

# Experiencias de restauración en lenga post incendio en Trevelin, Chubut, República Argentina: algunas consideraciones en 17 años de trabajo

Mondino Victor<sup>1</sup>, Tejera Luis<sup>2</sup>

**Palabras clave:** lenga, plantación, restauración

## Introducción

En el noroeste de la Patagonia, entre 1938 y 1996 se han registrado nueve temporadas con grandes incendios (Kitzberger et al. 2001, 2002), principalmente de origen antrópico. Se han estimado 275.000 ha quemadas en 1943-1944 en la provincia de Chubut principalmente en áreas fuera de los Parques Nacionales (Veblen et al. 2003). Debido al cambio climático se espera que los incendios de grandes magnitudes sean cada vez más intensos y frecuentes.

La regeneración posterior al incendio de lengales (bosques de *Nothofagus pumilio*) se limita a un cinturón estrecho que se extiende sólo unas pocas decenas de metros desde el borde del bosque y está limitada temporalmente a los ciclos de abundante producción de semillas de la especie (Veblen et al. 1996). En condiciones xéricas, los bosques quemados son rápidamente colonizados por especies de matorral, así como por rebrotes de bambúes, convirtiéndose en matorrales o incluso en pastizales si la presión del ganado es alta (Cavallero et al. 2013). La mayor frecuencia de incendios en los matorrales promueve la persistencia de arbustos inflamables, en detrimento de los juveniles de lenga. Por lo tanto, los matorrales se mantienen a través de retroalimentaciones positivas entre el fuego y vegetación de matorral, reforzada por condiciones xéricas y cálidas (Kitzberger et al. 2016). La transición del bosque caducifolio de *Nothofagus* a los matorrales se ve reforzada por el ramoneo selectivo de herbívoros domésticos y silvestres, que eliminan efectivamente las plántulas y reducen las tasas de crecimiento de la lenga en áreas recién quemadas (Kitzberger et al. 2005; Raffaele et al. 2011).

Por lo tanto, dada la baja resiliencia de los bosques de lenga, una manera de lograr una transición de estos matorrales hacia bosques funcionales, es mediante el establecimiento de plantas. En este trabajo se presen-

tan resultados respecto a la plantación de lengas como técnica de restauración activa en lengales degradados, indagando la influencia de variables ambientales en la sobrevivencia y el crecimiento, así como el daño por herboria (liebre).

## Materiales y métodos

El trabajo se realizó en un lengal incendiado situado al oeste de la localidad de Trevelin, en el año 2003 se comenzó con la cosecha de semilla y en el año 2005 se realizó la primera plantación, continuando todas las temporadas hasta el año 2011, y luego en los años 2015, 2018 y 2020, restaurándose unas 50 hectáreas del área incendiada. El sitio está clausurado al ganado vacuno.

El Campo Experimental Trevelin está situada en la región de los bosques templados andino-patagónicos, dominados por *Austrocedrus chilensis*, *Nothofagus dombeyii*, *Nothofagus antarctica*, *Nothofagus pumilio* y matorrales mixtos de otras especies. La temperatura media anual es de 9,8 °C y la precipitación anual de 984 mm, distribuidos principalmente en el período otoño invernal (datos estación meteorológica Campo Experimental Trevelin). El área restaurada está situada entre los 1000 y 1100 m s.n.m sobre suelos andisólicos, en una ladera de orientación general SE que fue afectada por incendios en el año 1944 y 1987. El área disturbada fue ocupada por un matorral de caña colihue (*Chusquea culeou*), la que floreció en los años 2010 y 2011, produciendo la mortalidad de casi la totalidad de las matas.

