



“Tecnicultura en Viveros”

ESCUELA DE Producción Tecnología y Medio Ambiente

INFORME DE LA PRÁCTICA LABORAL

EEA – INTA Bariloche

Pcia. de Río Negro– Argentina

Período de práctica: Junio 2013

Presentación de informe: Diciembre de 2014

Alumno: Emiliano Ridiero

San Carlos de Bariloche. ARGENTINA

Informe de Práctica Laboral

Carrera Tecnicatura en Viveros
Universidad Nacional de Río Negro
Alumno: Emiliano Ridiero

Título: Técnicas de viverización para el estudio de tres especies del género *Nothofagus*

Lugar: INTA. Estación Experimental Agropecuaria Bariloche.

Docente de la práctica:

- Silvana Alzogaray

Directora de la carrera:

- Martha Cecilia Riat

Tutores Responsables:

- Dr. Alejandro Aparicio (INTA)
- Técnico Forestal Abel Martínez (INTA-UNRN)
- Karin Heinemann (Ecóloga)

Índice:

-INTRODUCCIÓN.....	PAG 4
- DESCRIPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES.....	PAG7
-Lenga.....	PAG 7
-Distribución y superficie de bosques de lenga.....	PAG 9
-Raulí.....	PAG 10
-Roble pellín.....	PAG 11
-Distribución y superficie de los bosques de raulí y roble pellín.....	PAG 12
-OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA LABORAL.....	PAG 15
-Objetivo General.....	PAG 15
-Objetivos específicos.....	PAG 15
-DESARROLLO DE ACTIVIDADES.....	PAG 15
-Actividad N°1.....	PAG 15
-Actividad N°2.....	PAG 19
-Actividad N°3.....	PAG 22
-CONCLUSIÓN DE LA PRÁCTICA LABORAL.....	PAG 30
-BIBLIOGRAFÍA.....	PAG 31
-ANEXOS.....	PAG 33

INTRODUCCION:

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), tiene unidades experimentales en todo el país, en la región Patagonia Norte se encuentra la Estación Experimental Agropecuaria Bariloche (EEA Bariloche). Esta unidad está situada a orillas del Lago Nahuel Huapi(41° 08' S, 71° 17' O) en la provincia de Río Negro y se organiza de la siguiente manera:

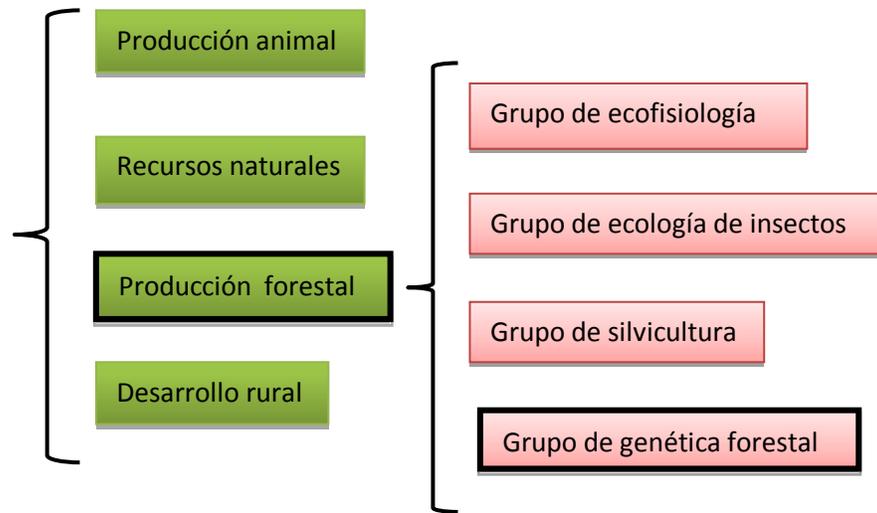


Figura N°1: Esquema de organización institucional en la EEA Bariloche

Tal como se observa en la figura N°1, el Área de Producción forestal está dividida en cuatro grupos, el grupo de genética forestal, obtiene recursos de distintas líneas de financiamiento, para realizar investigaciones en el ámbito de genética molecular, genética cuantitativa y mejoramiento, para las cuales se establecen diferentes ensayos en condiciones controladas y naturales.

Estas líneas de investigación vinculan técnicas de viverización con recursos genéticos tanto nativos como introducidos, propiciando recursos y herramientas para favorecer un desarrollo sustentable de los bosques y contribuir con el desarrollo del sector forestal regional.

Para llevar adelante los ensayos necesarios en investigación la EEA Bariloche posee un vivero que presenta una superficie aproximada de 5000m², dentro del cual existen tres invernáculos:

- 1- Invernadero no comercial, sup: 75m²
- 2- Invernadero comercial ULMA, sup: 65m².
- 3- Invernadero comercial IRIE, sup: 85m².

Además este vivero tiene una superficie aproximada de 900 m² destinada a canchas de cría, donde continúa el crecimiento una vez que las plantas son retiradas de los invernaderos, o cuando el análisis de experimentos con diferentes plantas lo requieren.

El vivero está a cargo del Técnico Forestal Abel Martínez, cuenta con un auxiliar de apoyo que está de manera permanente. En este sitio se realizan actividades relacionadas con recursos forestales, manejando diferentes tecnologías de cultivo para ser transferidas al sector. Estas actividades incluyen distintas etapas de producción, que van desde la selección del material genético, su reproducción, hasta el manejo de plantas en cultivo o en condiciones naturales, contemplando ajustes de etapas de cultivo como la cría, rustificación y plantación.

Mayormente se producen árboles nativos de los Bosques Andinos Patagónicos, los que presentan gran importancia en la región como recurso natural y maderero.

Como describe Puntieri y et al. "...El 80% de los bosques andino-patagónicos de Argentina está constituido por especies latifoliadas del género Nothofagus que, en nuestro país, comprende un conjunto de seis especies. Entre tales especies, el coihue (Nothofagus dombeyi), el ñire (Nothofagus antártica) y la Lengua (Nothofagus pumilio) presentan la mayor área de distribución. La última especie (Lengua), junto con el raulí (Nothofagus alpina) y el roble pellín (Nothofagus obliqua) se destacan por sus potencialidades productivas y por la alta calidad de su madera. La lenga, el raulí y el roble pellín son las más consideradas en el desarrollo de programas de domesticación y las de mayor interés en lo que respecta a la producción maderera..."

En la región nor-patagónica Argentina roble pellín, raulí y lenga se encuentran distribuidos marcadamente en estratos altitudinales, en los cuales la temperatura varía, conformando gradientes térmicos decrecientes con el aumento en altura. En este gradiente, el roble pellín domina las zonas entre los 600 y los 900 metros sobre el nivel del mar (msnm), el raulí entre los 850 y 1100 msnm mientras que la lenga, en la zona de Bariloche (41° 08' S) se encuentra entre los 1.000 y los 1.700 m.s.n.m., existiendo dentro de este rango altitudinal diferentes fenotipos uno arbóreo y otro achaparrado, por encima de los bosques de coihue, conformando generalmente el límite altitudinal del bosque. Por otra parte, los bosques de lenga se desarrollan en una faja altitudinal de 400-700 m de ancho.

Las predicciones del impacto del cambio climático para el noroeste de la Patagonia prevén una disminución de la precipitación media, acompañada del aumento de la temperatura media. Estos cambios podrían afectar los gradientes térmicos donde las especies mencionadas se distribuyen. En este contexto, registros climáticos de la estación meteorológica Quilanlahue, San Martín de los Andes, indican un aumento de la temperatura mínima anual de 1-1,5°C a 4-4,5°C en los últimos 10 años (Alejandro Martínez, 2013. INTA Bariloche, comunicación personal). Por lo tanto, el estudio de las respuestas de las especies patagónicas a la

temperatura es de extrema relevancia para la estimación de su plasticidad térmica y posible respuesta al cambio climático global.

