

Informe de Práctica Laboral

**Producción de plantines de lenga.
La incidencia del origen y las condiciones de
almacenamiento de la semilla en su calidad.**

de

Javier Alejandro González

Período de Práctica: Marzo 2024 hasta Septiembre 2024

Universidad Nacional de Río Negro

Sede Andina

Tecnicatura en Viveros

Tutor: Téc. Santiago Naón

Tutor INTA: Ing. María Marta Azpilicueta

Profesor Asignatura Práctica laboral: Ing. Ariel Mazzoni

Bariloche septiembre de 2024

Índice

INTRODUCCIÓN	3
Descripción del establecimiento donde se realizó la práctica	3
Genética ecológica y mejoramiento forestal	4
Producción de plantines forestales	4
Calidad de planta	5
Descripción de la especie de estudio <i>Nothofagus pumilio</i> (Poepp. & Endl.) Krasser (lenga)	5
Producción de plantines de lenga	7
Altura del plantín (A)	8
Diámetro de cuello (DAC)	8
Índice de esbeltez (A/DAC ó DAC/A)	8
Ramificaciones	9
OBJETIVOS	10
Objetivo general	10
Objetivos específicos	10
MATERIALES Y MÉTODOS	10
Cosecha de semillas de lenga	10
Tratamientos pre-germinativos	11
Medición de plantines para su caracterización	12
RESULTADOS	13
DISCUSIÓN	15
OBSERVACIONES	16
CONCLUSIONES	17
AGRADECIMIENTOS	18
BIBLIOGRAFÍA	18

INTRODUCCIÓN

Descripción del establecimiento donde se realizó la Práctica Profesional

El INTA es un organismo que depende de la Secretaría de Bioeconomía, del Ministerio de Economía de la Nación. Fue creado por decreto ley 21680/56 el 4 de diciembre de 1956, cuando se empezaron a desarrollar capacidades para abastecer al sector agroindustrial del conocimiento y la tecnología. Por medio de los sistemas de comunicación y extensión se logran poner al servicio de la sociedad las distintas tecnologías y conocimientos generados (<https://www.argentina.gob.ar/inta/quehacemos>). En particular, las actividades desarrolladas en el INTA en torno a la actividad forestal vinculadas al bosque nativo se vieron beneficiadas con la creación en el año 2007 de la Ley 26.331 “Protección Ambiental de los Bosques Nativos” de presupuestos mínimos destinada a la protección ambiental, la restauración, la conservación y el manejo sostenible de los bosques de la Argentina. Dicha ley, entre otros objetivos busca el ordenamiento territorial de los bosques nativos de acuerdo con su estado de conservación y características del ambiente. En la ciudad de Bariloche (Río Negro) se encuentra la Estación Experimental Agropecuaria “Doctor Grenville Morris” (INTA EEA), donde, dentro de sus áreas de investigación y trabajo se encuentra el Área Forestal. Esta área se compone de tres grupos de trabajo orientados a distintas líneas de investigación, entre las que se encuentra el Grupo de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 2022). En este grupo se realizan estudios genéticos de las distintas especies que pueblan los Bosques Andino Patagónicos entre ellas *Nothofagus*, donde se incluye la lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser), el Ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic.Serm. & Bizzarri) y el Pehuén (*Araucaria araucana* (Molina) K. Koch), entre otras. Gracias a los resultados que se obtienen se puede identificar el valor de conservación de los distintos bosques con relación a su variación genética, lo que ayuda a un reordenamiento territorial de los ecosistemas que lo componen. La definición de zonas genéticas posibilita la identificación de las fuentes de semillas óptimas para llevar adelante acciones de restauración, manteniendo la estructura genética original en la zona a intervenir. De esta manera desde INTA EEA Bariloche se busca que la información generada ayude en la categorización, recategorización y desarrollo de actividades vinculadas a la restauración y protección de los bosques de la región (Azpilicueta y col., 2013).

Grupo de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal

Los Bosques de la Patagonia Argentina se componen de especies forestales con alto valor maderable y un excelente potencial en su desarrollo productivo, el que todavía se encuentra en proceso de investigación y desarrollo. Para promover el cultivo de estas especies se desarrollaron distintos programas de domesticación, donde se buscan la caracterización ecológica, el conocimiento de su diversidad y los distintos genotipos que estas especies presentan (e.g. Proyecto INTA PNFOR 1104063). En el grupo de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal del INTA Bariloche, donde desarrollé la presente Práctica Profesional, se investigan desde hace más de 20 años las características genéticas de las poblaciones de especies forestales nativas de la Patagonia, además de desarrollar los protocolos para la cosecha, almacenamiento, y tratamientos aplicados a los distintos tipos de semillas; sumado a todo esto, se experimenta con diversos métodos de producción de plantines forestales con distintas finalidades (e.g. Soliani y col., 2017).

Producción de plantines forestales

La regeneración de un bosque puede ocurrir de forma natural o a través de una plantación. Aunque podría pensarse que las plantas provenientes de la regeneración natural podrían tener buenos resultados debido a su origen, se ha demostrado que las plantas cultivadas en viveros son las que presentan las mejores tasas de supervivencia y desarrollo una vez que se establecen en el sitio de plantación (Contardi y Gonda, 2012). Esto se debe a dos razones principales, primero, en el vivero se proporciona un ambiente óptimo para el crecimiento de la planta, incluyendo el riego y los nutrientes necesarios, lo que evita que la planta experimente periodos de estrés, que sí ocurren en la naturaleza debido a variaciones en las precipitaciones y a la falta de nutrientes en el suelo, entre otros factores. Segundo, en las instalaciones del vivero se puede controlar el desarrollo del sistema radicular, fomentando la formación de un sistema fibroso amplio y poco profundo, lo que resulta en una planta con una relación raíz/tallo más favorable, ideal para soportar el trasplante.

En la actualidad, se definen como plantas de buena calidad aquellas cuyas raíces puedan generar un crecimiento rápido una vez que son trasplantadas al lugar de plantación (Contardi y Gonda, 2012). Otro factor igualmente relevante, es que las plantas que se encuentran en un invernadero o en una área protegida están resguardadas, lo que las hace menos vulnerables a los ataques de animales herbívoros que habitan en la naturaleza. Para lograr una producción sostenida y confiable de recursos forestales en una región es necesario considerar diversos factores que podrían ser independientes. Para que los programas de forestación tengan éxito, es crucial elegir la especie adecuada, las fuentes de semillas, así como la procedencia y genotipos deseados; además es fundamental recolectar, procesar y almacenar las semillas de manera óptima (Mexal, 2012, como se citó en Contardi y Gonda, 2012). Durante el proceso de producción de ejemplares de una especie forestal específica, la viabilidad del lote de semillas es esencial, ya que determina el porcentaje de semillas capaces de germinar y convertirse en nuevas plantas (Mexal, 2012). Una vez evaluada la viabilidad del lote, es importante manejar las semillas de manera apropiada para producir plantas de calidad y en cantidad suficiente para cumplir con los objetivos de forestación. Por último, la cosecha, almacenamiento y manipulación de plantas, junto con la preparación del sitio y la plantación, pueden comprometer todo el proceso si no se presta la debida atención a los detalles de dichos procedimientos y a la aplicación adecuada de técnicas y conocimientos por parte del personal involucrado.