Se midieron 108 parcelas en 10 plantaciones de lenga realizadas entre los años 2005 y 2020. Por el efecto de la floración y mortalidad de la caña colihue, todas las plantaciones realizadas antes del año 2011 tuvieron protección adicional suministrada por la matriz del matorral de cañas, y las plantaciones posteriores no la tuvieron. La unidad muestral fue una parcela cuadrada de 100 m<sup>2</sup>. Se utilizaron dos sistemas de plantación

1 INTA EEA Esquel. Contacto: mondino.victor@inta.gob.ar.

2 INTA EEA Esquel.

en los diferentes años. En los años 2005, 2006, 2007 y 2009 se plantó en los claros entre las cañas (sin protección), y en los restantes años en parcelas buscando reparo de las matas de caña en lo posible protegiendo el NO de las mismas (con protección). No se realizaron trabajos de habilitación en los sitios de plantación. Se evaluó la sobrevivencia (presencia), la altura total (con vara de altura, en cm), el crecimiento en altura medio y corriente (último entrenudo, cm/año), diámetro a 1,30 m de altura-DAP (con calibre, en cm),

daño por herbivoría y ápices secos (presencia). Como factores, se evaluaron sistema de plantación (sin protección y con protección), año de plantación, topografía y exposición. En cuanto a la topografía, para cada unidad muestral se definió su posición (loma, ladera y bajo), mientras que la exposición se relevó con brújula por cuadrantes, de acuerdo a su orientación general. Se realizó el análisis de la varianza utilizando un modelo de efectos fijos, para las distintas variables evaluadas. Para el análisis de las variables sobrevivencia,

Tabla 1. Media y error estándar (entre paréntesis) de las variables altura, diámetro a 1,30 cm (DAP), sobrevivencia (SOB), crecimiento corriente (C.C), crecimiento medio (C.M), daño por ramoneo de liebre (R), y presencia de ápices secos (AS) para los distintos años de plantación. N= Número de parcelas evaluadas. \* Difieren significativamente, número de \* diferentes indican diferencias significativas entre medias.

Año	n	ALTURA (cm)	DAP (cm)	SOB (%)	C.C (cm/año)	C. M (cm/año)	R (%)	AS (%)
2005	5	218,1 (22,93)***	2,6 (0,6)	38,8	31,2 (3,8)**	11,8 (2,1)	0,1	10,4
2006	5	195,8 (22,7)**	3,2 (0,7)	38,8	24,6 (3,8)**	10,3 (2,1)	0,6	9,5
2007	12	230,4 (15,1)***	2,6 (0,4)	26,7*	32,3 (2,5)**	13,3 (1,3)	4,0	0*
2008	6	207,2 (20,7)**	2,5 (0,6)	85,3**	33,0 (3,4)**	13,8 (1,9)	0	0*
2009	9	143,4 (17,2)	1,6 (0,6)	32,2*	18,4 (2,9)	10,4 (1,6)	1,0	0*
2010	16	195,1 (13,1)**	2,2 (0,4)	64,0**	22,0 (2,2)**	12,1 (1,2)	2,9	0,3*
2011	11	156,8 (15,6)**	2,0 (0,6)	77,6**	18,8 (2,6)	11,1 (1,5)	29,7*	0*
2015	5	104,1 (22,7)*	-	78,0**	3,6 (3,8)*	9,5 (2,1)	0	43,5
2018	20	76,5 (11,8)*	-	70,4**	7,0 (2,0)*	12,9 (1,1)	0	45,0**
2020	19	105,1 (12,0)*	-	62,9	6,1 (2,0)*	17,3 (1,1)	2,7	39,9

Tabla 2. Media y error estándar (entre paréntesis) de las variables altura, DAP, Sobrevivencia (SOB), crecimiento corriente (C.C), crecimiento medio (C.M), daño por ramoneo de liebre (R), y presencia de ápices secos (AS) para las distintas posiciones topográficas (POS). N= Número de parcelas evaluadas. \* Difieren significativamente, número de \* diferentes indican diferencias significativas entre medias.

POS	N	ALTURA (cm)	DAP (cm)	SOB (%)	C. C (cm/año)	C.M (cm/año)	R (%)	AS (%)
Loma	31	140,9 (9,5)	1,9 (0,3)	53,3	17,0 (2,3)	10,0 (0,9)*	5,0	18,5
Ladera	62	160,9 (6,7)	2,1 (0,4)	59,2	20,1 (1,1)	13,6 (0,6)**	2,3 *	14,3
Bajo	15	171,9 (13,7)	0,9 (0,8)	54,3	15,9 (1,6)	15,7 (1,2)**	12,4 **	12,0

Tabla 3. Media y error estándar (entre paréntesis) de las variables altura, DAP, Sobrevivencia (SOB), crecimiento corriente (C.C), crecimiento medio (C.M), daño por ramoneo de liebre (R), y presencia de ápices secos (AS) para las distintas exposiciones (EXP). N= Número de parcelas evaluadas. \* Difieren significativamente, número de \* diferentes indican diferencias significativas entre medias.

