



Informe de Práctica Laboral

Evaluación de la calidad de plantines de roble pellín producidos bajo dos sistemas de fertilización

Tecnicatura en Viveros, Universidad Nacional de Río Negro

S. C. de Bariloche, noviembre 2022



Estudiante:	Suyai Svampa
Tutora:	Ing. María Marta Azpilicueta
Co-tutora:	Ing. Elisa Castán
Tutor por INTA:	Ing. Alejandro Aparicio
Profesor de Práctica Laboral:	Ing. Ariel Mazzoni

PRESENTACIÓN	3
<i>Objetivos de la práctica laboral</i>	3
Objetivos generales	3
Objetivos específicos	3
<i>Descripción del establecimiento</i>	3
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLANTINES DE ROBLE PELLÍN PRODUCIDOS BAJO DOS SISTEMAS DE FERTILIZACIÓN	4
INTRODUCCIÓN	4
<i>Producción de plantines forestales en la Patagonia Andina</i>	4
<i>Calidad de planta forestal</i>	5
<i>Evaluación de los atributos morfológicos</i>	6
Diámetro a la altura del cuello	6
Altura del plantín	7
Índice de Esbeltez	7
<i>Importancia y tipos de fertilización en la calidad de planta</i>	7
Fertilización con fertilizantes de liberación lenta	8
Fertilización a través de ferti-irrigación	8
<i>Descripción de la especie de estudio: el roble pellín</i>	9
<i>Producción de plantines de roble pellín</i>	9
MATERIALES Y MÉTODOS	10
<i>Material de ensayo y diseño experimental</i>	10
<i>Medición de atributos morfológicos</i>	12
<i>Análisis de los datos</i>	14
RESULTADOS	14
<i>Evaluación de atributos morfológicos cualitativos</i>	14
<i>Evaluación de atributos morfológicos cuantitativos</i>	15
DISCUSIÓN	16
CONCLUSIONES GENERALES DE LA PRÁCTICA	17
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
ANEXO	21

PRESENTACIÓN

En la ciudad de San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro, se encuentra la Sede Andina de la Universidad Nacional de Río Negro, en la que se dicta la carrera de ciclo corto "Tecnicultura en Viveros". La última instancia de la carrera consiste en el desarrollo de una práctica laboral en un establecimiento relacionado con la actividad viverista, y el reporte de dicha práctica resulta en un Informe de Práctica Laboral. El presente informe corresponde a la práctica laboral desempeñada durante los años 2018 a 2022 en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA situada en la ciudad de San Carlos de Bariloche.

Objetivos de la práctica laboral

Objetivo general

- Participar en el trabajo de un grupo de investigación aplicada de la región, particularmente del área forestal, en el marco de la producción de plantines forestales nativos.

Objetivos específicos

- Participar de un ensayo experimental que evalúe la calidad de plantines de roble pellín
- Elaborar un informe del ensayo con formato de artículo científico
- Conocer el proceso de producción de plantines forestales de especies nativas, tecnologías disponibles y recursos humanos involucrados

Descripción del establecimiento

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) es un organismo público descentralizado que hoy se encuentra bajo la órbita del Ministerio de Economía, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina. Creado en 1956, se dedica a la innovación y desarrollo de tecnologías, capacidades y conocimientos, contribuyendo al desarrollo sostenible del sector agropecuario, agroalimentario y agroindustrial a través de la investigación y la extensión. Impulsa la innovación y la transferencia de conocimientos con el objetivo de contribuir al desarrollo rural en distintas áreas temáticas y escalas, con presencia a lo largo de todo el territorio nacional. Se organiza a través de Centros de Investigación, Institutos y Centros Regionales, los cuales a su vez comprenden Estaciones Experimentales y Agencias de Extensión Rural (Ministerio de Economía, 2022).

En la ciudad de San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro, funciona la Estación Experimental Agropecuaria "Dr. Grenville Morris" (INTA EEA Bariloche), dependiente del Centro Regional Patagonia Norte del INTA. En la EEA Bariloche existen cuatro grandes Áreas de trabajo, entre las que se encuentra el Área Forestal. Las líneas de investigación y desarrollo dentro de esta Área abarcan geográficamente las zonas de cordillera y pre cordillera, desde la zona norte de la provincia de Neuquén hasta el norte de la de Chubut, y tienen el objetivo de conocer la dinámica y el funcionamiento de los sistemas boscosos y generar herramientas que aporten a su manejo, con el fin de contribuir al desarrollo sustentable de la región. A su vez, el Área Forestal se compone de cuatro grupos de trabajo, orientados a distintas líneas de investigación: Ecología de Poblaciones de Insectos, Ecología Forestal, Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal y Campo Forestal General San Martín (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2022).

El Grupo de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal, unidad en la que se llevó a cabo la práctica laboral aquí descrita, tiene como finalidad generar información para contribuir a la conservación y uso sustentable del recurso genético de especies forestales de importancia ecológica y/o económica en la región. Los trabajos dentro de este grupo incluyen desde estudios de caracterización genética de poblaciones naturales, orientados a la identificación y conservación de acervos genéticos, a programas de mejoramiento de especies forestales con potencial productivo, tanto nativas como exóticas (INTA, 2022).

El grupo de investigación cuenta con un Vivero Forestal donde se producen los plantines que demandan las líneas de estudio, y en el que se desarrollaron las actividades que conformaron esta Práctica Laboral.

En el marco de un programa de producción de plantas de roble pellín destinado a experimentación a campo dentro de las distintas líneas de investigación del grupo, la propuesta de práctica laboral consistió en evaluar un lote de plantines obtenidos a través de dos métodos de fertilización diferentes, para caracterizar su calidad.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLANTINES DE ROBLE PELLÍN PRODUCIDOS BAJO DOS SISTEMAS DE FERTILIZACIÓN

INTRODUCCIÓN

Producción de plantines forestales en la Patagonia Andina

La producción de plantas forestales en la región andino-patagónica tuvo sus inicios en la década del 60, enfocada originalmente en la obtención de especies leñosas exóticas de rápido crecimiento, especialmente coníferas y salicáceas, para plantaciones industriales. Sin embargo, hacia finales de la década del 90 se produjo una diversificación de los objetivos del sector forestal, integrándose otros como los educativos, científicos, paisajísticos (para parqueización y arbolado de zonas urbanas) y de restauración, este último con especial relevancia en un contexto de degradación ambiental, producto de la deforestación, el sobrepastoreo y la sobreexplotación maderera del recurso nativo (Buamscha et al., 2012). Este proceso se vio acompañado por una consolidación institucional en la zona a nivel de educación e investigación que se vio plasmada, por ejemplo, en la apertura de carreras afines al sector (Tecnatura Forestal en San Martín de los Andes e Ingeniería Forestal en Esquel), el fortalecimiento de instituciones ya existentes como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la creación de otras nuevas, como el Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP) (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable; CIEFAP, 2009). Como consecuencia de la diversificación en los fines de la producción forestal, también se abrió el abanico de las especies forestales producidas. Las especies leñosas nativas comenzaron a ganar importancia, tanto por su calidad maderera como por su valor para la conservación y mantenimiento de los sistemas boscosos de la región, lo que fomentó el desarrollo de tecnologías para su producción y cultivo, cobrando mayor dimensión de manera progresiva (Buamscha et al., 2012). En este contexto, por ejemplo, en el año 2010 se creó la Tecnicatura en Viveros (Universidad Nacional de Río Negro, S. C. de Bariloche), carrera que apunta a la formación de profesionales especializados en la producción de plantas, con énfasis en el estudio y cultivo de especies andino-patagónicas.

Durante las décadas recientes, la producción de plantines de especies forestales nativas también encontró su marco en la creación de leyes dirigidas al sector forestal. Como ejemplos de esto pueden citarse la Ley N°25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados, con perspectiva de promoción y explotación comercial, y la Ley N°26.331 de Presupuestos Mínimos Ambientales para la Protección de Bosques Nativos, orientada a la conservación de los ambientes boscosos y sus recursos, cuya normativa hace hincapié en la restauración y el enriquecimiento de los bosques nativos. La obtención de especies nativas constituye un medio indispensable para el cumplimiento de estos objetivos, y a pesar de que la escala productiva en este sentido se encuentra condicionada por el nivel y la constancia de la demanda, dichas iniciativas legislativas supondrían un impacto favorable en los avances del sector forestal dedicado a la producción de plantines de especies leñosas nativas (Buamscha et al., 2012; Peri et al., 2016).

