

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.



## TRABAJO FINAL: Intervención profesional

---

*TÍTULO:*

“Producción de plantines de *Eucalyptus dunnii* Maiden para realizar una forestación en un establecimiento ganadero en la localidad de Chascomús, Buenos Aires, Argentina.”

ALUMNO: **Santiago Eluchans**

Legajo 26.189/0

DNI: 35.131.110

(0221) 15-6716248

*seluchans@hotmail.com*

DIRECTOR:

**Ing. Ftal. Sebastián Galarco**

CO-DIRECTOR:

**Ing. Ftal. Fabián Pérez**

LUGAR DE REALIZACIÓN:

Ruta 20 km 89, Laguna Vitel, partido de Chascomús

La Plata, julio de 2018

## 1. RESUMEN

El presente trabajo surgió a partir de la iniciativa de la sociedad comercial ELUVA S.A. de forestar el establecimiento “Santa Julia” donde realiza su actividad ganadera, ubicado en la localidad de Chascomús -35°34'04” latitud-sur y 58°08'45” longitud-oeste-. La Cuenca del Salado constituye una de las regiones de la provincia de Buenos Aires más afectadas por las inundaciones, siendo la propuesta oficial para la región, la incorporación de la actividad forestal en forma complementaria a la actividad tradicional, por medio de la instrumentación de sistemas silvopastoriles, aumentando de tal manera la sustentabilidad de los agroecosistemas. *Eucalyptus dunnii* Maiden es una especie cuyas condiciones ecológicas son adecuadas para la zona de implantación. Es importante destacar que no existen en la actualidad viveros forestales comerciales activos en la zona.

Se utilizaron las instalaciones de vivero con las que cuenta el establecimiento, con el objetivo principal de producir los 3.400 plantines de *Eucalyptus dunnii* Maiden requeridos, evaluando la influencia sobre la calidad del plantín de dos factores: material genético de dos orígenes provenientes del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Castelar (*Huerto Semillero de Progenies* y *Huerto Semillero Clonal*) y del tipo contenedor –de paredes permeables y no permeables–. Se evaluó al final del ciclo de 150 días la eficiencia de producción, altura, diámetro del cuello, relación tallo: raíz, coloración apical, firmeza del cepellón, enrulamiento radicular y presencia de yemas y raíces secundarias. La supervivencia al final del ensayo fue del 95,94%, logrando el objetivo propuesto. Solamente hubo interacción entre tratamientos en tres de las variables estudiadas, tales como la relación raíz: tallo, la firmeza del cepellón y la presencia de yemas y raíces secundarias. Los contenedores no permeables –bandejas con tubetes removibles- mostraron mejor desempeño a nivel general que los permeables –bandejas monoblock de poliestireno expandido (EPS)-. Las distintas procedencias genéticas empleadas no presentaron diferencias significativas.

## 2 INTRODUCCIÓN

### 2.1 Antecedentes

Este trabajo de tesis tuvo como punto de partida la iniciativa por parte de ELUVA S.A. de forestar el campo donde realiza su actividad ganadera. Actualmente, la sociedad administra el establecimiento con un sistema productivo tradicional de cría de ganado vacuno, con un plantel de 250 vientres de raza *Aberdeen angus*, con el objetivo de producir terneros mediante un sistema de servicios estacionados (octubre-noviembre- diciembre).

La adecuación reciente de la provincia de Buenos Aires a la Ley de Inversiones para Bosques Cultivados<sup>1</sup>, reabre las puertas en materia de incentivos a los productores que desean invertir en forestaciones. En consecuencia, la mencionada sociedad comercial desea realizar una forestación de 8 hectáreas bajo una modalidad de sistema silvopastoril (SSP), compuesto por trincheras de tres líneas de árboles con un distanciamiento de 3 metros entre plantas y 3 metros entre filas, con calles de 20 metros, resultando en una densidad final de 385 plantas/ hectárea. Entre los antecedentes figura una plantación comercial donde predomina el *Eucalyptus dunnii* Maiden, en el Establecimiento San Antonio, Oliden, partido de Brandsen, Buenos Aires, implantada en el año 2000 y actualmente se encuentra cumpliendo un segundo turno como “monte bajo”, sin manejo de rebrote alcanzado un incremento medio anual promedio de  $31,46 \pm 4,2 \text{ t.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$  (Achinelli et al., 2017).

Personalmente, tuve la oportunidad -durante 2015 y 2016- de realizar actividades optativas en modalidad pasantía, en la Unidad de Vivero Forestal de la FCAYF y en el vivero de la Estación Forestal Parque Pereyra Iraola perteneciente al Ministerio de Agroindustria de Buenos Aires, a partir de lo cual decidí encaminar mi tesis de grado hacia la temática de producción de materiales de propagación forestal en vivero. Me propuse utilizar la experiencia adquirida durante las pasantías, para intentar sistematizar información técnica sobre la producción a pequeña escala de plantines

---

<sup>1</sup> Ley 25.080 (1999)

forestales de Eucaliptos en contenedor, que puedan ser utilizados por los productores típicos de la zona.

## **2.2 Caracterización de la zona**

Los suelos de la Cuenca del Salado se sitúan en el “Dominio Edáfico 11” de la provincia de Buenos Aires, el que corresponde al área terminal de las llanuras onduladas, cuyo límite sur es el río Salado, siendo una de las zonas de la provincia de Buenos Aires más afectadas por las inundaciones (Dangavs & Mormeneo, 2012).

Según los datos estadísticos de la estación meteorológica de INTA Chascomús para el período comprendido entre los años 1981 y 2010, la temperatura media anual es de 15,5° C. El mes más frío es julio, con 8,4° C de media y el más cálido enero, con una media de 22,3° C. Las temperaturas máximas absolutas de la región se sitúan entre 40 y 45° C, y las mínimas absolutas entre -5° y -10° C, encontrándose información más detallada en la Tabla 1 del apéndice.

## **2.3 Reconversión del sistema productivo: incorporación del árbol**

La adición del árbol en forma complementaria a la actividad tradicional, generaría mejoras en la sustentabilidad del agroecosistema: desde un punto de vista económico, produciendo madera para triturado o uso sólido, aumentando la receptividad animal y permitiendo ingresar a nuevos mercados con carne carbono neutro. Desde un punto de vista ecológico el beneficio sería la fijación del CO<sub>2</sub> emitido por los animales, incrementando el bienestar animal y aumentando la biodiversidad. Desde lo social, generando mayores índices de empleo que la actividad tradicional (Galarco<sup>2</sup>, com. Pers., 2017).

Para esto, la elección de la especie debe realizarse en función del grado de adaptabilidad y una cuyas condiciones ecológicas son adecuadas para la zona de implantación, es el *Eucalyptus dunnii* Maiden. Dicha especie posee una dispersión natural que se encuentra restringida en el nordeste de Nueva Gales del Sur y sudeste de Queensland, en Australia. El rango latitudinal en el que se desarrolla comprende

---

<sup>2</sup> Galarco, Sebastián. Curso de Introducción a la Dasonomía, FCAyF – UNLP.

desde los 28° hasta los 30° de latitud sur, mientras que en altitud se lo encuentra en el rango de los 300 a los 750 m.s.n.m. La precipitación media anual ronda entre los 1000 - 1750 mm (Boland et al., 1992). En la República Argentina fue introducida en la década de 1970, y actualmente presenta un alto potencial para expandir su área de cultivo en la pampa deprimida bonaerense, donde existen algunas pocas plantaciones operativas con buenos crecimientos (Achinelli et al., 2017).

#### **2.4 Producción en Vivero: Materiales Forestales de Reproducción**

Debido a la escasa tradición forestal en la zona, no existen viveros forestales activos en la Cuenca del Salado. Esto ha generado que quienes decidieron realizar forestaciones comerciales, tuvieran que conseguir el material de plantación en viveros ubicados en Entre Ríos; lo que implica mayores costos de traslado y potenciales problemas en la adaptabilidad del plantín al nuevo sitio (Galarco, com. Pers., 2017).

La utilización de planta de calidad "ideal" dará lugar a plantaciones de menor costo por árbol superviviente o con mayor valor neto estimado, pero para la región en cuestión, no se dispone de información acerca del ideotipo de plantín de mejor desempeño (Achinelli<sup>3</sup>, com. Pers., 2017). Es por eso que, como actividad contemplada dentro del trabajo final de grado, se visitó el vivero Paul Forestal SRL en el paraje Colonia Berduc, Entre Ríos, con la finalidad de conocer los aspectos relevantes de cada etapa productiva de los plantines de *Eucalyptus spp.*, así como también de analizar los parámetros más importantes que determinan su calidad. A partir de la información recabada en la visita y al material didáctico elaborado para la clase de Producción de plantines forestales en contenedor de Introducción a la Dasonomía (Galarco et al., 2017), se pueden mencionar algunas características y parámetros morfológicos deseables en un plantín de alta calidad de *Eucalyptus spp.*, que serán tomadas como referencia a la hora de evaluar la producción llevada a cabo en Chascomús, ellos son:

---

<sup>3</sup> Achinelli, Fabio Germán. Curso de Silvicultura, FCAyF – UNLP.

o *Cepellón*: completo y agregado de modo que no se desarme, colonizado por raíces al menos en un 70% del volumen;

o *Sistema radicular*: en cabellera, con abundancia de raíces secundarias vivas, presencia de micorrizas, que no se disgregue ni se resquebraje al ser golpeado, que mantenga la humedad, sin momificación<sup>4</sup> (Paul, J., 2016) ni enrulamiento y con abundantes yemas;

o *Parte aérea*: que mantenga una proporción entre la parte aérea y la parte radical no mayor a 3:1, con un tamaño total que no supere los 30 cm. y al menos 5 pares de hojas verdaderas, con un cuello de diámetro entre 3 y 4 mm., de fuste único y bien lignificado, con el ápice sano, sin síntomas de enfermedad y con la coloración normal de la especie. Las plantas deben estar rusticadas, evidenciado por presentar coloración rojiza en hojas y tallos.

## **2.5 Propuesta de trabajo**

Entre las múltiples variables que pueden determinar la calidad de un plantín forestal y por ende el éxito de una plantación, existen dos que revisten trascendental importancia y que pueden condicionar la suerte del proyecto productivo:

- la calidad genética de la semilla;
- el tipo de contenedor a utilizar para la producción.

Es por esto que, la propuesta consiste en generar el material de plantación requerido, utilizando dos fuentes semilleras provenientes de INTA Castelar: *Huerto Semillero de Progenies HSP* y *Huerto Semillero Clonal HSC*.

A fin de comparar el desarrollo de los plantines, las semillas fueron sembradas en dos tipos de contenedores, manteniendo constantes el resto de las variables que inciden en dicho proceso, tales como el sustrato, la fecha de siembra, las prácticas culturales intermedias y las condiciones climáticas.

## **2.6 Objetivos:**

---

<sup>4</sup> El término hace referencia al proceso de desecación del sistema radicular, quedando el cepellón íntegro en apariencia pero sin actividad biológica.

➤ **Objetivos generales:**

1. Producir 3.400 plantines de *E. dunnii* Maiden aptos para realizar una forestación productiva.
2. Proponer y evaluar a escala operativa un protocolo de producción considerando dos sistemas productivos de plantines de *E. dunnii* Maiden para las forestaciones de uso múltiple, que se adecúen al tipo y la escala del productor característico de la depresión del Salado.

➤ **Objetivos específicos:**

1. Analizar la calidad de la semilla de *E. dunnii* Maiden disponible en el mercado, en relación a sus aspectos físicos, genéticos y fisiológicos, comparando entre procedencias de Huerto Semillero Clonal (HSC) y Huerto Semillero de Progenie (HSP) proveniente de INTA Castelar.
2. Evaluar la calidad del plantín obtenida mediante dos tipos de contenedores: bandeja forestal con tubetes removibles “A 88 SE” y bandeja monoblock de poliestireno expandido.

