

## Informe Práctica Laboral



“Producción de Plantines Forestales Bajo Cubierta”

Vivero Forestal CORFONE

Junín de los Andes - Neuquén – Argentina

Carrera: Tecnicatura en viveros

Directora: Martha Riat

Materia: Práctica Laboral

Docente: Ariel Mazzoni

Estudiante: Fabio Tardini

Tutores: Arturo Kolliker y Gustavo Sánchez

Período: Septiembre 2017 – Marzo 2018

San Carlos de Bariloche - ARGENTINA

# Índice de contenidos

1. Introducción.....	3
1.1. La empresa.....	3
1.2. El vivero.....	4
2. Objetivos.....	5
2.1. Objetivo general.....	5
2.2. Objetivos específicos.....	5
3. Aspectos generales de la zona.....	5
4. Infraestructura del vivero.....	7
4.1. Predio.....	7
4.2. Invernaderos.....	7
4.3. Acopio y limpieza de bandejas.....	10
4.4. Sistema de riego.....	10
4.5. Otras instalaciones.....	12
5. Sistema de cultivo utilizado.....	14
6. Ciclo de producción de plantines.....	15
6.1. Obtención de semillas.....	15
6.2. Siembra.....	17
6.2.1. Sustratos.....	18
6.2.2. Descripción del procedimiento.....	19
6.3. Cría.....	21
6.3.1. Emergencia.....	22
6.3.2. Establecimiento.....	22
6.3.3. Crecimiento rápido.....	22
6.3.4. Rustificación.....	23
6.3.5. Riego y fertilización.....	23
6.3.6. Manejo cultural y ambiental.....	25
6.4. Cosecha.....	26
7. Tareas desarrolladas en la práctica laboral.....	28
8. Sugerencias de mejoras.....	33
8.1. Desinfección del sustrato.....	33
8.2. Riego y lixiviados.....	34
8.3. Marcado de hoyos para la semilla.....	34
8.4. Automatización de la colocación de la semilla.....	34
8.5. Composición del sustrato utilizado.....	35
8.6. Inoculación con micorrizas.....	35
8.7. Material de tapado de semillas.....	36
8.8. Implementación de calefacción de invernaderos.....	36
9. Conclusiones.....	37
10. Anexos.....	38
10.1. Anexo 1 - Datos climáticos.....	38
10.2. Anexo 2 - Respuesta a la fertilización.....	39
10.3. Anexo 3 – Temperatura de germinación.....	40
11. Bibliografía.....	41

# 1. Introducción

## 1.1. La empresa

La Corporación Forestal Neuquina S.A. (CORFONE) comenzó sus actividades en el año 1974, como una sociedad mixta con participación del estado provincial neuquino, siendo la meta convertirse en una alternativa de diversificación de las actividades productivas del interior de la provincia. El plan de forestación y reforestación, que arrancó por campos propios de Abra Ancha, Las Ovejas y Quillén, fue una constante desde el comienzo de las operaciones (Figura 1). Con el tiempo se fueron sumando y complementando otras actividades tales como: industrialización y

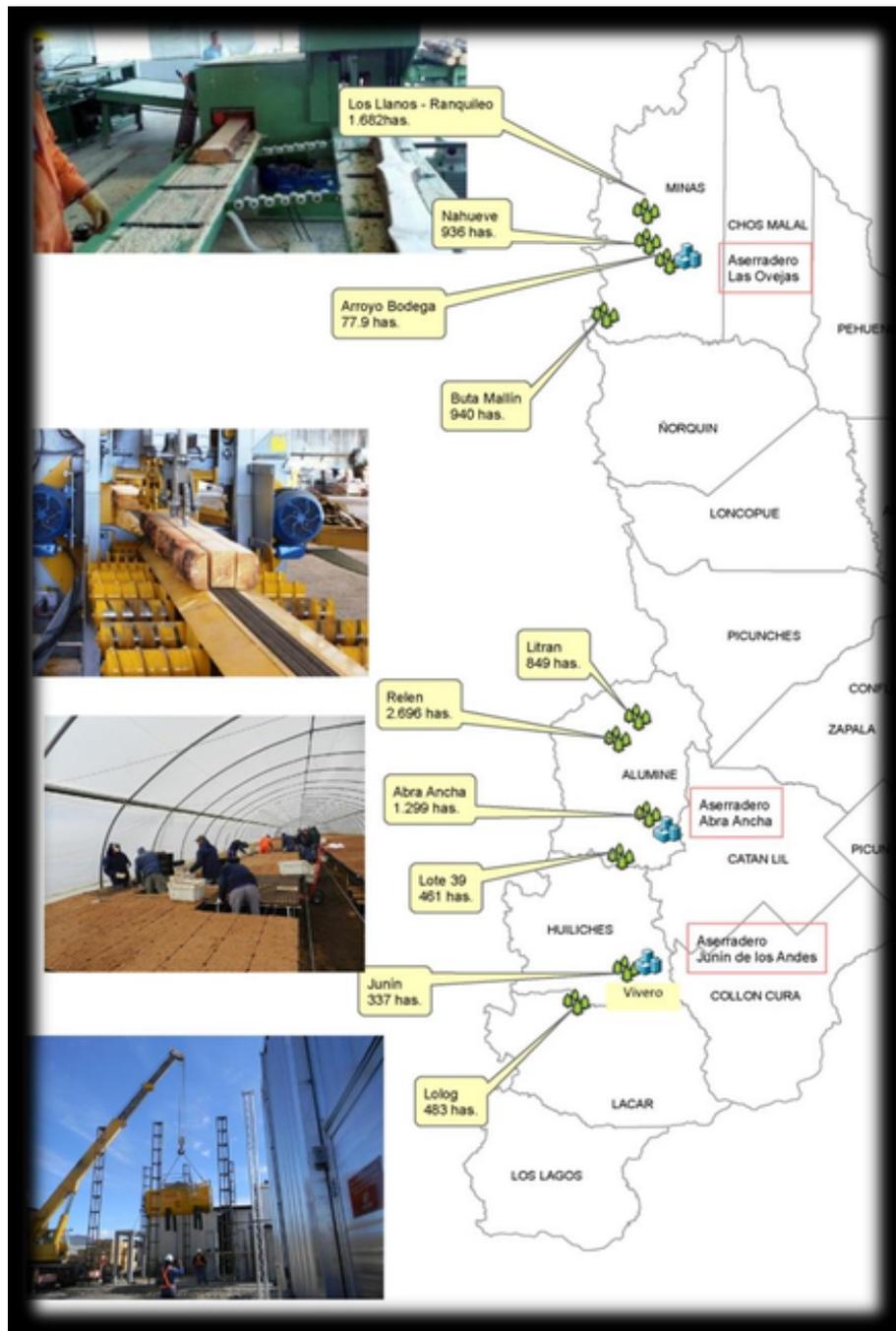


Figura 1: Áreas productivas de CORFONE

comercialización de productos forestales, manejo de bosque nativo, asesoramiento técnico, promoción forestal, servicios a terceros y programas de investigación y experimentación.

Actualmente la empresa cuenta con casi todos los eslabones de la cadena de producción maderera. Desde la obtención de semillas en áreas productoras y rodales semilleros propios, producción de plantines en el vivero de Junín de los Andes, plantación, poda y raleo, mantenimiento y tala de forestaciones, protección forestal, aserradero, secadero, remanufactura de madera en las plantas industriales de Abra Ancha, Las Ovejas y Junín de los Andes, producción de tablas, machimbres, vigas laminadas y bloques de madera laminada, entre otros productos.

Desde el inicio de sus actividades, lleva forestadas en toda la provincia 13.000 hectáreas con genero *Pinus* y 20.000 araucarias en campos de YPF (CORFONE, 2019).

## 1.2. El vivero

Un vivero forestal es un lugar destinado a la reproducción de árboles con diversos fines. Su misión es obtener plantas de calidad, que garanticen una buena sobrevivencia y crecimiento en el lugar donde se establezcan en forma definitiva (Buamscha et al., 2012)

El vivero de CORFONE en Junín de los Andes se encuentra emplazado sobre la ruta nacional N° 40 Km. 2248, Junín de los Andes, provincia del Neuquén (Figura 2). Comenzó a funcionar en la década de los 80's y es el área de la empresa madre dedicada a la producción de plantines forestales; tiene como objetivo principal el auto abastecimiento de los mismos para las forestaciones que realizan en campos propios o de terceros. Además, una parte menor es vendida al minoreo o donada a instituciones educativas, agrupaciones civiles, municipios, etc.



Figura 2: Ubicación del Vivero CORFONE, Junín de los Andes, Neuquén

La capacidad de producción actual es algo superior a 600.000 plantines al año, siendo el *Pinus ponderosa* la principal especie (95%) y en menor escala otras coníferas como *Pinus jeffreyi*,

*Pinus monticola* y *Pseudotsuga menziesii*, todas para forestación y producción maderera. La cantidad a sembrar cada año depende de decisiones del directorio de CORFONE, en base a la estimación de hectáreas a replantar o ampliación de área forestada en campos propios, y de compromisos de compra por parte de estancias o empresas privadas. En la temporada 2017-2018 se sembraron aproximadamente 700.000 plantas según el siguiente detalle:

- *P. ponderosa*, 375.000 en bandejas de 250 cm<sup>3</sup> y 263.000 en bandejas de 160 cm<sup>3</sup>;
- *P. jeffreyi*, 36.400 en bandejas de 250 cm<sup>3</sup>;
- *P. menziesii*, 20.000 en bandejas de 250 cm<sup>3</sup>;
- *P. monticola*, 7.000 en bandejas de 250 cm<sup>3</sup>.

También se producen especies nativas para reforestación y remediación del bosque nativo (Lenga, Ñire, Raulí, Arrayán, Notro, Maitén, Molle, Araucaria, Ciprés de la cordillera, Radál, Chacay) y salicáceas ( Álamo y Sauce spp).

El establecimiento cuenta con un jefe de área de producción, el técnico forestal de AUSMA – UNCOMA, Francisco Calvi (responsable del funcionamiento general del vivero, plantación y mantenimiento de forestaciones), un responsable técnico del vivero, la ingeniera forestal de UNLP, Nadia Creide, dos capataces y 30 operarios que realizan tareas específicas del vivero y otras generales (mantenimiento del predio e infraestructura, mantenimiento de forestaciones, etc).

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

- Adquirir experiencia laboral en un vivero forestal de producción intensiva.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Tomar conocimiento sobre las etapas del sistema de producción a gran escala de plantines forestales.
- Adquirir práctica en tareas de siembra, riego, control ambiental y cosecha de plantines forestales.

## **3. Aspectos generales de la zona**

La ciudad de Junín de los Andes se halla a 780 m.s.n.m. y a 40° latitud sur y 71° longitud oeste, en el límite de la transición entre la cordillera y la estepa patagónica. Su clima es templado-frío en verano y frío-húmedo en invierno, con veranos relativamente frescos e inviernos prolongados. El promedio anual de precipitaciones es de 640 mm, concentrándose las mayores pluviometrías entre finales del otoño y la temporada invernal (mayo a agosto), disminuyendo significativamente

hacia fines de la primavera y siendo muy escasa en la temporada estival (diciembre a abril). La variación en las precipitaciones entre los meses más secos y más húmedos es de 110 mm. En verano la temperatura oscila entre los 20° C y 30° C durante el día y por la noche desciende a temperaturas entre 5° C y 10° C, con un promedio en el mes de enero de 15.9° C. Julio es el mes más frío, con temperaturas promedio de 3.9° C. La temperatura media anual es de 9.7° C (Figura 3).