Si bien en la actualidad la producción forestal a nivel regional se encuentra más diversificada que en sus orígenes -tanto en lo que refiere a los fines de producción como en relación a la cantidad de especies que se producen- las plantaciones comerciales para explotación maderera continúan realizándose fundamentalmente con coníferas exóticas, como pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) y pino oregón

(*Pseudotsuga menziesii*) (Davel et al., 2001; Puntieri et al., 2013). Aun así, las especies leñosas nativas conservan su importancia en cultivos con fines como restauración e investigación, y algunas de ellas también son objeto de desarrollo en plantaciones forestales experimentales con fines productivos, con base en su buena calidad maderera. Ejemplos de esto último son algunas plantaciones llevadas a cabo en las provincias de Río Negro y Chubut con raulí (*Nothofagus alpina*) y roble pellín (*Nothofagus obliqua*), especies de reconocida aptitud forestal y de maderas muy apreciadas en el mercado nacional y regional (Davel et al., 2001), que se proponen en los ensayos como un complemento a las exóticas con potencial productivo.

En lo que refiere al estudio y cultivo de especies forestales nativas, una de las primeras publicaciones en compilar las técnicas de multiplicación de numerosas especies del bosque andino-patagónico, en su mayor parte arbóreas, fue el manual titulado “Reproducción de Plantas Nativas” (Lebed, 1992). En dicha publicación, que pondera la importancia de las especies autóctonas no sólo por su valor productivo sino también ecológico, se describen aspectos fundamentales para la producción tales como los criterios y técnicas para la cosecha de semillas, los tratamientos pre-germinativos necesarios y las distintas etapas del cultivo. En la actualidad, existen numerosas publicaciones y proyectos desarrollados por instituciones como el INTA y el CIEFAP que abordan el proceso de viverización y producción de especies como el ciprés de cordillera (*Austrocedrus chilensis*) y distintas especies del género *Nothofagus* (Davel et al., 2001; Schinelli Casares, 2012). A pesar de los significativos avances en el desarrollo y sistematización de experiencias de producción de plantines forestales de especies nativas, aún existen algunos aspectos que se encuentran en incipiente desarrollo en la región, como sucede por ejemplo con la determinación de estándares de calidad de planta específicos para las distintas especies. Actualmente, la mayor parte de la bibliografía disponible sobre el tema está conformada por experiencias en Chile (Davel et al., 2001).

Calidad de planta forestal

El concepto de calidad de planta forestal toma en cuenta un conjunto de atributos morfológicos y fisiológicos que reflejan la capacidad de las plantas de especies leñosas de cumplir determinadas expectativas de supervivencia y crecimiento en terreno para un sitio determinado. Se trata de un concepto amplio que resulta útil para predecir el comportamiento de las plantas a campo (Cortina et al., 2006; Quiroz et al., 2012). Si bien el desarrollo de los plantines también se encuentra condicionado por los factores limitantes del sitio de plantación (Quiroz et al., 2009), se busca que las condiciones morfológicas y fisiológicas de los mismos permitan una mejor respuesta ante dichos factores (Cortina et al., 2006). En este sentido, una mejor calidad de planta supone una mayor aptitud para el establecimiento, supervivencia y crecimiento inicial y, por lo tanto, una mayor probabilidad de éxito de plantación (Quiroz et al., 2012).

Cuando se trata de calidad de planta forestal, es necesario tener en cuenta un aspecto intrínseco de este tipo de producción, que se encuentra ligado a sus objetivos y que lo distingue de la producción con otros fines. En palabras de Contardi y Gonda (como se citó en Baumscha et al., 2012), “la calidad de los plantines forestales es muy específica y generalmente implica mayores requerimientos que las plantas destinadas a jardinería u horticultura, ya que los pequeños árboles deberán estar en condiciones de arraigarse en un ambiente natural, generalmente adverso, muy distinto a las condiciones óptimas recibidas en el vivero o un jardín doméstico” (p. 14). Por lo tanto, los manejos y prácticas asociados a la producción de plantines en vivero y que determinan la calidad final de la planta, tienen fundamento en las condiciones rigurosas que enfrentarán los individuos una vez que se encuentren en el sitio definitivo de plantación, donde deberán establecerse y crecer sin los cuidados que generalmente se dedican a las plantas cultivadas con otros fines.

La calidad de planta se ve afectada por un sistema complejo de condiciones, incluyendo factores genéticos, sanitarios, morfológicos y fisiológicos, que a su vez influyen unos en otros (Baumscha et al., 2012). Dentro de las distintas etapas de un plan de producción, se establecen criterios y se implementan prácticas que atienden a dichos factores, con el objetivo de optimizar la calidad de planta. En la etapa de

obtención de semillas, por ejemplo, los aspectos genéticos y sanitarios tienen un papel central en la selección de árboles parentales. Se procura coleccionar de ejemplares sanos, vigorosos y que presenten características deseables para los fines de la producción, además de realizarse una correcta identificación de la fuente de semilla (Schinelli Casares, 2012). Para este último objetivo, la elección de la fuente de semilla a utilizar puede basarse en la delimitación de zonas de procedencia y zonas genéticas, las que conforman áreas que comparten un acervo genético común y en las que, en el caso de las regiones de procedencia, la adaptación y crecimiento del material fue evaluado a campo. En nuestra región, el manual de regiones de procedencia del Ciprés de la Cordillera (Pastorino et al., 2015) y los manuales de zonas genéticas de roble y raulí (Azpilicueta et al., 2017) y lenga y ñire (Soliani et al., 2017) pueden orientar en esa elección cuando se trabaja con esas especies. De la misma manera, durante las etapas de producción que suceden a la obtención de semilla cobran relevancia distintas prácticas y manejos del cultivo en vivero orientados a mejorar la calidad final de los plantines, y que se encuentran relacionados al sistema de producción, época de siembra, densidad del cultivo, control de malezas, nutrición, métodos de acondicionamiento, entre otros (Quiroz et al., 2012).

Una vez obtenidos los plantines, la determinación de calidad de planta requiere establecer un criterio para caracterizar el material. Para esto, es posible evaluar distintos atributos que responden a dos tipos de evaluación, y que pueden realizarse o no de manera complementaria. Una se centra en los aspectos fisiológicos de las plantas como potencial hídrico y estado nutricional, así como en su comportamiento o respuesta ante factores de estrés, como la resistencia al frío y la sequía (Quiroz et al., 2012). La otra, que es en la que se enfoca este trabajo, se realiza en base a los atributos morfológicos de los plantines, los cuales se encuentran relacionados con la supervivencia y el crecimiento inicial de las plantas a campo. Como la morfología expresa a su vez los aspectos fisiológicos en respuesta al ambiente, es interesante señalar el carácter integral de la evaluación de los atributos morfológicos (Buamscha et al., 2012). Además, su medición resulta rápida, de bajo costo y fácil de realizar en vivero, mientras que la de los atributos fisiológicos en general requiere más tiempo y equipamiento específico de laboratorio (Quiroz et al., 2012).

Evaluación de los atributos morfológicos

La evaluación de los atributos morfológicos puede dividirse en cualitativa y cuantitativa. La primera considera características morfológicas relevantes para los fines de la producción (por ejemplo, curvatura del fuste y ramificaciones) o con respecto a la integridad de la planta, como daños y heridas en los distintos órganos. Por otra parte, en la evaluación cuantitativa se obtienen valores para atributos como diámetro a la altura de cuello y altura de la planta, e índices que señalan la relación entre ellos y permiten predecir el comportamiento de las plantas en terreno, especialmente en relación a los factores limitantes del sitio de plantación (Quiroz et al., 2012).

Diámetro a la altura del cuello

Numerosos estudios y experiencias con distintos sistemas de producción demuestran que cuanto mayor es la medida del diámetro de cuello de los plantines, mayor es su supervivencia y crecimiento inicial a campo, mientras las raíces no se encuentren excesivamente compactadas en los contenedores. Además, se trata de un parámetro que al incrementarse no sólo impacta en el crecimiento inicial de las plantas, sino incluso en su desarrollo posterior, expresado en un mayor crecimiento en altura y una mayor producción de volumen a largo plazo (Buamscha et al., 2012).

El diámetro de cuello refleja la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea, y suele correlacionarse con el tamaño del sistema radicular, la resistencia mecánica de los plantines y su tolerancia a las altas temperaturas al ras del suelo. Además, se relaciona con la cantidad acumulada de sustancias de reserva. En especies forestales, se estima que la supervivencia de las plantas puede incrementarse en un 5% a un 7% por cada milímetro de aumento del diámetro de cuello (Quiroz et al., 2012).

