1997 al 31 de enero de 1999.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Variables Microclimáticas

El resumen de los valores de todas las variables microclimáticas medidas se presenta en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Distribución mensual de las variables microclimáticas en rodales de lenga con distintas intervenciones y un sector desarbolado\*

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>SECTOR DESARBOLADO</b>												
R	10.710	7.079	6.571	3.554	1.960	1.338	1.479	2.918	5.568	9.606	9.879	10.664
T	8.6	8.8	7.6	4.8	2.1	0.7	-0.7	1.2	2.2	4.5	6.6	7.1
TMá	13.3	14.2	13	9.7	6.1	4.1	3	4.6	6.4	9.4	11.6	11.7
TMí	4.1	3.4	2.5	0.4	-1.9	-2.8	-4.8	-2,7	-2	0	1.7	2.8
H.R.	76	77	78	87	92	92	92	86	81	78	79	81
T15	9.8	9.4	7.7	4.6	2.2	0.7	0.4	0.2	0.9	3.5	6.8	8.5
Tmá15	11.4	11	9	5.3	3.2	1.4	0.7	0.2	1.2	4.6	8.3	9.6
Tmí15	8.3	8.1	6.7	4	1.4	0.4	0.2	0.2	0.6	2.6	5.6	7
T30	9.3	9	7,8	5.1	2.7	1.1	0.7	0.4	0.9	3.3	6.3	8
Tmá30	9.6	9.4	8.2	5.3	3.4	2	1	0.4	1	3.7	6.9	8.3
Tmí30	9	8.7	7.6	4.9	2.1	0.8	0.5	0.4	0.8	3	6	7.5
V	5.1	4	3.7	3.1	2.2	2.5	3.6	4.5	4.2	5.4	4.3	4.8
VMá	10.1	8	7.5	6.2	4.4	5	7.1	8.8	8.3	10.3	8.7	9.7
VE	26	21.4	22.9	24.9	16.4	14.6	19.1	23.8	22.3	24.7	22.9	23.9
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>BOSQUE NATURAL</b>												
R	1.030	710	589	325	208	146	113	406	997	1.687	1.244	1.269
T	9.5	8.1	7.1	4.1	1.7	0.3	-0.8	0.8	2	4.3	6.4	6.9
TMá	14	13.1	11.7	8.2	4.8	2.7	1.9	3.6	5.5	8.6	10.8	10.8
TMí	4.9	3.5	3	0.7	-1	-1.9	-3.3	-1.9	-1	0.7	2.5	3.5
H.R.	80	79	80	90	95	96	95	90	84	80	82	84
T15	7.6	6.9	6.5	4.5	2.5	1	0.7	0.7	0.8	2.7	5	5.8
Tmá15	8.2	7.7	7.1	4.8	2.7	1	0.7	0.7	0.9	3.1	5.5	6.3
Tmí15	7.3	6.5	6	4.2	2.3	0.9	0.7	0.6	0.8	2.4	4.7	5.6
T30	6.8	6.3	6.3	4.8	3.1	1.8	1.3	1.1	1.1	2.4	4.5	5.4
Tmá30	7	6.5	6.4	4.9	3.1	1.8	1.3	1.1	1.2	2.5	4.6	5.5
Tmí30	6.7	6.2	6.1	4.7	3	1.7	1.3	1.1	1.1	2.4	4.4	5.3
V	0.9	0.9	0.8	0.7	0.6	0.7	0.9	1.2	1.2	1.3	0.9	1
VMá	2.6	2.9	2.7	2.3	1.9	2.2	3.1	4.1	3.9	4.3	3	3.2
VE	7.8	7.7	8.2	8.9	9.9	8.9	10.1	11.5	13.6	13.2	9.2	87

**Cuadro 2.** Distribución mensual de las variables microclimáticas en rodales de lenga con distintas intervenciones y un sector desarbolado\* **(Continuación)**