## **2.7 Hipótesis**

Se obtendrán mejores resultados en el sistema de bandejas porta-tubetes respecto a las bandejas monoblock, tanto en el manejo operativo como en la calidad del plantín.

Por otro lado, dado el grado de mejora genética, es esperable observar diferencias fenotípicas en el plantín logrado en torno a las procedencias del material seminal, siendo los provenientes de HSC los que más homogéneos, producto de la menor variabilidad genética de sus fuentes parentales.

## **3 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 Descripción del establecimiento “Santa Julia”**

El establecimiento donde se llevó a cabo la producción se encuentra situado en el partido de Chascomús, con una ubicación geográfica en 35°34'04" latitud-sur y 58°08'45" longitud-oeste. Cuenta con 286 hectáreas productivas, de las cuales

aproximadamente un 20% son dedicadas al cultivo de pasturas implantadas y un 60% al manejo del pastizal natural, siendo el porcentaje restante el correspondiente a bajos inundables con escasa utilización, como puede verse en la Figura 1 del apéndice.

Tiene una demanda por mano de obra diferenciada en el tiempo, contando con tres empleados fijos y un empleado ocasional temporario. Con respecto a la asesoría técnica, cuenta con un médico veterinario cuya tarea consiste en controlar la sanidad de los animales, un ingeniero agrónomo encargado de la planificación y manejo de las pasturas y un ingeniero forestal abocado al seguimiento de las plantaciones y las tareas de vivero.

Dentro del predio, la sociedad dispone de 2 hectáreas dedicadas al cultivo de plantas en contenedor y a raíz desnuda, siendo el objetivo principal la producción de material forestal para las forestaciones prediales.

### **3.2 Descripción de estructuras y equipos de producción**

El vivero está ubicado en suelos de óptima fertilidad y buen drenaje, con una pendiente adecuada (0,5%) para evitar anegamientos. El perímetro se encuentra delimitado por un cerco de alambre romboidal tejido para evitar daños por ataques de roedores y por un cerco vivo de plantas perennes (*Cupressocyparis leylandii* y *Thuja orientalis*) que por su disposición y altura final permiten resguardar las instalaciones de los efectos perjudiciales causados por vientos y heladas. Sobre el límite noreste del vivero se encuentra una cortina de *Casuarina cunninghamiana* en estado adulto, distanciada a unos 30 metros del comienzo del invernáculo, de modo que la luminosidad disponible para el crecimiento de las plantas no se ve afectada considerablemente por esta variable.

Cuenta con la infraestructura necesaria para llevar a cabo el cultivo de los plantines. Para ello se dispone de un invernáculo de 400 m<sup>2</sup> y de una cancha de cría de 200 m<sup>2</sup>, ambos contruidos a partir de madera escuadrada con un sistema de media-sombra negra al 65% de densidad y desplegable, de modo que pueda retirarse



a medida que avanza el proceso. En cuanto al invernáculo se utilizó una protección doble de polietileno transparente de 200 micrones en las paredes y el techo.

Dentro del invernáculo, se cuenta con un sistema de riego por micro-aspersión computarizado, cuyo caudal por aspersor es de 70 l/ h trabajando a 3 Bares de presión, que permite realizar los riegos de manera regular y homogénea. Las mesadas de cultivo están elevadas a 0,90 m. del suelo, asegurando que el contenedor tenga una buena aireación en su parte inferior y facilitando la poda de la raíz principal.

En cuanto a la disponibilidad de energía se cuenta con un grupo electrógeno modelo "ET 12.000" de la marca Honda, cuyo generador trifásico y monofásico de 11 KVA y su motor de 20 HP y 4 tiempos, hace posible abastecer de energía eléctrica a los sistemas de riego, siendo su consumo específico de combustible de 5,7 l/ hs a 3.600 rpm.

### **3.3 Semillas**

Antiguamente la mayor parte de la demanda de semillas de *Eucalyptus dunnii* Maiden era satisfecha a través de la importación desde su zona de origen en Australia. Con el objetivo de aumentar la oferta de semilla y obtener mayor adaptabilidad del material, comenzaron a instalarse rodales semilleros en distintas zonas del país.

La producción local de semilla mejorada de *E. dunnii* a través de la instalación de huertos semilleros, forma parte de las actividades que el INTA realiza dentro de los programas de mejoramiento, debido particularmente a la falta de abastecimiento de semillas en cantidad y calidad (Pathauer, P.<sup>5</sup>, com Pers., 2018). Los lotes de semillas que se utilizaron para la producción, provienen de estos huertos: Huerto Semillero de Progenies `214B5858`, en adelante "HSP" y Huerto Semillero Clonal `216b5858`, en adelante "HSC".

Se procedió a efectuar el análisis de los tres componentes básicos que influyen en la calidad de la semilla forestal (Curso de Silvicultura-UNLP, 2014): *calidad genética, física y fisiológica*. Se utilizó para dicho propósito el equipamiento disponible en las

---

<sup>5</sup> Pathauer, Pablo Santiago. Instituto De Investigación Recursos Biológicos. INTA Castelar.

instalaciones del vivero *Carlos Darwin*, realizándose la evaluación durante la última semana de noviembre del año 2017, previo a la siembra. La información puede verse resumida en la Tabla 1.

(Tabla 1, aquí)

### 3.3.1 *Calidad genética*

En primera instancia se procedió a analizar la calidad genética, dada por la identidad botánica de la semilla y las características genéticas de los árboles progenitores. En cuanto al origen de estos huertos, el HSP fue obtenido por raleo genético de un ensayo de orígenes y progenies, instalado en el año 1992 en la localidad de Del Valle, Buenos Aires. Luego del raleo, a la edad de seis años y medio, quedaron 160 ejemplares, quedando actualmente 135 individuos (Pathauer, com Pers., 2018). En el caso del HSC, está constituido por clones de los diez mejores árboles no emparentados del HSP, sumados a diez clones de los mejores árboles no emparentados de un HSP ubicado en los campos de FIPLASTO S.A. – en la localidad de Ramallo- y clones de siete individuos que habían sido seleccionados previamente por su buen comportamiento en las pruebas de progenie. Estos 27 clones fueron replicados cinco veces, utilizando un marco plantación de 5 x 5 metros, ubicando sus individuos al azar con una restricción de distancia de 15 metros entre ramets del mismo clon (Pathauer, com Pers., 2018).

### 3.3.2 *Calidad física*

La calidad física de la semilla se analizó por percepción visual, evaluando parámetros tales como: tamaño, color, edad, estado de la testa y presencia/ausencia de plagas o enfermedades (Curso de Silvicultura-UNLP, 2014).

Según la información recabada durante la visita al vivero Paul Forestal<sup>6</sup>, las semillas de *Eucalyptus spp.* tienen distintos tamaños, por lo que se tamizan para poder clasificarlas: las mayores son de 1.000 micrones, siguiéndole las de 840, 710 y 540 micrones. A medida que disminuye el tamaño, se obtienen plantas que resultan más

---

<sup>6</sup> Disponible en: <http://paul-forestal.com.ar/author/paul-forestal/>

pequeñas y débiles. Para el caso de nuestro proyecto, se procedió a utilizarlas en su totalidad sin clasificarlas en ese sentido.

Con respecto al color no se visualizaron anomalías en ninguno de los lotes, diferenciándose claramente el color negro perteneciente a las semillas, del marrón correspondiente a la paráfisis.

Para comprobar la ausencia de daños mecánicos, se evaluó el estado de la testa mediante la utilización de una lupa de 10x de aumento, sin observar anomalías de ningún tipo.

En torno a la presencia de hongos y/o enfermedades, las propias condiciones de almacenamiento en frío sirvieron para evitar su proliferación. No obstante, se realizó una siembra en caja de Petri de semillas con paráfisis, sin aplicación de fungicidas preventivos, para evaluar la existencia de hongos en condiciones de cultivo. El resultado fue negativo luego de 7 días de colocada la muestra en cámara de germinación a 25°C.

Por último, se determinó la pureza de ambos lotes, tomando 1 gramo de cada procedencia como muestra. El instrumental utilizado fue una balanza digital de alto grado de precisión, correspondiente al modelo "ENTRIS224i-1S" de la marca *Sartorius*, con una capacidad de pesaje de 220 gr. y una legibilidad de 0,1 mg.

Por otra parte, se calculó el peso de 100 semillas ya que a partir de este número y del porcentaje de germinación, resulta posible hacer los cálculos del peso aproximado de semilla necesario para producir la cantidad de plántulas deseada.

### 3.3.3 *Calidad fisiológica:*

Los parámetros de calidad fisiológica buscan cuantificar el porcentaje de plántulas sanas que puede obtenerse de un lote de semillas en condiciones normales de germinación (Curso de Silvicultura-UNLP, 2014). Teniendo en cuenta que éstos se encontraban a 4°C en bolsas termo-selladas y en recipientes de vidrio -a fin de conservar una mayor viabilidad-, se previó la obtención de un alto porcentaje de

semilla viable; circunstancia que no se hubiera logrado de haberse almacenado a temperatura ambiente.

El test de germinación fue llevado a cabo en una cámara con condiciones de temperatura y humedad controlada: 28°C y 90%. Como recipientes de cultivo se utilizaron cajas de Petri transparentes y como sustrato, papel secante. El ensayo se efectuó con semillas puras separadas mediante el ensayo de pureza, contándose aleatoriamente réplicas de 100 semillas, quedando conformada la muestra por dos repeticiones de cada procedencia -HSP y HSC-.

El recuento inicial se efectuó a la semana de dar comienzo al ensayo, además se siguió evaluando el lote con las semillas no germinadas durante dos días adicionales, para poder determinar por separado el porcentaje de semillas germinadas y no germinadas aunque aparentemente viables, que mostraron signos de imbibición.

#### 3.3.4 Cantidad de semilla

Los resultados de los ensayos de calidad sirvieron para calcular la cantidad de semilla que debía utilizarse para la siembra, de manera de obtener la suma final de 3.400 plantines necesarios para llevar a campo (385 plantas/ ha.).

En función de las características del vivero, se infiere una supervivencia de los plantines alcanzable cercana al 90%, por lo que resulta necesario sembrar un excedente de material para poder compensar dichas pérdidas inherentes al proceso. De esta manera, se espera producir una suma de 3.400 plantines; es decir, de 1.700 plantines de cada procedencia.

Para el cálculo del material seminal necesario -kg. de semilla-, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Kg semilla} = 1700 \text{ pl.} \times \frac{100}{(\text{EV})} \times \frac{100}{(\text{PG})} \times \frac{1}{(\text{Sem/kg})} \times \frac{100}{(\text{PUR})}$$

Referencias: EV (%): Eficiencia del vivero = 90%; PG (%): Poder Germinativo; PUR (%): Pureza.