La densidad de cultivo en vivero es uno de los principales factores que inciden en el diámetro de cuello de las plantas. Por otra parte, es posible lograr un aumento de este parámetro incrementando la velocidad y uniformidad de la germinación (Quiroz et al., 2012).

Altura del plantín

La altura de los plantines puede asociarse con su capacidad fotosintética y su superficie de evapotranspiración, así como con su capacidad de competir con el resto de la vegetación (Quiroz et al., 2012). Es decir, en general, un plantín más alto presenta una mayor cantidad de nudos y hojas, así como una mayor reserva de yemas preformadas y latentes, lo cual le otorga mayor superficie fotosintética y evapotranspiratoria, así como mayor potencial de competencia. El punto crítico a la hora de evaluar la relevancia de esta variable se define por un balance entre la supervivencia inmediata de las plantas en el sitio de plantación y su capacidad de respuesta luego del establecimiento. Si bien en circunstancias favorables la altura no incidiría significativamente, ante condiciones de estrés puede llegar a correlacionarse de manera negativa con la supervivencia de los plantines a campo. Sin embargo, una vez superada la etapa de establecimiento en el sitio de plantación, las plantas con mayor altura muestran un mayor potencial de crecimiento a largo plazo y una superioridad en la competencia con malezas por el espacio (Buamscha et al., 2012). A pesar de las controversias en cuanto a la conveniencia del desarrollo en altura de los plantines en vivero, puede decirse que “una planta de calidad con respecto a la altura es una tan alta como sea posible, mientras aún posea un aceptable nivel de potencial de supervivencia y crecimiento en el sitio designado” (Thompson, 1985, como se citó en Quiroz et al., 2012).

Índice de Esbeltez

El índice de esbeltez, también llamado coeficiente de robustez, refleja la relación entre los parámetros de diámetro a la altura del cuello (DAC) y altura (h), y puede expresarse como DAC/h o de manera inversa. Esta relación alométrica define un cierto equilibrio entre las capacidades asociadas a cada parámetro. En general, los plantines con una alta relación DAC/h muestran alta supervivencia y buen comportamiento en cualquier ambiente de plantación, mientras que aquellos que poseen una relación baja presentan supervivencia más variable y menor crecimiento bajo condiciones rigurosas. Existen otros índices que describen a los plantines en relación a sus proporciones, como el Índice de calidad de Dickson, pero en comparación al índice de esbeltez, su estimación requiere cálculos más complejos (Buamscha et al., 2012).

Importancia y tipos de fertilización en la calidad de planta

Entre los factores que determinan la calidad de planta, la fertilización constituye uno de los más importantes. Se trata de una práctica fundamental para lograr cantidad y calidad de crecimiento, especialmente en los sistemas que utilizan contenedor y sustrato inerte, con importante influencia en el desarrollo de las plantas durante el cultivo y en su estado nutricional final (Landis, 1989). Como el estado nutricional de una planta en vivero afecta sus atributos morfológicos y fisiológicos, el manejo de la fertilización es una de las herramientas más eficaces para modelar la calidad final de la planta producida (Cortina et al., 2006).

En nutrición vegetal, se definen como nutrientes esenciales a aquellos cuya omisión impide el crecimiento normal y la capacidad de las plantas de completar su ciclo de vida, por poseer una función específica no reemplazable por otro elemento y un efecto directo en el metabolismo, crecimiento o constitución de tejidos (Landis, 1989, Quiroz et al., 2009). Cuando existe una insuficiencia en el aporte de alguno de estos nutrientes, pueden o no generarse síntomas visibles dependiendo del grado de deficiencia, pero siempre se produce una limitación del crecimiento. Esto hace necesario que los nutrientes se encuentren disponibles en un intervalo óptimo de concentración para obtener una maximización del crecimiento (Landis, 1989; Schinelli Casares, 2012).

El programa de fertilización en vivero requiere una planificación y una evaluación periódica para garantizar una calidad alta de la producción. En este sentido, es igualmente importante realizar pruebas y ajustes en función de los factores de producción disponibles. Cabe señalar que las necesidades nutricionales de las plantas varían con la especie y la etapa de desarrollo (Schinelli Casares, 2012), por lo cual resulta conveniente evaluar técnicas de fertilización que permitan manejar las concentraciones y el balance de los nutrientes, así como cambiar la dieta durante el ciclo de cultivo (Landis, 1989). En general, en la producción de plantines forestales en contenedor, los tipos de regímenes de fertilización más utilizados son dos: mediante fertilizantes de liberación lenta y mediante ferti-irrigación.

Fertilización con fertilizantes de liberación lenta

Los fertilizantes de liberación lenta son fertilizantes sólidos, diseñados para una liberación controlada de los nutrientes contenidos en los gránulos. Éstos se incorporan al sustrato inerte, idealmente durante su preparación e inmediatamente antes de la siembra, para prevenir eventuales fugas en las píldoras que podrían aumentar la conductividad eléctrica del medio. Entre las ventajas de este tipo de fertilizantes puede destacarse que poseen un costo de aplicación relativamente bajo, por no requerir de ningún equipo especial. Su implementación se hace necesaria cuando no se dispone de un sistema de riego diseñado con la posibilidad de inyectar en éste los nutrientes. Por otra parte, en comparación a los fertilizantes rápidamente disponibles, las tasas de liberación de nutrientes de los fertilizantes de liberación lenta resultan más compatibles con las tasas de absorción por parte de las plantas (Landis, 1989).

Entre sus desventajas, debe considerarse que al ser necesario el mezclado para incorporar los gránulos fertilizantes al sustrato, existen riesgos de romper tanto éstos como las partículas de sustrato (como perlita o vermiculita) en el proceso, favoreciendo la compactación. Otra observación respecto a este punto es que resulta difícil obtener una distribución uniforme de las partículas de fertilizante (Landis, 1989). Esto cobra especial importancia en el caso de contenedores de poco volumen y cuando se trata de sustratos compuestos por materiales de distinta textura, tamaño y contenido de humedad. Sin embargo, esto puede minimizarse utilizando implementos como mezcladoras de sustrato, que posibilitan una distribución homogénea de los gránulos de fertilizante en el sustrato, de manera previa al llenado de las macetas (Schinelli Casares, 2012).

En cuanto al control de la nutrición, cabe señalar la dificultad para modificar la concentración y el balance de nutrientes, lo cual a su vez hace imposible determinados manejos como por ejemplo la inducción de la latencia de yemas. Además, la tasa de liberación de este tipo de fertilizantes depende de factores diversos (temperatura, humedad en el sustrato, frecuencia de riego, actividad microbiológica), por lo que no es posible regular por completo su disponibilidad (Landis, 1989).

Fertilización a través de ferti-irrigación

La implementación de este método es relativamente reciente en la producción forestal de especies nativas de la región andino-patagónica. Uno de los primeros antecedentes es el caso del Ciprés de la Cordillera, que se crió adaptando la dieta que se utilizaba previamente en pino ponderosa. Esto fue realizado en INTA a partir del año 2003 por los Ing. M Sá, M Pastorino y A Aparicio, con la guía del Ing. D Massone, y los detalles se encuentran publicados en Aparicio et al. (2013). Posteriormente, la técnica también fue adaptada a la producción de distintas especies de *Nothofagus* por Schinelli Casares (2012).

En condiciones de cultivo semi controladas, el sistema de ferti-irrigación permite obtener lotes con alta homogeneidad y plantas en condiciones de ser llevadas a campo al cabo de uno o dos temporadas de crecimiento, dependiendo de la especie (Azpilicueta et al., 2010). Los sistemas productivos que emplean este sistema utilizan sustratos inertes, y los nutrientes son incorporados al cultivo a través de su inyección en el sistema de riego. Para esto se elabora una solución nutritiva (solución madre), para lo cual pueden adquirirse formulaciones de fertilizante con un balance de nutrientes predeterminado y de solubilidad garantizada, o bien elaborarse la propia solución mediante la mezcla de los elementos por separado. Esto último, sin embargo, demanda mayor trabajo, la utilización de fertilizantes

completamente solubles y el conocimiento de los antagonismos y precipitados que pueden producirse con algunas combinaciones de elementos (Schinelli Casares, 2012).