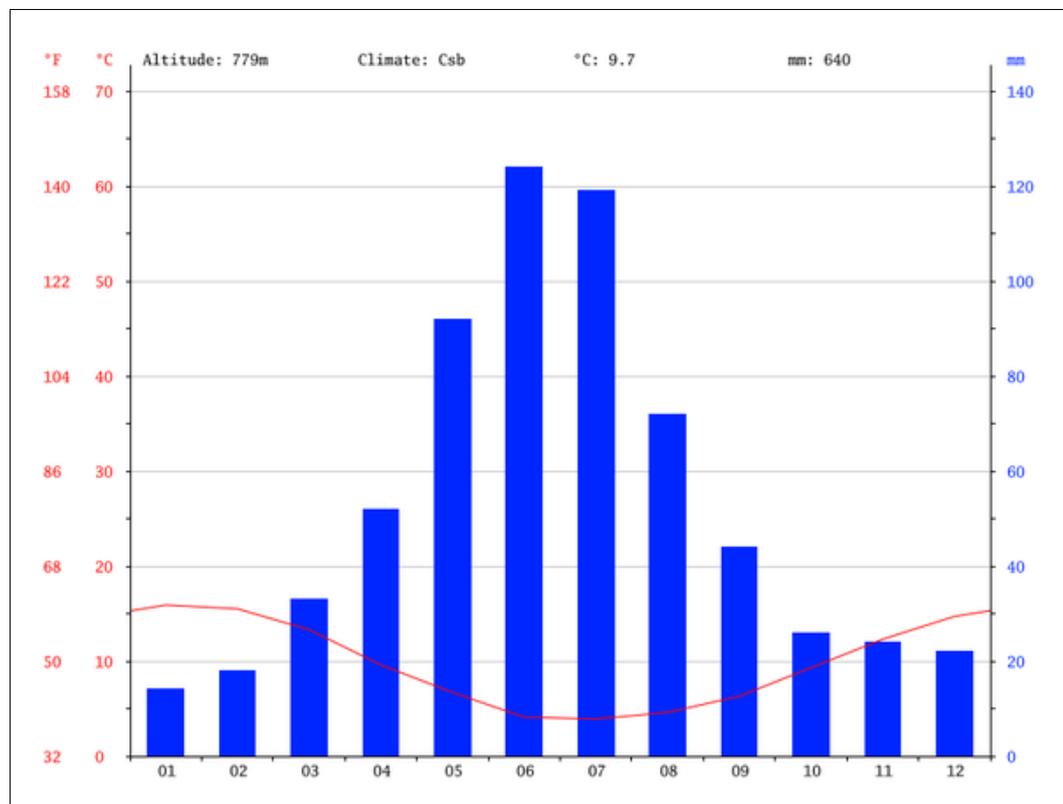


Figura 3: Promedios mensuales de temperatura y precipitación (Climate Data, 2019).

Los vientos predominantes llegan del cuadrante oeste, oeste noroeste y oeste suroeste, superando en los meses de octubre y noviembre máximas de 50 km/h (Meteoblue, 2019). La topografía tiene una marcada influencia sobre las masas atmosféricas regionales que traen humedad del océano Pacífico. Al elevarse para superar la cadena montañosa de los Andes, se enfrían y descargan su humedad en forma de lluvias y nevadas principalmente sobre la vertiente occidental de la cordillera. Al seguir hacia el este, sobre los faldeos orientales de la cordillera y en la precordillera, esas masas de aire descienden y se calientan adiabáticamente, disminuyendo marcadamente su humedad relativa y consecuentemente el nivel de precipitaciones, produciéndose su desecación.

La duración del día en esta latitud varía considerablemente durante el año. El día más corto es el 21 de junio, con 9 horas y 20 minutos de luz natural, siendo el más largo el 22 de diciembre, con 15 horas y 1 minuto de luz (Weather Spark, 2019).

## 4. Infraestructura del vivero

### 4.1. Predio

El predio, de unas 20 ha, limita al norte y al sur con barrios de la ciudad, al oeste con colinas forestadas que son campos propios de CORFONE, y al este con la ruta. Son dos hectáreas, las que están dedicadas estrictamente a la producción del vivero, las restantes fueron canchas de cría que hasta el año 2000 se usaban para la producción a raíz desnuda y ahora no están afectadas en forma directa a las tareas del vivero. Además, en la parte más cercana a la ruta, existe un arborétum, abierto a visitas de la comunidad en general (Figura 4).



Figura 4: Vista de las diez hectáreas del vivero.

### 4.2. Invernaderos

Los plantines se crían en un ambiente parcialmente controlado dentro de ocho invernaderos, todos orientados norte-sur, totalizando 2860 m<sup>2</sup> cubiertos. Los invernaderos N° 1, 2, 3, 4 y 5 son de tipo macro-túnel de 10 metros de ancho por 50 metros de largo, marca ADC. Su estructura es de caño galvanizado redondo con tensores y refuerzos de alambre de acero, puerta corrediza al frente y ventanas enrollables que ocupan casi todo el largo del lateral (Figura 5). Fueron armados originalmente con malla antigranizo debajo del polietileno del techo suponiendo que esta le daría mayor resistencia contra el viento. El invierno pasado, el invernadero 1 tenía el techo rasgado y estaba planificado cambiarlo en la primavera antes de la siembra, pero una nevada importante hizo que colapsara toda la estructura; la malla anti-helada retuvo la nieve y sobre esta no desliza como sobre el polietileno, cargando tanta cantidad que terminó destruyéndolo totalmente. Las camas donde se apoyan las bandejas son de alambres galvanizados tensados con golondrinas sobre caballetes de caños tubing y hierros a una altura tal que quedan unos 50 cm por debajo del zócalo

del invernadero, de manera que proteja los plántines de las ráfagas de viento al estar abiertas las ventanas (Figura 6). El N° 8, también marca ADC, es de igual estructura, solo que de 10 por 18 metros y el mismo tipo de cama .



*Figura 5: Invernadero 2, marca ADC.*



*Figura 6: Detalle caballetes, cables y tensores de las camas.*

Los mas antiguos, los N° 6 y 7, son marca Loncopué (Fábrica Municipal de Invernaderos), de 6 por 15 metros, estructura de caño pintado, y camas de hierro con malla metálica; tienen puerta en ambos frentes y ventanas de tipo empuje con armazón metálico sobre las puertas y en ambos laterales (Figuras 7 y 8).

Ningún invernadero cuenta con mosquiteros o mallas anti-plagas. Se están implementando coberturas de media sombra por fuera para controlar la temperatura interna en los días de mucho calor, durante el verano. Se sostienen con postes y alambres por encima de los invernaderos, de forma que puedan extenderse en los días de mucho sol, altas temperaturas y poco viento.



Figura 7: Invernadero 7, marca Loncopué.



Figura 8: Invernadero 6, camas y líneas de riego.

Cada invernadero cuenta con un termómetro de mercurio de máxima y mínima para controles diarios; son manuales y poseen un botón para “resetear” dichas marcas (Figura 9).

Los invernaderos pequeños (6, 7 y 8) cuentan con equipos de calefacción diésel “portátiles” italianos, marca Riello, modelo 40 G5 (Figura 10), con una potencia calorífica regulable entre 28 y 60



Figura 9: Termómetro manual.



Figura 10: Calefactor diésel.

kw y un consumo de combustible de 2,3 a 5 kg/h. Se usan para cortar las heladas tardías en las épocas de siembra y emergencia. Tienen un termostato con el que se regula la temperatura a la que se enciende automáticamente, generalmente algunos grados sobre cero. Como son invernaderos pequeños, no se usan mangas ni ningún otro dispositivo para distribuir el aire caliente .

### 4.3. Acopio y limpieza de bandejas

Cuentan con un tinglado de unos 50 m<sup>2</sup> para acopio, lavado y desinfección de los contenedores forestales (Figura 11). Las bandejas o bloques consisten en una estructura rígida rectangular, que contienen un número variable de cavidades, las cuales están fijas sin posibilidad de intercambiarse. Son muy populares tanto para producir plantas nativas como exóticas, y el volumen de sus celdas es muy variable. Las que se utilizan son marca Dassplastic, principalmente los modelos 25250, de 250 cm<sup>3</sup> y 24 cavidades por bandeja, y en menor cantidad la 30260, de 160 cm<sup>3</sup> y 30 cavidades por bandeja. Son re-utilizables y antes de una nueva siembra deben ser lavadas con agua a presión (cuentan con dos hidrolavadoras) para remover restos orgánicos y sustrato viejo, esterilizadas con solución de agua y lavandina (100:5) y finalmente son enjuagadas con agua limpia. Un operario consigue lavar unas 120 bandejas por hora.



Figura 11: Tinglado para almacenamiento y limpieza de bandejas.

### 4.4. Sistema de riego

El agua para riego proviene de una perforación de 18 metros, impulsada por una bomba sumergible de 50 hp. El predio tiene un desnivel de unos 20 metros, desde el pozo, que está en la parte más baja, hasta la parte más alta, creando una importante diferencia de presión en el sistema. Existe una vieja red de cañerías que se usaba principalmente para regar los cuadros de cría a campo; ésta llega hasta la sala de fertirriego y de ahí se separa hacia cada invernadero. No se realizan controles de calidad del agua.

Los 5 invernaderos grandes cuentan con riego mediante un carro móvil de 12 aspersores por lado y tres picos seleccionables por aspersor. El carro se desplaza ida y vuelta por todo el largo del mismo, sobre dos guías de caño en el corredor central gracias a un moto-reductor con poleas y cables de acero. Este sistema suele ser mas eficiente, tiene mejor distribución, menor superposición

pluviométrica y menor número de picos para mantener (Figura 12). El N° 8 cuenta con 6 líneas fijas de micro-aspersores suspendidos (sin antigoteo) y los invernaderos 6 y 7 cuentan con tres líneas de micro-aspersores con válvulas antigoteo (Figura 13).



*Figura 12: Carro de riego en funcionamiento.*



*Figura 13: Micro-aspersor con antigoteo.*

En la sala de fertirriego se preparan las soluciones fertilizantes y fito-sanitarias que serán aplicadas a los invernaderos. Para esto cuentan con dos bombas dosificadoras marca Dosatron International (Francia), una grande fija, modelo D20GL2, de 20 m<sup>3</sup>/h, y otra chica portátil, modelo D3 de 3 m<sup>3</sup>/h; ambas se regulan para inyectar cantidades controladas de solución en el flujo de agua de riego, seleccionable entre 0,2 y 2.0 % (Figura 14). En la entrada y salida de la línea de agua hay

cuatro filtros que previenen el ingreso de partículas que podrían tapar el dosatrón o los aspersores y se deben limpiar cada siete días. Tienen manómetros para controlar la presión de trabajo, que debe ser de 4 kg a la entrada y 2 kg en los carros de riego (Figura 15).



Figura 14: Dosatrón grande y chico.



Figura 15: Filtros y manómetro.

## 4.5. Otras instalaciones

El vivero cuenta con un área de umbráculo de 12 por 70 metros, con cobertura de malla media sombra, utilizado para nativas y ornamentales principalmente y dos canchas de rustificación, de 10 por 25 metros cada una, para nativas y coníferas que pueden quedar de la temporada anterior y son re-ensavasadas para la venta al por menor (Figura 16).

Se cuenta con un área de acopio y preparación de la arena para las mezclas de sustratos, donde se zarandean y almacenan decenas de metros cúbicos de material (pumicita), dos galpones de aproximadamente 100 m<sup>2</sup> cada uno, uno para la clasificación y empaque de los plantines, y el otro para acopio de embalajes, fertilizantes, maquinaria y herramientas pesadas, una cámara frigorífica usada para conservar plantines empacados y semillas. Además, dos paños, uno donde se guardan todas las herramientas de labor, elementos de protección personal, herramientas para plantación y tareas culturales, y otro pequeño donde se almacenan los fertilizantes y productos fitosanitarios con acceso restringido a pocos empleados (Figura 17).