El proyecto en el que se enmarca la práctica, propone estudiar la respuesta de tres especies del género *Nothofagus* a la temperatura, a través de la exploración de una de las propiedades de los relojes biológicos por la cual los ritmos circadianos mantienen su periodicidad con ciclos cercanos a 24 horas en un rango térmico amplio (compensación por temperatura) se estudiará la expresión de genes en hojas en tiempo real. Además con la especie lengase analizará la variación cuantitativa en caracteres de arquitectura y crecimiento, así como para la identificación de SNPs (single nucleotide polymorphisms) relacionados con estos caracteres. En paralelo a estas actividades se muestrearon plántulas de lenga, a las cuales se les realizaron mediciones con el fin de determinar diferentes atributos morfológicos, para establecer índices utilizados al momento de analizar la calidad de plantas, producidas en contenedor en un vivero forestal. Entre los que se encuentran, como señala Marchant et al. 2009 los siguientes atributos e índices:

- Diámetro a altura de cuello. **(DAC)**.
- Altura.
- Índice de Esbeltez **(IE)**.
- índice tallo/raíz **(ITR)**.
- índice de calidad de Dickson **(IQ)**.

DESCRIPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES

1. Lengua

El sitio web www.museo.florachilena.cl describe a la lengua como, árbol de gran porte, monoico, caducifolio de hasta 30m de altura y 1,5m de diámetro; corteza de color gris oscura con grietas longitudinales, hojas alternas, color verde oscuro, de forma elíptica, base ligeramente cordada, márgenes doblemente crenulados, nervadura muy notoria y pubescente en el envés, pecíolo de 2-6mm de largo. Flores pequeñas unisexuales; las masculinas solitarias con un pedicelo de hasta 4mm de largo, rodeadas por un perigonio formado por 5-7 lóbulos, 15-20 estambres; flores femeninas solitarias y sésiles. El fruto está formado por una cúpula de 2 valvas, en su interior 1 nuez pilosa de 6-7mm de largo.



Figura N° 2. Floración de *N. pumilio*



Figura N° 3. Fructificación de *N. pumilio*



Figura N° 4. Semillas de *N. pumilio*

Su madera, de albura blanco-rosada y duramen amarillo-rosado, presenta un brillo suave en los cortes longitudinales, con ligero vetado, de textura fina y homogénea, utilizándose en la construcción de estructuras, en tonelería, en la industria naval, carpintería general, parquets, mueblería, piezas talladas y tornería.

Es una de las especies forestales argentinas que ofrece mayores volúmenes de existencias aprovechables dentro de los bosques naturales, ...“*El aprovechamiento forestal no planificado, el pastoreo y el fuego inciden sobre un recurso que tiene una relevancia muy alta del desde el*

punto de vista paisajístico, de protección de cuencas y de producción de madera”.... (Bava. J &RecheneC.; 2000). Dada su importancia dentro de los ecosistemas nativos, cualquier emprendimiento para la explotación de esta especie debe ser cuidadosamente analizado.

A su vez, la lenga adquiere una particular trascendencia dentro de los paisajes más típicos de los bosques andino-patagónicos, los cuales han alcanzado fama mundial gracias al desarrollo turístico dentro de los parques nacionales de la zona.

Su presencia se torna notable cuando llega el otoño y su follaje pasa de un color verde oscuro a sucesivas tonalidades que van del rojo al anaranjado y luego al amarillo.

En lo alto de la montaña, a menor latitud, se desarrolla de forma achaparrada o rastrera,



Figura N° 5. Estructura achaparrada en *N. pumilio*

Forma bosques que son el principal recurso forestal de los Andes patagónicos y cumplen una importante función de protección de cuencas.



Figura N° 6. Estructura arbórea en *N. pumilio*

Distribución y superficie de los bosques de Lenga

Según Bava. J &Rechene C.; 2000, los bosques de lenga en Argentina poseen una amplia distribución geográfica, se extienden a lo largo de los faldeos y zonas aledañas a la cordillera de los Andes, desde los lagos Aluminé y Moquehue, en la provincia de Neuquén, a los 38° 55' S, hasta la costa del canal de Beagle, a los 55° S, al sur de Tierra del Fuego.

Donoso y et al.1999, describe...."Las faja de bosque de Lenga va disminuyendo su altitud de norte a sur a lo largo de la Cordillera de los Andes. Al norte de su distribución, en el Lago Moquehue, el límite altitudinal inferior se encuentra a los 1100 msnm. En la zona de Bariloche se encuentra a 1.000 msnm y suele coincidir con el límite superior de los bosques de Coihue (*Nothofagus dombeyi*). El límite superior se encuentra allí a los 1.700 msnm y estaría determinado por la temperatura media anual. Al sur de su distribución, los bosques de Lenga llegan hasta el nivel del mar con límites superiores en los 500-600 msnm en las umbrías y 600-700 msnm en las solanas en las cercanías de la ciudad de Ushuaia"....

Los bosques puros de lenga ocupan aproximadamente 1.200.000 ha, a los que se agregan unas 320.000 ha de bosques mixtos de lenga asociada a coihue, araucaria, roble pellín, raulí.



Figura N° 7. Distribución de los bosques de lenga en la República Argentina.(Fuente: Bava J.; Rechene C: 2000)

2. Raulí y roble pellín

Raulí:

Árbol monoico, caducifolio, frondoso, de hasta 40m de altura y 2m de diámetro. Tronco recto y cilíndrico, corteza de color gris agrietada en forma longitudinal. Hojas alternas, pecíolos de 3-10mm de largo, de forma ovado-oblonga a ovado-lanceolada, con glándulas y pelos distribuidos regularmente, márgenes ondulados y suavemente aserrados. Lámina de 4,5-12 x 2,5-5cm, venación pinnada, pilosa y muy notoria, sobre todo en el envés. Ramillas nuevas pubescentes. Flores pequeñas unisexuales; las masculinas en racimos de 2-3 flores, cortamente pediceladas, numerosos estambres; flores femeninas dispuestas de a 3 en inflorescencias sostenidas por un pedúnculo de 10mm de largo. El fruto está formado por una cúpula de 4 valvas angostas, en su interior 3 nueces de color amarillento de 5-6mm de largo, algo peludas, siendo las dos inferiores triangulares, trialadas y la interna plana, bialada. ([Http://www.museo.florachilena.cl](http://www.museo.florachilena.cl))



Figura N°8 Estructura de raulí



Figura N°9 corteza de raulí



Figura N°10 Flores de raulí



Figura N°11 Frutos de raulí

Roble pellín:

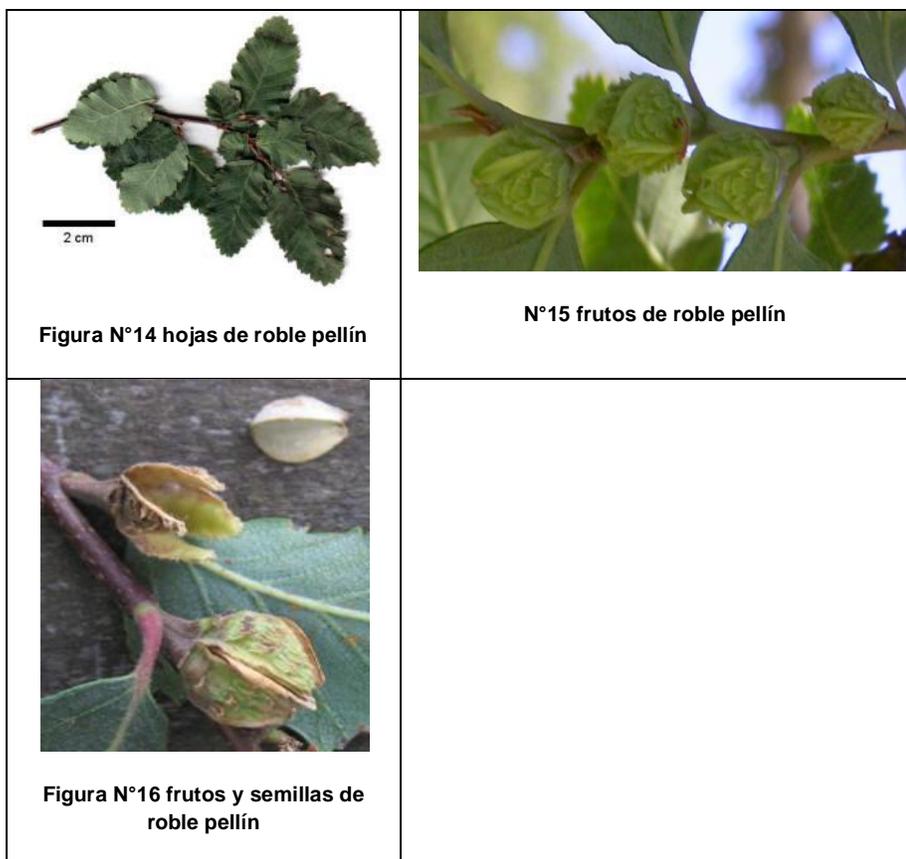
Árbol monoico, caducifolio de hasta 40m de altura y 2m de diámetro; corteza de color gris-marrón con grietas irregulares Ramillas nuevas cortamente pubescentes o glabras. Hojas alternas, color verde claro, de forma ovado-lanceoladas, base asimétrica, márgenes más o menos ondulados e irregularmente biserrado, nervadura muy notoria y pubescente en el envés, pecíolo algo piloso de 4-10mm de largo. Lámina de 2-8 x 0,8-3 cm .Flores pequeñas unisexuales dispuestas en inflorescencias; las masculinas rodeadas por un perigonio formado por 5-7 lóbulos, 30-40 estambres; flores femeninas reunidas en grupos de a 3. El fruto está formado por una cúpula de 4 valvas angostas, en su interior 3 nueces de color amarillento de 4-6mm de largo, algo peludas, siendo las dos inferiores triangulares, trialadas y la interna plana, bialada.. ([Http://www.museo.florachilena.cl](http://www.museo.florachilena.cl))