La principal ventaja de esta técnica de fertilización radica en la posibilidad de controlar la nutrición en forma casi total, regulando las dosis de fertilizantes, las frecuencias de los riegos y el balance nutricional según la especie y la etapa del cultivo, lo cual permite evitar deficiencias o excesos (Buamscha et al., 2012; Schinelli Casares, 2012). Además, permite cambiar completamente la solución nutritiva a aplicar a lo largo del ciclo de producción de la planta (Landis, 1989). Los aspectos de esta técnica que pueden dificultar su implementación son, por una parte, el requerimiento de un equipo especial de inyección y, por otra parte, la necesidad de un control permanente de su funcionamiento, lo cual requiere de operarios calificados en este sistema de producción (Schinelli Casares, 2012). Además, es preciso contar con un sistema de riego bien diseñado y automatizado para garantizar la aplicación uniforme de fertilizante (Landis, 1989), algo que puede favorecerse con la implementación de sistemas de riego móviles (Buamscha et al., 2012). Como la provisión de nutrientes se efectúa a través del riego, su manejo condiciona directamente el manejo nutricional; así por ejemplo, una aplicación poco uniforme del riego deriva en un desarrollo diferencial de las plantas dentro del lote (Schinelli Casares, 2012). Existen distintos tipos de equipos para la inyección de fertilizantes, con niveles de precisión variables, y su elección se ve determinada principalmente por el costo y por la compatibilidad con el sistema de riego (Landis, 1989; Schinelli Casares, 2012).

Descripción de la especie de estudio: el roble pellín

El roble pellín *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst, también llamado coyán, roble, pellín o roble de Neuquén, es una especie leñosa decidua de los bosques templados andino-patagónicos, endémica de Argentina y Chile. De porte arbóreo y copa piramidal, puede alcanzar hasta 40 m de altura y 2 m de diámetro. Es una especie diclino-monoica, con hojas alternas, simples, ovado-lanceoladas y de borde aserrado. Los frutos son aquenios, reunidos de a tres y protegidos por una cúpula leñosa que se abre a la madurez (Anton y Zuloaga, 2022; Demaio et al., 2017).

En Argentina, su distribución abarca unas 33.859 ha y se encuentra fragmentada de manera natural, acotada a las cuencas lacustres entre los 36° 48' y 40°14' de latitud sur. Las áreas en las que se desarrolla están comprendidas mayormente dentro del Parque Nacional Lanín, aunque también en sectores bajo jurisdicción de la Provincia de Neuquén, tanto en reservas provinciales como en tierras de propiedad privada (Sabatier et al., 2011). La especie forma masas boscosas puras o en asociación generalmente con el raulí (*Nothofagus alpina*), en altitudes que van desde 630 a 1200 msnm, y con niveles de precipitación entre 1200 y 3000 mm anuales, si bien existen poblaciones marginales en zonas con precipitaciones que rondan los 700 mm (Azpilicueta et al., 2010).

La madera del roble pellín es considerada de alta calidad y valor comercial, fácil de trabajar y con buena resistencia mecánica (Azpilicueta et al., 2010, Azpilicueta et al., 2017). Por su alto contenido de taninos, posee durabilidad y resistencia a la putrefacción, lo que la hace apropiada para la construcción de estructuras expuestas a la intemperie y la humedad como puentes, muelles, techos y embarcaciones, y para la fabricación de postes, pilares, aberturas y revestimientos exteriores. También es utilizada en carpintería y ebanistería (Anton y Zuloaga, 2022; Azpilicueta et al., 2010), y su corteza tiene propiedades tintóreas (Demaio et al., 2017).

Producción de plantines de roble pellín

La tecnología de producción de plantines de roble pellín ha avanzado a lo largo de los últimos años. En el INTA, la domesticación de la especie se formalizó a través de un proyecto nacional en el año 2006, aunque desde la década anterior la institución ya se dedicaba a generar conocimientos básicos que sirvieran al planteo de estrategias para el aprovechamiento y conservación del roble pellín. Esto sentó las

bases para que en la actualidad se desarrollen aspectos más orientados a la producción y el manejo de las plantas en cultivo (Barbero et al., 2011). Así es como hoy en la bibliografía encontramos información sobre producción en tubete y en cantero, métodos y épocas de cosecha, acondicionamiento de semillas y tratamientos pre-germinativos asociados (Azpilicueta et al., 2010; Lebed, 1992; Rovere, 2006), y manejo en vivero con información sobre sustratos, contenedores y sistemas de fertilización (Buamscha et al., 2012; Schinelli Casares, 2012). En relación a la calidad de plantín para la especie, fueron autores chilenos quienes definieron umbrales para los parámetros morfológicos de evaluación de calidad (Quiroz y Gutiérrez, 2014). Si bien los estándares se definen teniendo en cuenta el sistema de cría (producción en cantero o contenedor) y la edad de la planta, en la propuesta existente no se detallan los sistemas de fertilización utilizados en la producción, por lo que la incidencia de ese aspecto en los atributos que describen la calidad de plantín no se considera en los estándares. Es decir que, si bien se reconoce la importancia de la fertilización en la calidad final, no se encuentran registradas las diferencias que pueden esperarse según el sistema por el que se opte. En el presente trabajo se buscó evaluar la calidad de plantines de roble pellín, producidos bajo cubierta y en contenedor, con dos sistemas de fertilización diferentes: mediante aplicación de fertilizante de liberación lenta y mediante ferti-irrigación. Asimismo, se buscó comparar la calidad de planta alcanzada por medio de ambos sistemas con los parámetros de referencia para la especie, obtenidos de la bibliografía. Se espera que los resultados de este trabajo complementen y amplíen el conocimiento actual en relación a la calidad del plantín forestal de roble pellín, en particular el asociado al sistema de fertilización usado en su producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material de ensayo y diseño experimental

En esta práctica laboral se evaluaron plantines producidos a partir de dos lotes de semillas (Figura 1) de la población de roble pellín de Quila Quina (40° 08' S, 71° 28' O, 800 msnm), ubicada en la cuenca del lago Lácar en jurisdicción del Parque Nacional Lanín. Un lote se cosechó en el año 2017 y otro en 2018. Previo a la siembra, las semillas se embebieron en agua destilada durante 48 horas y luego se dispusieron en bolsas plásticas con arena húmeda y solución de Vitavax (1% v/v), para su estratificación en cámara de frío a 4°C durante 45 días. La siembra se realizó en almacigueras rellenas con sustrato inerte compuesto de arena y turba de *Carex sp.* (1:1). Una vez emergidas las hojas verdaderas (unos 20 días luego de la emergencia), las plántulas se repicaron a tubetes HIKO V-265 (28 cavidades de 265 cm³) rellenos con el mismo sustrato utilizado para la siembra y se regaron a través de un sistema de riego por micro-aspersión.



Figura 1: aquenios de roble pellín

Los tratamientos aplicados al material, criado bajo cubierta durante una temporada (8 meses, plantas 1:0, Figura 2, a y b) consistieron en dos sistemas de fertilización distintos: 1) en un primer lote (tratamiento FLL) de 1436 plantas, se utilizó fertilizante de liberación lenta de la marca Basacote tipo Mini Prill 6M (13-6-16), en una dosis de $3,5 \text{ kg/m}^3$ de sustrato según recomendación del fabricante. El fertilizante se incorporó al sustrato utilizando una máquina mezcladora hormigonera; 2) en el segundo lote (tratamiento FR), compuesto por 804 plantas, la fertilización se realizó a través de ferti-irrigación siguiendo el protocolo para la especie descrito por Schinelli Casares (2012). Se utilizaron formulados de la marca New Plant, según el esquema que muestra la Tabla 1. La solución fertilizante (Figura 2, c) se inyectó al sistema de riego por micro-aspersión y se controló periódicamente la conductividad a la salida de las boquillas de riego y en el lixiviado.



Figura 2: a y b) vistas exterior e interior del invernáculo; c) tambor de solución nutritiva y sistema de inyección de fertilizante.