*Figura 16: Umbráculo sin la cobertura de media sombra.*



*Figura 17: Pañol con fertilizantes y fito-sanitarios.*

Poseen dos oficinas para los responsables técnicos de la producción y una sala de laboratorio donde se realizan las tareas más delicadas y una heladera para conservación de semillas y tratamientos pre-germinativos que necesitan frío.

Para el llenado de las bandejas poseen una máquina de fabricación propia, hecha en base a modelos comercializados y utilizados en otros países (Figura 18).



*Figura 18: Máquina llenadora de bandejas.*

## 5. Sistema de cultivo utilizado

En la jerga viverista forestal se utiliza frecuentemente el concepto “tipo de planta”. Está relacionado con el sistema de cultivo utilizado, ya sea raíz desnuda o envase, y el tiempo transcurrido bajo cada sistema (Buamscha et al., 2012). En la figura 19 vemos el código utilizado para definir tipos de plantas, pudiendo ser:

- RD = Raíz desnuda;
- C = Contenedor;
- B = Bolsa polietileno con o sin fondo.

Y si se han cultivado en dos sistemas se combinan las letras separadas por una barra:

- C/RD = un ciclo en contenedor y otro como raíz desnuda;
- RD/C = un ciclo como raíz desnuda y otro en contenedor;
- C/C = un ciclo en contenedor y otro en un segundo contenedor de mayor volumen.

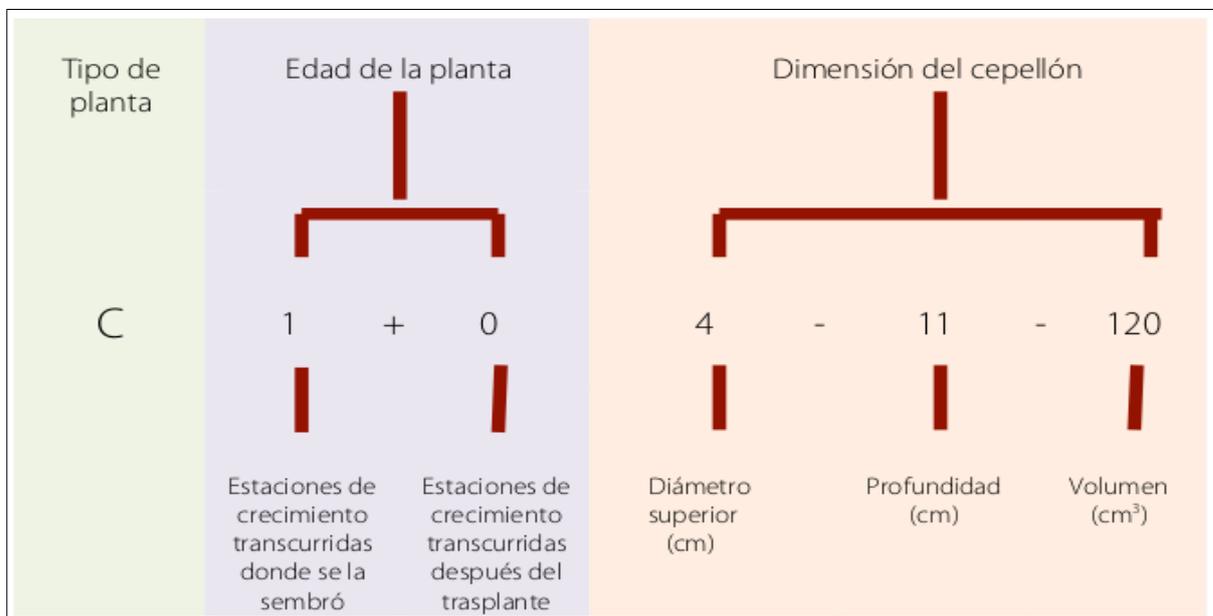


Figura 19: Código para definir tipos de plantas.

Hasta el año 2010, la producción de plántines en el vivero se realizaba a campo. La siembra se realizaba en almácigos (bandejas de telgopor) y se pasaban a cancha de cría al aire libre, haciendo uno o más repiques. Había en ese momento cerca de 2 millones de plantas que luego de dos o tres temporadas se llevaban a la forestación a raíz desnuda. Eran del tipo RD 1+1 o RD 1+2 (ciclo completo a raíz desnuda, comenzando por un año en almácigo con un solo repique a cancha de cría, donde pasan uno o dos años). Se empleaban unas 80 personas para el manejo del vivero. Un prendimiento del 70% en la forestación era considerado un buen resultado y era casi siempre necesario realizar la reposición de plantas en la temporada siguiente.

Actualmente se siembran directamente en bandejas y todo el ciclo productivo transcurre bajo

cubierta, con fertirriego y sin repique. Son del tipo C 1+0 5-20-250 o C 1+0 4,5-15-160. Luego de 8-10 meses, los plantines están listos para ser enviados a las forestaciones, que se realizan en los meses mas húmedos del año, obteniendo prendimientos cercanos al 90%, principalmente porque se plantan con su cepellón y la reposición sólo es necesaria en casos de ataques de plagas o animales.

En esta práctica laboral se hizo foco en el sistema actual de producción, cuyo ciclo se describe en el siguiente capítulo, desde la obtención de la semilla hasta su despacho a las forestaciones.

## 6. Ciclo de producción de plantines

El ciclo de producción comienza con la obtención del material de propagación, durante los meses de marzo y abril y finalizando entre mayo y junio del siguiente año con la cosecha y salida a campo de los plantines. En la tabla 1 se observa un resumen del mismo, con los tiempos previstos y tareas realizadas durante la practica en caso de corresponder.

*Tabla 1: Resumen del ciclo de producción*

<b>Etapa</b>	<b>Fecha</b>	<b>Tareas realizadas durante la práctica</b>
<b>Obtención Semillas</b>	Marzo - Abril	
<b>Siembra</b>	Agosto - Septiembre	Preparación sustrato. Preparación y curado de semillas. Siembra
<b>Cría</b>	Septiembre - Abril	Observación del avance de los plantines y actividades de fertirriego Preparación y aplicación fertilizantes. Control y registro pH, CE, temperaturas y pesos de bandejas
<b>Cosecha</b>	A partir de Mayo	Clasificación y embalaje de plantines.

### 6.1. Obtención de semillas

Las semillas utilizadas en el vivero pueden ser de varios orígenes. Se obtienen de áreas productoras de semillas y rodales semilleros propios ubicados en campos de la empresa y/o comprados a productores nacionales de semillas, ambos con certificación del INASE.

Las semillas de *Pinus jeffreyi* y *Pinus monticola* sembradas en esta temporada (2017) fueron recolectadas por personal de CORFONE en un rodal semillero propio de unos 60 años ubicado en la zona del Lago Lolog, provincia del Neuquén, que cuenta con el certificado ante el INASE.

Durante el mes de marzo se procede con la cosecha de conos ya maduros, pero que estén cerrados aún. Personal especializado debe trepar los árboles utilizando cuerdas y equipos de escalada (árboles de 40 a 60 m de altura) y cortar los conos que se juntan en bolsas de arpillería plástica, que luego se llevan al vivero. Ya en el vivero se colocan al sol en catres para que se sequen hasta que se abren y desprenden las semillas. Manualmente o en máquinas mezcladoras de hormigón, dependiendo de la cantidad, se rompen las brácteas y se separan de las semillas propiamente dichas. Luego se eliminan las impurezas por tamizado con mallas acordes al tamaño de semilla de cada especie. Dado que se trata de semillas relativamente grandes y pesadas, por este

método de tamizado, se consigue un grado de pureza alto, estimado en más del 95% (prácticamente no se observan impurezas). Una vez limpias se conservan hasta la época de siembra en bolsas de arpillera (importante que respiren para evitar enmohecimiento), en heladera entre 3 y 4 °C y baja humedad (la remanente después del proceso de secado y limpieza).

Por otro lado, las semillas de *Pinus ponderosa* usadas en esta temporada se compraron al INTA y provienen de huertos semilleros clonales de la zona de Esquel, también certificados por el INASE. Los lotes recibidos se conservan en bolsas de arpillera, en heladera entre 3 y 4 °C hasta la fecha de siembra.

A las semillas compradas no se les realiza ningún ensayo, las características vienen dadas por el productor. Para la temporada 2017 llegaron dos partidas de *P. ponderosa* de la E.E.A. INTA Esquel:

- huerto Semillero Clonal Trevelin, cono amarillo, cosecha 2017, 16 kg, 95 % poder germinativo;
- huerto Semillero Clonal Trevelin, cono borravino, cosecha 2017, 56,5 kg, 81 % poder germinativo;
- 18.000 semillas por kg, 18 semillas por g, 55 g/1000 semillas.

A las semillas propias de *P. jeffreyi* se le realizan las caracterizaciones físicas y ensayo de germinación en petri, que son realizados por personal del vivero:

- viabilidad 80%;
- 10000 semillas por kg, 10 semillas por g, 100 g/1000 semillas.

En la figura 20 vemos el tamaño comparado de las semilla de ambas especies.



Figura 20: Semillas de *P. jeffreyi* (izquierda) y *P. ponderosa* (derecha).

Las semillas de *Pinus jeffreyi* y *Pinus ponderosa* se colocan de 24 a 48 horas en remojo con

agua fría; se separan y descartan las que quedan flotando; se lavan con solución de cloro al 5% y se realiza una estratificación fría-húmeda por 21 días en bolsas de arpillera y heladera entre 2° y 4° C. Éste es el método que reemplazó a la antigua estratificación en arena u otros materiales, logrando mayor eficacia en menor tiempo y se utiliza para romper dormancias internas fuertes como las provocadas por sustancias inhibidoras de la germinación o por embriones rudimentarios.

A semillas de *Pinus monticola* se les aplica tratamiento similar que a las de *P. jeffreyi*, con una estratificación más prolongada, de 21 a 28 días, y el agregado de pinocha del sotobosque de los rodales, para mejorar el poder germinativo, que no es muy alto en las semillas de esta especie.

A las semillas ya estratificadas se les da un tratamiento anti-fúngico horas antes de la siembra. Habitualmente se utiliza fungicida en polvo Thiram, más adecuado para esta tarea, a razón de 1 g por kg semilla. Esta temporada no se contaba con este producto por lo tanto el tratamiento se hizo con Captan Ando Flo (líquido) a razón de 1 ml por kg de semilla. Las semillas no deben resecarse ni exponerse a temperaturas elevadas o luz solar directa; lo ideal es mantenerlas refrigeradas hasta su utilización y son más fáciles de manejar si el tegumento está oreado, es decir, que no deberían estar mojadas al punto de estar brillantes, pero deben estar húmedas aún (Buamscha et al., 2012).

## 6.2. Siembra

La siembra se debe realizar en un momento tal, que una vez emergidas las plántulas aprovechen al máximo el período de crecimiento del lugar en el cual está establecido el vivero. Ello implica, por parte del viverista, que debe conocer las fechas de inicio y final del crecimiento primario de las especies que cultiva. Con ello, se evitará siembras tardías que redundan en pérdidas de crecimiento o en aumento de los costos de producción por tener que inducir artificialmente el crecimiento a través del riego y fertilización más intensa. También resulta de vital importancia conocer los rangos de temperatura y la temperatura óptima de germinación de la especie, antecedentes que serán vitales para definir cuándo sembrar (Buamscha et al., 2012).

La siembra se inicia a mediados de agosto, principios de septiembre, dependiendo del clima, ya que temperaturas por debajo de las óptimas pueden generar dormancia secundaria y heladas fuertes podrían dañar las semillas que ya están embebidas. La siembra de la totalidad de los invernaderos demora entre 45 y 60 días y se comienza por los tres pequeños (6, 7 y 8), que cuentan con calefacción en caso de necesidad; ésta se usa solamente durante las noches para cortar la posibilidad de heladas.

