

Banco de plantas con cría diferida como alternativa para la producción continua de plantines de lenga en el vivero

Seedling bank with deferred growth as an alternative for the continuous production of lenga plants in the nursery

María Marta Azpilicueta ^{a*}, Alejandro Gabriel Aparicio ^a,
Víctor Mondino ^b, Mario Juan Pastorino ^a

*Autor de correspondencia: ^a Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Bariloche (IFAB), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (INTA-CONICET), Bariloche, Argentina, azpilicueta.maria@inta.gob.ar

^b Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Esquel, Esquel, Argentina.

ABSTRACT

Lenga (*Nothofagus pumilio*) is a tree of primary importance that is native to Patagonia. Its cyclical production of seeds and the lack of protocols that would conserve them for several years creates a bottleneck for the regular production of seedlings. However, this species has the capacity to form natural seedling banks, where seedlings under a closed canopy tolerate long periods of suppression practically without growing. This suggests that a similar effect could be achieved in the nursery, thus allowing plants (rather than seeds) to be artificially stored. In this study, we analyze the feasibility of a management system with deferred pricking out and growing as an alternative for the production of lenga seedlings. The system consisted of germinating the seeds the same year they were collected and maintaining the seedlings for three years at a very low growth rate, forming a dense “seedling bank”, by controlling nutrients and limiting space. Then, the seedlings were pricked out and grown under standard production conditions for two years. The quality of 560 seedlings grown with this system was compared with that of plants grown intensively in forestry seedling trays and with reference values, using two-sample and one-sample t-tests, respectively. The seedlings with deferred growth reached similar slenderness and stem/root ratio to the plants grown intensively, and were also similar in terms of reference values for other analyzed size variables (collar diameter and stem height). Although preliminary, the results suggest the feasibility of this technological proposal and justify further improvement.

Keywords: *Nothofagus pumilio*, cycling seed production, plant quality.

RESUMEN

La lenga (*Nothofagus pumilio*) es un árbol nativo de primera importancia en la Patagonia. Su producción cíclica de semillas y la falta de protocolos que garanticen su conservación por varios años limitan la capacidad de producir plantines en forma continua y acoplada a la demanda. La capacidad natural de esta especie de tolerar largos periodos de supresión prácticamente sin crecer, conformando bancos de plantas naturales, permite suponer que en el vivero se podría lograr un efecto similar que permitiera almacenar plantas en vez de semillas. En este trabajo estudiamos la viabilidad de un sistema de manejo con repique y cría diferidos como alternativa para la producción de plantines de lenga. El sistema consistió en germinar las semillas el mismo año de su cosecha y mantener los plantines por un tiempo prolongado (tres años) con bajo crecimiento, conformando un “banco de plantines” denso a partir del control de nutrientes y la limitación del espacio, para luego criarlos en condiciones estándares de producción por dos años. Se comparó la calidad de 560 plantines criados con este sistema, con 1) plantas criadas en forma intensiva en tubete, y 2) con valores de referencia, utilizando tests de *t* de dos y una muestra, respectivamente. Los plantines con cría diferida alcanzaron en índice de esbeltez y relación tallo/raíz los valores de las plantas con cría intensiva, alcanzando también los valores de referencia en las otras variables analizadas (diámetro y altura). Aunque preliminares, los resultados sugieren la viabilidad de esta propuesta tecnológica y justifican continuar mejorándola.

Palabras clave: *Nothofagus pumilio*, vecería, calidad de plantín.

INTRODUCCIÓN

La producción de plantines forestales en vivero puede realizarse a través de diferentes técnicas, desde la tradi-

cional en cantero a raíz desnuda hasta la más intensiva en tubete dentro de invernáculo y con manejo controlado de riego y fertilización. En los viveros forestales, se requiere que el ciclo de producción de plantines se acople con la

demanda de los forestadores, que en general se define por periodos anuales. Este manejo no reviste mayores dificultades cuando la semilla es de venta generalizada o de tipo ortodoxa, lo que permite su adquisición en todo momento o su almacenamiento por periodos prolongados. Pero, ¿qué ocurre cuando la semilla de interés no se vende en el mercado o presenta características que no permiten su conservación? ¿y si a ello le sumamos que su producción en el bosque o en huertos semilleros se da en forma cíclica? Este es el caso de especies como la lenga *Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser, un árbol nativo de primera importancia en la Patagonia y con buenas perspectivas para su domesticación.