Para el caso del HSP, se calcularon valores de PG de 75,5% y una pureza de 32,31%. Por otro lado, la cantidad de semillas viables por kilogramo es de 500.932. De esta manera, se necesitarán 15,51 gramos de semilla para llegar a un número final de 1.700 plantines de esta procedencia.

$$\frac{\text{Kg semilla HSP}}{1} = 1700 \text{ pl.} \times \frac{100}{90} \times \frac{100}{75,5} \times \frac{1}{500.932 \text{ pl./kg}} \times \frac{100}{32,21} = 15,51 \text{ gr.}$$

Para el caso del HSC, se calcularon valores de PG del 79% y una pureza de 16,83%. El número de semillas por kilogramo es de 246.053, por lo que se precisarán 57,74 gramos de semilla, para obtener los 1.700 plantines requeridos.

$$\frac{\text{Kg semilla HSC}}{1} = 1700 \text{ pl.} \times \frac{100}{90} \times \frac{100}{79} \times \frac{1}{246.053 \text{ pl./kg}} \times \frac{100}{16,83} = 57,74 \text{ gr.}$$

### 3.4 Substrato

Para su elección se tuvieron en cuenta los valores del análisis de la calidad química del agua, ya que de las dos variables que mayor incidencia presentan en el proceso –agua y substrato-, el substrato es el más sencillo de modificar. Se desprende del análisis de agua que como el valor de SDT es de 840 mg/L y el RAS es de 8,94, el peligro de salinización del substrato se encuentra en un rango medio, siendo estos valores contrastados con los recomendados por Landis et al. (conf. valores Apéndice, Tabla 2 y 3 respectivamente). Por lo tanto, el substrato elegido para la calidad de agua disponible, debe ser de permeabilidad moderada a buena, y aun así, deberían efectuarse riegos de lavado para evitar que se acumulen sales en cantidades nocivas para las plantas.

Se recurrió a la utilización del substrato comercial denominado “Multipro<sup>7</sup>” perteneciente a la marca “*Terrafertil*”, en el que la combinación de fibras de turba

<sup>7</sup> Disponible en: <http://www.terrafertil.com/multipro.html>

musgo *Sphagnum* finas y medias junto a una adecuada granulometría proporcionan en principio, las características deseables para un medio de crecimiento recomendadas por la cátedra de Dasonomía, es decir, que sea ligeramente ácido, liviano, estéril, con buena capacidad de retención de agua, aireado y consistente.

En cuanto a su **composición química**, las características son las siguientes: pH 5,2 – 5,8; conductividad eléctrica 0,3 - 0,45 dS/m; humedad 55 - 65%; materia orgánica 85 - 90% y cenizas 10 - 15%.

En cuanto a sus **características físicas**: densidad sustrato seco 175-200 kg/m<sup>3</sup>; densidad de partícula 1600 kg/m<sup>3</sup>; porosidad total 80 – 85%; capacidad de retención de agua 60%; porosidad de aire 20 – 25% y agua fácilmente disponible 30 – 35%.

Teniendo en cuenta la cantidad de bandejas necesarias de cada tipo de contenedor, se procedió a hacer el cálculo de la cantidad de sustrato necesario para cada caso. En este sentido, se necesitaron volúmenes diferenciales para ambos, debido a la diversa capacidad de cada uno: para las bandejas monoblock de poliestireno expandido se necesitaron 204.000 cm<sup>3</sup> y para las bandejas plásticas con porta-tubetes 246.400 cm<sup>3</sup> del sustrato comercial, resultando un valor total de 450.400 cm<sup>3</sup>, lo que equivale a dos bolsas de 107 L.

El sustrato no fue desinfectado previamente, ya que los procesos de compostaje de sus fracciones orgánicas, suponen inactivación de las semillas y/o inóculos no deseados.

### **3.5 Contenedores**

La calidad de una planta de contenedor depende en gran medida de su sistema radical: las especies que tienen raíces vigorosas llegan rápidamente al fondo del contenedor, pudiendo espiralarse y crecer enmarañadas. Los contenedores deben tener un orificio inferior suficientemente grande como para facilitar un buen drenaje y la poda de la raíz por efecto del aire. Por otra parte, este orificio debe ser suficientemente

pequeño para evitar una pérdida excesiva de medio de crecimiento durante el proceso de llenado (Luna et al., 2012).

Teniendo en cuenta la escasa experiencia zonal en cultivos de plantines forestales en contenedor, se creyó conveniente la selección de los modelos de contenedores que mayor difusión tuvieron a nivel nacional. Actualmente, existen en el mercado grandes cantidades de modelos diferentes, pero respecto a las deformaciones que se generan en el sistema radical, se pueden dividir en contenedores de paredes rígidas y contenedores de paredes permeables (Landis et al., 2012), siendo elegidas las siguientes variantes de cada una de las categorías:

1) De paredes rígidas no permeables: *Bandeja forestal porta-tubetes "A 88 SE" -Dassplastic-*. Cada bandeja alberga 88 tubetes removibles "R 140", con un peso aproximado de 1,4 kg., una densidad de 358 plantines/m<sup>2</sup> y una capacidad individual de 140 cm<sup>3</sup>. Para la producción de 1.700 plantines en este tipo de contenedor, fueron necesarias 20 bandejas.

2) De paredes permeables: Bandeja monoblock de poliestireno expandido. En este caso las celdas están fijadas al soporte construido en base al material poroso. Las bandejas están divididas en 35 compartimentos, con una capacidad individual de 120 cm<sup>3</sup>. De la misma manera que para el otro tipo de contenedor, para producir 1.700 plantines utilizando este modelo, fueron necesarias 48 bandejas.

Respecto a la limpieza y desinfección de los contenedores, se tuvo en cuenta que éstos habían sido utilizados para producir plantines en las instalaciones del vivero Darwin, por lo que se procedió a lavarlos con agua a presión asegurando que se desprenda todo material extraño adherido a sus paredes. Posteriormente, se realizó un segundo lavado manual con hipoclorito de sodio.

### **3.6 Fases de cultivo**

En función de las necesidades de la empresa y el momento en que se accedió a los insumos, se decidió realizar la producción de plantines durante el verano, con el

objetivo de tener las plantas listas para la plantación otoñal. El proceso productivo en vivero constó de tres etapas claramente diferenciadas: *establecimiento*, *pleno crecimiento* y *endurecimiento*.

La primer fase se inició con la manipulación de los contenedores y terminó con la expansión de las dos primeras hojas verdaderas (0 – 1 mes). La segunda etapa fue aquella en la cual las plantas alcanzaron la altura final y transcurrió desde la expansión de las dos primeras hojas hasta la expansión de 4 o 5 pares de hojas (1 – 3 meses). Ambas fases se llevaron a cabo en el invernáculo anteriormente descrito. Por último, la tercera fase comprendió desde la expansión de 4 o 5 pares de hojas hasta la etapa de evaluación (3 – 5 meses), llevándose a cabo en la cancha de cría fuera del invernáculo.

#### 3.6.1 *Fase 1: Establecimiento*

Luego de la desinfección, el día 06 de diciembre de 2017, se procedió al llenado manual de las bandejas de cultivo. Para esta actividad, se tuvo la precaución de que el contenedor se llene hasta un nivel que no dificulte la labor de siembra y posterior tapado de las semillas. También se tuvo en cuenta, el grado de compactación que se le dio al medio de crecimiento durante el proceso de llenado, de modo de conservar la porosidad del sustrato para que no afecte el normal desarrollo del sistema radicular. Para cumplir con dicha premisa, se completaron los primeros dos centímetros del contenedor con el sustrato aplicándole una leve presión para evitar que se desfonde el cepellón, para luego completar el volumen restante sin efectuar presión alguna.

Tomando como referencia los resultados promisorios de los análisis físicos y fisiológicos de las semillas, se decidió no llevar a cabo la pre-germinación como tampoco la clasificación por tamaño de las semillas -tal como vimos en la visita a Paul Forestal- por suponer que ambos lotes conservaban una buena viabilidad.

De esta manera, el proceso de siembra contempló los siguientes pasos:

- Humedecimiento del lecho de siembra con riego a saturación del sustrato;



- Ubicación de las semillas sobre el medio de crecimiento empleando un salero previamente calibrado;
- Tapado de las semillas con una capa de sustrato de 1 milímetro de espesor, ya que la emergencia más rápida se logra cuando las semillas se entierran a esa profundidad (Paul J.<sup>8</sup>, com. Pers. 2018);
- Traslado de las bandejas a las mesadas de cultivo;
- Riego de asiento de 15 minutos de duración, con el objetivo de humedecer los primeros centímetros del contenedor y desencadenar la germinación de las semillas.

Por tratarse de una siembra de verano, se tuvo la precaución de colocar una segunda malla de media-sombra al 50 % de densidad, ubicada a un metro de altura sobre la cama de semillas, con la finalidad de aminorar la temperatura del sustrato. Una vez que fueron pasando los días, se procedió a quitarla progresivamente para evitar el espigamiento de los plantines.

A los cuatro días de realizada la siembra, comenzaron a emerger los primeros cotiledones. Si bien se logró que en todos los compartimentos germine al menos una semilla, en la mayoría de ellos y como producto de la inexperiencia en la siembra, germinaron 4, 5 o 6 semillas. Teniendo en cuenta que los estadios juveniles de *Eucalyptus spp.* toleran bien el trasplante, se decidió no ralea dicho excedente, sino repicarlos a nuevos contenedores, de modo de aprovecharlos. Una vez que el segundo par de hojas comenzó a formarse, es que se llevó a cabo el repique, ya que el plantín dispone de los órganos necesarios para realizar fotosíntesis que le permiten soportar el estrés post-transplante (Pérez F.<sup>9</sup>, com. Pers., 2018).

El procedimiento se llevó a cabo de la siguiente manera:

---

<sup>8</sup> Paul, Juan: Ing. Forestal de North Carolina State University. Gerente en Paul Forestal SRL.

<sup>9</sup> Pérez, Fabián Alejandro: Ing. Forestal. Director técnico Estación Forestal Parque Pereyra. Ministerio de Agroindustria, Pcia. Bs. As.

- Se descalzó el cepellón del contenedor para colocarlo en una bandeja con agua y generar la disgregación de los plantines del medio de cultivo, teniendo la precaución de no romper raíces al separarlos;
- Se procedió a la colocación de los plantines en una mezcla de barro para protegerlos de la desecación hasta llevarlos a los nuevos contenedores;
- Se realizó un orificio en el contenedor previamente humedecido, y se depositó cuidadosamente el plantín, evitando el enrulamiento de la raíz principal, para finalmente cubrirlo con substrato hasta completar el volumen del contenedor;

Considerando no mezclar trasplante con siembra, los plantines se llevaron a bandejas nuevas debido a que, normalmente, el ejemplar trasplantado difícilmente logra alcanzar el crecimiento de una no trasplantada. Dichos plantines fueron colocados bajo las mesadas durante una semana, con el fin de evitar la exposición directa los rayos solares y así disminuir el estrés post-trasplante.

En cuanto a las bandejas sembradas, al ralear se tuvo especial cuidado en que las plántulas que permanecieron en la cavidad sean aquellas que se encontraban ubicadas lo más al centro posible de esta.

### 3.6.2 Fase 2: pleno crecimiento

Luego de cumplido el primer mes de cultivo -principios de enero de 2018-, se procedió al retiro gradual de la media sombra -unas horas a la mañana y otras por la tarde-, cubriendo al cultivo en los momentos de mayor insolación. Con este procedimiento se buscó aumentar gradualmente la intensidad de la radiación para evitar que los plantines se espiguen demasiado en busca de luz y al mismo tiempo, se fueron adaptando a las condiciones de pleno sol que recibirían en la cancha de cría.

Dado que durante la siembra no se clasificaron las semillas por tamaño, la emergencia de plantas fue heterogénea y el crecimiento posterior de las mismas también. Para que no se mantengan o acrecienten las diferencias iniciales de altura, a mediados de la fase de pleno crecimiento, se revisaron en detalle las bandejas porta-

tubetes removibles y se seleccionaron las plantas por tamaños con el objetivo de que las mismas logren atributos similares a las que les aventajaban al final del proceso.