Calidad de planta

El propósito principal de la producción silvícola es generar plantas de alta calidad de manera eficiente y económica, asegurando una alta tasa de supervivencia y crecimiento inicial en un sitio específico (Quiroz y col, 2009). Wakeley (1954, como se citó en Mexal 2012) destacó la importancia de clasificar las plantas según su calidad para predecir su rendimiento. Sugirió que esta clasificación se base en la capacidad de las plantas para sobrevivir y crecer después de la plantación, proponiendo categorías basadas en el diámetro del cuello, la altura, la morfología de la raíz y la condición de las yemas. A pesar de haber pasado 50 años, muchas de sus recomendaciones siguen siendo válidas hoy en día. Las plantas adecuadas para la forestación deben tener una ascendencia genética adaptada al entorno de plantación y sus características particulares. Estos aspectos, junto con los criterios de calidad previamente mencionados, son los fundamentales para garantizar su capacidad de arraigo y desarrollo en el terreno (Quirós y col, 2009).

Las plantas con distintas características morfológicas y fisiológicas exhiben comportamientos que están vinculados con los desafíos específicos del lugar de plantación. Además, factores como la cantidad de nutrientes en sus hojas y su estado sanitario son determinantes para su supervivencia. Los atributos morfológicos de diversas especies utilizadas con fines forestales pueden influir de manera positiva en la supervivencia y crecimiento inicial en el terreno. Según Quiroz y colaboradores (2009), las plantas de mayor tamaño tienen mayores probabilidades de sobrevivir. El grosor del tallo es un indicador relevante que puede anticipar tanto la supervivencia como el crecimiento a lo largo de la vida de la planta, e incluso puede predecir la altura que alcanzará en sus primeros años. Asimismo, la altura de la planta está asociada con su actividad fotosintética y su evapotranspiración. La morfología de la planta puede influir significativamente en el lugar de plantación, ya que el grosor del tallo y la altura están vinculados con la altura y el volumen que la planta alcanzará durante su desarrollo a partir del momento de su plantación, según estudios realizados por Mexal (2012).

Descripción de la especie de estudio

Nothofagus pumilio o "lenga" es una de las seis especies de *Nothofagus* caducifolios, cuyo follaje en otoño se vuelve de color rojo, dándole a las montañas donde crece un aspecto imponente. *N. pumilio* es un árbol de gran porte que puede alcanzar hasta 30m de altura y 1,7m de diámetro (Gonzalez y col, 2006); sin embargo, su tamaño decrece paulatinamente hasta convertirse en arbusto rastrero y tortuoso en el límite altitudinal del bosque (González y col, 2006). La lenga es una especie longeva que alcanza a vivir 400 años. Las hojas de la lenga son elípticas, a veces casi redondeadas de borde doblemente almenado, de color oscuro de 2,0-3,0 cm de largo por 1,5-2,0 cm de ancho. *N. pumilio* es una especie unisexual monóica con flores masculinas, solitarias, compuestas por un perianto acampanado, 4-6 lobulado y de 15-20 estambres salientes. Las flores femeninas son solitarias y sésiles (Premoli & Mathiasen, 2013), donde su fruto, un aquenio trímero, está compuesto por 3 lados y aristas. Las raíces de esta especie observada en árboles desraizados son del tipo plato, ocupando generalmente los primeros 50 cm del perfil del suelo; su corteza cambia con la edad siendo lisa en árboles de <20 cm de diámetro, a más rugosa con grietas longitudinales en árboles con diámetros mayores (González & col, 2006), la madera de lenga presenta una albura blanco-rosada y duramen amarillo-rosado, es de excelente calidad, ya que combina resistencia con estructura anatómica homogénea,

haciéndola fácilmente trabajable. Puede ser perforada, cepillada y tallada en todas direcciones con poco esfuerzo, y permite excepcionales pulidos, superficies parejas y bordes perfectos. Además, presenta buenos resultados tanto en el clavado como en el atornillado, maquinado y encolado. Sus superficies aceptan todo tipo de pinturas, barnices y tintes, proporcionando excelentes posibilidades para la aplicación de una gran variedad de lustres. La industria del aserrado de lenga provee de madera que se emplea principalmente para la construcción de viviendas y muebles de calidad, además también se la utiliza en la construcción de palets y distintos usos industriales. Asimismo, los bosques de lenga son fuente de otros servicios, como belleza paisajística, protección del medio ambiente, resguardo de la biodiversidad y lugar de esparcimiento (Pacheco, 2004). *N. pumilio* es una especie que posee un amplio rango de distribución geográfica, tanto en sentido latitudinal como longitudinal, al mismo tiempo en la vasta extensión de su distribución (crece desde Neuquén hasta Tierra del Fuego, en Argentina). De esta manera, la lenga se encuentra en un gradiente de variación climática latitudinal, desde un clima con marcada estacionalidad en las precipitaciones hacia el norte, a uno con homogénea distribución de la precipitación en la región austral. Por otro lado, la variación altitudinal se manifiesta en la diferencia de temperaturas, de precipitación y del monto de nieve caída. A todos estos factores se le suma el tipo de suelo, que varía a lo largo de su distribución (González y col, 2006). La variación en tamaño y forma es evidente en *N. pumilio* en un gradiente altitudinal. En los sectores más bajos de su rango crece como bosque puro o mixto, con árboles de gran tamaño en altura y diámetro. A medida que asciende, su tamaño disminuye y los fustes presentan arqueaduras en la base debido a efectos combinados de nieve y pendiente. A mayor altura aún los individuos de lenga se achaparran, a esto se le suma el accionar del viento, que deforma y retuerce los elementos que componen su arquitectura, desarrollando los llamados Krummholz (Figura 1). Es posible que exista una combinación de plasticidad fenotípica y diferencias genéticas que determinan esta variación morfológica, pero las marcadas variaciones altitudinales en algunos caracteres reflejan más bien una base genética (González & col, 2006). La cantidad de semillas producidas en un año, la emergencia, la densidad y la supervivencia de plántulas disminuye ostensiblemente con el aumento de la altitud. Todo ello está correlacionado con varios factores medioambientales que dependen de la variación altitudinal y también de la latitudinal y que se relacionan con las distintas presiones de selección a las cuales deben adaptarse las semillas de *N. pumilio* (González & col, 2006). Se ha encontrado la ocurrencia de hibridación entre *N. pumilio* (lenga) y *Nothofagus antarctica* (ñire) que se manifiesta morfológicamente en hojas y frutos, lo que es un factor adicional de variación para *N. pumilio*, aun cuando los híbridos presentan una morfología foliar más similar a la de *N. antarctica* y se presenta el fenómeno de introgresión, que es el movimiento de genes de una especie a otra, en este caso, hacia *N. antarctica* (Premoli & Mathiasen, 2013).