La lenga domina los Bosques Andino Patagónicos, con una amplia distribución latitudinal en Argentina, donde crece desde Neuquén hasta Tierra del Fuego, y en un rango altitudinal que va desde el fondo de valles hasta el límite altitudinal superior del bosque (Soliani *et al.* 2021). Sus bosques no producen semillas en abundancia todos los años (Martínez Pastur *et al.* 2013), fenómeno que se denomina vecería y que representa un cuello de botella en la planificación de una producción continua de plantines. A la vecería propia de la especie, se suma un bajo nivel de viabilidad de su semilla en general; Urretavizcaya *et al.* (2016) citan valores promedio de 18 % y Schinelli Casares (2013) menciona valores aun menores. Asimismo, las semillas pierden su viabilidad casi por completo en no más de dos años y aún no se ha logrado desarrollar protocolos de conservación que mejoren este desempeño. Por estos motivos, la obtención de lotes de plantas de manera continua todos los años o a demanda es muy dificultosa con la tecnología actual de viverización, lo que representa una limitante de gran impacto para la cadena de producción y forestación con lenga.

En sus poblaciones naturales, la lenga no forma bancos de semilla (Cuevas y Arroyo 1999). Sin embargo, la regeneración puede persistir hasta 25 años en forma suprimida en el sotobosque, conformando auténticos bancos de plantas (Cuevas 2000). La regeneración natural se da por dinámica de claros, necesaria para que los renovales suprimidos retomen su crecimiento (Torres *et al.* 2015). Esta capacidad natural de la lenga de tolerar largos periodos de supresión sin crecer en tamaño, nos permite suponer que en el vivero se podría lograr un efecto similar que permitiera almacenar plantas en vez de semillas, y con ello garantizar ciclos anuales de producción. Pero para esto, es necesario asegurar que los plantines obtenidos tengan una calidad que se adecue a los requisitos para la forestación.

La calidad del plantín forestal se define por el conjunto de atributos que determinan su capacidad para establecerse y crecer satisfactoriamente en el sitio definitivo de plantación (Quiroz y Gutiérrez 2014). Está íntimamente asociada con el sistema productivo utilizado en la obtención de los plantines, el manejo general en el vivero y las características genéticas de la semilla (Quiroz *et al.* 2012, Fontana *et al.* 2018). La calidad de plantín se evalúa a través de la

medición de ciertos parámetros de su morfología, su estado sanitario y su fisiología (Quiroz y Gutiérrez 2014). Dentro de los caracteres morfológicos involucrados, la altura de la planta, el diámetro a la altura del cuello, el índice de esbeltez que las relaciona y el índice tallo/raíz son los más relevantes y además, son simples de medir en el vivero. Mientras la altura del plantín da idea de su capacidad fotosintética y su superficie de evapo-transpiración, el diámetro del cuello es indicativo de su habilidad para el transporte de agua, su resistencia mecánica y su tolerancia a altas temperaturas en el suelo. La relación alométrica entre estos dos atributos morfológicos se llama índice de esbeltez, y define un cierto equilibrio entre las capacidades mencionadas. También puede ponderarse un equilibrio fisiológico a través del índice tallo/raíz, que resulta de la relación entre el peso seco de la porción aérea (fotosintética y evapo-transpirativa) y el peso seco de la porción radicular o subterránea (absorbente).