### 3.6.3 *Fase 3: endurecimiento*

Una planta se establece en terreno cuando inicia el crecimiento radicular en el lugar en que fue plantada. Para que ello ocurra más rápidamente, desde el vivero debe salir suficientemente potenciada para formar nuevas raíces, por lo que se hace necesario rustificarla hasta llevarla a condiciones similares a las que se verá sometida en plantación (Landis et al., 2012). A partir del tercer mes de cultivo, se trasladaron las bandejas hacia una cancha de cría cercana al invernáculo, donde se sometió al cultivo a pleno sol hasta el final del ciclo.

El proceso de endurecimiento tuvo dos etapas bien diferenciadas, la primera fue la detención del crecimiento en altura mediante la disminución gradual de los fertilizantes aplicados y la segunda, la búsqueda de resistencia al estrés hídrico por parte de los plantines, disminuyendo los intervalos de riego.

## **3.7 Riego**

Para la obtención del agua de riego se recurrió a las capas subterráneas del perfil geológico, por contar éstas, con una menor temperatura que las superficiales y por estar libres de semillas de malezas y otros agentes contaminantes. Se aprovechó el mismo pozo profundo que abastece a las aguadas del sistema ganadero, cuya perforación se encuentra a 25 metros de profundidad respecto al nivel del suelo y a 100 metros de distancia respecto al vivero. En este lugar se sitúa una bomba “sq 2-55” marca “Grundfos” con una potencia de 2 HP, que eroga un caudal de 7 m<sup>3</sup>/h. asegurando la disponibilidad de agua durante todo el período de cultivo.

### 3.7.1 *Calidad de agua*

Cuando hablamos de calidad de agua de riego para ser utilizada en viveros forestales, se hace necesario analizarla desde el punto de vista físico y químico. Desde un punto de vista físico, se analizó la presencia de semillas de malezas, algas y otras impurezas presentes en el agua de riego. No se visualizaron problemas en este

sentido, ya que el agua extraída atravesó un *manifold* con dos filtros de anillas localizado en el comienzo de la línea de conducción, con la finalidad de evitar la llegada de semillas y/o partículas finas de suelo a los microaspersores, que además de disminuir la calidad física del agua, podrían generar problemas por obturación de los picos.

Desde un punto de vista químico, se procedió a la toma de muestras representativas del agua disponible para ser utilizada en el riego del cultivo. Dichas muestras fueron llevadas para su análisis al laboratorio de Edafología de la FCAyF, perteneciente a la UNLP.

### 3.7.2 Manejo del riego

Se tuvo en cuenta que no toda el agua a aplicarse mediante riego sería utilizada directamente por las plantas, ya que una parte se lixiviará, otra se evaporará desde las bandejas o del follaje de las plantas y una cantidad importante caerá directamente al suelo del vivero (Escobar Rodríguez R., 1997).

Para determinar *cuánto regar*, en primera instancia se calculó del Coeficiente de uniformidad (CU) del equipo de riego, distribuyendo una cantidad de recipientes a una distancia preestablecida en una mesada cubierta con bandejas de cultivo. Luego de un lapso de tiempo predeterminado (60 minutos), se procedió a medir el volumen de agua captado por cada recipiente y a calcular un promedio de la cantidad de agua recogida. La determinación del CU se realizó mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$CU = \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - X_m|}{n * X_m} \right] * 100$$

donde: CU (%): Coeficiente de Uniformidad de Christiansen;  $X_i$  ( $cm^3$ ): Cantidad de agua recogida individualmente;  $X_m$  ( $cm^3$ ): Media de la cantidad de agua recogida y N: Número de colectores.

Se obtuvo un valor del 78%, siendo los óptimos recomendados valores superiores al 85%, por lo que fue necesario aumentar el tiempo de riego de cada ciclo para poder cumplir con los requerimientos hídricos.

Por otro lado, Landis et al. (1989) mencionan como regla fundamental para el riego por aspersión, aplicar aproximadamente un 10% más de agua que lo necesario para saturar todo el perfil del medio de crecimiento durante cada evento, por lo que se procedió a realizar inspecciones visuales de los contenedores posteriormente a cada riego para poder calcular su tiempo. Si se aplica poca cantidad de agua, el sustrato se reseca y se produce acumulación de sales de los fertilizantes utilizados, causando daño por salinidad o quemadura por fertilizante. Si se aplica agua en exceso, el fertilizante es lixiviado de los contenedores y se pierde (Landis et al., 1989). Teniendo en cuenta esto, y de modo de asegurar que los plantines cumplan con el requerimiento de lixiviación preestablecido, se decidió aplicar un 20% más de agua al calculado para satisfacer las necesidades hídricas en cada etapa del cultivo.

Posteriormente se procedió al cálculo del intervalo de riego necesario para cada etapa, estando éste determinado por las fases fenológicas del cultivo y los impedimentos característicos de cada una de ellas. Hanan et al. (1978) y Landis et al. (1989), concluyeron que no hay instrumento económico, ni preciso, que pueda medir el contenido de humedad del sustrato en contenedores; que cualquier método debe estar basado en observaciones reales y en la experiencia de los viveristas. Para determinar *cuándo regar*, constituye un método eficaz el monitoreo del peso de las bandejas (Galarco, S., 2017), siendo necesario igualmente realizar un seguimiento diario del grado de humedad del cepellón. La idea fue utilizar el peso de una muestra representativa de los contenedores y en función de ello precisar *cuándo regar*, evaluando indirectamente la cantidad de agua evapotranspirada en un determinado período de tiempo. Esto se realizó de la siguiente forma:

- Se tomó como referencia para el ensayo la bandeja forestal porta-tubetes “A 88 SE”, por tratarse de la que mayor capacidad tiene y por lo tanto la que mayor agua de riego demandaría;
- Comenzando el ensayo en las primeras horas de la mañana, se pesó la bandeja con los tubetes llenos del substrato seco, arrojando un valor de 5,94 kg.;
- Luego se regó a saturación hasta evidenciar goteo en el fondo de los tubetes, dejándolos drenar, para luego de 60 minutos, volver a pesar la bandeja con el substrato a saturación, obteniendo un peso de 8,74 kg. Este resultado fue considerado como “peso a capacidad de contenedor”;
- Se colocó la bandeja en el invernáculo, hasta evaporarse toda el agua de los contenedores;
- Se controló el peso de las bandejas cada 6 horas, hasta llegar al peso que originalmente tenía la bandeja con el substrato seco. La diferencia entre ambas pesadas, se consideró como “pérdida de agua aprovechable”, siendo de 2,8 kg.;
- Se estableció la diferencia entre “peso a capacidad de contenedor” y “pérdida de agua aprovechable” y se registró como “cantidad total de agua aprovechable”;
- Por último, se registró el tiempo que transcurrió hasta que la bandeja volvió a su peso original de 5,94 kg., siendo de 36 horas.

Durante el proceso de germinación se tuvo cuidado en que la cama de semillas se mantenga con una humedad lo más cercana posible a la capacidad de contenedor, aplicando dos riegos diarios de 30 minutos de duración -uno por la mañana y otro por la tarde-, sin tener en cuenta los riegos eventuales con el fin de disminuir la temperatura del invernáculo por debajo de los 35°C. Pero una vez que se produjo la aparición de los cotiledones en más del 90 % de las cavidades de una bandeja, se disminuyó la humedad del contenedor a niveles del 75 % de pérdida del agua aprovechable, con el objetivo de que el sistema radicular de las plantas ocupe todo el perfil del contenedor (Landis et al., 1989). De esta manera, siendo la pérdida de agua aprovechable de 2,8 kg, se calculó el peso que deberían tener las bandejas para no

encontrarse nunca por debajo de este umbral ( $2,8 \text{ kg} \times 0,75 = 2,1 \text{ kg}$ ). Esto quiere decir que al llegar al valor de 8,04 kg las bandejas debieran regarse nuevamente.

Para la fase de pleno crecimiento el procedimiento fue similar, aunque con algunas variantes:

- La bandeja con los tubetes llenos del substrato seco arrojaron un valor de 7,96 kg y el peso a “capacidad de contenedor” fue de 11,92 kg;
- Se mantuvo a las plantas en el ambiente del vivero hasta percibirse los primeros signos de marchitez, pesándose nuevamente la bandeja y registrándose la diferencia como peso de “pérdida de agua aprovechable” ( $11,92 - 7,96 = 3,96 \text{ kg}$ ).
- El riego siempre se hizo hasta lograr goteo en la base del contenedor, repitiéndose cuando el agua disponible bajaba al 50 %. De esta manera, siendo la pérdida de agua aprovechable de 3,96 kg, se procedió al cálculo del peso que deberían tener las bandejas para no estar nunca por debajo de este umbral ( $3,96 \text{ kg} \times 0,50 = 1,98 \text{ kg}$ ). Esto quiere decir que al llegar al valor de 9,94 kg las bandejas deberían regarse nuevamente.

Para la última fase, según los valores de “peso a capacidad de contenedor” (12,16 kg) y “peso a punto de marchitez permanente” (8,26 kg) se calculó la “pérdida de agua aprovechable” (3,9 kg). El agua se fue reduciendo gradualmente, hasta llegar a mantener las plantas hasta siete días en 100 % de pérdida de agua aprovechable.

### **3.8 Manejo de la nutrición**

La fertilización es la práctica de manejo más importante utilizada por los viveros para modificar positivamente la calidad y el crecimiento de los plantines. Aquellos cultivados en medios de crecimiento sin suelo orgánico, necesitan recibir externamente los nutrientes minerales que requieren para crecer (Kastem Dumroese, 2012).

Como en la mezcla del medio de crecimiento no se suministraron elementos fertilizantes de lenta entrega, se decidió utilizar el producto comercial Inicium® a partir de la tercer semana de cultivo. Se trata de un fertilizante órgano-mineral líquido N-P,

iniciador de la actividad radicular compuesto por una base de péptidos de bajo peso molecular. En cuanto a su composición química consta de: materia orgánica 40% (p/p); nitrógeno total 5,5% (p/p); nitrógeno orgánico 5,5% (p/p) y fósforo 5,5 % (p/p).

Para la segunda fase del cultivo, se utilizó el mismo producto pero con una disminución gradual de la concentración aplicada, de modo de no favorecer el desarrollo aéreo por sobre el radicular. También se viró gradualmente hacia una fertilización basada principalmente en Fósforo y Potasio. El producto que se utilizó es el MyR PK, que aporta una combinación equilibrada de dos elementos esenciales en la nutrición vegetal. En cuanto a su composición, consta de: nitrógeno total orgánico 3%; fósforo 13%; potasio soluble 12%; materia orgánica 15% y grado 3-13-12.

Para la última etapa, con el fin de lograr la detención del crecimiento en altura de las plantas, se disminuyó progresivamente el contenido de nitrógeno en el plan nutricional, manteniendo el resto de los elementos en los niveles que se venían utilizando. Con respecto a la frecuencia de las aplicaciones, se bajaron a la mitad hasta desaparecer del esquema de manejo en el último mes de endurecimiento.

Si bien el potasio no es un componente estructural de la planta, su importancia radica en ser utilizado en la mayor parte de los procesos metabólicos y como promotor de la resistencia al estrés (Escobar Rodríguez R., 1997). Por ello, se añadieron al plan de fertilización, dos aplicaciones del producto AGRO-K Amino: un polvo soluble de acción foliar con un alto contenido de potasio adicionado con extractos orgánicos y L-aminoácidos libres, ideales para reforzar la resistencia de la planta al estrés hídrico y de temperatura, así como al ataque de enfermedades.

El plan de fertilización puede observarse en la Tabla 4 del Apéndice.