El proceso de siembra de cada invernadero puede durar varios días y se debe realizar lo más rápido posible para que la emergencia de las plántulas y las distintas etapas de crecimiento posteriores sean lo más homogéneas posibles. Para esto se utiliza un método de línea de producción, en la que trabajan la mayor cantidad de empleados, habiendo preparado los días anteriores todos los elementos en cantidades necesarias para la totalidad de la siembra de dicho

invernadero.

- La turba, que viene envasada en bolsas de 20 dm<sup>3</sup>, se esparce sobre un polietileno, se riega de manera que esté húmeda pero no gotee al apretarla y se desarmen los grumos o terrones.
- Se tamizan arena fina y gruesa (malla de 10 mm y 5 mm) y se dejan en baldes junto a la turba.
- Se realiza el tratamiento fungicida de las semillas.
- Se disponen las cantidades necesarias de plugs, previamente lavados y desinfectados.
- El aserrín de pino para tapar la semilla se trae del aserradero de CORFONE; la granulometría del material, sin ser demasiado fina, debe ser menor a la del sustrato.
- Se disponen hormigoneras, llenadora de plugs, mesas y elementos de trabajo en una “línea de montaje” de la bandeja, que va pasando por las distintas tareas consecutivamente.
- Se disponen los elementos de protección personal (guantes de baqueta, protectores auditivos y antiparras) para los que operan las máquinas y guantes de silicona para los que colocan las semillas.

### **6.2.1. Sustratos**

Los medios de crecimiento deben cumplir con diferentes atributos de manejo que permitan producir plantas que logren el mejor comportamiento posible en las plantaciones. Entre ellos se destacan el pH levemente ácido, alta capacidad de intercambio iónico, baja fertilidad natural y estar libre de plagas y enfermedades (Buamscha et al., 2012).

En el vivero se utilizan materiales variados para preparar los sustratos.

- Turba sphagnum de Tierra del Fuego, con muy buena retención de agua, pero costosa; viene en bolsas de 120 litros.
- Turba cárex de El Hoyo, producido por Minas Magri; más económica pero tiene menor retención de agua y tiende a formar grumos que dificultan un poco el llenado de los tubetes; vienen en bolsas de 0,2 m<sup>3</sup>.
- Pumicita o arena volcánica, económica ya que la extraen de canteras en campos propios del norte de la provincia del Neuquén y la llevan al vivero en grandes volúmenes; luego es zarandeada con malla de 10 y 5 mm para obtener arena gruesa y fina respectivamente.

Hace algunos años están probando reemplazar la turba, que supone un costo importante, por chip de corteza de pino que es un desperdicio de la producción maderera propia y por lo tanto muy económico. Éste debe triturarse a un tamaño de 5-10 mm y compostado durante un tiempo con aporte de nitrógeno (urea) para reducir su elevada relación C/N (330/1). Hace algunos años se vienen realizando ensayos de siembra y plantación y analizando los resultados. Se prevé para la

próxima siembra (2018) el reemplazo de la mayor parte o totalidad de la turba con este material.

Anualmente se realizan análisis de porosidad a distintas mezclas de sustratos para determinar cual se adecúa mejor a la producción de coníferas en contenedor. Los índices recomendados son: porosidad total (PT) entre 60 y 80 %, porosidad de aire (PA) entre 25 y 35%, porosidad de retención (PR) entre 25 y 55 % ( Landis et al., 1989). El análisis se realiza de la siguiente forma:

- se colocan bolsitas en las cavidades de los plugs;
- se llenan con sustrato de la misma forma que en producción, para obtener la misma compactación;
- se llena con agua hasta saturar y se mide el volumen (V1);
- se pinchan las bolsitas, se mide el volumen drenado (V2) luego de dos horas (capacidad de campo);
- porosidad total (%) =  $V1 / \text{Volumen contenedor}$ ;
- porosidad de aire (%) =  $V2 / \text{Volumen contenedor}$ ;
- porosidad de retención (%) =  $Pt - Pa$ .
- Se realizan 30 repeticiones

En la tabla 2 vemos los resultados de tres tipos de mezclas de sustrato ensayadas.

*Tabla 2: Resultado de ensayos de porosidad de distintas mezclas*

<b>Mezcla</b>	<b>Proporciones (%)</b>	<b>P. Total (%)</b>	<b>P. Aire (%)</b>	<b>P. Retención (%)</b>
<b>Sphagnum+A. Gruesa+A. Fina</b>	60:20:20	44	31	13,8
<b>Cárex+A. Gruesa+A. Fina</b>	60:20:20	49	40	9
<b>Cárex+A. Gruesa+A. Fina</b>	70:15:15	45,3	37,7	7,6

## **6.2.2.Descripción del procedimiento**

Se comienza con la mezcla del sustrato, para esto tres operarios van cargando las hormigoneras con los elementos en las proporciones indicadas. Por ejemplo para esta siembra se utilizó sustrato de Cárex+A. Gruesa+A. Fina 6:2:2. Se cargan las mezcladoras con seis baldes de turba, dos de arena gruesa y dos de arena fina, se mezclan durante tres minutos, se descargan y se comienza con una nueva carga (Figura 21).

El sustrato preparado se va pasando a la máquina llenadora, operada por tres personas, que la alimentan junto con los plugs; el movimiento vibratorio ayuda a asentarlos dentro de los tubetes (Figura 22); una vez completos se pasan a una mesa donde dos o tres operarios les dan tres golpes contra la mesa para conseguir la compactación correcta y completan manualmente los tubetes que falten; luego se pasa una regla o listón de madera para que quede al ras.



Figura 21: Mezcla de sustrato.



Figura 22: Llenado de bandejas.

La siguiente etapa es el marcado de los hoyos donde se coloca la semilla. Esto se hace con unas planchas fabricadas a la medida del plug, que tienen un taco de 1 x 1 cm en el centro de cada tubete (Figura 23); se apoya firmemente sobre la bandeja y se retira. Esta tarea la realizan tres operarios (Figura 24).



Figura 23: Plancha para marcado y hollado de los plugs.



Figura 24: Marcado de hollos.

Ahora se debe colocar las semillas en cada cavidad y como son bastante grandes, se realiza a mano. La decisión de colocar uno o dos semillas la toman los técnicos en base al poder germinativo y también el costo de la misma. Como el ensayo de la semilla de *P. jeffreyi* dió un poder germinativo de 80% y el costo de obtención es bajo (semilla propia), se colocaron dos semillas por tubete. Para la siembra de *P. ponderosa* se colocaron dos semillas para la de 81% de poder germinativo y una sola para la de 95%. Cabe destacar que los cinco operarios necesarios para esta tarea tienen que usar guantes de silicona, ya que las semillas siempre están tratadas con algún producto fito-sanitario (Figura 25).



Figura 25: Colocación manual de semillas en cada cavidad.



Figura 26: Tapado de la semilla con aserrín.

El tapado de la semilla se hace manualmente y se coloca un poco de aserrín de pino (se utiliza esto porque tienen en abundancia de los aserraderos propios) sobre el plug y se rasa con regla o listón de madera para quitar el exceso de material. El espesor no debería ser mayor a dos veces él de la semilla. Una buena cubierta evita que las semillas sean arrastradas por el salpicado del agua de riego, ayuda a retardar el crecimiento de algas y hongos, mantiene la superficie del medio de crecimiento fresca y húmeda, aunque no mojada y conserva la zona alrededor del tallo joven más seca, reduciendo problemas de enfermedades.(Buamscha et al., 2012). Ésto lo realizan dos operarios (Figura 26).

Los plugs ya tapados se van llevando al invernadero y se acomodan en las camas con el mayor cuidado posible de no sacudirlos o golpearlos; ésto podría desplazar la semilla y crecer el plantín desplazado del centro del tubete, causando el descarte del mismo durante la cosecha. Dentro del invernadero se trata de aprovechar al máximo el espacio en las camas para que quepan la mayor cantidad de bandejas. En los invernaderos pequeños por ejemplo, quedan pasillos bastante estrechos y se anula una de las puertas para poder colocar mas bandejas. Esto lo realizan dos o tres operarios.

Una vez completo todo el espacio del invernadero, se hace un riego corto, unos 5 minutos, sólo para que humedezca el aserrín y la semilla (el sustrato ya esta húmedo).

### 6.3. Cría

La etapa de cría comprende cuatro estadios, comenzando con la emergencia y finalizando con la rustificación, teniendo parámetros cuantificables para definir inicio y fin de cada uno. Además en cada estadio se modifican parámetros ambientales, de riego y de nutrición de acuerdo al objetivo que se persigue. En la tabla 3 vemos un resumen de las etapas, fechas aproximadas y objetivos a alcanzar.

Tabla 3: Resumen de las etapas de cría

Etapa	Fecha	Objetivo
<b>Emergencia</b>	Septiembre a Octubre	Mantener humedad. Cuidar de heladas
<b>Establecimiento</b>	Octubre a Noviembre	Fomentar sobrevida. Evitar damping-off
<b>Crecimiento rápido</b>	Noviembre a Enero	Rápido desarrollo parte aérea
<b>Rustificación</b>	Febrero a Abril	Aumento grosor de los tallos. Estrés e inducción a dormancia

### 6.3.1. Emergencia

Comprende desde terminada la siembra hasta que hayan emergido el 80% de las plántulas. Durante esta etapa se realizan riegos de superficie (penetración de 3 a 4 cm), sólo con agua; el objetivo es mantener la semilla húmeda, pero no saturar el sustrato. Se realizan aplicaciones con fungicidas cada siete días. Entre diez y doce días de la siembra comienzan a emerger los plantines y pueden tardar de 4 a 8 semanas para pasar a la siguiente fase. Se deben combatir las malezas que puedan aparecer (la turba de cárex, más que la de sphagnum, suele tener mucha semilla de este tipo); para esto se hacen aplicaciones con herbicidas selectivos de hoja ancha, pre y post emergencia (Koltar). Es importante prevenir las posibles heladas que dañarían la semilla o podrían inducir dormancias secundarias (Anexo 3).

### 6.3.2. Establecimiento

Comienza al 80% de emergencia y dura de 4 a 6 semanas. En este momento arranca el programa de fertirriego, que para esta etapa prioriza la nutrición con fósforo a fin de favorecer un rápido desarrollo radicular. Ésto es fundamental, ya que es la principal vía por la cual las plántulas van a poder incorporar eficazmente los nutrientes que se les aporten. Para fomentar la sobrevida y evitar pérdidas por damping-off se debe evitar el exceso de nitrógeno, ya que podría favorecer esta enfermedad. Los riegos se hacen al 95% de capacidad de contenedor. Si se sembró más de una semilla por cavidad se debe realizar el raleo, dejando la plántula mejor formada y que esté más cerca del centro de la celda. Se debe manejar el invernadero de manera que la temperatura esté por encima del umbral de crecimiento de la especie, 8° C para *P. ponderosa*, el mayor tiempo posible (Buamscha et al., 2012).

### 6.3.3. Crecimiento rápido

Esta etapa se inicia cuando aparecen las primeras hojas verdaderas y suele durar de 8 a 10 semanas. Durante esta fase las plantas aumentan rápidamente su tamaño. El principal nutriente en esta etapa es el nitrógeno, de manera que se desarrolle un rápido, pero no excesivo crecimiento de la parte aérea. Debido a la época del año (entrando en el verano) hay que cuidar de no superar los 30° C dentro del invernadero. Esta es la temperatura máxima metabólica del *P. ponderosa* (Landis et al., 1992) y se detiene el crecimiento de los plantines al alcanzarla. Los riegos se hacen al 90 % de la CC. El combate de malezas es manual a partir de esta etapa. La etapa de crecimiento rápido finaliza al alcanzar el 80% de la altura de la planta terminada.