Tabla 1. Etapas de un régimen de ferti-riego aplicado a un lote de plantas de roble pellín según protocolos ajustados por Schinelli Casares (2012)

ETAPA	PRODUCTO (equilibrio N-P-K)	FORMA N	CONCENTRACIÓN DE APLICACIÓN (ppm)	FREC. APLICACIÓN (veces/semana)	DURACIÓN
Establecimiento 1	10-45-16	65% NO ₃	50 P	2	1 al 30 sept.
Establecimiento 2	10-45-16	65% NO ₃	100 P	3	1 al 15 oct.
Crecimiento 1	18-7-17	65% NH ₄	30 N	3	15 al 31 oct.
Crecimiento 2	18-7-17	65% NH ₄	50 N	2	1 al 15 nov.
Crecimiento 3	18-7-17	65% NH ₄	100 N	2	15 nov. al 15 ene.
Crecimiento 2-3	14-0-14	65% NO ₃	14 Ca	1	15 oct. al 15 ene.
Crecimiento 1-2-3	micronutrientes	-	Aplicación tópica	1	15 oct. al 15 ene.
Rustificación 1	4-27-38	50% NO ₃	50 K	2	15 al 31 ene.
Rustificación 2	4-27-38	50% NO ₃	100 K	3	1 al 28 feb.
Rustificación 3	4-27-38	50% NO ₃	100 K	1	1 al 31 mar.

Medición de atributos morfológicos

La evaluación de la calidad de los plantines se realizó tomando como referencia o modelo de comparación estándares de calidad para la especie propuestos por Quiroz y Gutiérrez (2014). Según esta propuesta, para que un lote de plantines 1:0 producidos en contenedor y bajo cubierta sea aprobado por su calidad, es necesario que un mínimo del 95% de los individuos evaluados cumpla con un conjunto de estándares establecidos para los atributos cualitativos y cuantitativos considerados.

Para la evaluación morfológica cualitativa de nuestros lotes de plantines se registró la observación de cualquiera de las siguientes características en cada individuo:

- Ápice del tallo muerto o dañado, registrándose en estos casos además la presencia de yemas laterales de relevo
- Ramificaciones o bifurcaciones en la mitad inferior del tallo
- Curvatura del tallo, distinguiéndose entre leve y pronunciada

Los atributos medidos para la evaluación morfológica cuantitativa fueron altura (h), diámetro de cuello (DAC) y la relación entre ambas variables, el índice de esbeltez ($IE = DAC/h$). En la Tabla 2 se muestran los valores o rangos estándares para las tres variables morfométricas. Las mediciones de los plantines se realizaron antes de la apertura de las yemas apicales (Figura 3, a), una vez trasplantados a cantero. La altura de los individuos se midió con metro de madera (Figura 3, b) usando el centímetro (cm) como unidad de medida, con precisión de un decimal y desde el cuello de la planta hasta la marca del cierre del crecimiento del año anterior. En los casos de muerte o daño de la yema apical, se midió la altura hasta la primera yema viva por debajo del área necrótica. La medición del diámetro se realizó con calibre digital (marca Schwyz) a la altura del cuello de la planta, utilizando el milímetro (mm) como unidad de medida, con dos decimales de precisión.

Tabla 2. Valores requeridos para los atributos cuantitativos según los estándares de calidad de planta forestal de *Nothofagus obliqua* (Quiroz y Gutiérrez, 2014)

Atributo	Magnitud
Altura (h)	25 – 35 cm
Diámetro de cuello (DAC)	>0,3 cm
Relación DAC/h (Índice de Esbeltez)	Mínimo 1/83



Figura 3: a) plántines de roble pellín antes de la apertura de yemas apicales; b) medición de altura de los plántines en cantero

El procedimiento para realizar las mediciones incluyó un pre-muestreo para determinar el tamaño muestral óptimo de cada lote de plantas, y una segunda instancia de muestreo definitivo. La cantidad inicial de individuos para el pre-muestreo fue un 9% para FLL y un 7% para FR. Para la evaluación de las plantas, se asignó un número identificador a cada plantín del lote y se realizó una aleatorización para

seleccionar los individuos a evaluar. Para cada planta relevada se registraron las características morfológicas cualitativas previamente establecidas, así como los valores correspondientes a altura y diámetro de cuello (atributos morfológicos cuantitativos). Posteriormente, el tamaño muestral definitivo para cada lote se calculó en base a la variabilidad de los datos obtenidos para los parámetros de altura y diámetro de cuello en el pre-muestreo. Para esto, se obtuvieron los valores de la media (X) y el desvío estándar (s) de los datos de cada variable, y a partir de éstos el coeficiente de variación ($CV=s/X$). Con este último valor se obtuvo el tamaño muestral sugerido para cada parámetro mediante la siguiente fórmula:

$$n = (Z^2 \cdot CV^2) / e^2$$

Donde:

n = tamaño muestral

Z = 1,96 (valor de tabla para un nivel de confiabilidad de 95%)

CV = coeficiente de variación

e = 0,05 (error aceptado de un 5%)

Una vez obtenidos los valores de tamaño muestral para cada una de las variables y cada lote de plantas, se optó por el valor más alto como tamaño muestral definitivo, para asegurar la mayor representatividad. A continuación, se calculó la diferencia entre este valor y el número de individuos pre-muestreados. Luego se realizaron las mediciones de atributos en el número de plantas necesarias para completar la cantidad indicada en el muestreo definitivo, siguiendo el mismo procedimiento de aleatorización utilizado en el pre-muestreo, lo que resultó en 103 individuos para el tratamiento FLL y 213 para el tratamiento FR.

Análisis de los datos

Los datos obtenidos en los relevamientos cualitativo y cuantitativo de ambos lotes de estudio fueron volcados en planillas de Excel. Con los valores de DAC y h expresados en centímetros, se obtuvo el Índice de Esbeltez ($IE=DAC/h$) de cada individuo. Luego se calcularon los valores de media y desvío estándar correspondientes a cada atributo. Se realizaron dos tipos de análisis: por un lado, una calificación de ambos lotes de plantas (FLL y FR) en función de los valores de referencia obtenidos de la bibliografía; y por otro lado, se realizó una comparación entre ambos lotes y de ambos contra los valores de la Tabla 2. El primer paso para calificar a los lotes de plantas fue determinar el porcentaje de individuos que cumplieron con los criterios morfológicos cualitativos, y luego se hizo lo mismo con los umbrales o rangos establecidos para cada uno de los atributos cuantitativos evaluados (h , DAC e IE).

Para comparar los valores medios de h , DAC e IE de los tratamientos, se aplicó el test de t de dos muestras. Para la comparación de los valores medios de ambos tratamientos con los umbrales de referencia, se aplicó el test de t de una muestra. En ambos casos, se utilizó el paquete estadístico R (R Core Team 2016). En el caso del parámetro de altura, se omitió este último procedimiento por tratarse de un rango de referencia y no de un valor específico de umbral.

RESULTADOS

Evaluación de atributos morfológicos cualitativos

La evaluación cualitativa resultó en un 80,58% de plantas calificadas en el tratamiento con fertilizante de liberación lenta (FLL) y en un 55,40% de plantas calificadas en el tratamiento con ferti-riego (FR). El ápice

muerto fue el motivo de descalificación más frecuente, superado sólo en el caso del lote FR por la presencia de curvaturas fuertes en los tallos (Tabla 3).

Tabla 3. Evaluación morfológica cualitativa de plantines de *Nothofagus obliqua*. Porcentaje de individuos descalificados según tres atributos cualitativos evaluados para los tratamientos, FLL: fertilizante de liberación lenta y FR: ferti-riego

DEFECTOS	FLL	FR
Ápice muerto	16,5 %	19,25 %
Curvatura fuerte	0,97 %	23 %
Bifurcación	1,94 %	4,69 %

Evaluación de atributos morfológicos cuantitativos

La altura (h) y el diámetro de cuello (DAC) medios resultaron significativamente más altos en el tratamiento FR que en el FLL ($t=5,23$; $p<0,001$ y $t=5,81$; $p<0,001$, respectivamente), mientras que el índice de esbeltez (IE) resultó similar entre ambos tratamientos ($t=0,89$; $p=0,38$). La Tabla 4 muestra los parámetros estadísticos de tendencia central (media) y de dispersión (desvío estándar) de las variables morfológicas cuantitativas evaluadas. Las plantas del lote FR mostraron mayor heterogeneidad en los valores de todos los parámetros.

La altura media de ambos tratamientos superó los valores dados por el rango de referencia. Lo mismo ocurrió en el caso del DAC, con diferencias estadísticamente significativas ($t=12,87$, $p<0,001$ para FLL y $t=14,54$; $p<0,001$ para FR). Si bien ambos tratamientos mostraron un IE medio menor que el valor de referencia, en el caso del tratamiento FR las diferencias no resultaron estadísticamente significativas ($t=-1,88$; $p=0,06$), mientras que sí lo fueron en el tratamiento FLL ($t=-9,01$; $p<0,001$).