### **3.9 Manejo sanitario**

De la misma manera que ocurre con la fertilización, es fundamental llevar a cabo un correcto manejo sanitario. Fue por eso que a partir de la emergencia de los plantines, se llevó a cabo un tratamiento preventivo de enfermedades fúngicas mediante la aplicación foliar y combinada de los productos CAPTAN 50 WP y



BENOMIL 50 WP, para evitar la aparición de hongos causantes del “Mal de los almácigos<sup>10</sup>”, así como también de aquellos que podrían aparecer en el transcurso del ciclo productivo como son *Oidium spp.*, *Phaeoseptoria eucalypti*, *Botrytis spp.*. Si bien el marbete no indica su uso en especies forestales, se eligió dicha combinación basándose en la experiencia en el vivero de la Estación Forestal Parque Pereyra Iraola, donde lo utilizan para prevenir enfermedades fúngicas en invernáculo (Pérez F., com. Pers. 2016). Se planificó el manejo sanitario tal como figura en la Tabla 5 del Apéndice.

El producto CAPTAN 50 WP viene en forma de polvo mojable, siendo su principio activo una carboxamida con actividad fungicida, preventiva y curativa, de amplio espectro y absorción por vía radical y foliar.

En la composición del producto BENOMIL 50, el 50% corresponde al principio activo y el porcentaje restante es material inerte. Éste es un fungicida sistémico utilizado para la prevención y control de un gran número de enfermedades fúngicas, que cuando se aplica al follaje, penetra en el tejido traslocándose por la savia a toda la planta.

### **3.10 Registros**

Mantener registros detallados del desarrollo de las plantas y las actividades llevadas a cabo, es otro componente esencial de una buena gestión y administración de un vivero, siendo uno de los beneficios potenciales de esta práctica, el desarrollo de un protocolo de cultivo para la especie en cuestión (CIEFAP, 2012). Para lograr este cometido, se recurrió a la elaboración de un diario de vivero, donde se registraron las condiciones y las prácticas de manejo realizadas cada día. Además sirvió para tener un seguimiento del crecimiento de las plantas.

A continuación, se mencionan algunos de los aspectos relevados.

#### **3.10.1 Temperaturas y precipitaciones**

---

<sup>10</sup> *Dumping off*: enfermedad que ataca a los cultivos durante el proceso de germinación.

Si bien la información histórica del clima sirvió como referencia para iniciar el ciclo, se procedió al relevamiento de los datos de temperatura y precipitaciones durante las distintas fases de cultivo –tanto en el invernáculo como en la cancha de cría- de manera tal de poder supervisar el microclima generado y controlarlo mediante el manejo cultural<sup>11</sup> en caso de resultar necesario.

Para supervisar las temperaturas, se colocó un termómetro de bulbo sellado con Mercurio cubriendo un rango de temperaturas que va desde -20 °C hasta 50 °C, para registrar dicha variable durante tres veces al día en los horarios de 06:00, 15:00 y 19:00 horas. Cabe mencionar que sirvió para determinar la necesidad de realizar riegos para bajar la temperatura cuando ésta superaba los 35 °C. Esta información se encuentra disponible en el Gráfico 1 del Apéndice.

Para medir las precipitaciones durante la fase de endurecimiento, se utilizó un pluviómetro de lectura directa, fabricado en acrílico transparente y con capacidad de 110 mm.

### 3.10.2 Aparición de plagas y enfermedades

Durante el transcurso del primer mes de cultivo, se evidenciaron daños en hojas en forma de puntuaciones y/o faltante de alguna parte de la lámina, estimándose que podría tratarse de algún ataque relacionado a *trips* y larvas de Lepidópteros respectivamente. Por esta razón se comenzó un plan de control de plagas empleando el producto comercial PUNTO 35, cuyo principio activo es imidacloprid: 1-(6-cloro-3-piridinil-metil)-N-nitro-imidazolidin-2-ilideneamina al 35% p/v. Es un insecticida sistémico que actúa por ingestión y contacto, específico para el control de insectos, pulgones, *trips* y otros. El tratamiento consistió en un total de tres aplicaciones espaciadas semanalmente, con una concentración de 50 cm<sup>3</sup> del producto comercial (PC) por hectolitro de agua destilada.

---

11 Se entiende por manejo cultural aquellas prácticas surgidas de la experiencia que permitan regular las variables climáticas extremas, como son el manejo del riego, de la media-sombra, etc.

Transcurridos cuatro meses de cultivo, se observaron síntomas de atizomamiento apical, puntuaciones negras y manchas circulares rojas en hojas, indicadoras de la presencia de alguna enfermedad fúngica, probablemente producto de la conjunción atípica de las altas precipitaciones y elevadas temperaturas que se presentaron en el mes de abril. Se recurrió a tomar una muestra representativa de la problemática con distintos grados de severidad, para ser analizada en la cátedra de Protección Forestal de la FCAYF, UNLP.

Luego, se procedió a descalzar los plantines enfermos para observar si el sistema radical presentaba algún síntoma. Resultó notable la heterogeneidad del color de las raíces, siendo blanco crema en la parte basal de la cabellera y amarronado hacia la periferia, dando indicios de necrosis. A partir de consultas bibliográficas y en función de la experiencia obtenida en el vivero Paul Forestal SRL, se dedujo que si bien algunas plantas presentaban escaso desarrollo de raíces secundarias y coloración parda del cepellón, esto podía deberse a que los plantines se encontraban en la fase de dormancia, en la que reducen sus procesos metabólicos generando una merma en el crecimiento -tanto aéreo como radicular- traduciéndose en un cambio de coloración en las raíces. Se concluyó que si fuera un problema relacionado a un hongo que afecte la zona radical, se observaría el descortezamiento de las raíces, típico de estas enfermedades. Como esto no sucedió y el desarrollo del cepellón pareció ser normal, se determinó que el problema surgió en la parte aérea.

Posteriormente se retiró material enfermo para ser analizado bajo lupa, observándose puntuaciones de color rojo características de la enfermedad conocida como "Viruela del Eucalyptus" -causado por *Phaeoseptoria eucalypti*- y colonias correspondientes a *Alternaria alternata*, ésta última confirmada bajo observaciones con microscopio óptico. Luego se realizó una cámara húmeda a fin de obtener la constatación de algún otro signo que permitiera identificar el origen de los síntomas, obteniéndose nuevamente colonias de *A. alternata*.

Como tratamiento para contrarrestar este problema, se retiró manualmente el material enfermo -hojas, tallos o plantas enteras-, para luego efectuar la eliminación por medio del fuego de todo aquello que podría ser fuente de inóculo. Por último se realizó una aplicación concentrada de Captan y Benomil al 4% v/v y se suspendieron los riegos.

### **3.11 Medición de las variables**

Teniendo en cuenta que se trató de una producción de verano -que habitualmente se extiende entre 90 y 150 días (Paul J., com. Pers., 2018)-, se llevó a cabo un seguimiento y mantenimiento continuo de la producción hasta completar el ciclo estipulado en 150 días.

Para el muestreo final, se buscó aleatorizar la elección del material de modo de optimizar el ensayo: en primer lugar, acomodando las bandejas de cada procedencia por separado y ubicando dentro de cada una de ellas, los distintos contenedores por bloques, de manera de poder descartar los ubicados en el borde, analizando únicamente las bandejas centrales. Luego, se realizó la aleatorización dentro de la bandeja, sorteando la fila y el plantín a ser descalzado para su análisis.

Para obtener un ensayo consistente, se recomienda que el error tenga más de 12 grados de libertad (Altamirano, R.<sup>12</sup>, com. Pers., 2018). Para este caso, el mínimo de repeticiones serían 4 plantines de cada combinación (HSP-Cp, HSP-Cnp, HSC-Cp y HSC-Cnp). Teniendo en cuenta que la medición de las variables lo permite, se decidió analizar 10 repeticiones de cada combinación para obtener conclusiones más consistentes y confiables. De esta manera, transcurridos los 150 días, se midieron las variables que caracterizan la calidad del plantín forestal con el instrumental adecuado para cada situación:

- **Generales:**

---

<sup>12</sup> Altamirano, Rodrigo Pablo. Cátedra de Cálculo Estadístico y Biometría. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales -UNLP-.

- **Eficiencia de la producción (%):** relación entre semillas sembradas y plantas logradas.

- **Particulares:**

**Parte aérea:**

- *Altura promedio (cm.):* con regla graduada al milímetro;
- *Diámetro del tallo (mm.):* con calibre digital 0-150 mm de acero;
- *Relación tallo-raíz:* con regla graduada al milímetro;
- *Coloración rojiza en la zona apical:* percepción visual.

**Sistema radicular:**

- *Firmeza del cepellón:* se evaluó el desprendimiento de sustrato mediante la simulación de una extracción brusca del contenedor, recurriendo al uso de una variable ordinal que cuantifique la firmeza del cepellón al momento de plantación, con cuatro categorías:

4: cepellón muy firme que se mantiene integro;

3: cepellón firme con desprendimientos de agregados;

2: cepellón moderadamente firme, con considerable desprendimiento de agregados perdiendo hasta un 30% del volumen original;

1: cepellón poco firme, con desprendimiento de agregados mayores al 30%.

- *Enrulamiento radicular:* percepción visual;
- *Presencia de yemas y raíces secundarias:* percepción visual de raíces blancas que darían indicios de actividad.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. Protocolo de propagación**

Es un documento diseñado para funcionar como una guía detallada, que describa los pasos para cultivar una especie en particular en un vivero dado, abarcando todo el proceso, desde la recolección de material de propagación hasta el momento de la plantación en el campo (CIEFAP, 2012).

A partir de los registros diarios del cultivo, se elaboró un cronograma mensual de las tareas necesarias para la producción estival de plantines de 5 meses de edad de *Eucalyptus dunnii* Maiden en la localidad de Chascomús, como se ve representado en la Tabla 2.

(Tabla 2, aquí)

#### **4.2 Generales: Eficiencia de la producción (%)**

Es preciso aclarar que dado que la siembra fue efectuada con salero y se llevó a cabo un posterior repique del excedente de plantines, no puede entenderse a la eficiencia de producción como una relación entre semillas sembradas y plantines logrados. De todos modos, mediante el cálculo de la relación entre los tubetes completados (3.400) y los plantines que finalmente se lograron (3.262), se obtuvo una eficiencia del proceso productivo del 95,94%, siendo superior a lo estipulada previamente. Tanto para el HSP como para el HSC, se obtuvieron mejores porcentajes de supervivencia con las bandejas *forestales porta-tubetes "A 88 SE"* que en las bandejas *monoblock de telgopor*. De todas formas, se considera poco significativa esta diferencia, por ubicarse ambos por encima del 90%. Para más información, consultar la Tabla 6 del Apéndice.

#### **4.3 Particulares:**

Para el caso de las variables cuantitativas continuas se evaluaron con un análisis de la varianza (ANOVA) de tipo factorial, con el objetivo de evaluar el efecto individual y conjunto de la procedencia y el tipo de contenedor (tratamientos: HSC-Cnp, HSC-Cp, HSP-Cnp y HSP-Cp) sobre una variable dependiente cuantitativa; como son la altura, el diámetro del cuello y la relación raíz:tallo. Esto se resolvió con una prueba F, utilizando un  $\alpha$  de 0,05.

##### *4.3.1 Altura (cm.):*

Se observa una mínima diferencia entre las alturas promedio vinculada a los tipos de contenedores, arrojando mayores valores para los no permeables con respecto a los permeables. Se llevó a cabo un ANOVA, determinándose que las

diferencias no son significativas en torno a la procedencia genética (VALOR-P: 0,2564) y a la interacción procedencia-contenedor (VALOR-P: 0,6892), pero si existen diferencias significativas en torno a los tipos de contenedores (VALOR-P: 0,0313), por lo que se procedió a efectuar un análisis mediante el test de Tukey, confirmándose que las diferencias en relación a la altura de los plantines son debidas al tipo de contenedor.