Figura N° 12 estructura de roble pellín



Figura N°13 Corteza de roble pellín



Distribución y superficie de los bosques de Roble Pellín y Raulí:

El raulí y el roble pellín son dos especies forestales de primera importancia para Argentina y Chile. La presencia de raulí en Argentina presenta una superficie de 79.636 ha, esta supera en más del doble a la de roble pellín cuya superficie es de 33.859 ha, y unas 18.000 ha corresponden a áreas de superposición.

	Raulí		Roble Pellín	
Provincia de Neuquén	2.433 ha	3,1 %	5.858 ha	17,3 %
Parque Nacional Lanín	63.659 ha	79,9 %	28.001 ha	82,7 %
Parque Nacional Nahuel Huapi	13.544 ha	17,0 %	--	--
Total	79.636 ha	100 %	33.859 ha	100 %

Figura N° 17 .Áreas de bosques con presencia de Raulí y de Roble Pellín en Argentina, discriminadas por jurisdicción. Fuente: Sabatier , Y.; Azpilicueta, M.; Marchelli, P.; González, M.; Lozano, L.; García, L.; Martínez, A.; Gallo, L.; Umaña, F.; Bran, D y Pastorino, M

El mayor desarrollo de los bosques de raulí en Argentina en términos de continuidad y densidad de área boscosa, se encuentra en la cuenca del Lago Lácar del Parque Nacional Lanín, dentro de un rango de precipitaciones medias anuales de 1.800 a 2.800 mm. Su presencia se extiende en un rango más amplio en las cuencas de los lagos Lolog, Curruhué, Huechulafquen-Paimún, Tromen, Quillén, Hermoso y Villarino. los extremos de su distribución en Argentina se encuentran a los 39° 21' S, entre los lagos Quillén y Hui Hui, dentro del Parque Nacional Lanín, y el extremo austral se ubica a los 40° 35', y corresponde a un bosqueque del lado norte del Lago Espejo Chico, en el Parque Nacional Nahuel Huapi.

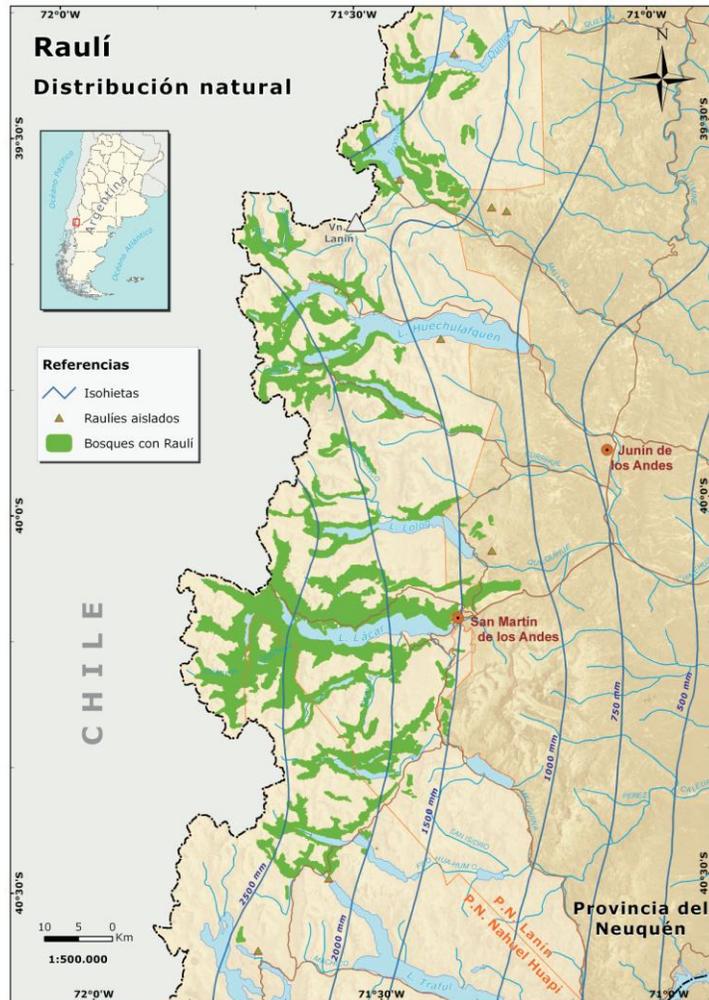


Figura N° 18 .Distribución natural de raulí en Argentina.(Fuente: Barbero, F; Sabatier , Y; Gallo, L; Umaña, F; Bran, D y Pastorino, M :)

En Argentina los bosques de roble pellín crecen en forma fragmentada y acotada a cuencas lacustres de origen glaciario a lo largo de aproximadamente 370 km a altitudes entre los 630 y 1200 msnm. Dicha distribución se da entre los 36° 40' (Lagunas de Epulafquen) y los 40° 11' (Lago Lácar) latitud sur. Los niveles de precipitación bajo los cuales crece abarcan un rango

entre los 1200 y 3000 mm por año, existiendo una población marginal con valores cercanos a los 700 mm por año (Pilolil, a orillas del río Aluminé). (Azpilicueta, M. et al, .2010)

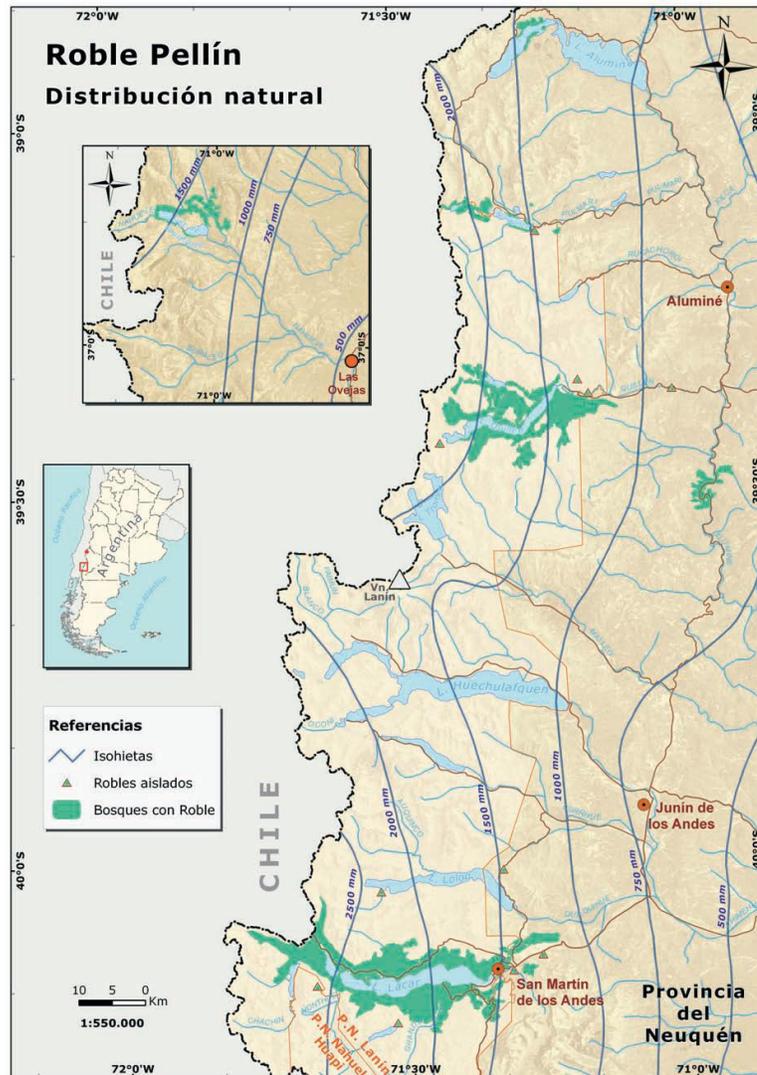


Figura N°19. Distribución natural de *Nothofagus obliqua* en Argentina.(Fuente: Barbero, F.; Sabatier, Y.; Gallo, L.; Umaña, F.; Bran, D y Pastorino, M.)