Figura 1. Vista de bosque de lenga achaparrado de altura, Catedral, Bariloche.

Producción de plantines de lenga

Según Schinelli (2012), el primer paso en la producción forestal es la recolección del material genético, o sea la semilla. Para ello es muy importante que las semillas provengan de árboles con determinadas características, como son un óptimo estado sanitario, gran diámetro de su tronco con respecto al resto de los individuos que componen el rodal, un fuste recto con ramas de poco diámetro y cortas. Se deben cosechar árboles maduros, dominantes o codominantes, ya que los ejemplares jóvenes producen pocas semillas y con baja viabilidad, con una importante separación entre ellos para poder caracterizar las poblaciones y reducir la posibilidad de que estén emparentados. Callahan (1964, como se citó en Schinelli, 2012) recomienda cosechar semillas de al menos 20 individuos, ya que esto proporciona variabilidad genética al lote. Además, de acuerdo con el gradiente altitudinal, se encontrarán distintos morfotipos de *N. pumilio* coexistiendo, lo que conlleva a la pregunta de si esta variación tiene origen genético o ambiental (nieve, avalancha, distintos tipos de suelo).

La semilla de *N. pumilio* posee un tipo de letargo que hay que romper con un tratamiento pre germinativo. Por lo general se realiza una estratificación frío/húmeda, siendo este un método eficiente y de bajo costo (Schinelli, 2012). Luego se procede a la siembra, la que puede efectuarse de manera directa en tubetes, almácigos o canteros, con una densidad que va a depender del poder germinativo que posea la semilla. Para evitar la proliferación de musgo o algún tipo de hierba invasora se cubre la superficie sembrada con arena. Una vez que tenemos preparada la mezcla del sustrato a utilizar se tiene que planificar de qué manera se hará el aporte nutricional a la plántula, que puede ser por fertirrigación, donde los nutrientes son mezclados con el agua de riego. Otra forma consiste en el uso de fertilizantes granulados de liberación lenta, los que generalmente se mezclan con el sustrato poniendo los nutrientes a disposición de la planta de una manera lenta durante la cría de los plantines; este sistema logra una mayor eficiencia en la aplicación debido a que hay menos pérdidas por lavados, ahorro de tiempo al tener que realizar pocas aplicaciones y reducción del riesgo de toxicidad (Ballester-Olmos y Anguís, 1995).

Producir plantas de alta calidad que tengan elevadas tasas de supervivencia y crecimiento inicial, en un sitio determinado es el objetivo principal de una producción. Para ello un viverista debe producir una planta que responda bien en cualquier tipo de suelo y clima. Los factores inherentes a la planta están determinados por sus atributos morfológicos y fisiológicos, pudiendo llegar a ser modificados o alterados por el viverista. El diámetro del cuello, la altura y el índice de esbeltez son parámetros que sirven para predecir de qué manera se comportará la planta en su destino de plantación definiendo su calidad (Quiroz, 2009). Es por eso que los indicadores morfológicos son los más ampliamente utilizados para definir la calidad de la planta. No son costosos, son fáciles de implementar y no necesitan de infraestructura ni equipamientos sofisticados. Entre ellos los más utilizados se describen a continuación.

Altura del plantín (A)

La variable altura se relaciona con la capacidad fotosintética y la superficie de transpiración de la planta. Los plantines más altos pueden lidiar mejor con la vegetación competidora, aunque esto también implica la necesidad de contar con una buena salud fisiológica y un sistema radicular adecuado. Esta variable se expresa generalmente en centímetros (Quiroz y col, 2009). Se encontró que existe una correlación entre la altura inicial del plantín y el crecimiento hasta los 15 años. Por lo tanto, donde las condiciones del sitio son adecuadas, la altura del plantín si bien no tiene efecto sobre la supervivencia podría correlacionarse con el crecimiento a largo plazo (Mexal, 2012).

Diámetro de cuello (DAC)

El diámetro a la altura del cuello es un indicador de la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas en el suelo, de la planta. Esta variable se expresa generalmente en milímetros (mm). Arnol (1996, como se citó en Mexal, 2012) establece como indicadores de calidad de una planta la altura, el diámetro del cuello y el peso fresco de la planta, señalando que mientras mayor es el diámetro y peso fresco de una planta, mejor será la calidad de ella. El crecimiento, tanto de plantines a raíz desnuda como en envase, parece entonces estar relacionado con el diámetro del cuello, cualquiera sea el modo de producción, excepto que las raíces hayan estado compactadas y adheridas a las paredes del envase (Mexal, 2012). Además, este factor no sólo predice la supervivencia y el crecimiento durante el primer año, también está correlacionado con el crecimiento durante su vida.

Índice de esbeltez (A/DAC ó DAC/A)

La relación entre la altura (mm) y el diámetro del cuello (mm), es llamada frecuentemente índice de esbeltez o robustez (IE) (A/DAC ó DAC/A). Este parámetro es muy importante para definir la calidad del plantín. Los plantines con bajos coeficientes A/DAC (A/DAC=58), muestran alta supervivencia y buen crecimiento, cualquiera sea el ambiente de plantación. Mientras que plantines con coeficientes altos (A/DAC=98) muestran supervivencia variable y pobre crecimiento en ambientes rigurosos (Mexal, 2012).