A partir de una iniciativa conjunta entre instituciones públicas y privadas del sector forestal de Chile se desarrolló una norma que fija estándares de calidad del material de propagación de cinco especies forestales (Quiroz *et al.* 2012) y que luego se amplió a 12 especies de interés productivo y de conservación en Chile, incluida *Nothofagus pumilio*, lenga, objeto de estudio del presente trabajo (Quiroz *et al.* 2014). Esta normativa define valores umbrales de calidad para los atributos altura de la planta, diámetro a la altura del cuello e índice de esbeltez, entre otras variables. Los valores se determinan según el sistema de producción utilizado y la edad de la planta asociada con el sistema productivo (tipo de planta). Así, se espera que plantas de una misma especie y edad pero criadas bajo sistemas productivos diferentes (cantero y raíz cubierta, sistema mixto), presenten distintos valores umbrales para los atributos de interés (Quiroz *et al.* 2012, Quiroz y Gutiérrez 2014).

La calidad de la planta forestal se evalúa como respuesta al manejo de la producción en vivero, y la posibilidad de optar por distintos sistemas de cría o de realizar ajustes del mismo. Así lo demuestran estudios que indagan sobre el efecto del uso de diferentes tipos de sustratos y contenedores (*e.g.* Salto *et al.* 2016) y del efecto de la fertilización con distintas concentraciones de nutrientes sobre la calidad del plantín (*e.g.* Massone *et al.* 2018), entre otros tipos de ensayos. En este trabajo nos propusimos investigar la viabilidad de un sistema de manejo con repique y cría diferidos como alternativa productiva de plantines de lenga. La propuesta de cría diferida consiste en germinar las semillas el mismo año de su cosecha (es decir, cuando los lotes presentan su máxima capacidad germinativa) y mantener los plantines en bandejas almacigueras de siembra por un tiempo prolongado, con bajo crecimiento mediante el control de nutrientes y la limitación del espacio, conformando un “banco de plantines”. En el momento oportuno los plantines serían “liberados” a través de su repique a contenedores forestales, junto a un cambio drástico en el protocolo de ferti-irrigación. En estas condiciones, se es-

pera que los plantines recuperen su potencial de crecimiento y su vigor en un plazo razonable desde el punto de vista comercial. Evaluamos la respuesta a este método de cría diferida en función de la calidad de los plantines logrados en comparación con las plantas producidas bajo el sistema intensivo de producción en tubete. Dicha comparación se efectuará tanto a partir de valores estándares de tablas (Quiroz y Gutiérrez 2014), como así también, con datos generados en nuestro vivero. Nuestra hipótesis es que es posible lograr plantines de igual calidad con ambos sistemas de cría. El objetivo del presente trabajo es evaluar la supervivencia de plantines de lenga luego de tres años de cría con crecimiento restringido en un sistema de banco de plantas y dos años de cría fertilizada en tubete (plantines de 5 años), junto a la capacidad de respuesta en crecimiento de estos plantines de lenga a través de la comparación de su calidad con la de plantines logrados a través del sistema de cría en tubete, con base en los atributos diámetro del cuello, altura, índice de esbeltez e índice tallo / raíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sistema experimental. En octubre de 2015 sembramos semillas de lenga de las poblaciones Lago Guacho (43° 49' S, 71° 27' O - 1.150 m s.n.m.) y Lago Azul (44° 25' S, 71° 18' O - 1.200 m s.n.m.) (Chubut, Argentina) cosechadas en febrero del mismo año, en macetas germinadoras plásticas (Matri® 640) de 35 cm de largo, 14,5 cm de ancho y 12 cm de profundidad, perforadas en la base para drenaje y rellenas con sustrato mezcla de arena volcánica y turba de *Carex* en proporciones iguales. El ambiente para la germinación en invernáculo se mantuvo en un rango de