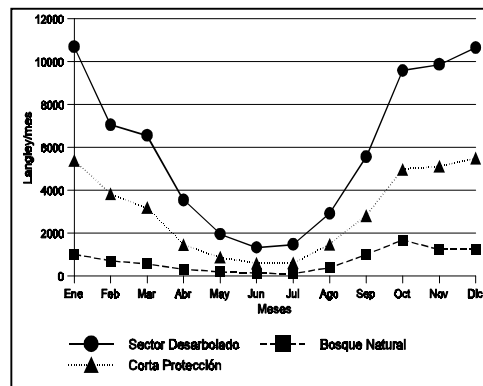
CORTA DE PROTECCION												
R	5.390	3.840	3.200	1.470	884	606	614	1.489	2.821	4.983	5.135	5.503
T	8.4	8.8	7.7	5	2.4	0.9	-0.3	1	2.2	4.4	6.5	7
TMá	13.1	14.1	12.8	9.2	5.5	3.4	2.4	4	5.9	9.2	11.5	11.5
TMí	4.4	4.3	3.7	1.8	0	-1.3	-2.8	-1.6	-0.9	0.7	2.5	3.3
H.R.	75	75	76	85	91	91	90	85	79	77	78	79
T15	8	8.2	7.5	4.8	2.8	1.1	0.7	0.6	1	3.6	6.1	7.1
Tmá15	8.7	9.2	8.3	5.2	3	1.2	0.8	0.6	1.2	4.4	6.9	7.8
Tmí15	7.5	7.5	6.9	4.5	2.6	1	0.7	0.6	0.8	3.1	5.5	6.6
T30	7.7	7.9	7.4	5	3	1.4	0.9	0.7	1	3.5	5.8	6.8
Tmá30	8.2	8.5	7.9	5.3	3.2	1.5	1	0.7	1.1	3.9	6.3	7.3
Tmí30	7.5	7.5	7.1	4.8	2.9	1.3	0.9	0.7	1	3.2	5.5	6.6
V	2.1	1.8	1.7	1.6	1.2	1.4	1.8	2.3	2	2.4	1.9	2
VMá	5.3	4.5	4.3	4	3	3.4	4.6	5.6	5.1	6.1	4.9	5.2
VE	11.5	10.5	12	11.5	10.9	10.2	12.9	12.7	12.6	12.7	11.6	11.8

\* R: Radiación global (ly/mes); T, TMá, TMí: Temperatura media, media máxima y media mínima del aire (°C) respectivamente; H.R.: Humedad relativa del aire (%); T15 (30): Temperatura media del suelo a 15 y 30 cm de profundidad (°C); Tmá15 (30): Temperatura media máxima del suelo a 15 y 30 cm de profundidad (°C); Tmí15 (30): Temperatura media mínima del suelo a 15 y 30 cm de profundidad (°C); V, VMá y VE: Velocidad media, media máxima y máxima extrema del viento (m/s) respectivamente.

**Radiación global incidente:** Producto de la intervención, la radiación incidente en el período aumentó 4,12 veces respecto al rodal sin intervención. En comparación con los registros obtenidos en el sector desarbolado, los montos de radiación de los rodales intervenido y natural representan un 50% y un 12% respectivamente, confirmando los efectos de la cobertura y estructura del rodal en el comportamiento de esta variable (Aussenac, 1997).

Al considerar la variación mensual de la radiación se aprecia que los valores máximos ocurren en el período primavera - verano, con marcadas diferencias entre los rodales y el sector desarbolado.

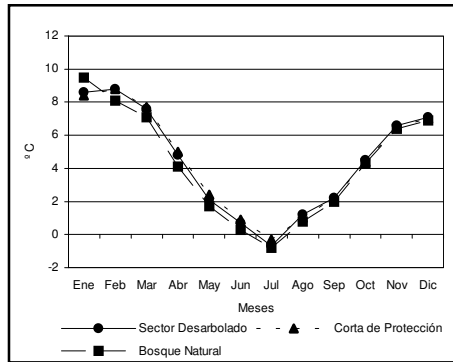
Tales diferencias se ven atenuadas durante el invierno, debido a la ausencia de follaje durante ésta época del año en los rodales arbolados (Figura 1).