Ramificaciones

La arquitectura del género *Nothofagus* puede ser descrita en distintos niveles de organización: la planta entera, los ejes y los brotes anuales (Puntieri y col, 2014). El conjunto de los ejes conforma la arquitectura de la planta entera. Los ejes se construyen por la adición de brotes anuales, cada uno de los cuales es una porción de tallo desarrollada en una estación de crecimiento. Al finalizar el crecimiento de un brote anual, su ápice puede permanecer vivo y ser capaz de retomar el crecimiento (crecimiento indefinido), o morir (crecimiento definido), en cuyo caso el crecimiento del eje puede continuar a partir de una yema axilar distal (Puntieri y col, 2014). La estructura que poseen las plantas de *N. pumilio* es el resultado de la interacción con las variaciones térmicas y de radiación provocadas por los gradientes altitudinales y la topografía del lugar (Premoli & Mathiasen, 2011). Los árboles de lenga cuando son juveniles-adultos tienen ramas que derivan de un eje principal, cuyo crecimiento puede ser horizontal o curvado (Puntieri y col, 2013), además de portar ramas de menor tamaño. Sin embargo, y dado el amplio gradiente altitudinal que muestra *N. pumilio*, su arquitectura puede variar, por lo que el grado de ramificación de la planta también influye en este caso en su calidad. Una planta producida en vivero con un solo eje principal y ramificaciones laterales menores estaría asociada con una planta que en el sitio de plantación se espera presente una arquitectura de tipo arbóreo.

El tamaño de las yemas en *N. pumilio* y sus variaciones están relacionadas, con el número de brotes y entrenudos que posee. El brote que les dio origen a dichas yemas brota en el siguiente periodo de crecimiento, donde también se lleva a cabo la elongación del eje que las portaba. De estas yemas es que va a depender el aumento de la longitud y de las ramificaciones que se generen en los árboles durante su desarrollo (Puntieri, 2001). La cantidad de hojas producidas estará determinada por la posición de las yemas, este patrón de posicionamiento, variación de tamaño y composición, podría ser el resultado de un efecto inhibitorio producido por la yema más distal, ya que la producción de auxinas en esta suele ser mayor (Prochazka & Truksa, 1999, como se citó en Puntieri, 2001). Los sistemas ramificados iniciados con las ramas principales atraviesan fases con diferente grado de desarrollo jerárquico a lo largo de su ontogenia, dependiendo del crecimiento y la muerte de las ramas por autopoda, todo esto es influenciado por la disponibilidad de luz, la que afecta el tamaño y la elongación de las ramificaciones (Puntieri y col, 2013).

OBJETIVOS

Objetivo general

- Participar en el trabajo desarrollado por un grupo de investigación del INTA, y aplicar los conocimientos adquiridos en la Tecnicatura en Viveros durante el transcurso de la práctica.

Objetivos específicos

- Caracterizar los lotes de las plantas de lenga según su origen de cosecha y condiciones de almacenamiento de las semillas.

-Establecer si existe una relación entre la calidad de los lotes de plantines, su origen y tiempo de almacenamiento de la semilla.

-Identificar procedimientos o métodos a mejorar y realizar posibles sugerencias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cosecha de semillas de lenga

La cosecha de las semillas de lenga se realizó entre los meses de febrero y marzo de los años 2015 y 2023, a través del método de árbol individual. Para ello, y con ayuda de pértiga, se cortaron las ramas fructíferas y se limpiaron en el sitio. Luego, ya en gabinete, el lote se limpió con zarandas de distinto grano y se sometió a un oreado natural para llevar su humedad a aproximadamente 8%, para luego poder almacenarla (en bolsas plásticas a temperatura entre los 4° y 8°C). La tabla 1 muestra los orígenes cosechados, todos correspondientes a la zona genética central (Soliani et al. 2017). En el caso del origen Challhuaco 2015, la semilla se conservó durante ocho años en heladera (temperatura entre 4 y 8°C), dentro de bolsa plástica. El resto de los lotes se sembró el mismo año de su cosecha.

Tabla 1. Poblaciones de lenga cosechadas, indicando año de cosecha, localización, altitud y cantidad de semilla colectada (lote limpio).

Año de cosecha	Población	Latitud (S)	Longitud (O)	Altitud (msnm)	Cant. de semillas (g)
2023	Chapelco	40°11´	71°18´	1100-1350	624
2023	Otto	41°08´	71°21´	1120-1270	244
2023	Catedral	41°10´	71°27´	1350-1500	84
2015	Challhuaco	41°14´	71°17´	1100-1190	53
2023	Challhuaco	41°14´	71°17´	1100-1190	197

Tratamientos pre-germinativos

El tratamiento utilizado se identifica como estratificación frío húmeda (EFH) y producción de semilla pregerminada. Para ello, las semillas previamente lavadas con solución de lavandina al 10% y solución fungicida (Vitavax) al 1% se colocaron en bandeja plásticas con tapa durante 60 días a temperatura entre 4 y 8° C, sobre soporte humedecido con la solución fungicida (Figura 2a); este tratamiento resulta más controlado que la EFH en arena (Arana com. pers.). Luego, los lotes se sometieron a un tratamiento de luz rojo lejano durante 24 hs (Figura 2b) y se colocaron en incubadora a una temperatura constante de 20° C (Figura 2c). La semilla germinada, con una radícula de al menos 3 mm, se repicó a tubete de bandeja de 265 cm³ de volumen, con sustrato turba-arena (en una relación 1 a 1) y fertilizante de liberación lenta (BASACOTE 6M) en dosis de 3,5 g por litro de sustrato. La identificación de las semillas germinadas y su repique a tubete se realizó día por medio (Figura 2d).