EXP	N	ALTURA (cm)	DAP (cm)	SOB (%)	C. C (cm/año)	C. M (cm/año)	R (%)	AS (%)
N	2	137,7 (16,5)	3,3 (1,1)	28,7	18,8 (6,0)	7,2 (3,4)	0	28,9
NE	4	171,1 (25,6)	2,3 (1,1)	77,2	16,9 (4,3)	17,8 (2,4)	0	34,5
E	18	151,9 (12,6)	1,5 (0,7)	53,4	19,0 (2,1)	12,7 (1,1)	3,2	12,3
SE	13	153,6 (14,6)	1,2 (1,1)	45	17,2 (2,4)	13,8 (1,4)	3,4	11,1
S	25	184,3 (10,8)	2,1 (0,4)	57	21,5 (1,8)	14,7 (1,0)	6,1	13
SO	10	133,7 (16,5)	1,1 (0,7)	73,4	13,9 (2,7)	13,3 (1,5)	19,6	23,7
O	36	144,8 (9,0)	2,0 (0,3)	56,1	17,6 (1,5)	10,6 (0,8)	2,7	12,9

daño por ramoneo y presencia de ápices secos se realizó la transformación de arcoseno, por no presentar distribución normal. Se utilizó el Test de Bonferroni para testear las diferencias entre los niveles de los factores analizados en los casos en que el aporte al modelo fue significativo.

### Resultados

En la Tabla 1 se detallan los promedios de altura, sobrevivencia, crecimiento medio, crecimiento corriente, porcentaje de daño por liebre y porcentajes de ápices secos por año de plantación. Las alturas máximas alcanzadas superaron los 4 m y los diámetros, más de 7 cm.

Para las variables altura y DAP no se hallaron diferencias significativas para las distintas exposiciones y posiciones topográficas (Tabla 2 y Tabla 3). Para la sobrevivencia, sí se hallaron diferencias significativas en función del año en que se realizó la plantación ( $p < 0.001$ ), pero no para exposición y posición topográfica. El crecimiento corriente fue variable en función del año de plantación ( $p < 0,001$ ), pero no así el crecimiento medio, aunque este último varió en función de la posición topográfica, ya que las plantas en la loma crecieron significativamente menos que las ubicadas en laderas o bajos. La presencia de ramoneo y ápices secos varió significativamente con el año de plantación ( $p < 0,001$ ), siendo la plantación del 2011 la más afectada por ramoneo (29,7%, Tabla 1). Con respecto a las plantas con ápice seco, las plantaciones menores a 7 años presentaron valores cercanos o superiores al 40% (Tabla 1), mientras que en las plantas mayores a esta edad, este porcentaje fue nulo o muy bajo, aunque solamente la plantación del año 2018 difirió significativamente de las plantaciones más antiguas.

Con respecto al crecimiento corriente en altura, las plantas de menos de 7 años de edad crecieron significativamente menos ( $< 7$  cm) que las mayores a 10 años ( $> 18$  cm) (Tabla 1) con máximos de más de 70 cm/año. Se hallaron diferencias significativas para el crecimiento medio en función de la posición topográfica de la plantación (Tabla 2). El crecimiento medio de las plantas en las lomas fue significativamente menor (10 +/- 1 cm) a las plantas creciendo en bajos (13,6 +/- 1 cm) y laderas (15,7 +/- 1 cm).

Tomando en cuenta la variación de la sobrevivencia en función del sistema de plantación utilizado, se halló que, en las plantaciones realizadas en los claros, sin protección lateral, la sobrevivencia fue significativamente menor (33,4 %) que las realizadas con protección de las cañas (69,6 %).