**Figura 1.** Distribución mensual de la radiación global (ly/mes) en 2 rodales de lenga y un sector desarbolado.

**Temperatura del aire:** Los valores medios mensuales de la temperatura del aire no exhiben diferencias pronunciadas entre las situaciones consideradas (Figura 2). Aún así, puede constatar que éstas fueron levemente superiores bajo el rodal sometido a intervención, el cual por su condición estructural y de cobertura permite un adecuado ingreso de radiación a la vez que reduce la disipación del calor, tal como lo comprueban estudios realizados por Carlson y Groost (1997) y Otero *et al.* (1998). Aunque la oscilación térmica

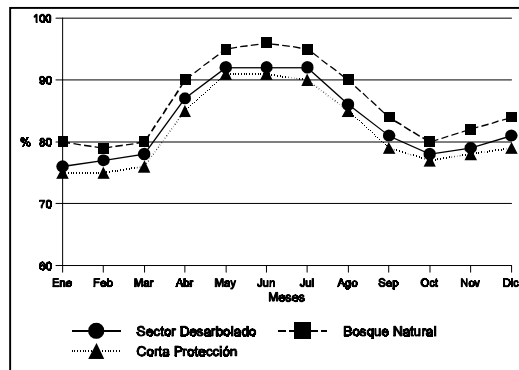
observada en el período fue muy similar en todos los casos, puede advertirse variaciones en la amplitud térmica mensual (diferencia entre máxima y mínima). Tales diferencias, de mayor magnitud en descubierto y más reducidas en el bosque sin intervención, parecen determinadas por el valor alcanzado por las temperaturas mínimas, las cuales son más bajas a medida que se reduce la cobertura. Resultados similares han sido obtenidos por Otero *et al.* (1994) y Frangi y Richter (1994).



**Figura 2.** Distribución mensual de la temperatura del aire (°C) en 2 rodales de lenga y un sector desarbolado

**Humedad relativa del aire:** La humedad relativa mostró escasas diferencias entre las situaciones consideradas, detectándose que, durante todo el período, los valores medios mensuales fueron superiores en el rodal natural

y los más bajos se produjeron en la corta de protección. En todos los casos los registros más altos de esta variable correspondieron al período invernal (Figura 3).

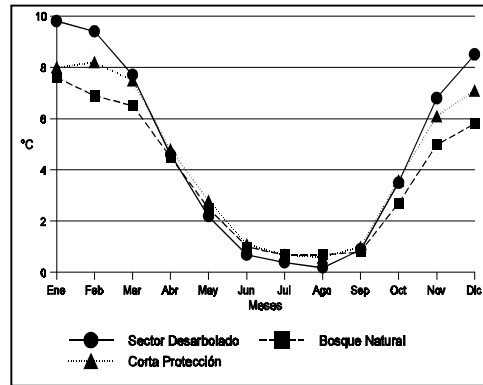


**Figura 3.** Distribución mensual de la humedad relativa del aire (%) en 2 rodales de lenga y un sector desarbolado.

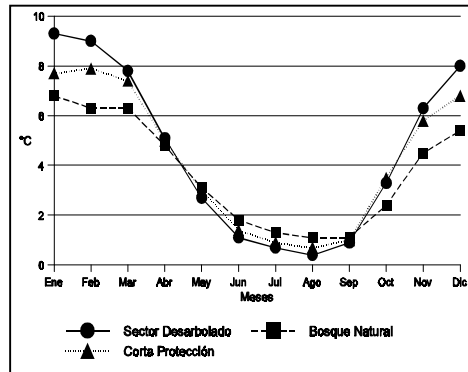
El efecto de la cubierta arbórea también se manifestó en las medias mensuales máximas y mínimas; las primeras ocurrieron preferentemente bajo el bosque natural, en tanto que las mínimas tuvieron lugar en el sector descubierto.

El comportamiento de esta variable muestra una estrecha interdependencia con las variaciones experimentadas con la temperatura del aire y con la radiación global incidente (Aussenac, 1997; Otero *et al.*, 1994 y Otero *et al.*, 1998).