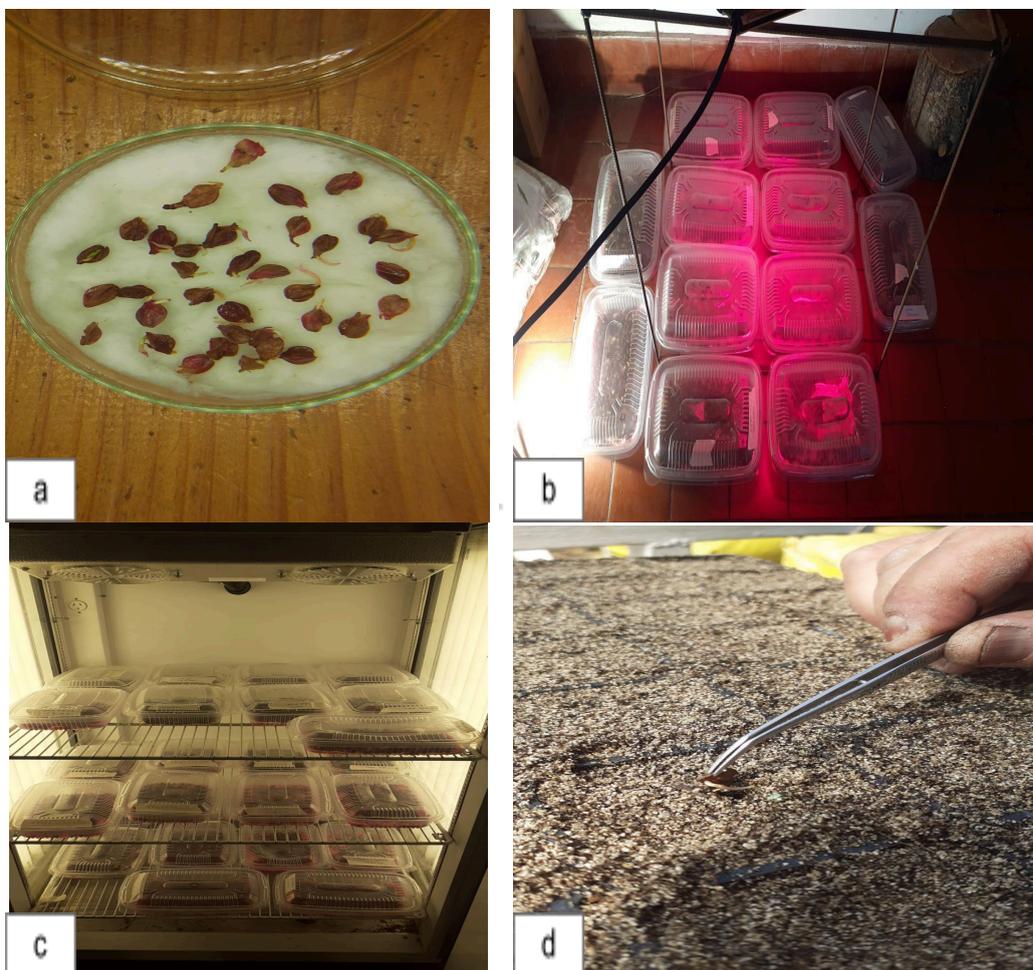


Figura 2. Semillas de lenga colocadas para su estratificación frío húmeda en soporte de algodón humedecido (a); semillas de lenga colocadas para el tratamiento de 24 hs de luz rojo lejano (b); semillas de lenga en incubadora de germinación a temperatura constante de 20°C (c); semilla pregerminada en bandeja siendo repicada a tubete forestal (d).

Los plantines obtenidos se criaron en invernáculo, manejando la temperatura 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 la primavera y el verano, reduciendo su frecuencia durante el otoño. En el mes de marzo de 2024, y luego de una temporada de cría de 5-6 meses, se realizaron las mediciones de las plantas con el objetivo de caracterizar su calidad.

Medición de plantines para su caracterización

Se evaluó la supervivencia de cada lote de plantas luego del repique a tubete y transcurridos 5 meses desde el mismo, con el fin de analizar los parámetros morfológicos cualitativos de calidad de planta. La toma de datos se realizó mediante el uso de instrumentos de medición, y observación de la arquitectura de las plantas. Para esta actividad, se utilizó el protocolo de Soliani & Aparicio (2020), mediante el cual dichos autores, sugieren que para efectuar la medida de altura (A), esta se haga a partir del cuello de la planta hasta la yema más distal, siendo el metro plegable (o de albañilería, Figura 3a) el instrumental usado para dicha tarea. El diámetro del cuello se midió con un calibre digital (marca Vernier, Figura 3b). En el caso del nivel de ramificación y dominancia de los ejes se observó la existencia de ramificación, y en caso de presencia de más de un eje, si había dominancia o codominancia (Soliani & Aparicio, 2020). También se evaluó el estado que presentaba la epidermis, si estaba o no lignificada por observación directa (Figura 4).

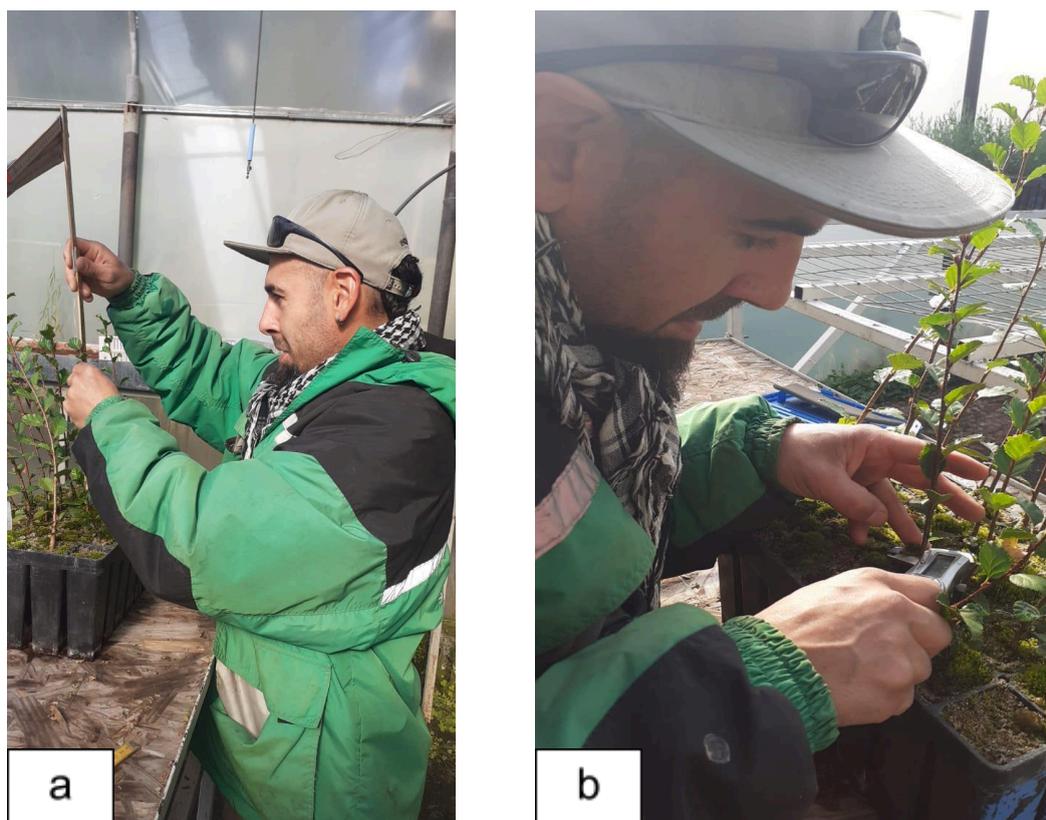


Figura 3. Medición de plantines de lenga en invernáculo, medición de altura con metro de madera (a), medición de diámetro a la altura del cuello con calibre digital (b).



Figura 4. Evaluación por observación directa del estado de lignificación del tallo de los plantines de lenga.

Las mediciones se tomaron directamente en planilla Excel (uso de notebook) en el invernáculo. Luego, las bases de datos se prepararon para los análisis estadísticos. Se determinaron valores medios, desvíos estándar y test de t de Student de comparación de medias para el caso del material origen Challhuaco cosechado en dos años diferentes (por contar con un tamaño muestral similar). Para los análisis se usaron los programas Excel y paquete R (R Core Team 2016).