Tabla 4. Evaluación morfológica cuantitativa de plantines de *Nothofagus obliqua*. Medias y desvíos estándares de los parámetros evaluados en lotes de plantines criados con fertilizante de liberación lenta (FLL) y con ferti-riego (FR). Los valores de referencia provienen de Quiroz y Gutiérrez (2014)

	Valor de referencia	FLL	FR
Altura (cm)	25-35	43,77 ± 11,24	53,46 ± 21,62
Diámetro a la altura del cuello (cm)	0,30	0,38 ± 0,06	0,44 ± 0,14
Índice de Esbeltez (DAC/h)	0,012	0,009 ± 0,003	0,010 ± 0,014

La Tabla 5 muestra, por un lado, el porcentaje de individuos dentro de cada tratamiento que cumplió con todos los parámetros de la evaluación cualitativa, y por otro, el porcentaje de plantas que alcanzó los estándares de parámetros cuantitativos, considerándose éstos primero de manera separada (es decir, la cantidad de individuos que calificó según cada atributo) y luego conjunta (la cantidad de individuos que calificó de manera simultánea para los tres atributos). De esta forma, el porcentaje total de individuos

aptos según la evaluación cuantitativa resultó en 2,91% para FLL y 3,76% para FR. Finalmente, se indica el porcentaje de individuos que cumplió al mismo tiempo con todos los parámetros, cualitativos y cuantitativos, que fue de 2,91% para FLL y 0,47% para FR.

Tabla 5. Evaluación morfológica cualitativa y cuantitativa de plantines de *Nothofagus obliqua*. Porcentaje de individuos calificados según tipo de evaluación y parámetro, para cada tratamiento (FLL: fertilizante de liberación lenta; FR: ferti-riego; h: altura; DAC: diámetro a la altura del cuello; IE: índice de esbeltez)

		FLL	FR
Evaluación cualitativa		80,58 %	55,4 %
Evaluación cuantitativa	h	12,62 %	12,68 %
	DAC	89,32 %	84,51 %
	IE	9,71 %	15,49 %
	Conjunto (h+DAC+IE)	2,91 %	3,76 %
Evaluación cuantitativa + cualitativa		2,91 %	0,47 %

DISCUSIÓN

En este trabajo se encontró que las plantas de roble pellín 1:0 producidas con dos sistemas de fertilización, uno con aplicación de fertilizante de liberación lenta y otro con ferti-irrigación, presentaron tamaños superiores a los reportados en la bibliografía como estándares de calidad. Esto tiene algunas posibles implicancias en cuanto a su calidad, evaluada tanto por criterios cuantitativos como cualitativos.

Los valores medios de h y de DAC de ambos tratamientos, FR y FLL, resultaron mayores que los valores de referencia, siendo los más altos los obtenidos mediante FR. En relación a la altura, la mayor parte de las plantas en ambos lotes tuvo valores superiores al máximo del rango establecido como estándar de comparación (Figura 4, Anexo), lo cual las descalificaría de acuerdo a dicho estándar. En este punto, cabe tener en cuenta la discusión sobre el impacto que pueden tener los valores elevados de esta variable en la supervivencia de las plantas a campo, ya que en la bibliografía se indica que plantas demasiado altas pueden presentar un menor índice de supervivencia. Sin embargo, existen también publicaciones que informan que plantas inicialmente más altas muestran mayores tasas de crecimiento a largo plazo (Palacios y Navarro, 2001), mayor supervivencia (Ramírez Contreras y Rodríguez Trejo, 2004) y mayor capacidad de competir con las malezas (Quiroz et al., 2009). Experiencias a campo del INTA en la zona reportaron una alta supervivencia de plantas de roble pellín con características morfológicas similares a las de las utilizadas en este ensayo (Aparicio et al., 2015). Por otra parte, en el caso de las plantas con FR, el valor medio de IE obtenido fue similar al de referencia, y esto implica que aunque las plantas tuvieron un crecimiento que *a priori* excede el recomendado en los estándares, mantuvieron una relación aceptable entre h y DAC. Si bien las plantas con FLL mostraron un IE similar al de FR, cuando se lo comparó con el valor estándar su IE resultó menor.

En la evaluación cualitativa de los plantines se observó una alta frecuencia de muerte apical en ambos tratamientos, característica que resultaría en la descalificación de los individuos según los estándares adoptados. No debe descartarse que este fenómeno, así como la heterogeneidad de valores de h y DAC observada en ambos tratamientos (especialmente en FR), pueda tener relación con otras variables de manejo del cultivo, al margen del sistema de fertilización del que se trate. Si bien en este trabajo no se evalúa la incidencia de otros factores en la calidad de planta obtenida, existen observaciones realizadas por el equipo de trabajo a cargo de la producción de plantines forestales del INTA que pueden servir como punto de partida para ajustar aspectos puntuales del proceso productivo, perfeccionar las técnicas

de cultivo y orientar futuros estudios. Por ejemplo, si se toman en cuenta dichas observaciones, realizadas durante sucesivas temporadas de producción, una de las explicaciones posibles a la heterogeneidad de tamaños y la muerte apical podría estar relacionada con la intercepción del agua de riego antes de que ésta llegue al sustrato de manera adecuada, lo cual a su vez podría asociarse a una densidad de cultivo superior a la adecuada. Al ir incrementándose el volumen de la parte aérea de los plantines durante su desarrollo, el agua de riego proveniente del sistema de micro-aspersión podría verse obstaculizada por el follaje, con una consecuente pérdida de uniformidad del riego que podría favorecer el crecimiento diferencial y/o la muerte del ápice. Por lo tanto, la verificación de dicha situación podría constituir un buen punto de partida para disminuir la ocurrencia de este tipo de fenómenos. No obstante, en relación a la presencia de ápices muertos también es preciso considerar aspectos particulares de la especie evaluada. Puntieri et al. (2006) observaron que el fenómeno de muerte apical del eje principal en estados tempranos de desarrollo forma parte de las características arquitecturales del roble pellín, aun en porcentajes elevados y tanto en condiciones de vivero como a campo. En tales casos, la yema apical es relevada por yemas laterales cercanas que mantienen la misma línea de desarrollo vertical, lo cual no parece producir deformaciones en el largo plazo e incluso puede favorecer el incremento de la planta en altura, diámetro de cuello y número de nudos.

Otro defecto que llevó a la descalificación de un elevado porcentaje de plantas con FR, y sobre el que debería trabajarse para mejorar la calidad de planta final, fue la curvatura fuerte de tallos. Las causas de tal defecto pueden ser diversas, ya que además de poder estar relacionado con características genéticas de las distintas especies y sus procedencias, también puede guardar relación con factores externos como daños en el ápice, viento, nieve, deslizamientos de tierra e incidencia de la luz, como ejemplifican Sierra de Grado et al. (2008). Si se consideran las condiciones bajo cubierta en las que se criaron las plantas utilizadas en el presente trabajo (con lo cual se descartaría la influencia de factores como el viento y la nieve) y se retoma la posibilidad ya mencionada de que la densidad de cultivo sea superior a la adecuada, se podría pensar que las curvaturas observadas se deban a la búsqueda de luz por parte de las plantas, lo que tiene como consecuencia la deformación de los tallos. Sin embargo, es preciso avanzar en estudios que busquen identificar el origen de este defecto para así poder ensayar soluciones.

La identificación de inconvenientes desde el monitoreo permanente del proceso productivo en todas sus instancias resulta crucial, ya que permite realizar ajustes en variables de manejo en vivero y así optimizar la calidad final de las plantas. Por otro lado, el avance en los conocimientos, tecnologías y técnicas de cultivo bajo cubierta durante los últimos años hace necesaria una actualización de los estándares de calidad de plantín, de manera que se contemplen sistemas de producción que vienen demostrando resultados satisfactorios en términos del desempeño de las plantas a campo. Los resultados de este trabajo, realizado con plantas listas para su instalación en una temporada de cultivo, criadas bajo cubierta, en tubete, con sustrato inerte y sistema de fertilización controlado, podrían aportar valores iniciales que sirvan de base para el desarrollo de nuevos estándares de calidad de planta.