**Temperatura del suelo:** Los valores de temperatura media mensual, a 15 y 30 cm de profundidad durante el período primavera – verano, fueron superiores en el sector sin bosque y menores en el rodal virgen (Figuras 4 y 5). En invierno sin embargo, estas diferencias se redujeron considerablemente, detectándose valores levemente superiores al ir aumentando la cobertura vegetal, tal como lo comprueban Carlson y Groot (1997) en un estudio realizado en bosques de álamo.



**Figura 4.** Distribución mensual de la temperatura del suelo (°C) a 15 cm de profundidad en 2 rodales de lenga y un sector desarbolado



**Figura 5.** Distribución mensual de la temperatura del suelo (°C) a 30 cm de profundidad en 2 rodales de lenga y un sector desarbolado.

La amplitud térmica mensual del estrato superior del suelo fue siempre superior en el sector desarbolado, alcanzando 3,1°C en verano, y más reducidos en el rodal virgen, donde las amplitudes máximas no superaron 1,2°C. Los valores más altos de las medias mensuales máximas ocurren en el sector sin bosque, durante el verano, y en el rodal intervenido, en los meses de invierno, ajustándose a lo observado por Otero *et al.* (1994) y Otero *et al.*

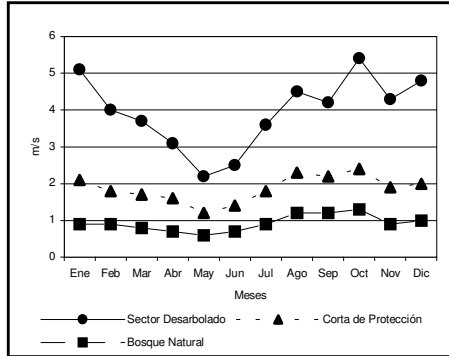
(1998). A su vez, las medias mensuales mínimas fueron más reducidas, en invierno, en el área sin vegetación.

Con la profundidad la amplitud térmica es más reducida. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en el suelo más superficial, las amplitudes más elevadas se registraron en el rodal intervenido, reflejando el efecto de esta cobertura respecto al

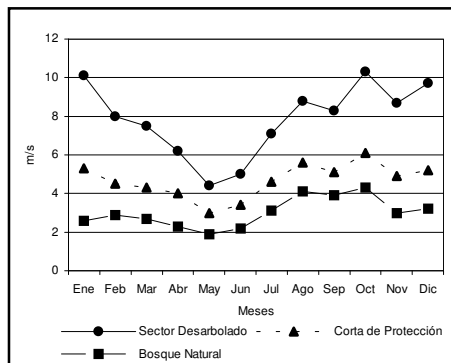
ingreso de radiación y conservación de calor.

**Velocidad del viento:** Los registros de velocidad media mensual y máxima mensual mostraron que la intensidad del viento es significativamente atenuada, en cuanto a la magnitud y oscilación, por la presencia de una cubierta arbórea (Figuras 6 y 7). En el sector descubierto, la velocidad media mensual alcanzó magnitudes más altas en el período

primavera – verano, sobrepasando los 5 m/s en enero y octubre; los valores más bajos ocurrieron hacia fines de otoño (2,2 m/s). Dentro de los rodales esta variable no superó los 2,5 m/s, observándose siempre velocidades mayores en el bosque intervenido, aunque ambos rodales tienden a seguir el mismo comportamiento del sector desarbolado, las oscilaciones son mucho menos marcadas.



**Figura 6.** Distribución mensual de la velocidad media del viento (m/s) en 2 rodales de lenga y un sector desarbolado



**Figura 7.** Distribución mensual de la velocidad media máxima del viento (m/s) en 2 rodales de lenga y un sector desarbolado.

Los valores medios máximos llegaron a 10,3 m/s en el sector sin bosque, durante el mes de octubre. Para el rodal intervenido y virgen en tanto, éstos alcanzaron a 6,1 m/s y 4,3 m/s respectivamente.