RESULTADOS

La Tabla 2 muestra el porcentaje de supervivencia post-repique de los lotes evaluados, el total de plantas medidas (descartados los plantines de < 1 cm de altura), el porcentaje de plantas ramificadas, así como la cantidad de plantas ramificadas con más de un eje, y su nivel de codominancia, se incluye también el número de plantas con tallo sin lignificar. Chalhuaco 2015 fue el único lote que presentó plantas de menos de 1 cm de altura (20 de 360 plantas), y que, por este motivo, se descartaron del análisis de calidad (datos no mostrados). Los orígenes Chapelco 2023, Catedral 2023 y Challhuaco 2023 presentaron valores de supervivencia post-repique altos, mayores al 60%. Las lengas origen Otto (lote con poco nivel de representatividad con sólo 4 plantas) mostró una supervivencia intermedia, siendo Challhuaco 2015 el origen con menor valor para este parámetro (Tabla 2).

Tabla 2. Origen de los plantines de lenga evaluados. Se indica el porcentaje de supervivencia luego del repique (semilla pregerminada a tubete), el total de plantas medidas, la cantidad de plantas ramificadas (total y porcentaje), la cantidad de plantas con más de un eje (total y porcentaje) y su nivel de codominancia. Se incluye el número de plantas con tallo sin lignificar.

Origen	Sup. (%)	N	Ram. (N)	Ram. (%)	Codom. (N)	Codom. (%)	TSL
Challhuaco 2015	35	340	215	63,24	39	18,14	28
Challhuaco 2023	63	325	19	5,85	1	5,26	0
Chapelco 2023	71	20	0	0,00	0	0,00	0
Catedral 2023	64	133	16	12,03	0	0,00	0
Otto 2023	50	4	0	0,00	0	0,00	0
Total		842	250	30,41	40	16,00	28

Referencias: Sup.= supervivencia post-repique; N= cantidad de plantas evaluadas; Ram.= plantas con ramificaciones; Codom.= plantas con al menos dos ejes codominantes; TSL= plantas con tejido sin lignificar

De los cinco lotes evaluados, tres presentaron plantas con ramificación y sólo dos de ellos mostraron plantas con codominancia de sus ejes (Challhuaco 2015 y 2023). Sin embargo, la diferencia en el porcentaje de plantas ramificadas entre los dos orígenes de Challhuaco fue muy alta, con Chalhuaco 2015 exhibiendo más del 18% de las plantas ramificadas con codominancia en dos o más de sus ejes (Tabla 2). Asimismo, este mismo origen (Challhuaco 2015) fue el único que presentó plantas cuyo tallo mostraba lignificación parcial o nula. La caracterización morfológica de la calidad de los plantines por lote se muestra en la Tabla 3. Los lotes con mayor altura de plantín fueron Otto, Catedral, Chapelco y Challhuaco 2023 (en orden decreciente), con plantas con un valor medio superior a los 28 cm, y entre 25 y 35 cm tomado como rango de calidad para la especie en plantas 1-0 en maceta como las evaluadas (Quiroz & Gutiérrez 2014); las plantas Challhuaco 2015 no alcanzaron el valor promedio esperado. Todos los lotes alcanzaron el valor medio de calidad para DAC ($DAC > 3 \text{ mm}$) e IE ($> 0,012$) para este tipo de plantín (Tabla 3). En un test de comparación de medias el valor medido tanto para altura (A) como para diámetro del cuello (DAC) de Chalhuaco 2023, resultó significativamente más alto que en Chalhuaco 2015 ($p < 0,001$ en ambos casos).

Tabla 3. Valores medios de A (altura), DAC (diámetro del cuello) e índice de esbeltez (IE= DAC/A) junto a su desvío estándar (entre paréntesis) de los lotes de lenga analizados; se incluye el total de plantas medidos que corresponde al total del lote.

Origen	N (medidas)	A (cm)	DAC (mm)	IE (DAC/A)
Chalhuaco 2015	340	16,929 (\pm 10,112)	4,097 (\pm 1,157)	0,034 (\pm 0,024)
Chalhuaco 2023	325	28,243 (\pm 13,607)	4,632 (\pm 1,082)	0,021 (\pm 0,015)
Chapelco 2023	20	32,125 (\pm 14,752)	4,938 (\pm 1,401)	0,019 (\pm 0,010)
Catedral 2023	133	32,259 (\pm 16,304)	4,642 (\pm 1,089)	0,020 (\pm 0,015)
Otto 2023	4	32,750 (\pm 20,758)	5,210 (\pm 1,959)	0,024 (\pm 0,018)
Total	822			

DISCUSIÓN

Los resultados alcanzados muestran diferencias en la respuesta al manejo, y en los aspectos morfológicos de los lotes de plantines de *Nothofagus pumilio*, evaluados con respecto al origen de la semilla utilizada y a su año de cosecha, asociado este con el tiempo de almacenamiento. A partir del uso de un ambiente de ensayo común en este caso, conformado por la utilización de un mismo tubete, sustrato y fertilizantes elegidos, el riego aplicado y las condiciones de temperaturas similares en todos los lotes evaluados, se puede inferir un mismo ambiente de cría; de esta manera, las diferencias entre los lotes se adjudican así a aspectos genéticos o intrínsecos de la semilla. En la naturaleza, en las poblaciones naturales de lenga, la combinación de efectos en la plasticidad fenotípica y variantes en la genética da como resultado una variación morfológica, donde muchas veces estos cambios son marcados por el gradiente altitudinal en el que se encuentran los rodales semilleros del cual se extrae la semilla (González *et al.*, 2006). El ensayo llevado adelante posibilitó distinguir los efectos genéticos de los ambientales. Las plantas cuyos orígenes fueron Chapelco, Challhuaco 2023 y Catedral son las que presentaron mayores porcentajes de supervivencia post-repique. Mientras Chapelco y Challhuaco se ubican a altitudes similares, el lote de plantas de Catedral proviene de individuos madre ubicados a mayor altitud. Las plantas de Otto presentaron valores aceptables para este carácter, pero el valor de supervivencia luego del repique para los plantines de Challhuaco 2015 es muy bajo pensando en una producción comercial de esta especie. Los únicos lotes que presentaron plantines con ramificaciones fueron Catedral 2023, Challhuaco 2023 y Challhuaco 2015, siendo en este último lote donde se encuentran las plantas con mayor porcentaje de ramificaciones. Asimismo, los plantines ramificados de Challhuaco 2015 presentaron un porcentaje elevado de codominancia entre sus ejes (en Challhuaco 2023 sólo el 5% mostró esta particularidad). Un estudio de (Premoli y Mathiasen, 2011), expone que las plantas en Chalhuaco presentan un fenotipo con mayor número de entrenudos en su eje principal, además de mostrar que las plántulas con mayores porcentajes de ramificación son las que provienen de lugares elevados, ya que esto sería provocado por vientos fuertes que dañan las yemas y favorece el desarrollo de una ramificación profusa (Premoli y Mathiasen, 2013).