CONCLUSIONES DE LA PRÁCTICA LABORAL

La práctica laboral realizada me permitió un acercamiento al ámbito regional de la investigación aplicada y al proceso de producción de plantines forestales de roble pellín. Implicó tomar contacto con las distintas etapas e instalaciones productivas, así como con las dinámicas de trabajo de grupo, pudiendo poner en práctica los conocimientos adquiridos durante mi formación académica. También me permitió adquirir nuevas habilidades útiles para el ejercicio de mi profesión, como las relacionadas al diseño experimental de un ensayo y la toma y análisis de datos. En el transcurso de la experiencia, pude ejercitar la mirada crítica para identificar variables de ajuste que tiendan a mejorar el proceso productivo, y detectar aquellas instancias en las que es posible generar aportes desde mis competencias técnicas. Además, desde el grupo de trabajo se me dio la oportunidad de presentar los resultados obtenidos en las VI Jornadas Forestales Patagónicas, celebradas en la ciudad de San Carlos de Bariloche, del 30 de marzo al

1 de abril de 2022. El trabajo fue presentado en formato de póster virtual, y su resumen publicado en el libro de Actas de las Jornadas (Anexo). Tanto la experiencia de participar de las jornadas como el proceso previo de elaboración del trabajo presentado, me resultaron sumamente enriquecedores en términos profesionales y personales. Pero además de las posibilidades de crecimiento individual en sus distintas dimensiones, destaco el potencial invaluable de trabajar participando en un equipo donde se comparten los análisis y las decisiones, enriqueciendo de esa manera los resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anton, A.M. y Zuloaga, F.O. (directores) (2022). *Flora Argentina*. URL <http://buscador.floraargentina.edu.ar/species/details/24856>

Aparicio, A.G. (2013). *Variación genética de la adaptación inicial del Ciprés de la Cordillera* (Tesis de Doctorado). Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche.

Aparicio, A.G.; Zuki, S.M.; Azpilicueta, M.M.; Barbero, F.A. y Pastorino, M.J. (2015). Genetic versus environmental contributions to variation in seedling resprouting in *Nothofagus obliqua*. *TreeGenetics&Genomes* 11 (2)

Azpilicueta, M.M.; Marchelli, P.; Gallo, L.A.; Umaña, F.; Thomas, E.; van Zonneveld, M.; Aparicio, A.G.; Pastorino, M.J.; Barbero, F.; Martínez, A.H.M.; González Peñalba, M. y Lozano, L. (2017). *Manual de Zonas Genéticas de Raulí y Roble Pellín en Argentina. Herramientas para la conservación y el manejo de la diversidad genética* (Azpilicueta, M.M. y Marchelli, P. eds.). Bariloche: Ediciones INTA. Recuperado de <http://inta.gob.ar/sites/default/files/manual.pdf>

Azpilicueta, M.M.; Varela, S.; Martínez, A. y Gallo, L. (2010). *Manual de viverización, cultivo y plantación de roble pellín en el norte de la región andino-patagónica*. (Azpilicueta, M.M. y Varela, S. eds.) Buenos Aires: Ediciones INTA

Barbero, F.A.; Sabatier, Y.; Gallo, L.A.; Bran, D. y Pastorino, M.J. (2011). *Áreas potenciales de cultivo de raulí y roble pellín en la provincia de Río Negro*. (Pastorino, M.J. ed.). Buenos Aires: Ediciones INTA

Buamscha, M.G.; Contardi, L.T.; Dumroese, R.K.; Enricci, J.A.; Escobar, R.; Gonda, H.E.; Jacobs, D.F.; Landis, T.D.; Luna, T.; Mexal, J.G. y Wilkinson, K.M. (2012). *Producción de plantas en viveros forestales*. (Contardi, L.T.; Gonda, H.E.; Tolone, G. y Salimbeni, J. coords.) Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones; Comodoro Rivadavia: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco; Comodoro Rivadavia: Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico

Cortina, J.; Peñuelas, J.L.; Puértolas, J.; Savé, R. y Vilagrosa, A. (2006). *Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos. Estado actual de conocimientos*. Madrid: Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente. Recuperado de <https://imem.ua.es/en/documentos/archivos-imem/articulos-investigadores/jordi-cortina/cortina-et-al-2006-planta-forestal-book.pdf>

Davel, M.M.; Urretaviscaya, M.F.; Contardi, L.; De María, G.; Lugano, L. y Mondino, V. (2001). *Establecimiento de plantaciones de raulí y roble pellín en Chubut y Río Negro* (Proyecto PIA 05/98 SAGPyA – CIEFAP – INTA, primer informe). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/237588980_Establecimiento_de_Plantaciones_de_Rauli_y_Roble_Pellin_en_Chubut_y_Rio_Negro/link/53e35d2a0cf23a7ff74942b5/download

Davel, M.M.; Urretaviscaya, M.F.; Lugano, L.; Contardi, L.; De María, G. y Mondino, V. (2001). *Establecimiento y evaluación de plantaciones de especies nativas de madera de calidad en el noroeste de la provincia de Chubut*. (Proyecto PIA 05/98 SAGPyA – CIEFAP – INTA, primer informe). Recuperado de <http://ciefap.org.ar/documentos/informes/plantaciones.pdf>

Demaio, P.; Ulf Ola, K. y Medina, M. (2017). *Árboles nativos de Argentina: tomo II Patagonia*. Córdoba: Ecoval Editorial

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2022). *Área Forestal*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. URL <https://inta.gob.ar/unidades/811000/forestales>

Landis, T.D. (1989). Mineral nutrients and fertilization. En *The container tree nursery manual, volume 4. Agric. Handbbk. 674*. (1-67) Washington DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service.

Lebed, O. (1992). *Reproducción de plantas nativas*. Viedma: Ministerio de Recursos Naturales de la provincia de Río Negro, Dirección de Bosques.

Ministerio de Economía, Agricultura, Ganadería y Pesca. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2022). *¿Qué hacemos en el INTA?*. URL <https://www.argentina.gob.ar/inta/quehacemos>

Palacios, G. y Navarro, R.M. Caracterización de la calidad de planta en vivero de siete procedencias de pino piñonero (*Pinus pinea* L.) (2001). III Congreso Forestal Español. Recuperado de http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/15638

Pastorino, M.J.; Aparicio, A.G. y Azpilicueta, M.M. (2015). *Regiones de Procedencia del Ciprés de la Cordillera y bases conceptuales para el manejo de sus recursos genéticos en Argentina* (Colección Investigación, Desarrollo e Innovación). San Carlos de Bariloche: Ediciones INTA

Peri, P.L.; Tejera, L.; Amico, I.; von Muller, A.; Martínez Pastur, G.; Bava, J.; Bahamonde, H.; Mondino, V.; Schinelli, T.; Gargaglione, V.; Ormaechea, S.; Boyeras, F.; Salvador, G.; Lloyd, C. y Huertas, L. (2016). *Estado de situación del sector forestal en Patagonia Sur* (Informe técnico). Centro Regional Patagonia Sur, INTA. Recuperado de https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/7185/INTA_CRPatagoniaSur_EEAS_antaCruz_Peri_PL_Estado_de_situaci%c3%b3n_del_sector_forestal.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Puntieri, J.G.; Grosfeld, J.E.; Stecconi, M.; Brion, C.; Azpilicueta, M.M. y Gallo, L. (2006). Desarrollo temprano del roble (*Nothofagus obliqua*): un análisis arquitectural de procedencias de Argentina. *Bosque* 27(1), 44-51. Recuperado de <https://www.scielo.cl/pdf/bosque/v27n1/art05.pdf>

Puntieri, J.; Varela, S.A.; Torres, C. y Schinelli Casares, T. (2013). *Antecedentes, cuidados y control de la calidad de árboles nativos en función de una buena producción* (Cuadernillo N°5 de la Serie Técnica “Sistemas Forestales Integrados”). San Carlos de Bariloche: Varela, S.A. y Aparicio, A.G.

Quiroz, I.; García, E.; González, M.; ChungGuin-Po, P. y Soto, H. (2009). *Vivero Forestal: producción de plantas nativas a raíz cubierta*. Concepción, Chile: INFOR Sede Bío-Bío.