.....” Cabe mencionar, sin embargo, que algunos indicios morfológicos, e incluso otros provistos por marcadores genéticos, han permitido suponer que los árboles de este sitio podrían en verdad ser una variedad, un híbrido con otro *Nothofagus* o incluso otra especie. Afortunadamente estos bosques están protegidos por la Provincia de Neuquén bajo la forma de Reserva Turístico-Forestal. El extremo austral de la distribución en Argentina se encuentra a los 40° 14' S, y corresponde a los últimos individuos del parche continuo de la cuenca Lacar que remonta el Arroyo Grande desde el paraje Quila Quina....” Barbero, F. et al. 2011

OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA LABORAL

OBJETIVO GENERAL:

Lograr un acercamiento con la realidad del sector de investigación dentro de EEA INTA Bariloche, en el área forestal de Patagonia Norte.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Identificar in situ los diversos factores de producción, su interacción, y tecnologías disponibles para la viverización y experimentación de especies de valor forestal.
- Participar de proyectos de investigación donde se establecen diferentes ensayos en los que posteriormente se analizaran algunos comportamientos de algunas especies forestales del genero *Nothofagus*.

DESARROLLO DE PRÁCTICA:

ACTIVIDAD 1

Acondicionamiento de plantines de *Nothofagus pumilio* "Lenga" para ensayo experimental

Introducción:

El grupo de ecofisiología y genética Forestal de la EEA INTA Bariloche trabaja en dos líneas de investigación: 1) genética molecular, 2) genética cuantitativa y mejoramiento. Realiza análisis de plantas para establecer si existen variaciones de arquitectura y crecimiento en Lenga expresadas en diferentes fenotipos (arbóreo y achaparrado). Esta diferencia fenotípica que presenta la especie en su desarrollo natural se da como consecuencia de que ocupan diferente gradiente altitudinal, donde también varía la condición climática. Para esto se establecen ensayos en tubetes partiendo del acondicionamiento de plantines de Lenga.

Los plantines se colocarán en un ambiente común bajo estudio, donde posteriormente se realizarán mediciones de carácter cuantitativo de crecimiento como: altura acumulada, número y tipo de ramasy fenología, a fin de establecer diferencias genéticas.

Objetivo del ensayo experimental del Grupo de genética forestal:

Identificar variación cuantitativa en caracteres de arquitectura y crecimiento, e identificación de SNPs (single nucleotidepolymorphisms), en plantas de *Nothofagus pumilio* "Lenga" de dos fenotipos:arbóreo y achaparrado.

Materiales y métodos:

Se utilizaron plantines de Lengua obtenidos a partir de semillas de dos poblaciones del área del cerro Challhuaco (41°16'S 71°18'O), unos de fenotipo de crecimiento alto (árboles que crecen a 1200 msnm) y otros achaparrado (árboles que crecen a 1550 msnm).

Estos plantines, se desarrollaron en su primera temporada de crecimiento en bandejas de cultivo de 40 multiceldas con 90cm³ de volumen por celda. Al momento del inicio de la actividad estaban establecidos dentro de un invernáculo parabólico.

Invernáculo comercial marca ULMA, con estructura metálica y cobertura de polietileno LDT, con una superficie de 65m², cuenta con un sistema de ventilación automatizado y con un controlador de humedad ambiental a partir de sensores instalados dentro de esta superficie que posibilitan un manejo apropiado del ambiente.

Los plantines en el inicio de la actividad tenían una altura promedio desde el cuello hasta la yema apical, de aproximadamente de 5 cm, y se encontraban en estado de dormición debido a la temperatura del ambiente, coincidente con el periodo de letargo de las planta, el estado general de los individuos era óptimo, salvo 4 plantines que carecían de su yema apical.

Se utilizaron un total de 197 plantines diferenciando en el ensayo dos grupos: 1) fenotipo alto con 117 individuos y 2) fenotipo achaparrado con 80 individuos.

Dichos plantines fueron trasvasados a bandejas multiceldas forestales (tubetes), con 900cm³ aprox., volumen de contenedor que se determinó para permitir el desarrollo y la exploración radicular y en consecuencia el desarrollo de los plantines, debido a que este ensayo permanecerá por más de dos temporadas en estas condiciones de cultivo.

Las bandejas fueron sometidas a una limpieza y desinfección previa, debido a que se reutilizaron y de este modo se intentara prevenir el desarrollo de algún tipo de patógeno. Para realizar este procesose llenó una batea de 80 lts. con agua y se le agregó un 10% de cloro, luego se mezcló y colocaron en remojo las bandejas durante un tiempo estimado de 15 minutos.

Para realizar la mezcla del sustrato donde se desarrollara el cultivo se utilizó arena volcánica (material primario proveniente de la erupción del volcán Puyehue) y turba sphagnum (material orgánico). Se preparó un volumen total de 250 litros de sustrato, con una proporción de 50% turba y 50% arena volcánica. Ambos componentes se colocaron en una mezcladora eléctrica a fin de obtener un sustrato homogéneo que aporte propiedades físicas y químicas. Con el mismo se llenaron tubetes, se procedió a llenar la mitad de los tubetes, ya que las plántulas poseían un pan de raíces desarrollado en las celdas que se encontraban anteriormente, luego se realizó el trasvasado de las plántulas y posteriormente se completó cada tubete con el sustrato.



Figura N°20. Cultivo de lenga en contenedores bajo invernadero del INTA Bariloche

Se colocaron en bandejas de 1 m x 1,2 m y 10 cm de profundidad, las que se llenaron hasta la mitad con agua y luego se colocaron los tubetes con los plantines, para ser regados por capilaridad. Otro propósito del uso de las bandejas fue para poder realizar posteriormente la fertilización mediante la inmersión de las mismas en una solución nutritiva. Las bandejas rectangulares contaban con un orificio por donde se permitiría el drenaje de la solución nutritiva excedente.

Las bandejas con los tubetes fueron colocados sobre una de las mesadas ubicadas dentro de un invernáculo del vivero preparado para propagación agámica.

El motivo por el cual se colocaron dentro de estas bandejas es porque este invernáculo está destinado a diferentes actividades que se desarrollan en la unidad y en ciertas ocasiones conviven dentro del invernadero plantas en diferentes etapas de desarrollo, las cuales requieren distintos tipos de bandejas y volúmenes de sustrato diferenciándose los requerimientos nutricionales e hídricos.



Figura N°21. Sistema de bandejas con riego de base en ensayos de lenga bajo invernadero

Conclusión de la actividad N° 1:

Para este tipo de experimentos en donde se quiere comparar dos fenotipos manifestados en el ambiente, es importante que al momento de llevarlo al sitio de cultivo se trabaje con condiciones controladas y materiales similares que no influyan en la respuesta de crecimiento de las plantas bajo estudio. Ya que para poder realizar un análisis del material se medirán caracteres de crecimiento dentro de un ambiente común. En donde las diferencias que se puedan obtener estarán directamente relacionadas a la expresión génica.

Se considera necesario, para este tipo de actividades, realizar tareas de sanidad como manejo preventivo.

Se pudo apreciar que el sustrato elaborado y utilizado en el establecimiento de las plántulas, es adecuado debido a que se observó un buen drenaje luego de realizar el riego de asiento una vez finalizado el trasvasado de las plántulas.