Las plantas de lenga de Challhuaco 2015 presentaron nula o parcial lignificación en su tejido epidérmico. Autores afirman que ciertas manifestaciones que realizan las plantas se deben a los atributos morfológicos que estas poseen. Uno de ellos es su estado hídrico, el cual si está en ciertos valores produce la interrupción de la división celular y la síntesis de las proteínas que se encuentran en la pared de la célula, lo que ocasiona el cese del crecimiento y la lignificación del tallo. Para que esto no suceda, el potencial hídrico debe estar en valores que no estén entre 12 y 15 bares, que son los óptimos para que ocurra la formación de lignina, siendo para ello importante la relación que tiene este atributo con el riego, la evapotranspiración, la fertilización y el fotoperíodo (Ibañez Toral, 1997). En este estudio, todos los lotes fueron sometidos a las mismas condiciones durante la etapa de rusticación, basada en el mayor espaciamiento entre riegos al final del período de crecimiento. Sin embargo, sólo el lote de Chalhuaco 2015 presentó plantas con poca o nula lignificación en su tallo.

Los datos obtenidos para altura de plantín nos muestran que las plantas de origen Otto 2023, son en promedio las más altas, seguidas de Catedral 2023 y Chapelco 2023, estos últimos con promedios similares. El lote Chalhuaco 2023 sigue en el ranking de altura, mientras que Chalhuaco 2015 corresponde a plantas significativamente más bajas que el mismo origen, pero cosecha 2023, con plantas incluso que no superaron el cm de altura total al momento de la evaluación. En cuanto al diámetro del cuello, se observó un patrón similar al de altura entre los lotes, y con plantas significativamente más finas al DAC que las de Chalhuaco 2023. Estos últimos resultados permiten inferir la existencia de algún efecto del almacenamiento sobre el lote de Chalhuaco 2015. Las semillas de *N. pumilio* son consideradas en la literatura como ortodoxas (Varela *et al.* 2011), aunque hay experiencias que muestran la pérdida casi total de la viabilidad de los lotes luego incluso de un año de almacenamiento (Schinelli, com. pers.) Por esa dificultad para el almacenamiento de semillas, una publicación sugiere la cría en altas densidades en años de alta producción de semilla, (Azpilicueta *et al.* 2023). El efecto del almacenamiento se manifiesta en la disminución del vigor de las semillas, lo que pudo verse reflejado tanto en el porcentaje de supervivencia al repique como en la altura y arquitectura de los plantines del lote de Chalhuaco cosecha 2015. Por otro lado, las plantas del lote Chalhuaco 2015 son las que presentaron mayor índice de esbeltez con respecto a los demás lotes, por efecto de una menor altura (ya que su DAC fue el que presentó el menor valor promedio como fuera discutido previamente). El resto de los lotes cumplió con el valor umbral de IE esperado para plantas de lengas 1-0.

OBSERVACIONES

A lo largo de las mediciones realizadas se constató la presencia de enrulamientos en las bases de los tallos de las plantas, con distinto grado de deformación del tallo (Figuras 6, a y b). Si bien en un primer momento se lo asoció a la técnica de repique de semilla pregerminada, en lotes de ñire (*Nothofagus antarctica*) criados en forma conjunta con las lengas, pero no sometidos a la técnica de semilla pregerminadas, también se lo observó. Uno de los posibles agentes causales de esas deformaciones ocurridas en el cuello de las plantas podría ser el hongo *Cyttaria*, específico del género *Nothofagus*, siendo *C. hariotii* Fisher el responsable del ataque a *N. pumilio* produciendo una hipertrofia o más conocida como agalla o tumor, la que tiene diversos calibres, una forma globosa y consistencia leñosa, alojándose en forma parcial o total sobre el área infectada. La luz es un factor

importante en la patogénesis, incrementada por la dispersión anemófila de las esporas y las neblinas que se generan en los sectores altos donde se encuentran los rodales. Las áreas afectadas siempre son los brotes desarrollados en la temporada de crecimiento (Ipinza y col, 1989).

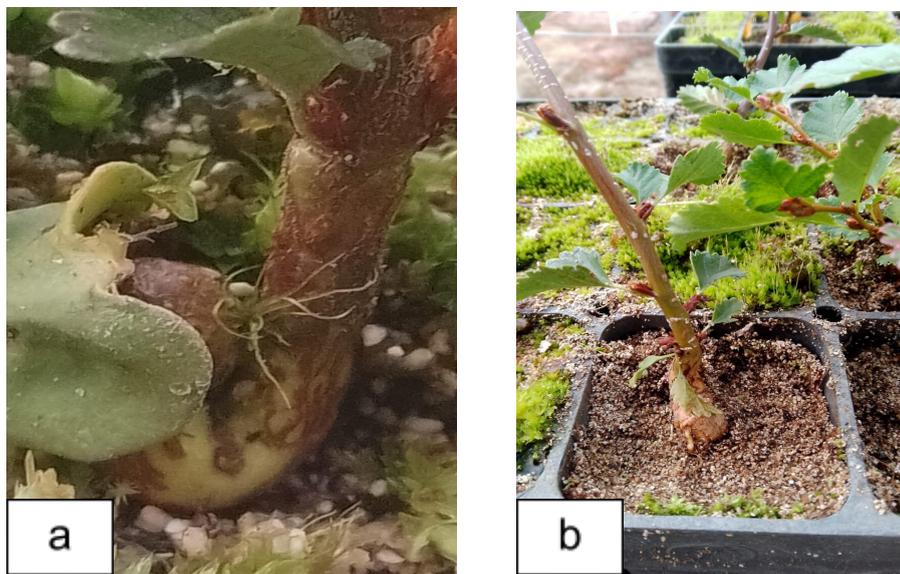


Figura 6. Presencia de enrulamientos en las bases de los tallos de las plantas de lenga en invernáculo, mostrando distinto grado de deformación del tallo (a y b).