#### *4.3.2 Diámetro del tallo a la altura del cuello (mm.):*

Según el ANOVA, las diferencias entre los tratamientos no fueron significativas, tanto para la procedencia genética (VALOR-P= 0,8054) como para los contenedores (VALOR-P= 0,1691) así como también para la interacción entre ambos (VALOR-P= 0,5832), indicando que las diferencias evidenciadas se debieron al azar.

#### *4.3.3 Relación tallo-raíz:*

En función del ANOVA efectuado, se observa que las diferencias no fueron significativas en relación a la procedencia genética (VALOR-P= 0,2954) ni a la interacción procedencia-contenedor (VALOR-P= 0,6125). Si aparecen en torno al tipo de contenedor empleado (VALOR-P< 0,0001), lo que indica que las diferencias entre las medias no son debidas al azar, sino a las propias combinaciones. Para evaluar estos efectos, se llevó a cabo un test de Tukey, comparando el tratamiento Cnp con el Cnp, se contempla que difieren en forma significativa.

Teniendo en cuenta el límite de calidad adoptado para esta variable -menor a 3-, se obtuvieron plantines más equilibrados con los contenedores no permeables, producto de la mayor longitud del tubete con respecto al alvéolo de la bandeja de poliestireno.

#### *4.3.4 Coloración rojiza en la zona apical:*

Se observa que los tratamientos que incluyen a los contenedores no permeables presentaron un 100% de coloración rojiza en el ápice y que en algunos contenedores permeables hubo ausencia de color. Esto ocurrió producto de la competencia desigual por la luz que tuvieron ambos tipos de contenedores: las

bandejas monoblock de telgopor no permitieron realizar una clasificación por tamaño en las primeras etapas, generando un microclima dentro del canopeo que no permitió rustificar aquellos que quedaron suprimidos por los de mayor altura. De todas maneras, se resolvió determinar el grado de significancia de sus diferencias mediando un test de independencia (Chi cuadrado) para poder determinar la existencia de alguna relación entre los tratamientos – HSP-Cnp, HSP-Cp, HSC-Cnp, HSC-Cp – y la condición. De la misma manera que para las variables anteriores, al ser el VALOR-P de 0,0833, existe una alta probabilidad de que las diferencias encontradas, sean debidas al azar.

#### 4.3.5 *Firmeza del cepellón:*

Por tratarse de una variable ordinal, se utilizó para su análisis estadístico el análisis de la varianza no paramétrico propuesto por Kruskal y Wallis, que permite comparar las esperanzas de dos o más distribuciones sin necesidad de realizar el supuesto de que los términos de error se distribuyen normalmente (Palazzini D.<sup>13</sup>, com. Pers. 2018). Se advierte que el efecto de los tratamientos fue significativo (VALOR-P < 0,0001), lo que indica que las diferencias no son debidas al azar, sino a las propias combinaciones.

El tratamiento HSC-Cnp con el HSP-Cnp no difiere en forma sustancial. Lo mismo ocurre para las combinaciones correspondientes a los contenedores permeables. Resulta claro que las diferencias significativas que aparecen, se deben al tipo de contenedor –permeable y no permeable- y no a la procedencia genética.

#### 4.3.6 *Enrulamiento radicular:*

La ausencia de enrulamiento radicular fue categórica en todos los tratamientos, por lo que resulto innecesario realizar un análisis estadístico. Se concluye para esta variable, que no existe diferencia alguna entre los tipos de contenedores ni entre las

---

<sup>13</sup> Palazzini, Dino Andrés. Departamento de Ciencias Biológicas -Ciencias Agrarias y Forestales-, UNLP.



procedencias, estando más relacionada con la duración del ciclo -150 días- que con los materiales de propagación e insumos empleados para el cultivo.

#### *4.3.7 Presencia de yemas y raíces secundarias:*

Para el caso de la presencia de yemas y raíces secundarias que indicarían actividad radicular, se analizó con un test de independencia (Chi cuadrado), por tratarse de una variable cualitativa. Se desprende del análisis que existen diferencias significativas entre los tratamientos (VALOR-P= 0,0007), no siendo estas debidas al azar, sino a los diferentes contenedores empleados.

Para más información con respecto a las variables particulares, pueden consultarse las Tablas 7, 8 y 9 del Apéndice.

## **5. DISCUSIÓN**

En cuanto al tamaño de los plantines, aquellos cultivados en contenedores no permeables presentaron un mayor volumen de capacidad disponible para la formación del cepellón, lo que determinó su tamaño final. Como consecuencia, se obtuvieron ejemplares más altos y con mayor diámetro a la altura del cuello, estimándose que tendrán una mayor aptitud para la supervivencia y el crecimiento bajo estas condiciones.

Conforme lo mencionado por J. Paul durante la visita realizada a su vivero, la importancia en el largo del contenedor radica en determinar la longitud del sistema radicular, un factor clave para sitios de plantación secos. Muchos productores prefieren cepellones profundos que puedan estar en contacto con la humedad del suelo a lo largo de toda la temporada de crecimiento. En este sentido es importante mencionar que producto de la mayor profundidad de los envases no permeables, se generó un plantín más equilibrado entre la parte aérea y la radical, con respecto a los permeables.

En cuanto a la forma estructural de ambos contenedores, son fundamentales la conicidad y las costillas laterales de los tubetes no permeables, ya que posibilitan el

direccionamiento radical asegurando un cepellón sin enrulamiento, como puede verse en la Imagen 1.

(Imagen 1, aquí).

Las especies que tienen raíces vigorosas como las del género *Eucalyptus spp.*, llegan rápidamente al fondo del contenedor pudiendo espiralarse y crecer enmarañadas (Kasten Dumroese et al., 2012). Esto se vio claramente en los contenedores permeables, en los que se produjo entrecruzamiento de cepellones al penetrar sus raíces las paredes internas de las cavidades, lo que dificultó su extracción disminuyendo la calidad del plantín considerablemente. Como conclusión, si se utilizan contenedores permeables, es fundamental realizar una poda radicular y revestir las paredes de los contenedores con químicos, tales como carbonato cúprico u oxiclорuro de cobre (Galarco, com. Pers., 2018).

Tanto las bandejas como los contenedores debieron moverse varias veces durante las distintas etapas productivas, de modo que su manipulación debe tenerse como un tópico importante desde el punto de vista de la logística. Los contenedores no permeables, cuyas celdas son intercambiables, requirieron de un mayor manejo debido a que debieron desplegarse previo al llenado y para la siembra. Por otra parte, si bien su tamaño y peso afectan el traslado, esto no es tomado en cuenta a la hora de optar por un tipo de producción u otra.

Una ventaja que mostraron los contenedores con celdas intercambiables –no permeables–, es que permitieron reemplazar celdas vacías por otras que tuvieron semillas germinadas, y/o las celdas con plantas enfermas o mal formadas por celdas con plantas sanas. Este reordenamiento permitió producir lotes más homogéneos y además, ahorrar una cantidad importante de espacio en el vivero.

Los contenedores permeables tienen la ventaja de ser relativamente livianos y durables; lo que permite tolerar bien el traslado y reutilizarse durante 3 años o aún más (Pérez F., com. Pers., 2018). Además, por ser el telgopor un material con buena aislación protege a las raíces de daño por altas temperaturas, manteniendo el

substrato fresco (Luna et al., 2012). Una importante desventaja es que las plantas no pudieron separarse ni reordenarse, de forma que las cavidades vacías y las plantas raleadas redujeron la eficiencia en el uso del espacio.

Es menester mencionar que producto de la mayor densidad de plantas en las bandejas porta-tubetes, surgieron algunas complicaciones adicionales a partir del primer mes de cultivo, como por ejemplo la dificultad adicional al momento de regar y fertilizar con aspersores, ya que el agua y los fertilizantes líquidos debían atravesar el canopeo. Además, este aspecto pudo haber sido clave para la aparición de enfermedades fúngicas, ya que se presenta una mayor probabilidad de aparición de patologías foliares debido a la escasa circulación de aire entre las plantas.

## **6. CONCLUSIONES / RECOMENDACIONES**

El objetivo final es que el plantín sobreviva y crezca adecuadamente en las condiciones de sitio del partido de Chascomús. Al no contar con información disponible en cuanto al ideotipo de plantín para la zona, se tomaron como referencia para el proyecto, los parámetros biológicos mencionados en la introducción. En el marco de la cursada de Dasonomía y de la pasantía en el vivero provincial, se pudieron observar las variables de calidad para un plantín forestal, las cuales fueron confirmadas en la visita al vivero Paul Forestal. Por lo tanto se concluye que se pudo lograr la producción de los plantines requerida por la empresa, tanto en cantidad como en calidad.

Con respecto a los tipos de contenedores, los mejores resultados en cuanto al tipo de plantín deseado se obtuvieron con los contenedores no permeables (bandejas forestales porta-tubetes "A 88 SE"). Esto se observó para todas las variables estudiadas, donde la mejor combinación se obtuvo para los plantines producidos en contenedores no permeables, siendo la procedencia genética una variable que no determinó grandes diferencias en la etapa de vivero.

(Imagen 8, aquí)

En torno a las distintas procedencias genéticas, resulta importante mencionar, que por más que no se observaron diferencias fenotípicas estadísticamente significativas

en los plantines obtenidos, es posible que el comportamiento a campo difiera en el largo plazo. Por ejemplo, para el HSP, producto de la mayor variabilidad genética, se podría esperar una respuesta más plástica a las variaciones edáficas y climáticas típicas de la zona. Lo mismo ocurriría con la respuesta a enfermedades y/o patógenos. Como contraposición, la mayor variabilidad genética podría implicar también una plantación con crecimiento menos uniforme en el largo plazo. Por lo tanto, como recomendación a futuro, se propone tener en cuenta la experiencia que surja del comportamiento a campo de los plantines, para poder determinar si los criterios de calidad elegidos para la etapa de vivero, son coincidentes con los mejores resultados del árbol en cuanto a su establecimiento como plantación.

Aunque los aspectos constructivos de un contenedor sean importantes, el costo y la disponibilidad suelen ser los factores determinantes en su selección. Finalizada la experiencia y en base al análisis de costos, considero que si bien el valor diferencial del plantín producido en contenedor no permeable, respecto del originado en contenedor permeable es ligeramente mayor, la calidad obtenida en el primero de ellos justifica su gasto, más aun tomando en cuenta las características de la zona donde será implantado. De esta manera se logrará la obtención de un cepellón que ostente una firmeza y actividad radicular tal que permita asegurar la supervivencia del plantín, su establecimiento posterior a campo y la homogeneidad del monte.

Para concluir el trabajo, es importante mencionar algunos desaciertos que se cometieron producto de la inexperiencia, como por ejemplo en el método de las pesadas que permitió determinar cuándo regar en cada etapa, debería haberse tomado como referencia las bandejas de menor capacidad –bandejas monoblock de poliestireno-, por presentarse el déficit hídrico con antelación a las de mayor volumen. Por otra parte, hubiese sido importante para la sanidad del plantín y la prevención de aparición de plagas y enfermedades, haber promovido la proliferación de micorrizas a partir del aporte de éstas en el substrato; así como también emplear semilla del mismo tamaño y tamizada para homogeneizar la producción.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

ACHINELLI, F., CIOCCHINI, G., DONNA, F., GALARCO, S., GONZÁLEZ, A., PÉREZ, F. 2017. Crecimiento de *Eucalyptus dunnii* Maiden en el noreste de la pampa deprimida de Buenos Aires. XXXI Jornadas Forestales de Entre Ríos. 5 pp.

BUAMSCHA G., CONTARDI L., DUMROESE R., ENRICCI J., ESCOBAR R., GONDA H., JACOBS D., LANDIS D., LUNA T., MEXAL J. y WILKINSON K.. 2012. Producción de plantas en viveros forestales. Ed. Lugar Editorial. Buenos Aires. 194 pp.