### 6.3.4. Rustificación

En esta última fase se reconocen dos sub-etapas. La primera de ellas se conoce como inducción a la dormancia o detención del crecimiento en altura. La segunda es la de resistencia al estrés o de inducción de atributos del comportamiento. En ésta, las plantas se preparan para soportar el proceso de cosecha y toda la manipulación que ello implica: almacenaje, transporte, establecimiento e inicio del crecimiento en terreno (Landis et al., 1999). El programa de riego se va espaciando de a poco, bajando del 85 al 75%, a medida que pasan las semanas para inducir a un estrés hídrico. La nutrición se concentra en detener el crecimiento de las partes aéreas, incentivar el crecimiento de raíces, engrosar el diámetro de cuello y fomentar la aparición de yemas terminales, aumentando la cantidad de fósforo y disminuyendo el nitrógeno. Se le da una mayor exposición a temperatura y humedad ambiente, dejando las ventanas totalmente abiertas por la noche. Se robustecen de forma que tengan reservas de energía para sobrevivir y crecer después de plantadas.

### 6.3.5. Riego y fertilización

Durante la etapa de cría, los plántines cultivados en medios sin suelo necesitan recibir externamente los nutrientes que requieren para crecer. En el vivero lo ideal es mantener el nivel de nutrientes entre la necesidad oculta y la suficiencia (Timmer, 1991). Encontramos una explicación mas detallada en el anexo 2.

Cada riego se realiza a saturación, aplicando la cantidad justa de agua para forzar una leve lixiviación, aunque no tanta como para que el escurrimiento sea excesivo. Se colocan bolsitas para recolectar el lixiviado de algunos tubetes repartidos en todo el invernadero (Figura 27); cuando empieza a juntarse algo de líquido se corta el fertirriego y se continua regando con agua pura unos minutos para que se lave el circuito y el follaje de las plantas. Luego se mide el pH y la conductividad eléctrica del agua de riego, tomando muestras directamente de los aspersores y a la salida del contenedor, midiendo el lixiviado que se juntó en las bolsitas (Figura 28).



Figura 27: Recolección muestra de lixiviado.



Figura 28: Medición de pH y CE agua de fertirriego.

Las mediciones de pH y CE deben ser similares durante todo el riego, una variación grande indicaría un error en la preparación de la solución madre o problemas con el dosatron. La frecuencia

de riego se determina en base al peso de bandejas y etapa del cultivo.

Para determinar el contenido de humedad del sustrato se utiliza el método de pesado de bandejas.

- Se hace un primer riego a saturación y se dejan pasar dos horas para que drene el exceso de líquido.
- Se pesan de seis a ocho bandejas testigo dentro del invernadero (son siempre las mismas y están marcadas); el promedio de éstos se toma como peso de las bandejas a capacidad de contenedor y sería el peso “húmedo” o “lleno”.
- En los días subsiguientes el sustrato va perdiendo humedad; diariamente se pesan las bandejas testigo, se saca el promedio y se compara con el peso a CC.
- Cuando se alcanza el porcentaje indicado para cada etapa de cultivo, se realiza un nuevo riego y se vuelve tomar el peso a CC (Cuadro 3).
- Ésto se repite y lleva registro para cada invernadero durante todas las etapas de producción.

Una forma práctica de planificar el fertirriego es hacerlo de atrás hacia adelante. Es decir, establecer cual es la necesidad de nutrientes de los plantines, y luego calcular la concentración de fertilizantes en el agua de riego. Al mismo tiempo, deberá decidir si debe agregar algún ácido para reducir el pH del agua a niveles apropiados. Dado que tanto el ácido fosfórico como el sulfúrico agregan nutrientes, estas cantidades deben también considerarse para alcanzar los valores deseados (Landis et al., 1989). Posteriormente debe considerarse la tasa de inyección de dispositivo de fertirriego, para obtener la concentración correcta en la solución madre. En la tabla 3 podemos ver un resumen de la concentración de los nutrientes utilizada para cada etapa del crecimiento de la planta.

*Tabla 3: Resumen de nivel de riego y fertilización para cada etapa de crecimiento*

<b>Etapa</b>	<b>Riego</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
<b>Emergencia</b>	Superficial	0	0	0
<b>Establecimiento</b>	95%	50 ppm	100 ppm	100 ppm
<b>Crecimiento rápido</b>	90%	150 ppm	60 ppm	150 ppm
<b>Rustificación</b>	85-75 %	50 ppm	60 ppm	150 ppm

Para simplificar las tareas diarias, los técnicos dejan detallado para cada invernadero, de acuerdo con la fase y condición del cultivo, el tipo y cantidad de fertilizante a diluir por cada 20 litros de agua. Ésta es la solución madre y se irán preparando las cantidades necesarias para alimentar el dosatron, que está regulado de manera de inyectarla en el agua de riego a una proporción del 1% durante todo el proceso. Por lo tanto la concentración de la solución madre tiene que ser 100 veces la que deseamos obtener en el agua de riego.

Dado que la solución madre puede ser muy concentrada, algunos fertilizantes no pueden

mezclarse porque reaccionarían, formando precipitados. En particular, el nitrato de calcio precipita fácilmente con el potasio, amonio, hierro, zinc o magnesio. Este problema puede evitarse utilizando un inyector de dos cabezas, de forma que sólo entren en contacto entre sí formas muy diluidas de los fertilizantes o utilizando los distintos fertilizantes en días alternados de fertirriego (Landis et al., 1989).

Las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio van variando según la etapa de cultivo y fueron detalladas en la tabla 3. Las de calcio y micro nutrientes utilizadas no varían durante toda la etapa de fertirriego.

Durante la rustificación se utilizan dos soluciones madre, en riegos alternados:

- una con fertilizante NPK y micro-nutrientes a la que se le agrega ácido fosfórico para lograr un pH cercano a 5;
- otra con nitrato de calcio para ayudar a la lignificación de los tallos.

Se proporcionan también las concentraciones recomendadas de micro-nutrientes (Tabla 4).

*Tabla 4: Concentración de micro-nutrientes a aplicar (ppm)*

<b>Micro-nutriente</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Br</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mo</b>	<b>Zn</b>	<b>Mn</b>
<b>Concentración</b>	80	40	60	0,50	0,15	4	0,02	0,32	0,8

Se utilizan distintos productos comerciales para conseguir los niveles de fertilización necesaria para cada etapa de crecimiento:

- Yara - Kristalon White Label, grado equivalente 13-40-13+ 3 MgO + Micro (15-2,2-24,9 + 2 Mg + 0,02 Br + Trazas de Fe, Mn, Zn, Cu, Mo);
- Yara - Kristalon Yellow Label, grado equivalente 13-40-13+ Micro (13-17,4-10,8 + 0,02 Br + Trazas de Fe, Mn, Zn, Cu, Mo);
- Yara - Kristalon Blue Label, grado equivalente 19-6-20 + 3 MgO + Micro (19-2,7-16,3 + 2 Mg + 0,02 Br + Trazas de Fe, Mn, Zn, Cu, Mo);
- Yara - Calcinit, (15,5-0-0 + 19 Ca);
- New Plant - Rustificación, grado equivalente 4-27-38, (4-11,6-31,5);
- New Plant - Micronew (3 N + 7 Fe + 2 Mn + 1 Mg + 0,3 Br + 0,2 Zn + 0,1 Cu + 0,1 Mo);
- Innophos Fosfatados - Ácido Fosfórico (85% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>).

### **6.3.6. Manejo cultural y ambiental**

Una vez sembrados los invernaderos y hasta terminar la rustificación, el manejo ambiental, cultural y los riegos, lo realizan seis operarios en turnos rotativos de a dos, cubriendo los siete días de la semana, desde las 6:00 hasta las 21:00.

- Toman las temperaturas máximas, actuales y mínimas de cada invernadero, seis veces en el día, registrándolas en planillas.
- Pesan diariamente a primera hora de la mañana las bandejas según el método descrito anteriormente, para determinar la necesidad de riego y lo registran.
- Si hay pronóstico de heladas dejan los calefactores preparados y regulados de manera que arranquen automáticamente.
- Cierran y abren ventanas y puertas para regular la temperatura y proteger del viento los plantines; a lo largo del día las abren cuando llegan a 20° C dentro del invernadero.
- Los días con pronóstico de altas temperaturas se abren totalmente los invernaderos y al aproximarse a los 30° C se colocan media sombras o se hacen aspersiones por encima de la cubierta (de estar disponibles estos dispositivos).
- Si llueve o se levanta mucho viento se cierran los invernaderos para no alterar el programa de riego, evitar que descienda mucho la temperatura o se dañen las plantas cuando todavía son pequeñas.
- Realizan las aplicaciones de fungicidas o herbicidas en caso de necesidad (indicado por los técnicos), en los invernaderos grandes con el dosatron pequeño instalado en el carro de riego y en los otros a mano con mochila pulverizadora.
- Aplicación de programa de riego, preparación de soluciones madre, medición de pH y CE y control de la duración; pesaje de bandejas para determinar el peso a CC.
- Raleo de plantas cuando se usa mas de una semilla; se debe realizar manualmente y con cuidado de no dañar la planta remanente ni desarmar el cepellón.
- El combate de malezas en esta etapa se hace manualmente, sacandolas de raíz, cuidando de no dañar la planta y evitando remover el sustrato; esta tarea solo se realiza con la temperatura por debajo de los 25° C, por encima de ésta las yemas se dañan con facilidad.

## 6.4. Cosecha

Durante el mes de mayo se comienza con la clasificación, embalaje y envío a forestación de los plantines terminados. Esto puede extenderse hasta junio y julio, dependiendo del ritmo de plantación.

La cosecha de las plantas es la última fase del proceso de viverización. Las plantas de un vivero están en condiciones de ser cosechadas una vez que han alcanzado los atributos morfológicos, fisiológicos y de comportamiento deseados y además se encuentran debidamente

endurecidas. La duración del periodo varía con la especie que se esté cultivando, las condiciones climáticas del vivero, el nivel de endurecimiento requerido por las plantas y la época de plantación. Mantener las plantas en el vivero más allá del tiempo necesario, generalmente produce daños fisiológicos que afectarán negativamente el comportamiento en terreno (Buamscha et al., 2012).

Durante la cosecha o extracción de plantas se debe evitar la exposición de los sistemas radicales al sol y al viento. No todas las plantas que se producen en el vivero están en condiciones de ser llevadas a plantación. Se deben descartar las plantas que no hayan logrado los valores de diámetro del cuello y altura establecidos como mínimos para los diferentes sitios de plantación. También se deben eliminar todas las plantas que presenten malformaciones o bifurcaciones en el tallo, daños bióticos, pérdida severa del follaje o que hayan sufrido daños mecánicos durante la faena de extracción (Buamscha et al., 2012). La clasificación se comienza a mediados del otoño, dependiendo de cuando se lleven a cabo las forestaciones, generalmente entre mayo y agosto.

Las bandejas se llevan al galpón de embalaje para clasificarlas y el operario debe evaluar los siguientes parámetros (Figura 29 y 30):

- tamaño de la parte aérea, se descartan plantas pequeñas o demasiado altas;
- diámetro de cuello o grosor del tallo principal, si son muy finas se deben descartar;
- el tallo no debe estar dañado ni bifurcado;
- el cepellón debe ser firme, con buena cantidad de raíces, si se desarma se debe descartar;
- yema apical sin daños y de buen tamaño.



Figura 29: Cepellón apto (izq.) y descarte (der.)



Figura 29: Yema apical de buen tamaño

Luego se acondicionan de a 100 plantas en cajas de cartón con bolsas de polietileno y se almacenan en la cámara frigorífica entre 3° y 4° C, hasta el momento de enviar a la plantación (Figuras 31 y 32).



Figura 31: Área de cosecha.



Figura 32: Caja con plantines.