En todo caso, cabe destacar la ocurrencia de intensidades extremas, registradas en algunos meses de verano y otoño, las cuales llegaron a

26,0 m/s en el área desarbolada. Bajo las cubiertas arbóreas, éstas fueron mucho más bajas, especialmente en el bosque virgen. Esta tendencia concuerda con lo señalado por Aussenac (1997), en el sentido de que las velocidades del viento se ven reducidas entre un 15 a 50%, dependiendo de las características del bosque.



## CONCLUSIONES

Los resultados permiten delinear las tendencias generales relativas al efecto de la intervención de un bosque puro de lenga en las variables microclimáticas.

El análisis de las variables microclimáticas confirma que, en relación al bosque sin intervención, los cambios en cobertura, densidad y estructura del rodal sometido a corta de protección, provocan incrementos en los montos de radiación incidente, en los valores medios mensuales de la temperatura del aire y velocidad del viento y en las temperaturas medias mensuales del suelo superficial, durante la temporada primavera - verano; sólo la humedad relativa del aire se redujo en el rodal intervenido.

Las tendencias observadas en el estudio se ajustan al comportamiento que normalmente exhiben bosques de similares características. Sólo se detectaron variaciones en las magnitudes de las variables medidas, las cuales pueden atribuirse a las condiciones climáticas generales de la zona y al aún reducido período de mediciones.

## BIBLIOGRAFIA

- Aussenac, G. 1997. Interactions between climates and forests at the local, regional and global levels. *In*: Sustainable forests management: contribution of research. IUFRO Occasional Paper N° 9. pp. 6-10.
- Beek, R. y Saenz, G. 1992. Manejo forestal basado en la regeneración natural del bosque: Estudio de caso en los robledales de altura de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Turrialba, Inf. Téc. N° 200. CATIE. 48 p.
- CARLSON, D. y GROOT, A. 1997. Microclimate of clear-cut, forest interior, and small openings in trembling aspen forest. *Agricultural and Forest Meteorology* 87:313-329.
- Edwin, M.; Everham, M.; Randell, W. y Vandegenachte, E. 1996. Effects of light, moisture, temperature and litter on the regeneration of five tree species in the tropical montane wet forest of Puerto Rico. *American Journal of Botany* 83 (8):1063-1068.
- Frangi, J. y Richter, L. 1994. Balances hídricos de bosques de *Nothofagus* de Tierra del Fuego, Argentina. La Plata. Tomo 70:65-79.
- Gajardo, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Stgo, Chile. Editorial Universitaria. 121 p.
- INIA. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Ministerio de Agricultura. Stgo, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. 221 p.
- Mitscherlich, G. 1981. Wald, Wachstum and Umwelt. Zweiter Band: Waldklima und Wasserhaushalt. J. D. Saurländer's Verlag. Frankfurt am Main. Alemania. 402 p.
- Otero, L; Donoso, P. y Barrales, L. 1994. Efectos ambientales de las cortas de protección en bosque nativo. *In*: Actas Seminario "Medio Ambiente, biodiversidad y actividades productivas". Instituto Forestal. Santiago. pp. 301-321.
- Otero, L; Contreras, A y Barrales, L. 1998. Cortas de protección en claros de bosques: Efectos microclimáticos. *In*: Actas Primer Congreso Latinoamericano IUFRO. El Manejo Sustentable de los Recursos Forestales, Desafío del Siglo XXI. Valdivia, Chile. Versión en Compact Disc.
- Pisano, E. 1977. Fitogeografía de Fuego-Patagonia chilena. I. Comunidades vegetales entre las latitudes 52° y 56° S. *In*: Anales de la Patagonia. Vol. 8. Punta Arenas, Magallanes, Chile. pp. 121-250.
- Schmidt, H. 1994. Silvicultura y sustentabilidad en bosque de lenga de producción en Magallanes. *In*: Actas Seminario "Medio Ambiente, biodiversidad y actividades productivas". Instituto Forestal. Santiago. pp. 107-117.