

Evaluación al quinto año del primer ensayo en campo de orígenes argentinos de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser).

Evaluation at the 5th year of the first field trial of Argentine origins of lenga, *Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser.

Pastorino, Mario¹; Azpilicueta María Marta¹; Aparicio Alejandro¹; Huentú, Mario¹; Jaque, Fabián¹; Mondino, Víctor²; Schinelli, Teresa².

¹INTA EEA Bariloche – IFAB (INTA-CONICET); ²INTA EEA Esquel
pastorino.mario@inta.gob.ar

Resumen

En 2017 se instaló un ensayo de 10 orígenes argentinos de lenga en Bariloche, con 3 repeticiones de 9 plantas (N= 270) en DBCA. En 2022 se midió la altura y el diámetro al cuello de cada planta, y se registró la mortalidad. Por medio de modelos lineales mixtos y generalizados se probaron diferencias significativas para las tres variables, utilizando el programa R. La altura media del origen más alto fue de 226,4 cm \pm 70,1 (Cerro Otto, Río Negro), mientras que la supervivencia media general del ensayo fue del 74 %. El ensayo reveló adicionalmente una buena adaptabilidad inicial de algunos orígenes a una altitud de cultivo 400 m inferior a la del hábitat de la especie en sus inmediaciones, lo que se espera confirmar con la evaluación de otros dos ensayos de la red. El próximo paso será poner a prueba en el campo progenies de los mejores orígenes.

Palabras clave: *Nothofagus*, domesticación, restauración.

Abstract

In 2017, a trial of 10 Argentine provenances of lenga was installed in Bariloche, with 3 repetitions of 9 plants (N= 270) in RCBD. In 2022, the height and collar diameter of each plant were measured, and mortality was recorded. By means of mixed and generalized linear models, significant differences were shown for the three variables, using the R program. The average height of the tallest origin was 226.4 \pm 70.1 cm (Cerro Otto, Río Negro), while the overall mean survival of the trial was 74 %. The trial also revealed a good initial adaptability of some origins to a cultivation altitude 400 m lower than that of the species habitat in its vicinity, which is expected to be confirmed with the evaluation of the other two trials of the network. The next step will be to test progenies from the best origins in the field.

Keywords: *Nothofagus*, domestication, restoration.

Introducción

La lenga es una especie forestal latifoliada del emblemático género *Nothofagus* del hemisferio sur, que ocupa más de 1,5 millones de ha del Bosque Andino-Patagónico en Argentina (MAyDS 2020). Es una de las especies más productivas de nuestro país, dando cuenta del 8 % del total anual de los rollizos provenientes de bosques naturales según las estadísticas oficiales para 2018 (MAyDS 2021). Dos tesis doctorales desarrolladas dentro del INTA (y sus consecuentes publicaciones científicas), una con marcadores genéticos (Soliani 2012) y otra con caracteres cuantitativos (Mondino 2014), sentaron las bases genéticas para desarrollar un programa de domesticación de la especie. Más allá de su potencialidad productiva reflejada en el uso de sus masas naturales, la especie ha comenzado a plantarse en escala de paisaje en los últimos diez años para restaurar bosques destruidos por incendios. En Argentina pueden citarse proyectos de restauración con plantación de lenga en las cinco provincias patagónicas: en Tierra del Fuego, Reserva Forestal Lote 93 (110 ha, Parodi & Paredes 2022) y Reserva Corazón de la Isla (53 ha, Loekemeyer et al. 2019); en Santa Cruz, Río Turbio (5 ha, Mattenet et al. 2019); en Chubut, Cholila (2 ha, Gianolini et al. 2022) y Trevelin (50 ha, Mondino, informe interno INTA); en Río Negro, Cerro Otto (20 ha, Pastorino et al. 2018), en Neuquén, Lote 39 CORFONE (2 ha, Calvi, com. pers.), entre otros.

Entre los primeros pasos para la domesticación de una especie está el desarrollo tecnológico de la producción de propágulos a escala industrial. En este sentido, el INTA también ha avanzado en la

viverización de plantines (Schinelli 2012) logrando un protocolo de alta efectividad con fertirriego que permite alcanzar los tamaños adecuados para la plantación en una temporada de 8 meses.