## 7. Tareas desarrolladas en la práctica laboral

La práctica laboral se realizó en dos bloques, uno de cinco jornadas laborales de ocho horas, en septiembre de 2017 y otro de cuatro jornadas en marzo de 2018, más una visita de un día en noviembre de 2017 junto con los alumnos de de la materia Viveros II de ese año.

La primera etapa comenzó el lunes 4 de septiembre de 2017. Terminando el invierno, con noches muy frías y heladas frecuentes, se comenzaron las tareas de siembra para extender al máximo la temporada de producción.

Se participó en la preparación de los materiales, sembrado y acondicionamiento de bandejas en los invernaderos chicos (6 y 7) con *P. jeffreyi*. Ésto insumió tres jornadas completas y la mano de obra de 20 empleados. Se cubrieron los puestos en las distintas tareas de acuerdo a las necesidades. La primer jornada se trabajó en la preparación de los materiales (turba, arena volcánica fina y gruesa, aserrín, bandejas y semilla curada), así como de los equipos y herramientas necesarias (mezcladoras, llenadora, mesas de trabajo, etc). Sólo para el primer invernadero se descompactaron y humedecieron 20 bolsas de 20 dm<sup>3</sup> turba de Cárex (Figura 33); se tamizaron y transportaron hasta la puerta del invernaderos 100 baldes de 20 litros de arena volcánica fina y

gruesa y unas 800 bandejas limpias (Figura 34). Se acomodaron dos mezcladoras (hormigoneras grandes de construcción), la máquina llenadora de plugs y mesas de trabajo, dejando todo preparado para la siembra al día siguiente. Junto con la Ing. Forestal Nadia Creide, se hizo el tratamiento pre-siembra de la semilla de *P. jeffreyi* necesaria para los invernaderos 6 y 7. Para esto se pesaron 2 kg de semillas que estaban en heladera en EFH y diluyeron 2 ml de Captan Ando Flo en 20 ml de agua; se mezcló con la hormigonera durante dos minutos y se guardó en cámara de frío hasta el día siguiente, que se realizó la siembra. Posteriormente se repitió el procedimiento dos veces más, con tandas de 7 y 2,5 kg de semilla, 7 y 2,5 ml de Captan y 70 y 25 ml de agua. Se curaron en total 11,5 kg de semilla de *P. jeffreyi*.



Figura 33: Mojado de la turba ya descompactada.



Figura 34: Acopio de arena.

La mañana siguiente se comenzó temprano de acuerdo con el procedimiento de siembra descrito anteriormente. Participaron además Nadia y Francisco, supervisando y ayudando en la “línea” cuando fue necesario. Se completó el invernadero 6 después del mediodía. Por la tarde y la mañana del tercer día se prepararon volúmenes y cantidades similares de materiales para el invernadero 7, terminando con la siembra por la tarde (Figura 35). En total se sembraron 1517 bandejas (250 cm<sup>3</sup>, 24 tubetes), 36400 futuras plantas, usando 9,5 kg de semilla y más de 9 m<sup>3</sup> de sustrato.

El cuarto día se recorrieron, junto con los técnicos, las áreas del vivero, controlando y recabando información referente a toda la producción. Por la tarde se clasificó y pesó el stock de semilla de *P. ponderosa*, que estaba almacenada en heladera para esta temporada; en total había 56,5 kg de semilla “Borravino” y 16 kg de “Cono Amarillo”. Se realizaron controles de temperatura de los dos invernaderos.



*Figura 35: Siembra en línea del invernadero 7.*

En el quinto día se clasificaron y adecuaron *P. menziesii*, que quedaron de la temporada anterior, para ser enviados a Abra Ancha a una forestación en campos de CORFONE. Las plantas “aptas” se colocaron acostadas una sobre otra, de a 100, en cajas de cartón y dentro de una bolsa de polietileno. Como no se enviaban inmediatamente a la plantación, se almacenaron en la cámara frigorífica. Trabajaron 6 personas para llevar las bandejas al galpón, seleccionar y embalar 5600 plantas (Figuras 36 y 37). Con las plantas que estaban en buen estado, pero no pasaron la clasificación (muchas tenían la parte aérea demasiado grande por la cosecha tardía), se completaron bandejas y fueron llevadas al umbráculo. Con esto se terminó la primer semana de la práctica.



*Figura 36: Traslado de bandejas para clasificación.*



*Figura 37: Mesa de clasificación.*

El 3 de noviembre se visitó el vivero para observar el avance de crecimiento. Los invernaderos 4, 5, 6 y 7 se encontraban en fase de establecimiento; el 3 y el 8 en fase de emergencia, el 2 en crecimiento rápido y el 1 sin sembrar todavía. Hubo una charla a cargo del técnico forestal, explicando generalidades del proceso de producción (Figuras 38 y 39). Por la tarde se visitó una forestación de 10 años para observar tareas culturales (raleo a 2 metros de altura) y luego otra plantación nueva, realizada apenas unos meses antes (Figuras 40 y 41).



Figura 38: Invernadero 6 en fase de establecimiento.



Figura 39: Charla con alumnos de Viveros II.



Figura 40: Recorriendo una plantación nueva.



Figura 41: Plantín en su lugar definitivo.

La segunda etapa de trabajo comenzó el 20 de marzo de 2018. Terminado el verano y con todos los invernaderos en fase de rustificación, me incorporé junto a los empleados realizando las tareas culturales de los invernaderos.

Se comenzaba con la rutina diaria a las 7:00 hs., con el pesado de bandejas de todos los invernaderos; se utilizó una balanza de tipo comercial, pesando seis u ocho bandejas testigo y se completaron los registros en planillas para cada invernadero. Se registraron seis veces al día las temperaturas máxima, actual y mínima (Figura 42). En base a esto se abrían o cerraban puertas y ventanas para mantener la temperatura dentro del rango ideal. Por ejemplo si el pronostico era bueno y con poco viento, ya por la mañana temprano cuando la temperatura llegaba a 20°C, se abrían puertas y ventanas al máximo posible, previendo que al mediodía y a la tarde se superarían los 30° C. A última hora del día se cerraban un poco (etapa rustificación) o del todo si se esperaban lluvias o vientos fuertes.

El primer día, además de las tareas diarias, se realizó el desmalezado de los invernaderos 6 y 7. Se hizo manualmente, arrancando de raíz las malezas con una mano y sosteniendo con la otra el cepellón de manera de no se afloje ni dañe la raíz. Por la tarde se suspendió el desmalezado, ya que la temperatura superó los 25° C y se pueden lastimar fácilmente las yemas.

El segundo día tocó turno de riego de los invernaderos 1 y 3. Se comenzó con el 3 aplicando una solución madre con 1,2 kg de New Plant Rustificación y 250 cc de ácido fosfórico cada 20 litros.

Se preparó una primera tanda de 100 litros; mas tarde se prepararon otros 60 litros. El riego duró desde las 8 hasta casi las 12. Durante este tiempo se tomaron muestras del agua de los aspersores y del lixiviado, se midieron pH y CE (Figura 43). Luego de dos horas se realizó el pesaje de bandejas ya drenadas para determinar el peso a capacidad de campo. A las 12:00 se comenzó el riego del invernadero 1 con solución madre Calcinit 910 g cada 20 litros; se usaron 200 litros en total, de idéntica manera que el anterior. Se terminó cerca de las 16 hs y se realizó el pesaje a las 18 hs.



The image shows a clipboard with a grid recording temperature data. The grid has columns for 'Hora', 'Temperatura (°C)', and 'Lugar'. The data is handwritten and includes dates like '22/10/18' and '23/10/18'. The temperatures recorded range from approximately 18.00 to 24.00 degrees Celsius. The locations include 'Invernadero 1', 'Invernadero 2', 'Invernadero 3', 'Invernadero 4', 'Invernadero 5', 'Invernadero 6', 'Invernadero 7', 'Invernadero 8', 'Invernadero 9', 'Invernadero 10', 'Invernadero 11', 'Invernadero 12', 'Invernadero 13', 'Invernadero 14', 'Invernadero 15', 'Invernadero 16', 'Invernadero 17', 'Invernadero 18', 'Invernadero 19', 'Invernadero 20', 'Invernadero 21', 'Invernadero 22', 'Invernadero 23', 'Invernadero 24', 'Invernadero 25', 'Invernadero 26', 'Invernadero 27', 'Invernadero 28', 'Invernadero 29', 'Invernadero 30', 'Invernadero 31', 'Invernadero 32', 'Invernadero 33', 'Invernadero 34', 'Invernadero 35', 'Invernadero 36', 'Invernadero 37', 'Invernadero 38', 'Invernadero 39', 'Invernadero 40', 'Invernadero 41', 'Invernadero 42', 'Invernadero 43', 'Invernadero 44', 'Invernadero 45', 'Invernadero 46', 'Invernadero 47', 'Invernadero 48', 'Invernadero 49', 'Invernadero 50', 'Invernadero 51', 'Invernadero 52', 'Invernadero 53', 'Invernadero 54', 'Invernadero 55', 'Invernadero 56', 'Invernadero 57', 'Invernadero 58', 'Invernadero 59', 'Invernadero 60', 'Invernadero 61', 'Invernadero 62', 'Invernadero 63', 'Invernadero 64', 'Invernadero 65', 'Invernadero 66', 'Invernadero 67', 'Invernadero 68', 'Invernadero 69', 'Invernadero 70', 'Invernadero 71', 'Invernadero 72', 'Invernadero 73', 'Invernadero 74', 'Invernadero 75', 'Invernadero 76', 'Invernadero 77', 'Invernadero 78', 'Invernadero 79', 'Invernadero 80', 'Invernadero 81', 'Invernadero 82', 'Invernadero 83', 'Invernadero 84', 'Invernadero 85', 'Invernadero 86', 'Invernadero 87', 'Invernadero 88', 'Invernadero 89', 'Invernadero 90', 'Invernadero 91', 'Invernadero 92', 'Invernadero 93', 'Invernadero 94', 'Invernadero 95', 'Invernadero 96', 'Invernadero 97', 'Invernadero 98', 'Invernadero 99', 'Invernadero 100'.

Figura 42: Planilla de registro de temperaturas.



Figura 43: Control de riego y medición de pH y CE.

El tercer día por la mañana se realizó el riego de los invernaderos 4 y 5, los dos a la vez con 1 kg de Calcinit cada 20 litros. Se demoró menos, unas tres horas, por estar sembrados con contenedores de 160 cm<sup>3</sup>, terminando a las 10:30. Luego se regó el invernadero 8, con la misma solución madre, finalizando después del mediodía. Por la tarde se tomaron los pesos de bandejas para determinar el peso húmedo de lo regado durante el día.

El cuarto día se completó el ciclo de turno de riego con los invernaderos 6 y 7, finalizando con la practica laboral.

## 8. Sugerencias de mejoras

En esta sección se describen diferentes sugerencias de cambios en métodos o tecnologías a fin de mejorar la producción y calidad de los plantines. Las primeras cuatro surgen directamente de la observación y tareas desarrolladas durante la práctica. Las últimas en cambio, son más teóricas y su aplicación dependería de un análisis más profundo de conveniencia económica y obtención de los resultados esperados.

### 8.1. Desinfección del sustrato

La desinfección del sustrato tiene como objetivo disminuir la población de patógenos y plagas que afectan al cultivo a niveles de daños económicamente aceptables. Hay materiales empleados como sustratos, que por su naturaleza u origen pueden ser considerados libres de patógenos, tales como perlita y vermiculita, que por su proceso de elaboración a altas temperaturas han sido virtualmente esterilizados, pero no es el caso de la turba, arena volcánica y chip de corteza utilizados en este vivero.