Esta actividad me permitió manipular diversos materiales y tecnologías empleadas en la actualidad en producción forestal. Además me parece que estas actividades posibilitan la obtención de información acerca del cultivo de especies nativas, brindando herramientas estratégicas, importantes para el sector de producción forestal.



Figura N°22. Ensayo general de lenga bajo cubierta en INTA Bariloche

ACTIVIDAD N° 2:

Acondicionamiento de plántulas de roble pellín, raulí y lenga para ensayo experimental.

Introducción:

Un trabajo de investigación de Genética Molecular del Área Forestal, establece que tres especies del género *Nothofagus*: roble pellín, raulí y lenga, se distribuyen marcadamente en estratos altitudinales. Dentro de estos estratos, la temperatura varía conformando gradientes térmicos decrecientes con el aumento en altura. A partir de predicciones de un cambio climático, y como consecuencia de este cambio se modificarían la precipitación media y la temperatura media, viéndose afectado de esta manera el gradiente térmico donde las especies mencionadas se distribuyen, y pudiéndose afectar el desarrollo natural de estas especies; por lo cual se propone estudiar en condiciones controladas el crecimiento de las especies en un rango térmico entre 4°C y 35°C. Es el rango existente en el gradiente altitudinal de distribución de las especies mencionadas. (Verónica Arana, Comunicación personal)

Para desarrollar este estudio, se acondicionaron plántulas de las tres especies del género *Nothofagus* en el vivero. Luego serán sometidas a un proceso de aclimatación a condiciones de una incubadora celular BD/600, que posibilitara manejar el fotoperiodo con 12hs. Luz // 12hs. Oscuridad.

Posterior a este proceso se estudia la expresión de genes en hojas por PCR en tiempo real, en condiciones control (20°C) o bajo temperaturas cálidas o frías. Para ello, se utilizaran plántulas de Roble, Raulí y Lenga en bandejas (total 21 bandejas con 40 plantas por especie) que se someterán a distintos tratamientos térmicos en incubadoras, a partir de las cuales se muestrea material vegetal para la extracción de ARN y se evalúa la expresión de genes involucrados en las respuestas que nos interesan estudiar.

Objetivo del ensayo experimental del grupo de genética molecular:

Estudiar la respuesta de tres especies del género *Nothofagus* a diferentes temperaturas.

Materiales y métodos:

Se utilizaron plántulas 1:0 (plántulas con un periodo de crecimiento en invernadero) de roble pellín, raulí y lenga, obtenidos a partir de semillas cosechadas en diferentes puntos de origen: Roble Pellín y Raulí, en el parque Nacional Lanin, paraje Yuco Alto (40°07'S, 71°34'O), año de cosecha: 2012. Para el caso de la lenga se utilizó una mezcla de semillas de diferentes orígenes, cerro Challhuaco (41°16'S, 71°18'O), Cerro Chapelco (40°13'60" S, 71°16'0" O).

Las plántulas de las tres especies mencionadas se encontraban en bandejas rectangulares (almacigueras) con un volumen aproximado de 2250 cm³, creciendo a una densidad de 50 plántulas por bandeja, se desarrollaban en un sustrato compuesto por Arena volcánica y turba sphagnum (en iguales proporciones), se encontraban al aire libre dentro de una parcela del vivero forestal.

Fueron repicadas a bandejas forestales de 40 multiceldas con un volumen de 90 cm³ por celda. Dichas bandejas fueron sometidas a un proceso previo de desinfección, mediante inmersión de las mismas en agua con cloro al 10% durante 15 minutos.

Para la elaboración del sustrato, se realizó una mezcla que contenía un 50% de turba y un 50% de arena volcánica, se preparó un volumen total de 76 dm³. El mismo se introdujo dentro de una mezcladora eléctrica para obtener una mezcla homogénea.

Al momento de iniciar el repique se le practicó una poda radicular en aquellas plántulas que lo requerían cuyo fin fue:

- Evitar un desbalance en la relación tallo/raíz.
- Favorecer el desarrollo de una mayor cabellera radicular.
- Eliminar aquellas raíces que presentaban formas indeseables o defectuosas.



Figura N°23. Instalaciones de cultivo de raulí, roble pellín y lenga bajo estudio

En total se repicaron 840 plántulas: 240 de Lenga, 240 de raulí y 360 de roble pellín. Al finalizar el repique se realizó un riego de asiento, y se colocaron las bandejas en el piso dentro de un invernadero del vivero, preparado para propagación agámica.



Figura N°24. Ensayos con raulí, roble pellín y lenga en INTA Bariloche

En el momento de la práctica se establecieron 21 bandejas con 40 plantas por especie para estudiar la expresión de genes en hojas mediante PCR en tiempo real, bajo distintos tratamientos térmicos en incubadoras, en condiciones control (20°C) o bajo temperaturas cálidas o frías, y a partir de muestras este material vegetal para la extracción de ARN y la evaluación de la expresión de genes involucrados en las respuestas de interés para este estudio.

Conclusión de la actividad N°2:

Remarco la tarea de manejo sanitario preventivo para evitar el desarrollo de patógenos y que esto infiera en el resultado del ensayo.

Realizar este tipo de actividades durante el periodo de reposo fisiológico de las plantas, momento en el cual las mismas son menos sensibles a situaciones de estrés, permite realizar prácticas de manejo como poda radicular y repique necesarias para:

- Desechar raíces indeseables,
- Favorecer el balance de las plantas.
- Obtener un desarrollo propicio del sistema radicular.
- Estimular y favorecer las condiciones de desarrollo de las mismas.

En este tipo de actividades la función del técnico es muy importante, debido a que él es el encargado de darle las condiciones óptimas al ensayo durante su desarrollo, posibilitando así las tareas de investigación.

ACTIVIDAD N° 3:

Determinación de calidad de plantas de lengaproducidas en contenedor.

Introducción:

“...Las plantas utilizadas en actividades forestales deben poseer un origen genético acorde al objetivo de plantación y a las condiciones del sitio. Además deben presentar condiciones mínimas de calidad, entendidas como un conjunto de atributos que permitan garantizar la capacidad de establecerse y crecer en el sitio específico de plantación...” (Marchant, I et al., 2009)

Las características genéticas se determinan al momento de efectuar la selección y cosecha de las semillas. La calidad de una planta definida por las características morfológicas y fisiológicas determinan el éxito de su establecimiento y su posterior desarrollo en terreno, estas pueden manipularse durante la etapa de viverización por lo cual esta fase resulta fundamental en el posterior comportamiento de las plantas en el sitio de plantación.

La calidad de la planta puede ser dividida en dos categorías:

Atributos Morfológicos: Rasgos carácter material y fácilmente cuantificables.

- Altura: variable que está relacionada con la capacidad fotosintética y la superficie de transpiración.
- Diámetro de 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 de la planta. Predice mejor el comportamiento de las plantas.

Atributos fisiológicos: Rasgos de difícil observación y medición, determinados en una condición instantánea.

- Estado hídrico, nutricional y sanitario.

Los atributos morfológicos están relacionados con la supervivencia y el crecimiento inicial en el terreno de muchas especies forestales, son la manifestación de la respuesta fisiológica de las plantas a las condiciones ambientales y a las prácticas culturales del vivero.

A continuación se mencionan índices de calidad, que en conjunto con los atributos morfológicos posibilitaran caracterizar de forma cuantitativa la calidad de la planta:

- Índice de esbeltez (IE): Es la relación entre la altura total (cm) y su diámetro del tallo (mm), siendo un indicador de la densidad de cultivo (parámetro importante para plantas en contenedor).Mediante la ecuación: Schmidt-Vogt (Schmidt-Vogt 1980)

$$IE = \frac{\text{diámetro tallo (mm)}}{\frac{\text{altura tallo (cm)}}{10} + 2}$$

- **Índice Tallo/Raíz (ITR):** Se define como la razón entre el peso seco de la parte aérea (tallo y hojas) y el peso de la raíz. Determina el balance entre la superficie transpirante y la superficie absorbente de la planta.

$$ITR = \frac{\text{peso seco del tallo (g)}}{\text{peso seco de la raíz (g)}}$$

- **Índice de Calidad de Dickson (QI):** Este Índice integra la relación entre la masa seca total de la planta (g) y la suma del Índice de esbeltez (IE) y la relación parte seca aérea/parte seca radical o Índice de Tallo-Raíz (ITR).

$$QI = \frac{\text{peso seco total (g)}}{\frac{\text{altura tallo (cm)}}{\text{diámetro tallo (mm)}} + \frac{\text{peso seco tallo (g)}}{\text{peso seco raíces (g)}}}$$

Este Índice expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, evitando seleccionar plantas desproporcionadas y descartar plantas de menor altura pero con mayor vigor

Por otro lado, también se estudia el índice de esbeltez calculado según lo propuesto por Schmidt-Vogt (1980), y se deduce de la fórmula donde los valores altos, son indicativos de plantas más robustas y con menor probabilidad de daño en el trasplante.