Fuera de algunos ensayos de la especie a pequeña escala (incluso en países europeos, Sondergaard 1997, Mason et al. 2018), el primer ensayo genético de lenga fue plantado en la Reserva Forestal de Coyhaique (Chile) en el año 2000 (Ipinza & Gutierrez 2015). Se pusieron a prueba 111 familias de polinización abierta correspondientes a tres regiones de procedencia chilenas, logrando una supervivencia del 58,5 % y una altura media de 2,14 m a los 11 años de edad, con heredabilidades de $h^2 = 0,18$ y $h^2 = 0,27$ respectivamente.

En el marco del desarrollo de un programa de domesticación de la especie, y con el propósito de evaluar diversos materiales genéticos, recientemente hemos comenzado a ensayar en plantación distintos orígenes de Argentina. En este breve reporte presentamos la primera evaluación.

Materiales y Métodos

El 2015 fue un año de *masting* para la lenga en toda su distribución argentina, que aprovechamos para hacer un muestreo extensivo cosechando semillas de 12 poblaciones naturales desde el sur de Tierra del Fuego hasta el norte de Neuquén, a lo largo de 18 grados latitudinales y más de 2000 km.

Con ese material produjimos plantines en el vivero del Campo Experimental Forestal de Trevelin INTA (CEAFT), con los cuales establecimos una pequeña red de cuatro ensayos, uno de los cuales se perdió por fallas en la protección contra herbivoría. Los tres ensayos hoy vigentes se ubican en 1.- CEAFT (43° 05' 29" S, 71° 32' 21" O; 450 m snm; N= 900; supervivencia año 1= 97 %), 2.- Arroyo del Medio, Bariloche (propiedad privada, 41°13'38.86"S, 71°14'32.85"O; 1060 m snm; N= 480; supervivencia año 2= 51 %), y 3.- EEA Bariloche INTA. Presentamos aquí los resultados del tercer ensayo.

El ensayo fue instalado en la Estación Experimental Agropecuaria Bariloche del INTA (41° 7' 21,17" S, 71°14' 56,95" O; 795 m snm) en junio de 2017 con plantines 1 + 1 (1 año en tubetes en invernáculo con fertirriego y 1 año en cancha de cría a la intemperie). Se ensayaron 10 orígenes de toda la distribución argentina de la especie (Tabla 1). Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados, con tres repeticiones en parcelas de 9 plantas (N= 270). El bloqueo buscó controlar el efecto de una cortina de pinos en el borde NE del ensayo. Se aplicaron cinco riegos puntuales en las canículas (uno por año), y se desmalezó anualmente toda la superficie del ensayo.

En julio de 2022 (a cinco años de la plantación) se midió la altura total (h) y el diámetro al cuello (DAC) de cada planta, y se registró la supervivencia. Para evaluar la significancia de las diferencias entre las medias poblacionales de las dos variables continuas se utilizó el paquete estadístico lmer.test del programa R (versión 4.1.0; R Core Team 2021), poniendo a prueba el siguiente modelo lineal mixto:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$$

donde μ es la media general, P_i es el efecto fijo de la i -ésima población, B_j es el efecto aleatorio del j -ésimo bloque y ε_{ijk} es el error $NID(0, \sigma^2_\varepsilon)$.

Los supuestos de normalidad y homocedasticidad se probaron visualmente con los gráficos QQ-plot y de residuales vs. valores ajustados, respectivamente. Para identificar grupos de poblaciones homogéneas se llevaron a cabo tests de comparaciones múltiples LSD de Fisher.

También se analizaron diferencias en supervivencia, por medio de un modelo lineal mixto generalizado de igual expresión simbólica.

Resultados

La altura y DAC promedios de todo el ensayo fueron 191 cm \pm 59 y 36,1 mm \pm 9,4 respectivamente. Asimismo, la supervivencia media general fue del 74 %.

Se probaron diferencias significativas entre los orígenes para las tres variables consideradas ($p < 0,001$; Tabla 1, Fig. 1). Con el test LSD se identificaron grupos homogéneos para las dos variables cuantitativas. Los resultados de las tres variables son mayormente consistentes, de modo que los orígenes con menores crecimientos fueron también los de mayor mortalidad. Se destacan por su mayor crecimiento y supervivencia los orígenes Cerro Otto y Challhuaco (indiferenciados para las tres variables), y en el extremo contrario el origen Lago Azul, con una mortalidad superior al 50 %.