La esterilización con vapor es la alternativa de desinfección que se está adoptando como reemplazo de procesos químicos (tóxicos y altamente contaminantes). El sistema aporta calor al material hasta alcanzar la temperatura de pasteurización (80°C aprox.), manteniendo este estado durante el tiempo necesario para eliminar los agentes patógenos del material que se procese. Luego se retira el material y tras un tiempo de enfriado, el sustrato está listo para utilizar en el cultivo. Esto permite eliminar patógenos, semillas y malezas, alcanzar el nivel adecuado de humedad y recuperar sustratos desechados. En las figuras 44 y 45 vemos un ejemplo de instalación comercial para procesar 24 m<sup>3</sup> diarios, con batea de 4 m<sup>3</sup> donde el tratamiento típico es a 85° C, durante 90 minutos (Agrosuelo, 2019).

Si bien no existen problemas en la actual producción, con este proceso seguramente se podrán reducir las aplicaciones de fito-sanitarios y las tareas de desmalezamiento manual.



Figura 44: Esterilización de sustrato con vapor.



Figura 45: Batea, gabinete de la caldera y tanque de combustible.

## 8.2. Riego y lixiviados

Se observó una duración algo excesiva de los riegos, provocando un lixiviado mayor al que sería esperado (Figura 49), con la idea que de esta manera el sustrato tardaría más en secarse. Debería ajustarse el tiempo de cada riego de manera de tener un menor drenaje, disminuyendo el consumo de agua, energía eléctrica y sobre todo fertilizante. Además debería considerarse contar con un sistema para el manejo apropiado de los lixiviados.



*Figura 49: Abundante lixiviado por exceso riego.*

## 8.3. Marcado de hoyos para la semilla

Los tacos de las placas deberían ser de forma semiesférica, convexa o acampanada y con profundidad acorde a la semilla utilizada. De esta forma, por gravedad, se acomodará sola en el fondo del hoyo y quedará mejor centrada en el tubete, agilizando el proceso de siembra y reduciendo el descarte de plantines descentrados. En la figura 46 vemos un ejemplo de la forma del hoyo que se realiza en plugs de horticultura.



*Figura 46: Ejemplo de la forma del hoyo para la semilla*

## 8.4. Automatización de la colocación de la semilla

Analizar la incorporación de alguna técnica para agilizar el proceso. Existen en el mercado diferentes modelos de sembradoras de vacío, tanto manuales como automáticas, cuyo costo deberá

ser analizado. Otra posibilidad sería la utilización de algún dispositivo manual para la colocación de la semilla, conocido como “drop seeder” (Figura 47 y 48), de operación manual, sencillos, económicos y pueden ser comprados a algún proveedor nacional o fabricados a medida según las necesidades del vivero (tipo de bandeja y tamaño de semilla).



Figura 47: Dispositivo de siembra (Drop seeder).



Figura 48: Operación manual del drop seeder.

## 8.5. Composición del sustrato utilizado

Como vimos con anterioridad, los valores de porosidad total, de aire y de retención obtenidos en los ensayos de las mezclas de sustratos utilizadas, son bastante menores a los valores recomendados. Teniendo en cuenta que la parte orgánica ofrece retención de humedad (micro-poros) y la parte mineral ofrece aireación y drenaje (macro-poros), se podrían realizar distintos ensayos, por ejemplo disminuyendo proporción de arena gruesa y aumentando la de turba, de manera de obtener mezclas mas acordes a los valores óptimos.

Sería interesante la incorporación de elementos con mayor capacidad de intercambio catiónico, como vermiculita o sustrato de corteza compostado; este último también contribuiría a una mayor porosidad de retención.

Ensayos de sustratos de corteza y chip de pino compostado realizados en el vivero con posterioridad a la práctica arrojaron excelentes resultados, logrando una mejor calidad de planta, que utilizando la mezcla tradicional de turba y arena; por este motivo tienen pensado utilizar este nuevo sustrato para la totalidad de siembra en 2019.

## 8.6. Inoculación con micorrizas

La asociación micorrícica se establece entre las raíces de una planta y hongos específicos. La planta produce fotosintatos que comparte con los hongos y estos contribuyen a incrementar la absorción de agua y minerales, especialmente fósforo, que pasan a la planta brindando protección física a las raíces, induciendo la ramificación radicular y ofreciendo protección bioquímica contra patógenos del suelo. El resultado es el mejoramiento del prendimiento, de la tasa de crecimiento y de la supervivencia de las plantas en habitats adversos (Barroetaveña, 2004).

La producción de plantas forestales en la Patagonia Argentina se ha efectuado tradicionalmente en viveros a raíz desnuda y tienen como destino sitios de plantación vírgenes, sin

especies ectomicorrícicas que puedan colonizarlas. La adquisición de ectomicorrizas se efectuaba normalmente en las camas de siembra gracias al aporte del inoculo ectomicorrícico (EM) proveniente del mantillo utilizado para cubrirlas o a partir de esporas de hongos transportadas por el viento de plantaciones cercanas (Barroetaveña, 2004). Con el método actual de producción en invernaderos, utilizando contenedores con sustrato estéril, temperatura controlada y altas dosis de fertilizante químico en el agua de riego, las plantas no pueden adquirir micorrizas del sustrato en que crecen. Es de suma importancia que las prácticas de manejo integral del vivero incluyan la inoculación con hongos ectomicorrizicos.

Si bien la micorrización no redundará en un aumento en el tamaño de las plantas en la etapa de vivero, el productor debe incorporar prácticas de inoculación adecuadas para garantizar la supervivencia y el buen crecimiento de las plantas en el sitio de forestación, que es donde la micorrización muestra sus efectos.

Estudios realizados determinan dos posibles momentos de inoculación para obtener mayor efectividad. Dado que el proceso de micorrización se ve afectado por niveles altos de fertilización, el período más indicado es durante la etapa de rustificación, siempre que ésta se extienda aproximadamente ocho semanas, tiempo mínimo necesario para la colonización de las raíces por parte de las micorrizas. En caso de que no sea factible la incorporación de un período de rustificación tan largo, sería conveniente inocularlas junto con la siembra de las semillas o al principio de la etapa de establecimiento, donde existe un gran desarrollo del sistema radical (Barroetaveña, 2004).

## **8.7. Material de tapado de semillas**

El material ideal a utilizar sería cuarzo claro, molido con una granulometría de 2 a 4 mm. Este garantiza una buena posibilidad de aireación del sustrato, de percolación del agua de riego, peso suficiente sobre la semilla para ayudar a que la raicilla penetre el sustrato, baja posibilidad de formación de costras de moho o algas en superficie y menor probabilidad de problemas de damping-off durante la etapa de emergencia. El color claro es para minimizar el riesgo de quemaduras de las plántulas por calentamiento de la cobertura debido a la radiación solar. Si no fuera fácil o económico conseguirlo, propondría ensayar con arena común o volcánica, de color claro, de la misma granulometría, aunque obviamente sería menos pesada y más porosa, perdiendo esa parte de las virtudes del cuarzo.

## **8.8. Implementación de calefacción de invernaderos**

Sería interesante analizar la conveniencia de poder calefaccionar todos los invernaderos a partir de la siembra y hasta finalizar la etapa de emergencia, manteniendo la temperatura dentro del rango necesario para la germinación de cada especie cultivada. Esto permitiría adelantar la siembra sin tener que depender del clima, obtener una emergencia más rápida y homogénea, achicar el

período de alta susceptibilidad al damping-off y optimizar el ciclo completo de producción de plantas. Debería evaluarse el costo de inversión y operación, optando por equipos que puedan utilizar los desperdicios del aserradero como combustible. Además el equipo de pasteurización de sustratos y de calefacción deberían compartir la fuente de generación de calor; esto representaría un gran ahorro al instalar ambos sistemas en un mismo establecimiento productivo.

## **9. Conclusiones**

A lo largo de los años, este vivero fue adaptando, evolucionando y mejorando su sistema productivo tanto a las realidades vigentes como al avance de las tecnologías y técnicas de producción modernas constituyéndose así como uno de los principales productores de plantines de coníferas de la región.

Tuve oportunidad de trabajar y adquirir experiencia en un establecimiento productor de plantines forestales que maneja un volumen de producción grande, con procesos y métodos estandarizados para obtener plantas homogéneas, de calidad y en tiempos reducidos.

Pude observar e interiorizarme del ciclo completo de producción, las etapas en que se divide el crecimiento de la planta, los manejos de riego y fertilización para maximizar el desarrollo de la misma e inducir los cambios fisiológicos necesarios, el manejo ambiental, los cuidados y controles diarios del cultivo para minimizar los tiempos de producción, obteniendo de esta manera plantas listas para ir a forestación al cabo de ocho o nueve meses.

Participé en tareas y labores de distintas etapas, siembra, riego, control ambiental, trabajos culturales y clasificación, junto con el resto de operarios del vivero, adquiriendo experiencia y nuevos conocimientos.

Como impresión personal destaco la predisposición del plantel de técnicos, en explicar y brindar todo tipo de información y que gracias a los conocimientos recibidos a lo largo de la carrera, pude interactuar junto a ellos en las distintas tareas del vivero.

## 10. Anexos

### 10.1. Anexo 1 - Datos climáticos

Tabla con datos históricos del tiempo en Junín de los Andes, temperaturas máxima, mínima y media en °C, precipitación media en mm (Tabla 5).

Tabla 5: Temperaturas y precipitación promedio de cada mes (Climate Data, 2019)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Temperatura media (°C)	15.9	15.5	13.3	9.6	6.7	4.1	3.9	4.6	6.3	9.3	12.3	14.7
Temperatura mín. (°C)	7.7	7	5.3	2.5	1.6	0.2	0.1	-0.2	0.5	2.4	4.8	6.8
Temperatura máx. (°C)	24.1	24	21.3	16.7	11.8	8.1	7.7	9.4	12.2	16.2	19.9	22.6
Precipitación (mm)	14	18	33	52	92	124	119	72	44	26	24	22

En la figura 50 vemos las temperaturas máximas, medias y mínimas promedio mensual de Junín de los Andes representadas gráficamente (Climate Data, 2019).

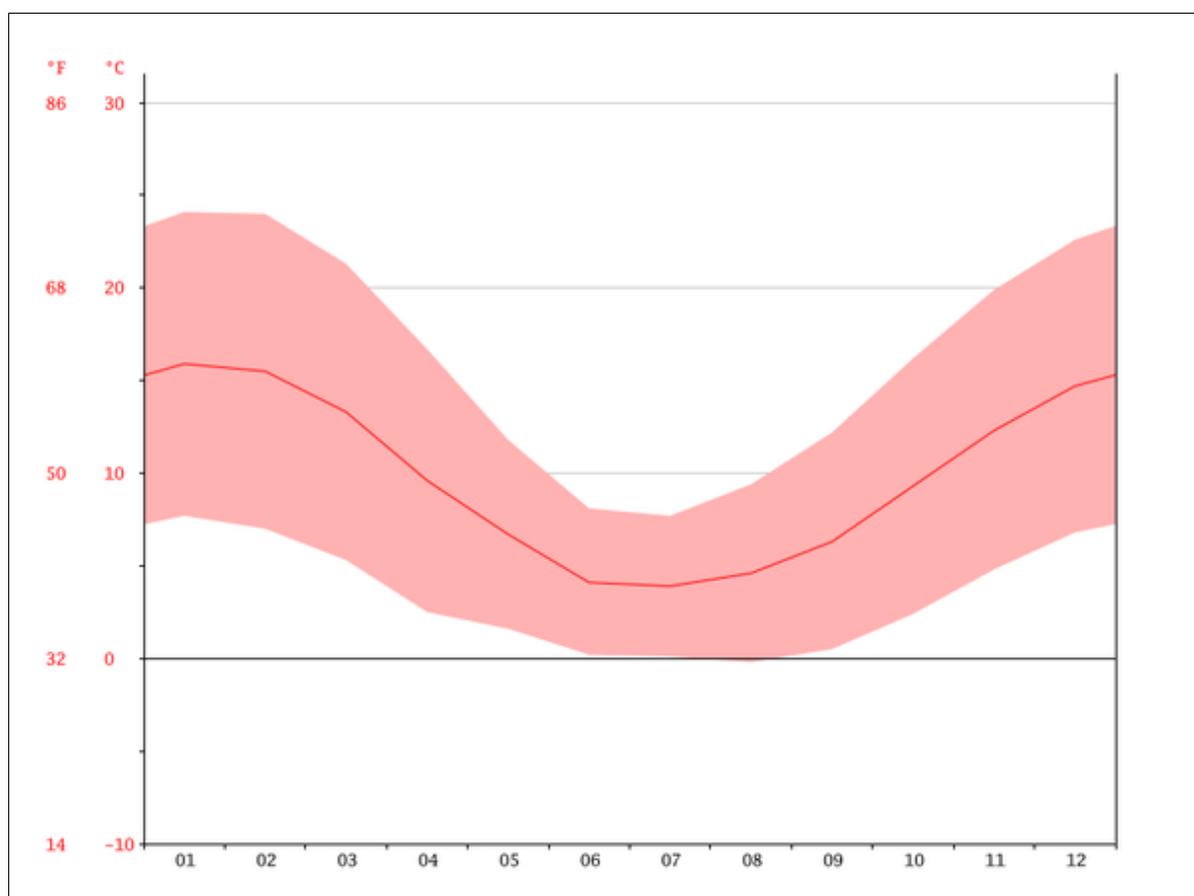


Figura 50: Valores promedio mensuales de las temperaturas máxima, media y mínima.