Según considera Marchant I. y et al. se recomienda para especies latifoliadas un valor de QI (índice de Dickson) de 0,2 como mínimo, para contenedores de hasta 60 ml, basado en resultados de plantaciones.

En el artículo escrito por Varela S, Martínez A., 2013: "Uso del compost de biosólidos en la formulación de sustratos para la producción industrial de plantas de *Nothofagus alpina*", la relación biomasa de tallo/biomasa de raíz es un índice morfológico comúnmente utilizado para la evaluación de plantas, se establecería que esta relación debe ser mayor o igual a 0,40. Ahora bien, distintas especies presentan grandes diferencias en esta relación al ser producidas en vivero. Por ejemplo, los individuos de *Quercus spp.* tienden a mostrar valores inferiores a 0,8; los de *Pinus spp.* suelen ser mayores a 1 y los de *Arbutus unedo* o *Atriplex spp.* mayores de 2. Dicha variación sugiere que no existe una relación universal asociada con un óptimo desarrollo, sino que cada especie puede expresar un valor dentro de un rango que le es característico.

Aquellas plantas que presenten una relación alta de biomasa aérea/biomasa radicular, serían más susceptibles al estrés hídrico. Un valor bajo de dicha relación indicaría que las raíces son abundantes respecto al área foliar debido a esto las plantas tendrían un alto potencial para evitar el estrés hídrico.

Objetivo del ensayo experimental del vivero forestal:

Determinar la calidad de plantas de lenga producidas bajo cubierta y en contenedor.

Materiales y métodos:

Se utilizaron plantas de lenga 1:0 (un periodo de producción bajo cubierta) producidas en contenedor, a partir de semillas de una población del sitio Challhuaco (41°16'S 71°18'O).

Las condiciones y etapas de producción fueron: Se inició con un tratamiento pregerminativo de estratificación frío y húmeda durante 60 días, luego se realizó la siembra manual en almácigueras de volumen aproximado de 2250 cm³ a mediados del mes de agosto y luego de 21 días se realizó el repique a bandejas forestales multiceldas de 24 celdas de 250 cm³ por celda.

Se utilizó un sustrato inerte compuesto por turba y arena volcánica, en iguales proporciones. Esta producción de plantas se llevó a cabo en un invernáculo de 65m² de superficie y permanecían colocadas sobremesada de alambre para asegurar la auto-poda de las raíces, este invernáculo cuenta con un sistema con control de temperatura (15-22°C) y humedad (microaspersión) automatizados. Se utilizó la técnica de fertirrigación, adoptada en los últimos años por los viveros de la región. La dieta usada fue descrita por Azpilicueta et al. 2010 **Figura 25** (Abel Martínez, comunicación personal)

Fase	Duración de la fase (días)	Fertilizante	Concentración (g L ⁻¹)	Frecuencia de aplicación (veces por semana)
Establecimiento 1	30	NPK 11-46-16	0,14	2
		KH ₂ PO ₄	0,10	
		CaNO ₃	0,20	1
		Micronutrientes	0,01	
Establecimiento 2	15	NPK 11-46-16	0,44	2
		KH ₂ PO ₄	0,20	
		CaNO ₃	0,20	1
		Micronutrientes	0,01	
Crecimiento rápido 1	15	NPK 18-7-17	0,17	2
		CaNO ₃	0,10	1
		Micronutrientes	0,01	
Crecimiento rápido 2	15	NPK 18-7-17	0,28	2
		CaNO ₃	0,10	1
		Micronutrientes	0,01	
Crecimiento rápido 3	45	NPK 18-7-17	0,56	2
		CaNO ₃	0,10	1
		Micronutrientes	0,01	
Rustificación 1	30	NPK 4-27-38	0,11	2
		KH ₂ PO ₄	0,055	
		CaNO ₃	0,155	1
		Micronutrientes	0,01	
Rustificación 2	15	NPK 4-27-38	0,225	2
		KH ₂ PO ₄	0,12	
		CaNO ₃	0,155	1
		Micronutrientes	0,01	
Rustificación 3	30	NPK 4-27-38	0,225	1
		KH ₂ PO ₄	0,12	
		CaNO ₃	0,155	1
		Micronutrientes	0,01	

Figura 25. Dosis y frecuencia de aplicación de fertilizantes durante las diferentes fases del ciclo de fertirriego para plantas bajo dosis estándar (tomada de Azpilicueta *et al.* 2010).

Durante el mes de junio, en el periodo de reposo invernal se realizó un muestreo al azar sobre un total de 15 bandejas 24/250. El volumen por celda es de 250 cm³ (24 plantas por bandeja) se obtuvo así una muestra total de 15 individuos.



Figura26. Bandejas evaluación de calidad de plantin en lenga bajo cultivo en invernadero del INTA Bariloche

Las plantas fueron descalzadas de las bandejas y se procedió a limpiar las raíces cuidadosamente (evitando la rotura de las mismas) con agua corriente, y luego se realizaron mediciones sobre tres características morfológicas:

- 1) Altura de la parte aérea (cm): se midió con una regla graduada, desde el cuello de la raíz hasta la yema apical de la planta.
- 2) Diámetro del cuello de la raíz (mm): se obtuvo con un vernier digital con precisión hasta décimas de mm.
- 3) Biomasa en húmedo y en seco (g): se separaron ambas partes de la planta con una tijera de podar y el peso se determinó con una báscula digital.

Para determinar la biomasa se procedió de la siguiente manera:

Primero se registró el peso en húmedo, recientemente limpiado el material.

Posteriormente se colocaron dentro de bolsas de papel estraza en una estufa de secado, a temperatura constante 70 °C.

El peso en seco de cada parte de la planta se realiza en tres mediciones:

1. peso húmedo antes de ingreso a estufa. (2 días desde el inicio)
2. Peso seco en estufa durante 4 días.
3. peso seco en estufa durante 6 días. (momento en el cual se estabilizó el peso, registrado por Abel Martinez.)

Finalmente se evaluó y se estableció el peso de biomasa aérea y radicular.

En los gráficos 1 y 2 se expresan resultados de las variables de crecimiento: altura y diámetro de cuello. Estos gráficos se basan en datos obtenidos durante la actividad los cuales están expresados en tablas ubicadas en el anexo 2 del informe.

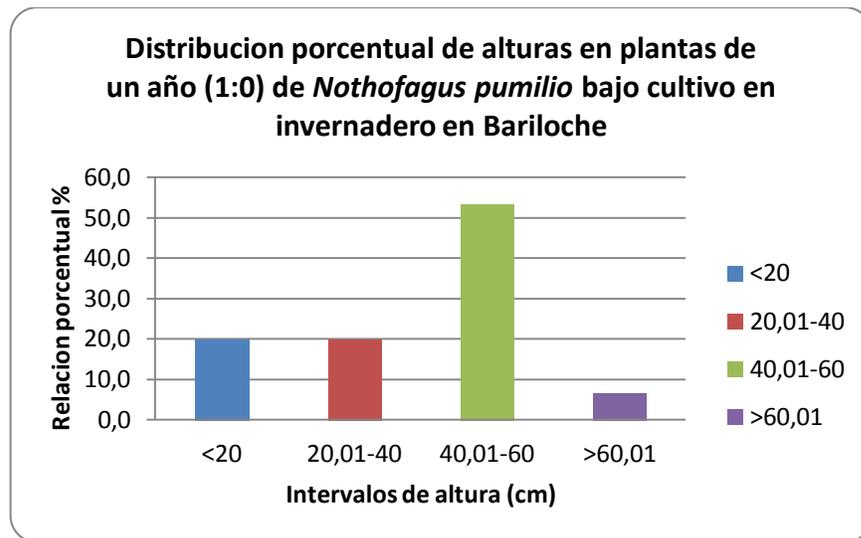


Grafico 1: Resultados de crecimiento en altura(cm), durante un periodo de crecimiento, en ensayos de lenga.
 En el gráfico N°1 donde está representada la variable altura se puede observar que el rango entre los 40 y 60 cm presenta la mayor frecuencia de datos, o sea rango de altura donde hay mayor cantidad de individuos, a diferencia de ñire que según Marchant y et al. el rango óptimo de altura se establece entre 25 cm y 35 cm.