temperaturas que varió entre los 15 y los 25 °C y con riego por micro-aspersión con agua corriente, con cuatro pulsos diarios de 15 minutos cada uno. Los plantines obtenidos se criaron con una densidad de 10,15 plantas / dm² durante tres años. El ambiente en el invernáculo se mantuvo en condiciones normales, es decir, manejando la temperatura interna entre 5 °C y 30 °C y sosteniendo un riego de mantenimiento para las plantas de cuatro pulsos diarios de 15 minutos cada uno durante las temporadas de primavera y verano, con reducción de su frecuencia durante el otoño, y sin aplicación de riego durante la época invernal. En octubre de 2018, 560 plantas de alrededor de 7 cm de altura (280 de cada población) se repicaron a bandejas forestales HIKO® HV265 de 28 cavidades. Se utilizó el mismo sustrato que en la siembra y se comenzó la aplicación de un protocolo de ferti-irrigación ajustado para la especie (Schinelli Casares 2013), desde la etapa denominada “de establecimiento”, con el fin de lograr que el sistema radicular colonizara el tubete. A este sistema de cría de plantas lo denominamos cría diferida (CD) (figura 1). A la vez, se crió un lote de plantines a través del método de cría intensivo en tubete (CIT). Este método comprende la siembra en bandejas germinadoras (las mismas donde fueron criadas las plantas del tratamiento CD), el repique temprano, al mes de germinadas las plántulas, a tubetes HIKO® HV265 y la cría en invernáculo por ocho meses con el mismo protocolo de fertirriego utilizado en los dos últimos años del tratamiento CD. El lote de plantas CIT estuvo compuesto por 50 plantas de las poblaciones argentinas Epulauquen (Neuquén, 36° 49' S, 71° 04' O - 1.500 m s.n.m.), Cerro Otto (Río Negro, 41° 08' S, 71° 20' O - 1.200 m s.n.m.) y Lago Guacho (Chubut).



Figura 1. A) Plantines de lenga en almáciguera luego de su cría por tres años, listos para su repique. B) Plantín de lenga criado por dos años en tubete con sistema de ferti-riego, luego de su cría por tres años en almáciguera.

A) Three-year-old lenga seedlings in germination trays ready for transplanting; B) lenga seedling after two years of growth in forestry seedling trays and three years in germination trays.

Variabes de calidad de plantín evaluadas y análisis estadístico. Luego de las dos temporadas de cría del lote de plantas CD, relevamos la supervivencia y medimos la altura (h) con regla (en cm) y el diámetro a la altura del cuello (DAC) con calibre digital (en mm). Asimismo, determinamos la biomasa aérea (T) y subterránea (R) de diez plantas de todo el rango de tamaños del lote. Para esto, a fines del invierno (plantas sin hojas) extrajimos los plantines de los tubetes, eliminamos el sustrato de sus raíces, secamos ambas fracciones en estufa por 48 h a 60 °C y luego las pesamos con una precisión de décima de gramo. Con los valores de altura y diámetro calculamos el índice de esbeltez $IE = DAC / h$ (ambas variables en mm) y con los de biomasa, la biomasa de raíz (R) y el índice tallo/raíz (T / R).

Los valores de las plantas del tratamiento CD fueron comparados con 1) valores del tratamiento CIT, y 2) valores de referencia de parámetros de calidad de plantín propuestos para la especie por Quiroz y Gutierrez (2014) y con valores medios recabados de viveros de la región patagónica argentina por Contardi y Gonda (2012). Los análisis estadísticos se aplicaron a todas las variables. Para esto se realizaron pruebas de *t* de dos muestras para comparar los plantines de CD con los de CIT, y pruebas de *t* de una muestra (*one sample t-test*) para las comparaciones de los plantines CD con valores de referencia. Todos los análisis se realizaron utilizando la función *t.test* del paquete estadístico ‘stats’ en R (R Core Team 2016), que utiliza el test de *t* de Welch, homólogo al clásico test de Student, pero más robusto ante la falta de homogeneidad de varianzas (Zimmerman 2004).

RESULTADOS

La supervivencia de las plantas del tratamiento CD luego de dos años del repique a tubetes de cría fue del 94,8 %. Los valores medios y de dispersión de las variables de calidad de plantín se presentan en la tabla 1.