DANGAVS, N., MORMENEO, M. 2012. Geolmología y paleolmología de la laguna Adela, Chascomús, Buenos Aires, Argentina. Revista del Museo de La Plata - Sección Geología. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. 26 pp.

DELL' ARCIPRETE, V., GELID, P., LÓPEZ, G., PATHAUER, P. 2003. Evaluación de orígenes y progenies de *Eucalyptus dunnii* Maiden en el centro de la provincia de Buenos Aires. Décimas Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. EEA Montecarlo. INTA El dorado. Misiones, Argentina. 5 pp.

GALARCO, S. 2017. Clase de producción de plantines forestales en contenedor. Introducción a la Dasonomía. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de La Plata. Disponible en: [http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/35202/mod\\_resource/content/1/Producci%C3%B3n%20de%20plantas%20en%20contenedores.pdf](http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/35202/mod_resource/content/1/Producci%C3%B3n%20de%20plantas%20en%20contenedores.pdf). Último acceso: Noviembre 2017.

KASTEN DUMROESE, R., LANDIS, T., LUNA, T.. 2012. Producción de plantas en viveros forestales. Contenedores: Aspectos técnicos, biológicos y económicos. pp. 79-85.

PAUL, J. 2016. La rentabilidad de una forestación se define desde su inicio. El plantín de calidad, su implantación y su manejo. Jornadas Forestales. Disponible en: <http://fcf.unse.edu.ar/eventos/1-jornadas-forestales/pdfs/EI%20plantin%20de%20calidad.pdf>. 6 pp.

Tabla 1: Ensayo de calidad física y fisiológica de semilla.

Table of contents 1: Essay of physical and physiological seed quality.

CALIDAD DE SEMILLA	HSP I	HSP II	Promedio	HSC I	HSC II	Promedio
CALIDAD FÍSICA						
Pureza (%)			32,21			16,83
Peso de 100 semillas (gr.)			0,0643			0,0684
Semillas por kilogramo			500.932			246.053
CALIDAD FISIOLÓGICA						
Capacidad Germinativa (%)						
Germinación	72	79	75,5	81	77	79
Semillas con signos de imbibición	11	7		5	8	
Viabilidad (%)	83	86	84,5	86	85	85,5

Tabla 2: Protocolo de cultivo estival de plantines de *Eucalyptus dunnii* Maiden en la localidad de Chascomús.

Table of content 2: Protocol of summer cultivation of *Eucalyptus dunnii* Maiden seedlings in Chascomús.

NOVIEMBRE 2017							
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
SEMANA 1			1				
SEMANA 2				2			
SEMANA 3		3					
SEMANA 4				4		5	
SEMANA 5	6	7		8			

DICIEMBRE 2017							
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
SEMANA 1					9		
SEMANA 2				10	11		
SEMANA 3	12			13	14		
SEMANA 4			12	15	14		
SEMANA 5		16			14	12	

ENERO 2018							
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
SEMANA 1		16			14		
SEMANA 2	17	18	19		20		
SEMANA 3	21	18			19	22	
SEMANA 4	21	18				23	
SEMANA 5	21	18	19				



FEBRERO 2018							
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
SEMANA 1							
SEMANA 2			18	19			
SEMANA 3				18	24	19	
SEMANA 4					18		
SEMANA 5			19				

MARZO 2018							
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
SEMANA 1						18	
SEMANA 2	25	26	27			28	
SEMANA 3	29					27	
SEMANA 4		28					
SEMANA 5		27			28		

ABRIL 2018							
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
SEMANA 1							
SEMANA 2	28		27		30		
SEMANA 3	29	31	27	28			
SEMANA 4	30						
SEMANA 5	28						

MAYO 2018							
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
SEMANA 1		32					
SEMANA 2							
SEMANA 3		33					
SEMANA 4							
SEMANA 5							

## **REFERENCIAS de la Tabla 9**

### **REFERENCES of Table of content 9**

- 1: Búsqueda bibliográfica;
- 2: Análisis de calidad de agua;
- 3: Análisis de semillas;
- 4: Preparación de materiales e insumos;
- 5: Cálculo de la cantidad de semilla;
- 6: Limpieza de contenedores;
- 7: Visita a vivero Paul Forestal;
- 8: Preparación de contenedores;
- 9: Control de temperaturas en invernáculo;
- 10: Tareas pre-siembra: riego de asiento, preparación de semillas y materiales para la siembra, etc.;
- 11: Siembra;
- 12: Plan sanitario para la fase 1: aplicación de fungicida preventivo;
- 13: Regulación de los tiempos de riego para la fase 1;
- 14: Plan de fertilización para la fase 1;
- 15: Regulación de la media-sombra;
- 16: Repique de plantines remanentes;
- 17: Traslado de mesadas hacia la cancha de cría;
- 18: Regulación de tiempos de riego para la fase 2;
- 19: Plan sanitario para la fase 2: aplicación de fungicida e insecticida;
- 20: Control de temperaturas y precipitaciones en cancha de cría;
- 21: Plan de fertilización para la fase 2;
- 22: Retiro gradual de la media-sombra;
- 23: Reacomodamiento de plantines por tamaño y estado sanitario en las bandejas con contenedores no permeables;
- 24: Mediciones de término medio;

- 25: Traslado de mesadas;
- 26: Regulación de tiempos de riego para el primer mes de la fase 3;
- 27: Plan de fertilización para la fase 3;
- 28: Plan sanitario para la fase 3;
- 29: Control de temperaturas y precipitaciones;
- 30: Fertilización potásica;
- 31: Regulación de tiempos de riego para el segundo mes de la fase 3;
- 32: Última aplicación de fertilización potásica;
- 33: Medición final.

FASE 1: Establecimiento

FASE 2: Pleno crecimiento

FASE 3: Rustificación

Imagen 1: Diferencias en la arquitectura del sistema radical en ambos tipos de contenedores.

Image 1: Differences in the architecture of the radical system in both types of containers.



## 8 APÉNDICE

Tabla 1: Datos climáticos promedio para Chascomús durante el período 1981-2010 (fuente: INTA Chascomús, 2017).

Table of contents 1: Average weather data for Chascomús for the interval 1981-2010 (source: INTA Chascomús).

	TM (°C)	TMáx (°C)	TMín (°C)	HR (%)	VEL V (km/h)	NUB (octavo)	Pp (mm)
Enero	22,3	28,3	18,3	75,1	14,4	3,6	96,2
Febrero	21,4	27,1	16,1	78,4	13,1	3,45	106,2
Marzo	19,7	25,4	14,7	80,6	11,9	3,4	99,8
Abril	15,8	21,5	12,3	82,6	10,9	3,5	96,3
Mayo	12,3	17,9	9	84,3	11	4	63,6
Junio	9,3	14,4	6,2	85,5	11	4,3	62,3
Julio	8,4	13,7	5,4	85	12,1	4,2	62,1
Agosto	10,3	15,8	6,7	82,8	13,2	4,1	65,0
Septiembre	12,1	17,3	8,2	80,9	14,85	4,05	73,3
Octubre	15,3	30,8	11,3	79,2	14,7	4,05	101,1
Noviembre	18,0	23,5	14	77,1	15,2	3,9	108,3
Diciembre	20,7	26,6	16,7	74,0	15	3,7	81,3

Figura 1: Establecimiento Santa Julia (286 has.) y vivero (2 has.)

Figure 1: Establishment Santa Julia (286 has.) and nursery (2 has.)

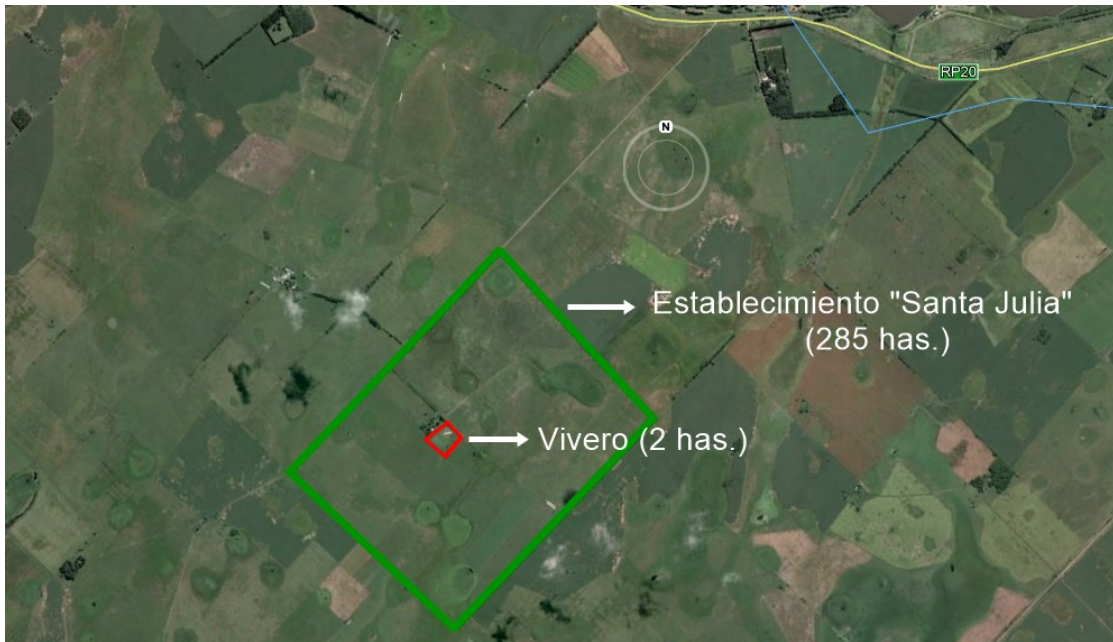


Tabla 2: Análisis de calidad de agua utilizada para el riego.

Table of contents 2: Quality of the water used for irrigation.

Tipo de análisis	Resultados	Valores del C.A.A. para agua potable
pH	7,25	6,50-8,50
Dureza total [mg/L] (como carbonato de calcio)	250	Máx. 400[mg/l]
Dureza cálcica [mg/L] (como carbonato de calcio)	117,5	Máx. 625[mg/l]
Dureza magnésica [mg/L] (como carbonato de magnesio)	111,7	Máx. 175[mg/l]
Sólidos disueltos totales [mg/L]	840	Máx. 1500 [mg/l]
Sulfato[mg/L]	546,1	400 [mg/L]
Nitrato[mg/L]	26	Máx. 45 [mg/L]
Nitrito[mg/L]	Negativo	Máx. 0,10 [mg/L]
Sodio	198,6	Máx. 200 [mg/L]
RAS	8,94	

Tabla 3: Estándares de calidad de agua de riego para viveros (fuente: Landis et al. 1989).

Table of contents 3: Irrigation water quality standards for nurseries (source: Landis et al., 1989).

Índice de calidad	Óptimo	Aceptable	Inaceptable
pH	5,5 a 6,5		
Salinidad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	0 a 500	500 a 1.500	> 1.500
Sodio (ppm)	> 50		
Cloro (ppm)	> 70		



Tabla 4: Plan de fertilización.

Table of contents 4: Fertilization schedule.