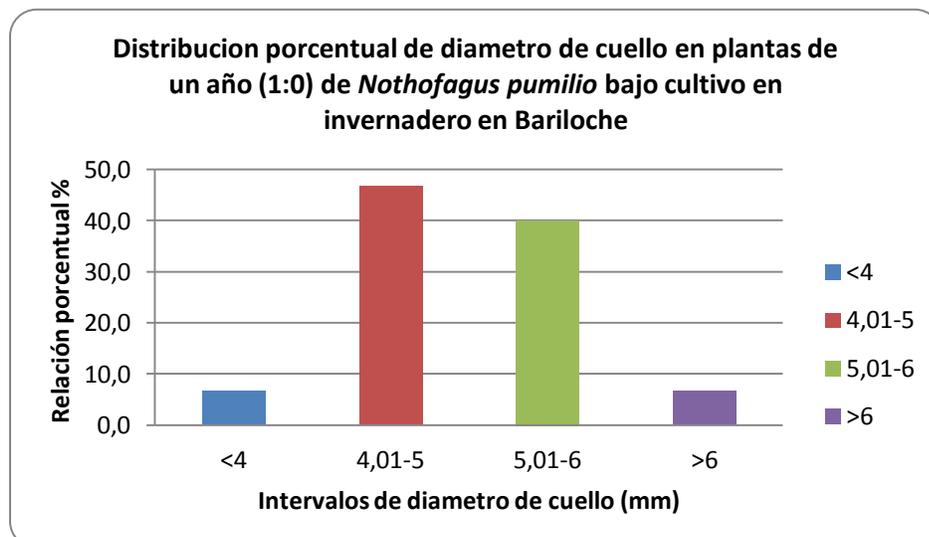


Grafico 2: resultados de crecimiento de diámetro de cuello (mm) durante un periodo de crecimiento, en ensayo de lenga.

En el gráfico n°2 donde se representa el diámetro de cuello, se observa que más del 80% de la mayor frecuencia de datos están presentes entre los 4,01 y 6 mm.

Los resultados de índices de calidad de planta mostraron los siguientes valores:

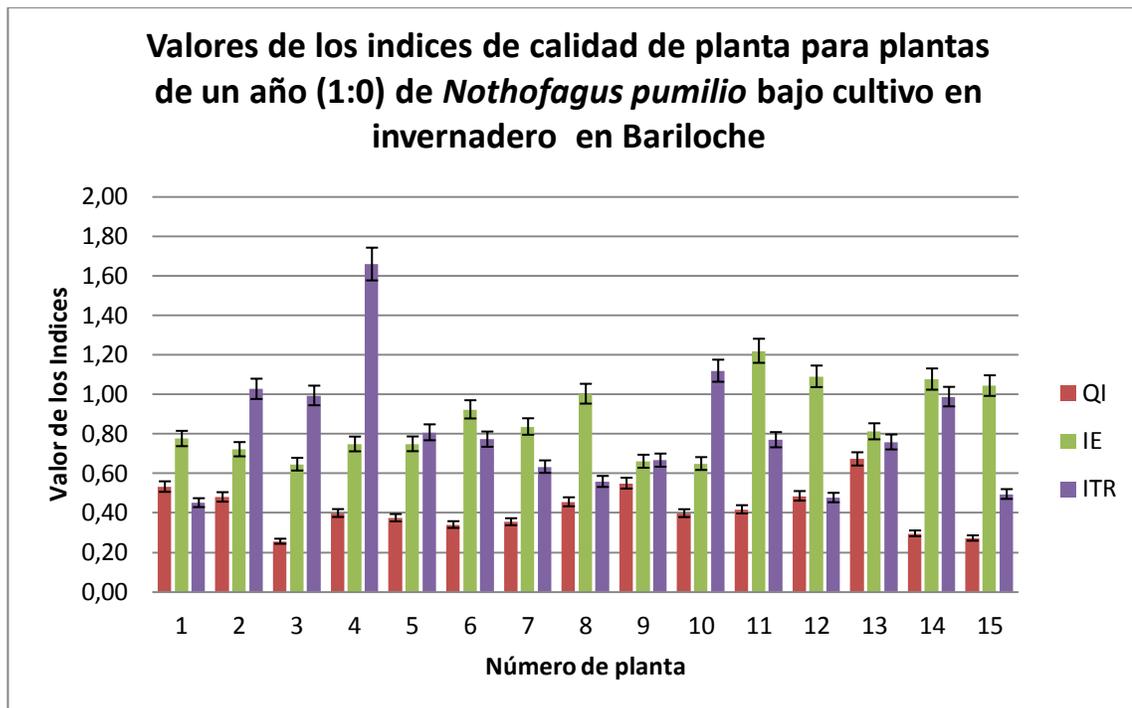


Gráfico 3. Resultados de calidad de plantas de un año según tres índices estudiados en *Nothofagus pumilio*.

El desvío estándar por índice para este ensayo de calidad de planta en lenga, fue en QI: 0,11; IE: 0,18 y ITR: 0,32. Dichos resultados muestran que el índice con menor desvío y que mejor ajusta a esta especie es el QI: Índice de Calidad de Dickson.

Conclusión de la Actividad 3:

Se utilizó una muestra mínima para realizar una evaluación preliminar de los índices de calidad de plantas en *Nothofagus*.

Estos indicadores altura, diámetro de cuello y peso seco (biomasa), utilizados para analizar la calidad morfológica de las plantas, son fácilmente cuantificables y correlacionados a través de índices, describen principales características que tienen las plantas.

Esta determinación de calidad de planta resulta de gran importancia para el sector de producción forestal, siendo esto un parámetro para determinar la utilización correcta de insumos aplicados en la producción. .

En el momento de determinar la calidad de planta de especies nativas es necesario establecer protocolos que permitan un análisis más preciso. Para esto se deberá tener en cuenta que analizarlos comportamientos en condiciones naturales permite fijar estándares de calidad por especie.

La escasez de bibliografía acerca de esta actividad en relación a la producción forestal de especies nativas, no permite realizar algún tipo de comparación y de esta manera determinar la calidad de plantas analizadas.

Se recomendaría continuar con este tipo de tareas, que permitan establecer protocolos de producción a partir de diferentes estándares, posibilitando mejoras en los sistemas de producción, así como en la localización de las plantas producidas.

Conclusión de la práctica laboral:

La práctica laboral realizada en el vivero de genética forestal de la EEA Bariloche me permitió vincularme con el sector de investigación dentro del área forestal en la zona de Patagonia norte, mediante mi participación en proyectos de investigación donde se realizaron tareas preliminares de viverización a las diferentes especies del genero *Nothofagus*, con los materiales y la tecnología que se emplea en la actualidad.

Las observaciones técnicas y datos registrados durante esta práctica, serán tomados por el equipo investigador para analizar comportamientos o manifestaciones de interés en condiciones controladas y concluir acerca de los objetivos planteados en dicha línea de investigación.

El rol del personal técnico en estas actividades de investigación implica identificar las distintas técnicas adecuadas de manejo del cultivo para su aplicación por medio de buenas prácticas productivas, y así permitir ajustar protocolos de propagación y viverización de especies forestales, aplicables durante las diferentes etapas de un cultivo, según la finalidad analítica del investigador.

Mi práctica laboral se desarrolló durante un período de tiempo acotado donde pude manipular distintos insumos y elementos utilizados en la producción forestal. También logré visualizar, dimensionar y utilizar tecnología actual necesaria para experimentación y la viverización dentro de un sistema de producción bajo cubierta plástica, de especies forestales en contenedores con sustrato, con sistema automatizado de riego por microaspersión y nutrición mediante fertirrigación, tecnología que genera mayor precisión al sistema, para obtener plantas de calidad con menores costos y bajos riegos productivos.