Las plantas con CD y CIT mostraron una ligera diferencia en sus valores medios de DAC ($t = -2,324$; $P = 0,022$), siendo también las plantas con CIT significativamente más altas que las de CD ($t = -10,166$; $P < 0,001$) (tabla 1). Tomando como referencia el valor umbral de buena calidad para diámetro del cuello $DAC > 3$ mm (Quiroz y Gutiérrez 2014), el 91 % de las plantas con cría diferida alcanzó el valor umbral de buena calidad para esa variable (Quiroz y Gutiérrez 2014). Sin embargo, solo el 26 % presentó valores de altura comprendidos en el rango de 25 a 35 cm definido como criterio de buena calidad por dichos autores. Por otro lado, los plantines de lenga con CD mostraron valores significativamente más altos que los valores de referencia reportados por Contardi y Gonda (2012), tanto para la altura ($t = 12,871$; $P < 0,001$) como para el diámetro del cuello ($t = 6,320$; $P < 0,001$). Para el IE, el 97 % de las plantas con cría diferida superó el valor umbral de calidad de Quiroz y Gutiérrez (2014) de $IE = 0,012$, con un valor medio significativamente más alto ($t = 24,406$; $P < 0,001$); mientras que respecto al valor de esbeltez estimado por Contardi y Gonda (2012) las plantas CD fueron casi idénticas en promedio ($t = -1,099$, $P = 0,272$). La comparación de este índice con el alcanzado por las plantas de CIT mostró diferencias significativas entre ambos sistemas de cría ($t = 17,946$; $P < 0,001$), siendo mayor el IE de las plantas con CD. Para la relación tallo/raíz (T / R), las plantas con CD no mostraron diferencias significativas con las plantas con CIT ($t = 0,845$; $P = 0,417$) (tabla 1); asimismo, no hubo diferencias significativas entre ambos tratamientos al comparar solo la fracción de biomasa radicular (R) ($t = -1,0497$, $P = 0,317$).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados aportan evidencias sobre la viabilidad biológica de la producción de plantines de lenga por el sistema de repique y cría diferidos (CD), y sugieren tam-

Tabla 1. Valores medios y desvíos estándares de las variables altura (h), diámetro del cuello (DAC), índice de esbeltez (IE), relación tallo/raíz (T / R) y biomasa de raíz (R) de los plantines de lenga con cría diferida (CD) y cría intensiva en tubete (CIT), y valores de referencia obtenidos de Quiroz y Gutierrez (2014) y Contardi y Gonda (2012).

Mean values and standard deviation of height (h), collar diameter (DAC), collar diameter to height ratio (IE), stem to root ratio (T / R) and root biomass (R) of lenga plants with deferred growing (CD), intensive growing (CIT) and reference values from Quiroz and Gutiérrez (2014) and Contardi and Gonda (2012).

	CD	CIT	Quiroz y Gutiérrez (2014)*	Contardi y Gonda (2012)**
h (cm)	25,39 ± 12,87	50,40 ± 16,93	35 cm ≥ h ≥ 25	18,2 ± 1,3
DAC (mm)	4,89 ± 1,78	5,25 ± 0,96	> 3	4,4 ± 0,3
IE	0,0234 ± 0,0108	0,0113 ± 0,0034	> 0,0120	0,0240
T / R	1,2797 ± 0,7898	1,0617 ± 0,4556	-	-
R (g)	2,33 ± 2,13	3,07 ± 1,46	-	-

*Plantas 1-0 criadas en tubete o maceta. **Plantas 2-0 en contenedor.

bién su factibilidad desde el punto de vista comercial. Primero, la supervivencia de las plantas CD al cabo de dos temporadas de cría fue alta (94,8 %). Este resultado, aunque a primera vista podría parecer poco sorprendente, es clave para la propuesta de cría discutida: una pobre supervivencia al repique haría poco atractiva la propuesta. Segundo, luego del repique las plantas respondieron al aumento de recursos, es decir, espacio, agua y nutrientes, en un plazo de dos temporadas de cría, asimilable a sistemas de tipo 2-0. Esto puede observarse en los atributos de la calidad de los plantines logrados, en comparación con los sistemas sin cría diferida.