CONCLUSIONES

En la producción de plantines de lenga, la fuente de semilla utilizada, tanto por su lugar de origen como por los años desde su cosecha y almacenamiento, incide en aspectos como la supervivencia luego del repique y características morfológicas que hacen a la calidad de la planta. Por este motivo, el viverista debería considerar estos aspectos a la hora de comprar o conseguir material para la producción de plantines, e incluso, identificar materiales probados en vivero que respondan a los estándares de calidad buscados. Es recomendable mantener la trazabilidad de los lotes teniendo en cuenta su identificación no sólo de la especie/variedad empleada sino también, del origen de la semilla y del año de su cosecha. En el escenario actual de la Patagonia, donde comienzan a implementarse proyectos de restauración de los bosques disturbados ya sea por acción del fuego como por actividades antrópicas de distinta índole, la identificación del origen potenciará también el uso del material con fines de restauración en los que el origen resulta en un aspecto clave del material con vistas a su adaptación.

La participación en este trabajo me permitió aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera, lo cual me ayudó a establecer parámetros de calidad de planta, además mediante observaciones, detectar características no deseadas en el crecimiento, como son, malformaciones y falta de lignificación en el tejido epidérmico de las plantas del proyecto, que hacen a estas no aptas para su uso forestal o comercial.

AGRADECIMIENTOS

En especial quiero agradecer a mi familia que siempre estuvo presente, a mi tutor del INTA, Maria Marta Azpilicueta, quien me brindo su apoyo y fue muy generosa con su conocimiento, a mi tutor Santiago Naón quien es un excelente docente, a todos los docentes que me guiaron en mi camino académico y a Ricardo Iorio, que me inspiró, a que uno debe luchar siempre por sus sueños.

BIBLIOGRAFÍA

Azpilicueta MM, Marchelli P, Gallo LA. (2013). La genética y la conservación de nuestros bosques. *Presencia* N° 60, pp. 10-13. <http://inta.gob.ar/documentos/revista-presencia-nb0-60>.

Azpilicueta MM, Aparicio AG, Mondino V, Pastorino MJ. (2023). Banco de plantas con cría diferida como alternativa para la producción continua de plantines de lenga en vivero. *Bosque 44* (1): 201-206. DOI: 10.4067/S0717-92002023000100201.

Ballester-Olmos y Anguís JF. (1995). *Abonos nitrogenados de liberación lenta*. Hojas divulgadoras, Ministerio de agricultura, pesca y alimentación del gobierno de España. Núm 3/94 HD.

Contardi LT, y Gonda HE. (2012). La producción de plantines forestales en el Mundo y en la Patagonia Andina. *Producción de plantas en viveros forestales*. CFI (consejo federal de inversiones)- CIEFAP (centro de investigación y extensión forestal andino patagónico) 13-26.

Gonzalez M, Abarzua A, Aguayo J, Alarcon D, Alberdi M, Altamirano H, Azpilicueta MM, Baldini A, Bannister J, Bekessy S, Cabello A, Caldiz M, Johnson P, Cuevas J, Danton P, Donoso Zeger C, .. (2006). *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología*. Marisa cuneo ediciones, Valdivia Chile. 678 pp.

Ipinza R, Pérez F, Kappes A. (1989). *Cyttaria espinosae* Lloyd, un hongo de interés en fitopatología, alimentación y evolución de los bosques de *Nothofagus* en Chile. *Bol Soc Micol Madrid* 13: 31-48.pp

Ibañez Toral M. (1997). Programa de desarrollo forestal integral de Jalisco. Documento técnico 1, conceptos de calidad de plantas en viveros forestales. SEDER, Fundación Chile y el Consejo Agropecuario de Jalisco, México.

Mexal JG, Buamscha MG, Contardi L, Kasten Dumroese R, Enricci J, Escobar R, Gonda H, Jacobs FJ, Landis T, Luna T, Wilkinson KM. (2012). *Producción de plantas en viveros forestales*. CFI (consejo federal de inversiones)- CIEFAP (centro de investigación y extensión forestal andino patagónico). 195 pp.

Pacheco JA. (2004). *Desarrollo de un bosque de lenga (Nothofagus pumilio) después de la corta de regeneración y rendimiento de trozas en la corta final, en la xii región*. Tesis Ing forestal Universidad de Chile, Facultad de ciencias forestales.

Premoli A, Mathiasen P. (2013). Decálogo de la lenga. *Desde la Patagonia. Difundiendo saberes*. vol. 10 Núm 16, pp. 44-52. <https://revela.uncoma.edu.ar/index.php/desdelapatagonia/article/view/3875>

Premoli A, Mathiasen P. (2011). Respuestas ecofisiológicas adaptativas y plásticas en ambientes secos de montaña: *Nothofagus pumilio*, el árbol que acaparó los Andes australes. *Ecología Austral* 21:251-269.pp.

Puntieri J, Brion M, Cecilia A, Barthélémy D, Souza MS. (2001). Variaciones en el tamaño y la composición de las yemas de *Nothofagus pumilio* y *N. dombeyi* (Fagaceae). *Darwiniana*, vol. 39, núm. 1-2, pp. 1-10. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66939201>

Puntieri J, Torres C, Ghirardi S. (2013). Crecimiento y ramificación de *Nothofagus alpina* y *Nothofagus obliqua* (Nothofagaceae) bajo diferentes condiciones lumínicas. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 48 (2), pp 277-293.

Puntieri J, Stecconi M, Barthélémy D. (2014). Una mirada arquitectural a las formas de crecimiento de *Nothofagus antarctica* (ñire) en el Norte de Patagonia. *Patagonia Forestal*, 12-17.

Quiroz Marchant I, Garcia Rivas E, Gonzalez Ortega M, Chun Guin-Po P, Soto Guevara H. (2009). *Vivero forestal: producción de plantas nativas a raíz cubierta*. Gobierno de Chile ministerio de agricultura, INFOR. 128 pp.

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.

Schinelli T. (2012). *Producción de Nothofagus bajo condiciones controladas*. Ediciones INTA, 80 pp.

Soliani C, Umaña F, Mondino V, Thomas E, Pastorino, Gallo L, Marchelli P. 2017. *Zonas genéticas de lenga y ñire en Argentina: y su aplicación en la conservación y manejo de los recursos forestales*. Ediciones INTA, 56 pp.

Soliani C, Aparicio A. (2020). Evidence of genetic determination in the growth habit of *Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser at the extremes of an elevation gradient. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 35(5-6), 211-220. : <https://doi.org/10.1080/02827581.2020.1789208>.

Varela SA, Arana MV, Martínez A. (2011). *¿Qué hacer luego de la recolección?: Manipulación del fruto y la semilla de especies forestales*. EEA Bariloche, INTA.

Área Forestal - INTA EEA Bariloche Sección: "Silvicultura en vivero". Cuadernillo N° 2, 11 pp. ISSN: 1853-4775