Tabla 1. Orígenes de lenga evaluados: ubicación geográfica, altura media (h) y máxima (h máx), diámetro medio del cuello (DAC) y supervivencia resultantes del ensayo. Desvío estándar entre paréntesis. Letras mayúsculas iguales significan sin diferencias significativas resultantes del test LSD.

Table 1. Evaluated lenga origins: geographic location, mean height (h) and maximum height (h max), mean collar diameter (DAC) and survival resulting from the trial. Standard deviation in parentheses. Same capital letters mean no significant differences resulting from the LSD test.

Población	Latitud S	Long. O	Altitud m snm	h [cm] (SD)	h máx. [cm]	DAC [mm] (SD)	Superv [%]
Epulauquen	36°49'	71° 04'	1500	147,6 (38,2) C	223	35,0 (9,7) CDE	89
Batea Mahuida	38° 50'	71° 06'	1575	174,8 (43,1) BC	275	34,4 (6,7) DE	89
Co. Otto	41° 08'	71° 20'	1200	226,4 (70,1) A	323	40,5 (9,2) AB	81
Co. Challhuaco	41° 14'	71° 17'	1100	222,2 (45,7) A	302	43,7 (6,4) A	89
Huemules	41° 14'	71° 17'	1100	217,8 (54,7) A	323	39,0 (5,5) BC	81
La Hoya	42° 51'	71° 16'	1200	206,9 (50,1) A	286	36,9 (6,6) BCD	74
Trevelin	43° 03'	71° 34'	1100	209,9 (37,4) A	277	33,4 (7,7) DE	70
Lago Guacho	43° 49'	71° 27'	1150	162,2 (42,2) C	225	31,4 (9,4) E	74
Lago Azul	44° 25'	71° 18'	1200	109,3 (38,6) D	214	21,8 (7,5) F	48
Bahía Lapataia	54° 50'	68° 27'	180	201,3 (42,1) AB	266	40,7 (8,9) AB	41

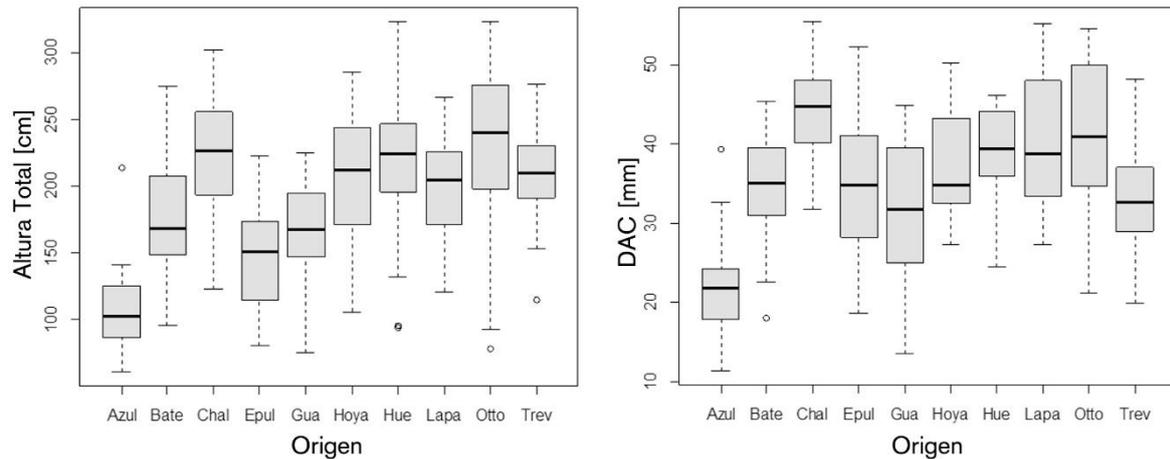


Figura 1. Diagramas de cajas y bigotes para las variables altura y DAC de los orígenes de lenga ensayados.

Figure 1. Box-and-whisker plots for height (Altura Total) and collar diameter (DAC) of the lenga origins assayed.