Las plantas de tipo CD fueron suficientemente esbeltas en comparación con todas las alternativas. Si bien su diámetro del cuello y su altura fueron menores que los alcanzados con el sistema CIT, su valor medio fue mayor que el reportado por Contardi y Gonda (2012) para lotes de plantas 2-0, y asimismo, un 91 % de las plantas alcanzaron el umbral de $DAC > 3$ mm sugerido por Quiroz y Gutiérrez (2014), aunque una proporción baja (26 %) de las plantas estuvo en el rango de altura recomendada por estos últimos autores. Si bien no hemos realizado mediciones parciales de la evolución de la fracción radicular a lo largo del proceso, es razonable esperar que el trauma provocado a las plantas en el repique demore su respuesta en la asignación de recursos al crecimiento del tallo. No obstante, los valores medios de la relación tallo/raíz fueron similares entre nuestros tratamientos CD y CIT, y no hubo diferencias significativas para biomasa de raíz. Esto por una parte muestra una buena respuesta de colonización del tubete de las plantas CD luego de la cría diferida, y sugiere también que la biomasa de la parte aérea en las plantas CD tuvo una alometría diferente a las CIT, posiblemente con una menor conicidad del tallo. Además, observamos un patrón arquitectural diferente en este tratamiento (CD), caracterizado por un mayor desarrollo de ramas laterales. Otro posible factor que podría contribuir a explicar la diferencia en tamaño entre nuestros plantines de CD y CIT es el origen genético del material, que no hemos asignado de manera homogénea a los tratamientos en este ensayo.

Aunque preliminares, los resultados justifican continuar mejorando la propuesta tecnológica, así como también probar el sistema de cría diferida en otras especies leñosas de interés. Cabe ahora profundizar en el desempeño de estas plantas en el sitio definitivo de plantación. Asimismo, es necesario llevar a cabo más experiencias con un control más preciso de los factores influyentes, incluidos los genéticos junto con aspectos que evalúen la respuesta fisiológica de los plantines producidos bajo este sistema, para así ajustar una propuesta técnica más robusta. Es de destacar el provecho que puede obtenerse al implementar técnicas manipulativas que imitan procesos naturales. En ocasiones, las soluciones más efectivas para algunos problemas productivos podemos encontrarlas observando la naturaleza.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer especialmente a Mario Huentú y Fabián Jaque por el apoyo en las actividades para criar las plantas objeto de estudio de este trabajo. También agradecemos los valiosos aportes de un revisor anónimo en las primeras etapas de redacción del manuscrito.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

MMA produjo el material de análisis, colaboró con la idea, realizó las mediciones, llevó adelante los análisis y redactó el primer manuscrito y las correcciones subsiguientes; AGA colaboró en la propuesta de análisis de los datos y su realización y en la redacción del manuscrito; VAM aportó la primera idea de la propuesta tecnológica y colaboró con la redacción del manuscrito; MJP colaboró con la idea y en las mediciones, realizó propuestas para análisis de los datos y colaboró en la redacción de manuscrito. Todos los autores aprobaron la versión final de este manuscrito.