Gráfico con velocidades de viento para cada mes del año (Figura 51).

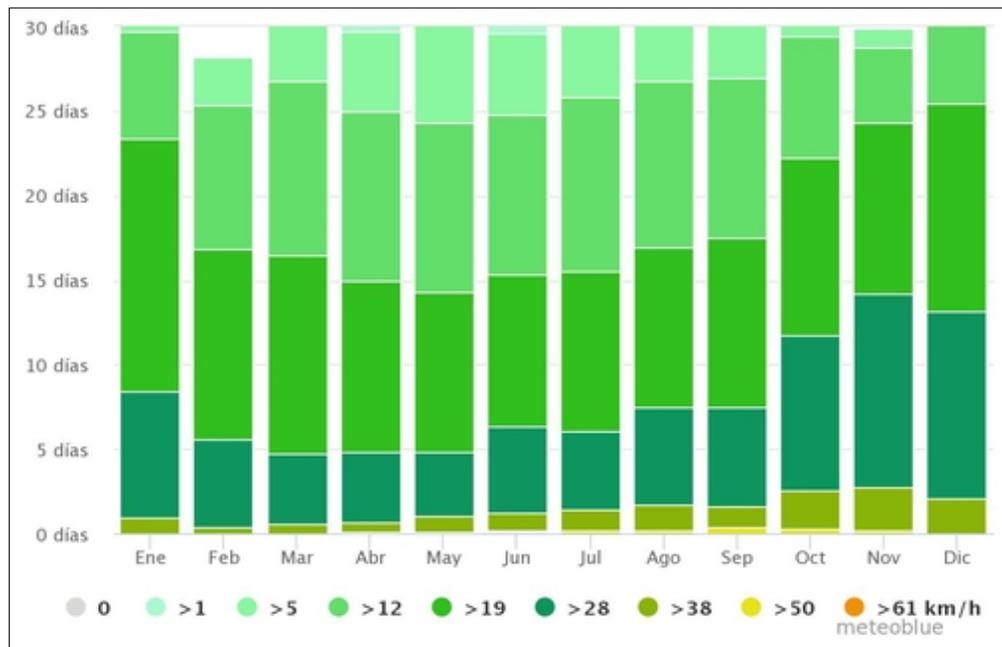


Figura 51: Intensidad de los vientos durante el año (Meteoblue, 2019).

## 10.2. Anexo 2 - Respuesta a la fertilización

Los plantines cultivados en medios de crecimiento sin suelo, necesitan recibir externamente los nutrientes minerales, en distintos niveles, a medida que crecen. Cuando la concentración es muy baja, los plantines frecuentemente exhiben síntomas de deficiencia. A medida que la disponibilidad de nutrientes aumenta, los plantines pasan por un nivel de necesidad oculta, donde no hay síntomas de deficiencia; pero sin embargo, si se aumenta la concentración de nutrientes, su crecimiento es mayor. Por lo tanto, el nivel suficiente de nutrientes es la concentración a la cual un aumento en la disponibilidad de los mismos no es acompañado con un aumento adicional en el crecimiento. Éste suele ser un rango de concentración relativamente amplio (meseta), especialmente para nutrientes como el nitrógeno o el fósforo. En el vivero, lo ideal es mantener los niveles de nutrientes de los plantines y el crecimiento concomitante en el límite entre necesidad oculta y suficiencia (mostrado por la flecha en la figura 52). Hay poco beneficio en mantener niveles de fertilidad de lujo, por encima de este punto, porque el gasto adicional no se refleja en un mayor crecimiento, y la acumulación de sales en el sustrato constituye un riesgo. Finalmente, la concentración de nutrientes llega a niveles de toxicidad en los cuales el crecimiento, así como el contenido de nutrientes de los plantines, se reduce. En este punto, las membranas celulares dañadas producen la muerte celular y, eventualmente, la muerte de los plantines (Timmer, 1991).

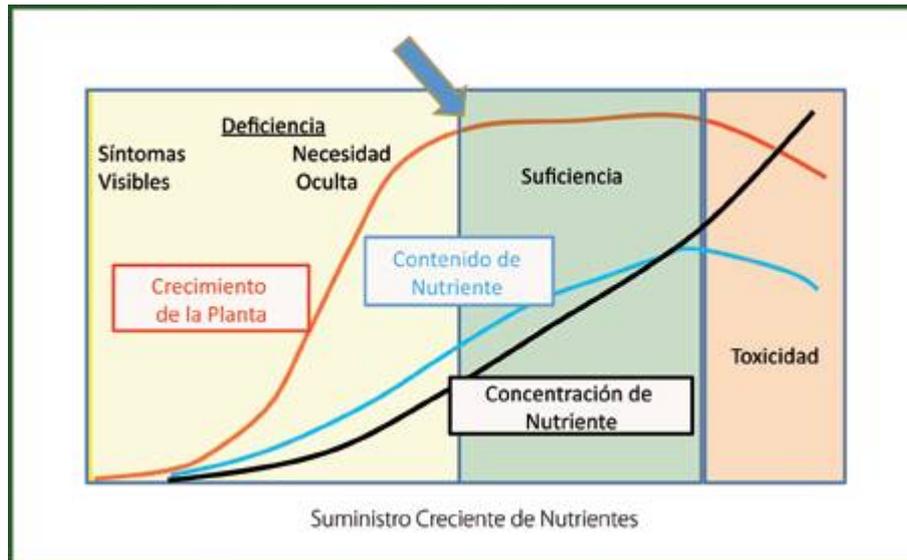


Figura 52: Etapas de disponibilidad de nutrientes.

### 10.3. Anexo 3 – Temperatura de germinación

Las semillas de todas las especies tienen un rango específico de temperatura en el cual se produce el proceso de germinación y fuera de este se inhibe el mismo. Diferentes especies tienen distintos rangos de temperaturas en el cual ocurre el proceso. La temperatura, como todo factor ambiental que afecta a un proceso fisiológico, tiene un valor de máxima eficiencia: la temperatura óptima de germinación. Se entiende como tal, a aquel valor en el cual, en un ensayo de germinación, se obtienen los valores más altos de capacidad y energía germinativa de las semillas. Cuando a las semillas pre-tratadas se las pone a germinar a la temperatura óptima de germinación, se comportan como semillas sin dormancia. Cuando la temperatura está por debajo de la óptima, se comportan como un lote que aún tiene semillas duras o con dormancia, en el que el periodo de germinación se prolonga y es heterogéneo. Cuando las temperaturas están por sobre el óptimo, las semillas se comportan como semillas fuertemente latentes (Figura 53) (Buamscha et al., 2012).

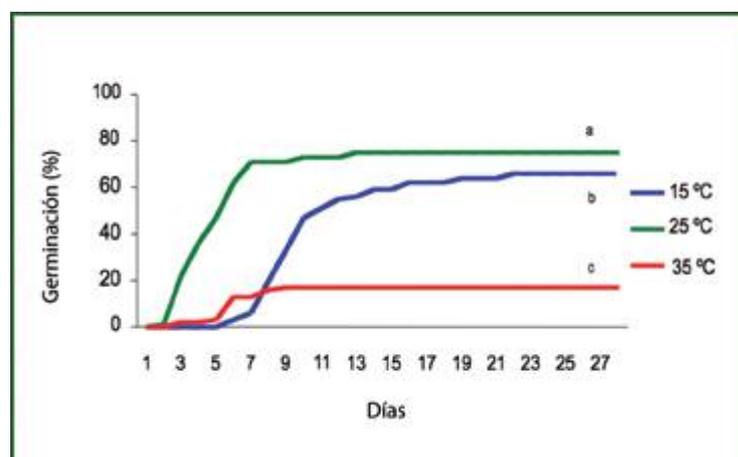


Figura 53: Ejemplo de germinación a temperatura óptima (a), inferior (b) y superior (c).

## 11. Bibliografía

- Agrosuelo. 2019. Equipos de desinfección de sustratos con vapor  
<http://agrosuelo.com.ar/pasteurizacion-de-sustratos/> (Consultado en Junio 2019).
- Barroetaveña C. 2004. Estudio de las ectomicorrizas de plantines y plantaciones de pino ponderosa (*Pinus ponderosa* Doug, ex Laws.) y pino oregón *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco en la región Andino Patagónica. Tesis Doctoral. San Carlos de Bariloche, Argentina. Universidad Nacional del Comahue. 225 p.
- Buamscha M. Gabriela, Liliana T. Contardi, R. Kasten Dumroese, Juan A. Enricci, René Escobar R., Douglass F. Jacobs, Thomas D. Landis, Tara Luna, Jonh G. Mexal, Kim M. Wilkinson. 2012. "Producción de plantas en viveros forestales". Colección Nexos. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP). ISBN 978-987-510-209-5.
- Climate Data. 2019. Clima Junín de los Andes.  
<https://es.climate-data.org/americas-del-sur/argentina/neuquen/junin-de-los-andes-14599>  
(Consultado en Junio 2019).
- CORFONE. 2019. Corporación Forestal Neuquina S.A. Sitio web institucional.  
<http://www.corfonesa.com.ar/> (Consultado en Junio 2019).
- Landis, T.D., Tinus, R.W., MacDonald, S.E. y J.P. Barnett. - 1989. The container tree nursery manual. Volume 4, seedling nutrition and irrigation. Agriculture Handbook 674. Washington (DC): U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
- Landis, T.D., Tinus, R.W., McDonald, S.E. y J.P. Barnett. 1992. Atmospheric environment, Vol. 3, The container tree nursery manual. Agriculture Handbook 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
- Landis, T.D., Tinus, W. y P. Barnett. 1999. The Container Tree Nursery Manual. Volumen 6, Seedling propagation. Agric. Handbook. 674. Washington, DC: USDA Forest Service.
- Meteoblue. 2019. Clima Junín de los Andes.  
[https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/junin-de-los-andes\\_argentina\\_3853350](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/junin-de-los-andes_argentina_3853350) (Consultado en Junio 2019).
- Timmer, V.R. 1991. Interpretation of seedling analysis and visual symptoms, p. 113-134. En: van den Driessche, R. (Editor), Mineral nutrition of conifer seedlings. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Weather Spark. 2019. El clima promedio en Junín de los Andes Argentina.  
<https://es.weatherspark.com/y/25789/Clima-promedio-en-Junin-de-los-Andes-Argentina-durante-todo-el-año> (Consultado en Junio 2019).