Conclusiones

Los orígenes de lenga ensayados en Bariloche se diferencian entre sí a los cinco años de plantados, tanto por su nivel de supervivencia como por su crecimiento, con valores medios y absolutos contrastantes (e.g. la altura media del origen más alto duplica la del origen de menor performance, y la supervivencia varía entre orígenes del 41 % al 89 %). Entre los orígenes más destacados tenemos a Cerro Otto, un bosque con excelente accesibilidad, en medio de la ciudad de Bariloche y con buena productividad seminal. Para avanzar hacia propósitos productivos, sería conveniente establecer una prueba de progenies de polinización abierta que incluyera a este origen y otros destacados.

Debe señalarse que la altitud del sitio de ensayo es 400 m inferior a la del hábitat de la lenga en sus inmediaciones, lo cual implica diferencias significativas en temperatura. Esto podría tener como efecto una mortalidad superior a la esperada en plantaciones a su altitud natural, pero también un mayor crecimiento en los individuos supervivientes. La evaluación conjunta con los otros dos ensayos de la red permitirá ser más concluyentes al respecto, pero de manera preliminar vemos evidencias de la posibilidad de cultivar la especie en altitudes más bajas que las de su hábitat natural, en procura de mayores crecimientos.

Bibliografía

- Ipinza R, Gutierrez B (2015) Evaluación genética a los 8 y 11 años de un ensayo de progenies de lenga (*Nothofagus pumilio*) en la Reserva Nacional Coyhaique, Región de Aysén, Chile. In: Gutierrez B, Ipinza R & Barros S (eds.), Conservación de Recursos Genéticos Forestales, principios y práctica. Instituto Forestal, Chile, Santiago, 320 p.
- Loekemeyer N, Méndez AP, Fernandez Marchesi N (2019) Acciones de restauración del bosque quemado en la Reserva Corazón de la Isla, Tierra del Fuego. IV Jornadas Forestales de Patagonia Sur. Ushuaia, 22-26/04/2019.
- Mason B, Jinks R, Savill P, Wilson SMcG (2018) Southern beeches (*Nothofagus* species). Quarterly Journal of Forestry 112: 30-43.
- Mattenet F, Monelos L, Monaco M, Peri PL (2019) Restauración de bosque nativo en la zona de Río Turbio (Santa Cruz): una oportunidad de aprendizaje comunitario. IV Jornadas Forestales de Patagonia Sur. Ushuaia, 22-26/04/2019.
- MAyDS (2020) Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos (INBN2). Informe Región Forestal Bosque Andino Patagónico, segunda revisión. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/segundo-inventario-nacional-bosques-nativos>.
- MAyDS (2021) Anuario de Estadística Forestal. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/11/anuario_de_estadistica_forestal.pdf
- Mondino V (2014) Variación geográfica y genética en caracteres adaptativos iniciales de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser en una zona de alta heterogeneidad ambiental. Tesis Doctoral, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- Parodi M & Paredes D (2022) Restauración en bosques de lenga afectados por incendios forestales en Tierra del Fuego. Argentina Forestal. <https://www.argentinaforestal.com/2022/07/09/restauracion-en-bosques-de-lenga-afectados-por-incendios-forestales-en-tierra-del-fuego/?fbclid=IwAR0KcFUQj63zYHuZbBc1olquOIJx-AQVt4nVShq4BmmfCeMCxKlzh1IQEVg>
- Pastorino MJ, Aparicio AG, Azpilicueta MM & Rusch V (2018) Restauración del bosque quemado del C° Otto, Bariloche: un compromiso de hoy con las generaciones futuras. Presencia 70: 14-17.
- R Core Team (2021) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Schinelli T (2012) Producción de *Nothofagus* bajo condiciones controladas. Ediciones INTA, Esquel, 56 pp
- Soliani C (2012) Estudios filogeográficos en relación con el uso y manejo de dos especies forestales nativas patagónicas. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.
- Sondergaard P (1997) Experiences with *Nothofagus* in West-Norway and East-Denmark. Dansk. Dendrologisk Arsskrift 15: 61-90.

IX Reunión GeMFO

Comunicaciones Científicas

Sáenz Peña, Chaco, Argentina

20 al 22 de septiembre de 2022

ISBN: 978-987-88-6537-9

Grupo de Genética y Mejoramiento Forestal