REFERENCIAS

- Contardi LT, HE Gonda. 2012. La producción de plantines forestales en el Mundo y en la Patagonia Andina. In Contardi LT, HE Gonda, G Tolone, J Salimbeni eds. Producción de plantas en viveros. Comodoro Rivadavia, Argentina. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. p. 13-26. Consultado 10 jul. 2022. Disponible en: DOI: http://ciefap.org.ar/documentos/pub/Produc_plantas_viv.pdf
- Cuevas JG. 2000. Tree recruitment at the *Nothofagus pumilio* alpine timberline in Tierra del Fuego, Chile. *Journal of Ecology* 88: 840-855. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2000.00497.x>
- Cuevas JG, MTK Arroyo. 1999. Ausencia de banco de semillas persistentes en *Nothofagus pumilio* (Fagaceae) en Tierra del Fuego, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 73-82. Consultado 10 jul. 2022. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jaime-Cuevas-5/publication/291981902_Ausencia_de_banco_de_semillas_persistente_en_Nothofagus_pumilio_Fagaceae_en_Tierra_del_Fuego_Chile/links/5bc0c11ca6fdcc2c91f741bd/Ausencia-de-banco-de-semillas-persistente-en-Nothofagus-pumilio-Fagaceae-en-Tierra-del-Fuego-Chile.pdf
- Fontana M, V Pérez, C Luna. 2018. Efecto del origen geográfico en la calidad morfológica de plantas de *Prosopis alba* (Fabaceae). *Revista de Biología Tropical* 66: 593-604. DOI: <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i2.33383>
- Martínez Pastur GJ, E Rosina Soler, F Pulido, MV Lencinas. 2013. Variable retention harvesting influences biotic and abiotic drivers of regeneration in *Nothofagus pumilio* southern Patagonian forests. *Forest Ecology and Management* 289: 106-114. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.09.032>
- Massone DS, CG Bartoli, MJ Pastorino. 2018. Efecto de la fertilización con distintas concentraciones de nitrógeno y potasio en el crecimiento de plantines de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) en vivero. *Bosque* 39: 375-384. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002018000300375>

- Quiroz I, B Gutiérrez, E García. 2012. Calidad de la planta forestal. In Quiroz MI, B Gutiérrez, E García eds. Bases para un reglamento de semillas y plantas de especies forestales utilizadas en Chile. Santiago, Chile. Instituto Forestal (INFOR). p. 53-66. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/20103>
- Quiroz I, B Gutiérrez. 2014. III Norma específica. In Quiroz MI, B Gutiérrez eds. Propuesta Reglamento para semillas y plantas forestales. Concepción, Chile. Instituto Forestal (INFOR). p: 33-42. Consultado 10 jul. 2022. Disponible en: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/20594>
- R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. Consultado 10 jul. 2022. Disponible en: <https://www.R-project.org/>
- Schinelli Casares T. 2013. Producción de *Nothofagus* bajo condiciones controladas. Esquel, Argentina. INTA Ediciones, 56 p. Consultado 10 jul. 2022. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12123/7186>
- Salto CS, L Harrand, GPJ Oberschelp, M Ewens. 2016. Crecimiento de plantines de *Prosopis alba* en diferentes sustratos, contenedores y condiciones de vivero. *Bosque* 37: 527-537. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002016000300010>
- Soliani C, P Marchelli, VA Mondino, MJ Pastorino, MG Mattered, LA Gallo, AG Aparicio, AD Torres, LE Tejera, T Schinelli Casares. 2021. *Nothofagus pumilio* and *N. antarctica*: The Most Widely Distributed and Cold-Tolerant Southern Beeches in Patagonia. In Pastorino MJ, P Marchelli eds. Low Intensity Breeding of Native Forest Trees in Argentina. Springer, Cham. p. 117-148. Consultado 10 jul. 2022. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-56462-9_5
- Torres AD, JM Cellini, MV Lencinas, MD Barrera, E Rosina Soler, R Díaz-Delgado, GJ Martínez Pastur. 2015. Seed production and recruitment in primary and harvested *Nothofagus pumilio* forests: Influence of regional climate and years after cuttings. *Forest Systems* 24. DOI: <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2015241-06403>
- Urretavizcaya MF, L Contardi, MF Oyharçabal, M Pasquini. 2016. Calidad de semillas de especies nativas del bosque andino patagónico de la provincia de Chubut y su importancia para la producción de plantines. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata* 115: 9-18. Consultado 10 jul. 2022. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11336/106672>
- Zimmerman DW. 2004. A note on preliminary tests of equality of variances. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology* 57: 173-181. DOI: <https://doi.org/10.1348/000711004849222>

Recibido: 10.07.22
Aceptado: 30.01.23