### Discusión y Conclusiones

La sobrevivencia varió en función del año de plantación, siendo en general buena y similar a la reportada en estudios anteriores (Gobbi et al 2008, Urretavizcaya et al. 2018). El aumento de la sobrevivencia de las plantaciones realizadas con protección lateral de las cañas colihues estaría en concordancia con lo reportado en plantaciones con efecto de plantas nodrizas (Gobbi et al 2008).

Comparando el crecimiento reportado en bosque nativo por Loguercio (1995), la regeneración de lenga demora 10 años en alcanzar 30 cm de altura, y a partir de esa edad crece en promedio 30 cm/año, en la provincia de Chubut. Estos valores son similares a los que se pudieron observar en estas plantaciones. Sin embargo, las plantas de 10 años de edad en plantaciones superaron en promedio los 150 cm, y ya están creciendo a tasas de entre 20 y 30 cm/año. Los ápices secos predominaron en las plantaciones jóvenes, menores a 7 años. El daño por ramoneo, en este sitio en particular, fue escaso, siendo más observables en las plantas jóvenes implantadas en los bajos.

Por lo tanto, se puede concluir que la recuperación de sitios degradados por incendios, sin pastoreo, es posible. La selección de sitios es importante para el crecimiento de la plantación, siendo deseable evitar lomas y seleccionar laderas.

### Agradecimientos

A todo el personal técnico y de apoyo involucrado en las plantaciones sucesivas, Teresa Schinelli Casares, Martín Honorato, Sergio Aguerre, Rodrigo Barboza, Mirian Paredes, Cecilio Jones, Amalia Price, Armando Escalona.

### Bibliografía Citada

- Cavallero L, Raffaele E, Aizen MA. 2013. Birds as mediators of passive restoration during early post-fire recovery. *Biol Conserv.* 158: 342-350.
- Gobbi M, Varella S, Pablos R. 2008. Plantación de *Nothofagus pumilio* como técnica de recuperación post incendio. Segunda Reunión sobre los Bosques de *Nothofagus* en Argentina. 22 al 24 de abril de 2008 - Esquel, Chubut, Argentina.
- Kitzberger T, Swetnam TW, Veblen TT. 2001. Inter-hemispheric synchrony of forest fires and the El Niño-Southern Oscillation. *Global Ecology and Biogeography* 10(3): 315-326.
- Kitzberger T, Raffaele E, Heinemann K, Mazzarino MJ. 2005. Effects of fire severity in a north Patagonian

subalpine forest. *J Veg Sci.* 16: 5-12.

Kitzberger T, Perry GLW, Paritsis J, Gowda J, Tepley AJ, Holz A, Veblen T. 2016. Fire-vegetation feedbacks and alternative states: common mechanisms of temperate forest vulnerability to fire in southern South America and New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 54: 247-272.

Loguercio G. 1995. Crecimiento de la Regeneración de la Lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser), y su dependencia de las condiciones dominantes de radiación. En: *Regeneración Natural de la Lenga. Factores Ecológicos*. Publicación Técnica N° 21: 1-47, CIEFAP. Esquel.

Raffaele E, Veblen TT, Blackhall M, Tercero-Bucardo N. 2011. Synergistic influences of introduced herbivores and fire on vegetation change in northern Patagonia, Argentina. *J Veg Sci.* 22: 59-71.

Urretavizcaya F, Peri P, Monelos L, Arriola H, Oyharcabal M, Contardi L, Sepulveda E, Defossé G. 2018. Condiciones de suelo y vegetación en tres bosques quemados de *Nothofagus pumilio* en Argentina y experiencias para su restauración activa. *Ecología Austral* 28: 383-399.

Veblen TT, Donoso C, Kitzberger T, Rebertus AJ. 1996. Ecology of southern Chilean and Argentinean *Nothofagus* forests. En: Veblen TT, Hill RS, Read J (Ed) *The Ecology and Biogeography of Nothofagus Forests*. Yale University Press. pp. 293-353.

Veblen TT, Kitzberger T, Raffaele E, Lorenz D. 2003. Fire history and vegetation changes in northern Patagonia, Argentina. En: Veblen TT, Baker W, Montenegro G, Swetnam TW (Ed) *Fire and Climatic Change in Temperate Ecosystems of the Western Americas*, *Ecological Studies* 160. Springer Verlag. pp. 265-295.