Quiroz, I.M. y Gutiérrez, B.C. (2014). *Propuesta de reglamento para semillas y plantas forestales*. Concepción: Instituto Forestal de Chile

Quiroz, I.M., Gutiérrez, B.C. y García E.R. (2012). *Bases para un reglamento de semillas y plantas de especies forestales utilizadas en Chile* (Documento de Divulgación N°35). Chile: Instituto Forestal de Chile

Ramírez Contreras, A., & Rodríguez Trejo, D. A. (2004). Efecto de calidad de planta, exposición y micrositio en una plantación de *Quercus rugosa*. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 10 (1),5-11. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62910101>

Rovere, A.E. (2006). *Cultivo de plantas nativas patagónicas: Árboles y Arbustos*. Bariloche: Caleuche

Sabatier, Y.; Azpilicueta, M.M.; Marchelli, P.; González-Peñalba, M.; Lozano, L.; García, L.; Martínez, A.; Gallo, L.A.; Umaña, F.; Bran, D. y Pastorino, M.J. (2011). Distribución natural de *Nothofagus alpina* y *Nothofagus obliqua* (Nothofagaceae) en Argentina, dos especies de primera importancia forestal de los bosques templados norpatagónicos. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 46(1-2), 131-138.

Recuperado de https://botanicaargentina.org.ar/wp-content/uploads/2017/05/10_pastorino.pdf Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Dirección de Bosques; Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico. (2009). *Plan Forestal Regional Patagónico, 1º Documento Base*. Recuperado de <https://ciefap.org.ar/index.php/component/phocadownload/category/2-taller-de-comunicacion-pfrp?download=16:documento-pfrpnov2011pdf>

Schinelli Casares, T. (2012). *Producción de Nothofagus bajo condiciones controladas*. Esquel: Ediciones INTA

Sierra de Grado, R.; Pando Fernández, V.; Martínez-Zurimendi, P.; Peñalvo Herráez, A.; Báscones Palacios, E. y Mouliá, B. (2008). Nuevo enfoque para la mejora de la rectitud del fuste de *Pinus pineaster* Ait. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 24, 107-112. Ejemplar dedicado a: Actas de la IV reunión sobre genética forestal. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4245899>

Soliani, S.; Umaña, F.; Mondino, V.; Thomas, E.; Pastorino, M.; Gallo, L. y Marchelli, P. (2017). *Zonas genéticas de lenga y ñire en Argentina: y su aplicación en la conservación y manejo de los recursos forestales*. (Soliani, C. y Marchelli, P. eds.). Bariloche, Río Negro: Ediciones INTA

ANEXO

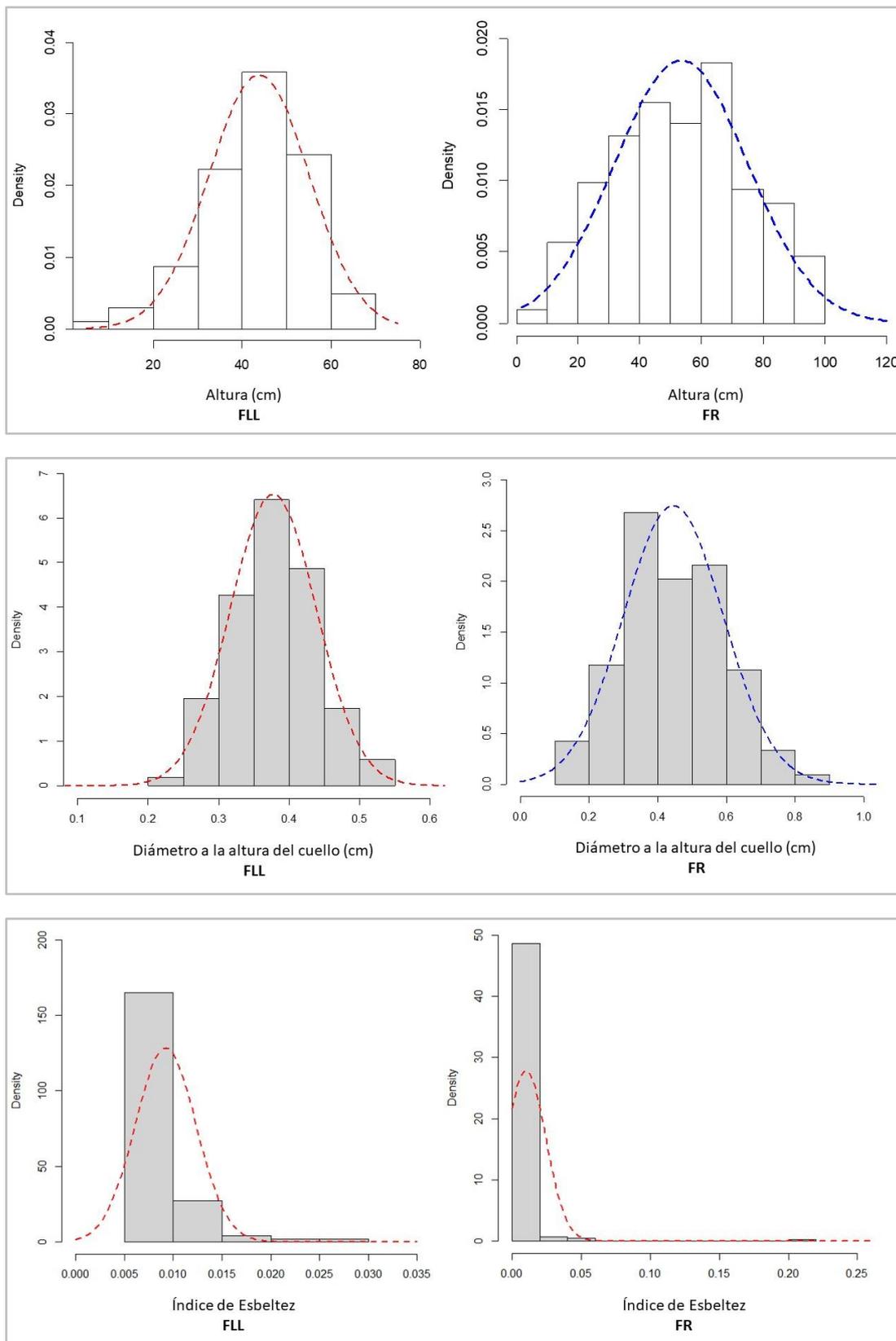


Figura 4: distribución de los valores de altura, diámetro a la altura del cuello e índice de esbeltez obtenidos para cada tratamiento (FLL: fertilizante de liberación lenta; FR: ferti-riego). La línea punteada de color muestra la distribución normal esperada para el valor medio y de dispersión de los datos.



ID 158: Evaluación de la calidad de plantines de roble pellín producidos bajo dos sistemas de fertilización

Svampa S¹;*, Castán E^{1,2}; Aparicio AG²; Azpilicueta MM^{1,2}

¹ Universidad Nacional de Río Negro (UNRN); ² Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Bariloche (IFAB)

*suyaisvampa@gmail.com

Palabras clave: patagonia; plantas nativas; *Nothofagus obliqua*

Videoposter: <https://youtu.be/ZV5EwFcErLk>

El roble pellín *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. es una especie leñosa decidua nativa de los bosques andino-patagónicos; apreciada por la calidad de su madera. Con el fin de evaluar la calidad del plantín de la especie; se analizaron plantas 1+0 (cuenca del lago Lácar; PN Lanín) producidas en tubete bajo cubierta y con sustrato inerte con dos tratamientos: plantas criadas con ferti-riego (según protocolo para la especie) y plantas criadas con fertilizante de liberación lenta. Se analizaron atributos morfológicos cualitativos (estado de la yema apical; grado de curvatura y bifurcación del tallo) y cuantitativos (altura; diámetro a la altura del cuello e índice de esbeltez). Se aplicó el test de t de dos muestras para la comparación entre tratamientos y el test de t de una muestra para la comparación con valores de referencia. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico R. Las plantas con ferti-riego mostraron mayor heterogeneidad en los valores de altura y diámetro de cuello y una mayor proporción de plantas descalificadas por atributos cualitativos. La altura y diámetro del cuello fueron significativamente mayores en las plantas con ferti-riego en relación a las producidas con fertilizante de liberación lenta ($t=5,23$; $p<0,001$; $t=5,81$; $p<0,001$; respectivamente); mientras que el índice de esbeltez resultó similar entre ambos tratamientos ($t=0,88$; $p=0,38$). Por otro lado; las plantas con ferti-riego no mostraron diferencias significativas con el valor de referencia ($t=-1,88$; $p=0,06$); mientras que las plantas con fertilizante de liberación lenta mostraron valores menores para ese parámetro ($t=-9,01$; $p<0,001$). Si bien la calidad de plantín estimada en el índice de esbeltez resultó similar para ambos tratamientos; sólo las plantas obtenidas con ferti-riego alcanzaron el estándar de referencia descripto para la especie. Es preciso realizar ajustes en el manejo para bajar la proporción de plantas descalificadas bajo este último sistema de cría.