Por todo lo expresado en el informe puedo concluir que tomando como realidad la escasez de bibliografía sobre las técnicas de cultivo de especies nativas, logré dimensionar la importancia de obtener datos para construir una base de información que permita comparar diferentes estrategias, como también establecer protocolos simples que otros viveros puedan seguir.

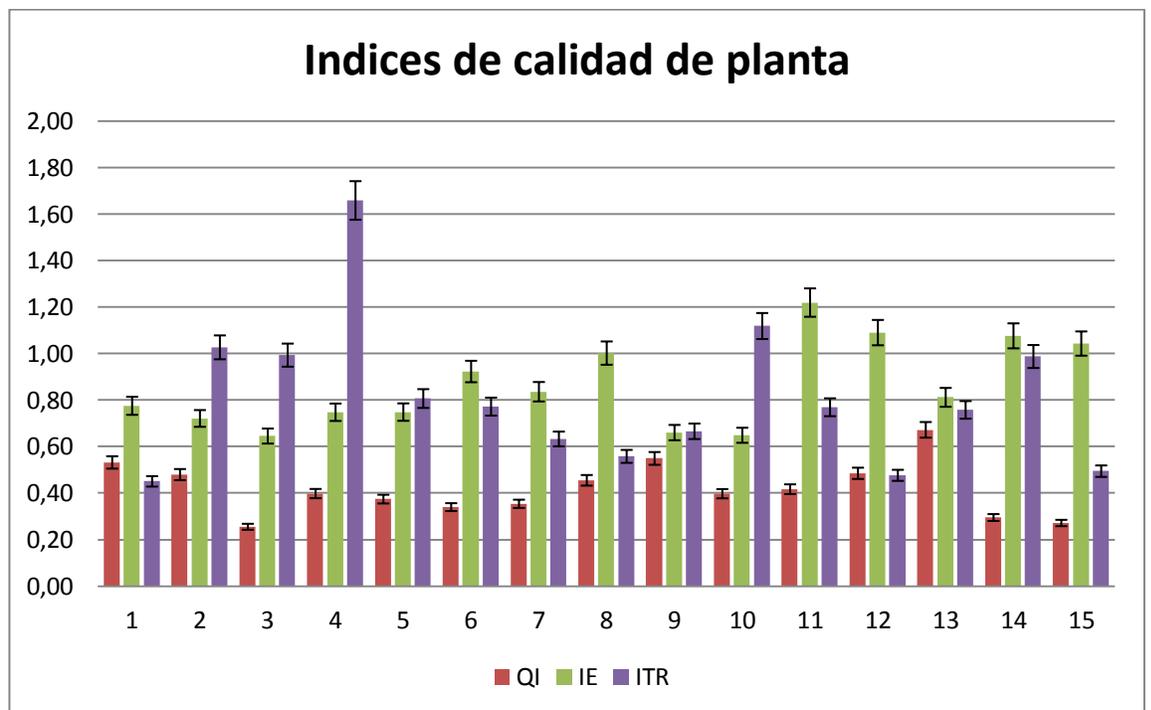
Además esta experiencia práctica me permitió reafirmar conceptos técnicos y entender procesos de investigación y desarrollo necesarios para el sector productivo, y así complementar y fortalecer la visión y pensamiento técnico transmitidos durante mi formación.

BIBLIOGRAFIA

- **AZPILICUETA, M; VARELA, S; MARTINEZ, A; GALLO, L. 2010.** Manual de viverización, cultivo y plantación de Roble Pellín en el norte de la región Andino Patagónica. Buenos Aires : Ediciones INTA, 2010
- **BAVA, J.; RECHENE, C. 2000.** Dinámica de la regeneración de lenga (*Nothofagus pumilio*) como base para la aplicación de sistemas silvícolas. Editores: Arturi, M.F.; J.L. Frangi y J.F. Goya.
- **DONOSO; LARA. 1999.** Silvicultura de los bosques nativos de Chile. Capítulo 9. CONAF, WWF. Universidad Austral de Chile. Editorial Universitaria.
- **MARCHANT, I; RIVAS, E; ORTEGA, M; GUIN-PO, P; GUEVARA, H. 2009.** Vivero forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta. Centro Tecnológico de la Planta Forestal. INFOR Sede Bio-Bio.
- **OLIVO, V; BUDUBA, C. 2006.** Crecimiento de *Pinus ponderosa* en sustratos. Influencia de seis sustratos en el crecimiento de *Pinus ponderosa* producido en contenedores bajo condiciones de invernáculo. 267-271
- **PREMOLI, A; AIZEN, M; KITZBERGER, T; RAFFAELE, E. 2005.** Ecorregión Bosque Patagónico. Situación ambiental de los Bosques Patagónicos. Laboratorio Ecotono, Universidad Nacional del Comahue. 280-297
- **PREMOLI, A; MATHIASSEN, 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. Diciembre 2011. Asociación Argentina de Ecología. Laboratorio Ecotono. Universidad Nacional del Comahue CRUB - CONICET INIBIOMA. Bariloche, Río Negro.
- **PUNTIERI, J; VARELA, S; TORRES, C; SCHINELLI, T. 2013.** Antecedentes, cuidados y control de la calidad de árboles nativos en función de una buena producción. **Área Forestal - INTA EEA Bariloche.** Sección: "Silvicultura en vivero". Editores: Varela, S. A. y Aparicio, A.
- **RITCHIE, G; LANDIS, T; DUMROESE, K; HAASE, D. 2010.** Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor. Volumen 7, capítulo 2, Evaluación de la calidad de la planta. U. S. Department of Agriculture, Forest Service.
- **SABATIER, Y; AZPILICUETA, M; MARCHELLI, P; PEÑALA, M; LOZANO, L; GARCIA, L; MARTINEZ, A; GALLO, L; UMAÑA, F; BRAN, D; PASTORINO, M. 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. Vol.46. 1-2. Córdoba ene/jun 2011.

- **T. BIRCHLER, T; ROSE, R; ROYO, A; PARDOS, M. 1998.** La planta Ideal. Sist. Recur. For. Vol. 7.
- **VARELA, S; MARTINEZ, A. 2013.** Evaluación de sustrato en la producción de *N. alpina*. Uso del compost de biosólidos en la formulación de sustratos para la producción industrial de plantas de *Nothofagus alpina*. BOSQUE(Valdivia) 34(3):281-289.
- <http://www.viarural.cl/agricultura/forestacion/especies/autoctonas/raulí/>
- <http://www.museo.florachilena.cl>



ANEXOS:

Anexo n°1: Imagen aerea del vivero forestal extraida de Google maps.



Anexo n° 2: Tabla con datos de los tratamientos y mediciones de análisis de calidad de planta utilizados en la actividad n°3.

Tratamiento	Altura(cm)	diam(mm)	Biomasa tallo(g)	Biomasa raíz(g)	peso seco total(g)	Indice de Dickson	Indice de esbeltez de Schmidt-Vogt	ITR
1	45	5,04	1,55	3,44	4,99	0,53	0,78	0,45
2	51	5,12	2,67	2,6	5,27	0,48	0,72	1,03
3	46	4,26	1,5	1,51	3,01	0,26	0,65	0,99
4	49	5,16	2,77	1,67	4,44	0,40	0,75	1,66
5	44	4,79	1,67	2,07	3,74	0,37	0,75	0,81
6	28	4,43	1,05	1,36	2,41	0,34	0,92	0,77
7	41	5,1	1,19	1,88	3,07	0,35	0,84	0,63
8	26	4,61	1,01	1,81	2,82	0,45	1,00	0,56

9	63	5,48	2,67	4,01	6,68	0,55	0,66	0,67
10	58	5,06	2,64	2,36	5	0,40	0,65	1,12
11	16	4,39	0,8	1,04	1,84	0,42	1,22	0,77
12	21	4,47	0,81	1,7	2,51	0,49	1,09	0,48
13	56	6,17	2,85	3,76	6,61	0,67	0,81	0,76
14	18	4,09	0,79	0,8	1,59	0,30	1,08	0,99
15	17	3,86	0,44	0,89	1,33	0,27	1,04	0,49