FECHA DE APLICACIÓN	PRODUCTO	CONCENTRACIÓN DE APLICACIÓN (PC/L agua)	FORMA DE APLICACIÓN
16/12/2017	INICIUM	6 ml/L	aspersión en cepellón
23/12/2017	INICIUM	8 ml/L	aspersión foliar
02/01/2018	INICIUM	10 ml/L	aspersión foliar
09/01/2018	INICIUM	10 ml/L	aspersión foliar
16/01/2018	INICIUM	10 ml/L	aspersión foliar
23/01/2018	INICIUM	8 ml/L	aspersión foliar
30/01/2018	INICIUM	6 ml/L	aspersión foliar
07/02/2018	INICIUM	4 ml/L	aspersión foliar
07/02/2018	MyR PK	6 ml/L	aspersión en cepellón
14/02/2018	MyR PK	10 ml/L	aspersión en cepellón
21/02/2018	MyR PK	10 ml/L	aspersión foliar
28/02/2018	MyR PK	10 ml/L	aspersión foliar
07/03/2018	MyR PK	10 ml/L	aspersión foliar
17/03/2018	MyR PK	8 ml/L	aspersión foliar
27/03/2018	MyR PK	6 ml/L	aspersión foliar
10/04/2018	MyR PK	4 ml/L	aspersión foliar
12/04/2018	AGRO-K Amino	6 ml/L	aspersión foliar
17/04/2018	MyR PK	2 ml/L	aspersión foliar
20/04/2018	AGRO-K Amino	8 ml/L	aspersión foliar

Tabla 5: Plan sanitario.

Table of contents 5: Health plan

FECHA DE APLICACIÓN	PRODUCTO	CONCENTRACION DE APLICACIÓN (PC/L agua)	FORMA DE APLICACIÓN
09/12/2017	CAPTAN 50 WP + BENOMIL 50	0,66 gr/ L	aspersión foliar
19/12/2017	CAPTAN 50 WP + BENOMIL 50	0,66 gr/ L	aspersión foliar
29/12/2017	CAPTAN 50 WP + BENOMIL 50	0,66 gr/ L	aspersión foliar
08/01/2018	CAPTAN 50 WP + BENOMIL 50	0,66 gr/ L	aspersión foliar
18/01/2018	CAPTAN 50 WP + BENOMIL 50	0,66 gr/ L	aspersión foliar
28/01/2018	CAPTAN 50 WP + BENOMIL 50	0,66 gr/ L	aspersión foliar
07/02/2018	CAPTAN 50 WP + BENOMIL 50	0,66 gr/ L	aspersión foliar
17/02/2018	CAPTAN 50 WP + BENOMIL 50	0,66 gr/ L	aspersión foliar
27/02/2018	CAPTAN 50 WP + BENOMIL 50	0,66 gr/ L	aspersión foliar
09/03/2018	CAPTAN 50 WP + BENOMIL 50	0,66 gr/ L	aspersión foliar
19/03/2018	CAPTAN 50 WP + BENOMIL 50	0,66 gr/ L	aspersión foliar
29/03/2018	CAPTAN 50 WP + BENOMIL 50	0,66 gr/ L	aspersión foliar
08/04/2018	CAPTAN 50 WP + BENOMIL 50	0,66 gr/ L	aspersión foliar
18/04/2018	CAPTAN 50 WP + BENOMIL 50	1 gr/ L	aspersión foliar
28/04/2018	CAPTAN 50 WP + BENOMIL 50	1 gr/ L	aspersión foliar

Gráfico 1: Temperaturas medias (°C) durante las distintas fases de producción.

Graphic 1: Average temperatures (°C) during the different phases of production.

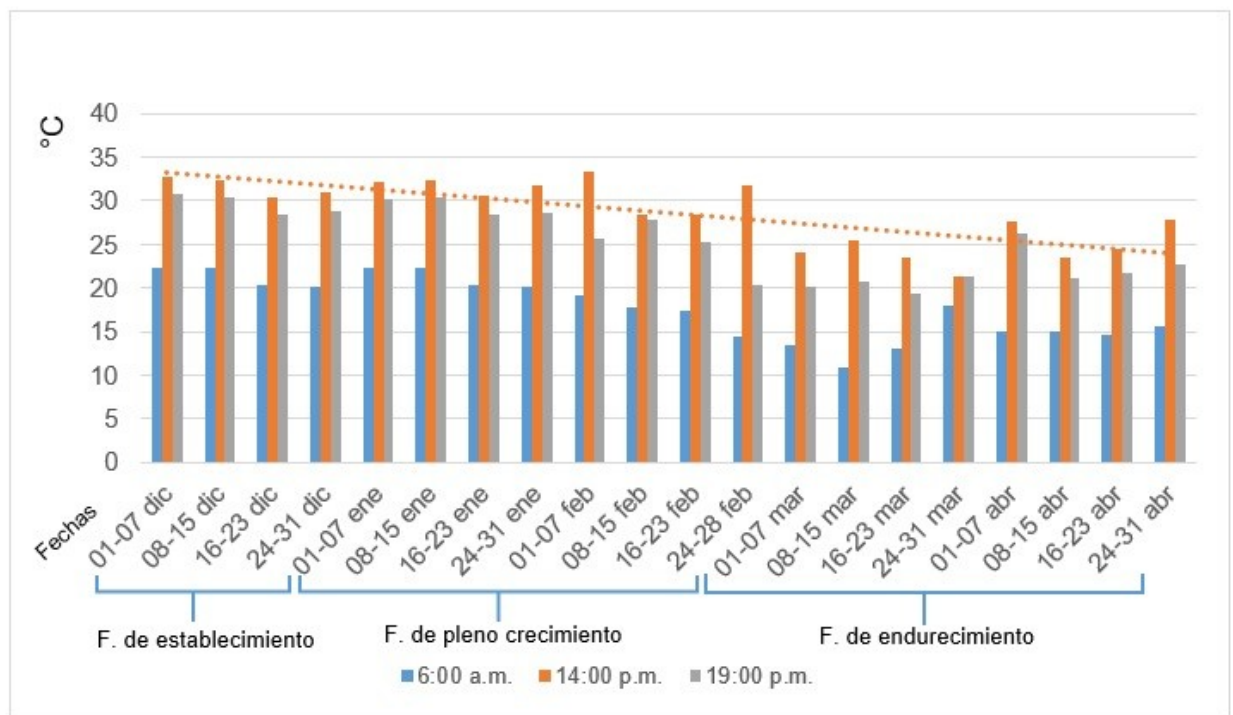


Tabla 6: Eficiencia de producción para cada combinación de tratamientos.

Table of content 6: Production efficiency for each combination of treatments.

Procedencia	Contenedores	Tubetes completados	Plantines logrados	Eficiencia de producción (%)
HSP	No permeables	850	831	97,76
	Permeables	850	811	95,41
HSC	No permeables	850	817	96,12
	Permeables	850	803	94,47
TOTAL		3400	3262	95,94

Tabla 7: Análisis de la varianza (p-valor) para las variables altura, diámetro a la altura del cuello y relación tallo: raíz.

Table of content 7: Analysis of the variance (p-value) for the variable height, diameter at neck height and relationship stem: root.

VARIABLE	Procedencia (p-valor)	Contenedor (p-valor)	Procedencia*Contenedor (p-valor)
<i>Altura</i>	0,2791	0,0363	0,6556
<i>Diámetro a la altura del cuello</i>	0,8054	0,1691	0,5842
<i>Relación tallo:raiz</i>	0,2954	<0,0001	0,6125

Tabla 8: Test de Chi cuadrado para la coloración apical y para la presencia de yemas y raíces secundarias.

Table of content 8: Chi square test for apical coloration and for the presence of buds and secondary roots.

VARIABLE	P-VALOR
<i>Coloración apical</i>	0,0833
<i>Presencia de yemas y raíces 2°</i>	0,0007

Tabla 9: Frecuencias absolutas para el enrulamiento radicular y la presencia de yemas y raíces secundarias.

Table of content 9: Absolute frequencies for root entanglement and for the presence of buds and secondary roots.

<i>Enrulamiento radicular</i>	AUSENCIA	PRESENCIA	TOTAL
HSP-Cnp	10	0	10
HSP-Cp	10	0	10
HSC-Cnp	10	0	10
HSC-Cp	10	0	10
Total	40	0	40
<i>Presencia de yemas y raíces secundarias</i>	AUSENCIA	PRESENCIA	TOTAL
HSC-Cnp	0	10	10
HSC-Cp	6	4	10
HSP-Cnp	0	10	10
HSP-Cp	6	4	10
Total	12	28	40

Imagen 1. Ensayos de calidad de semilla: (A) Cámara de germinación controlada donde se efectuaron los análisis de calidad fisiológica de la semilla empleada. (B) Balanza de precisión "ENTRIS224i-1S" utilizada para el análisis de pureza. (C) Ensayo de capacidad germinativa. (D) Ensayo de capacidad germinativa para HSC.

Image 1. Quality seed essay: (A) Controlled germination chamber where the physiological quality analysis of the seed used was carried out. (B) Precision balance "ENTRIS224i-1S" used for the purity analysis. (C) Germinative capacity test. (D) Germination test for HSC.





Imagen 2. Visita a vivero Paul Forestal S.R.L.: (A) Plantín rustificado para la venta. (B) Cultivos de distintos híbridos de Eucalyptus spp. registrados por "Paul Forestal". (C) Visita al vivero "Paul Forestal". (D) Plantín ideal de Eucalyptus dunnii Maiden.

Image 2. Visit to nursery Paul Forestal S.R.L: (A) Rustified seedling for sale. (B) Cultures of different hybrids of Eucalyptus spp. registered by "Paul Forestal". (C) Visit to nursery "Paul Forestal". (D) Ideal "plantín" of Eucalyptus dunnii Maiden.

A



B



C



D



Imagen 3. Instalaciones e insumos productivos: (A) Invernáculo donde se llevó a cabo la fase de establecimiento del cultivo. (B) Sistema de riego por micro-aspersión. (C) Llenado de contenedores no permeables previo a la siembra. (D) Llenado de contenedores permeables previo a la siembra.

Image 3. Facilities and productive inputs: (A) Hothouse where the establishment phase of the crop was carried out. (B) Irrigation system by micro-sprinkler. (C) Filling of non-permeable containers prior to sowing. (D) Filling of permeable containers prior to planting.

A



B



C



D



Imagen 4. Fase de establecimiento: (A) Cultivo de *E. dunnii* Maiden a los 20 días post-siembra. (B) Cultivo de *E. dunnii* Maiden previos al repique. (C) Repique de los plantines. (D) Preparación de los plantines para el repique.

Image 4. Establishment phase: (A) Cultivation of *E. dunnii* Maiden 20 days after sowing. (B) Cultivation of *E. dunnii* Maiden before the peal. (C) Transplant of the seedlings. (D) Preparation of the seedlings for the peal.

A



B



C



D



Imagen 5. Fase de pleno crecimiento: (A) Mediciones de término medio para el largo de raíces. (B) Mediciones de término medio para la altura del plantín. (C) Cepellón de contenedores permeables (izquierda) y no permeables (derecha). (D) Mediciones de término medio para contenedores no permeables.

Image 5. Full growth phase: (A) Mean term measurements for the length of roots. (B) Mean term measurements for the height of the seedling. (C) Bowl of permeable containers (left) and non-permeable containers (right). (D) Mean term measurements for non-permeable containers.

A



B



C



D



Imagen 6. Fase de rustificación: (A) Plantines (B) Análisis en microscopio de enfermedad fúngica. (C) Ataque de larva de lepidóptero. (D) Aleatorización de las bandejas de cultivo.

Image 6. Rustification phase: (A) Seedlings. (B) Microscopy analysis of fungal disease. (C) Attack of lepidopteran larvae. (D) Randomization of culture trays.

A



B



C



D



Imagen 7. Resultados: (A) Cepellón correspondiente al contenedor no permeable. (B) Categorías correspondientes a la firmeza del cepellón en contenedores no permeables. (C) Medición final de diámetro a la altura del cuello de plantín en contenedor no permeable. (D) Mediciones finales en plantines de ambos contenedores pertenecientes a la categoría 4 de firmeza.

Image 7. Results: (A) Ball root corresponding to the non-permeable container. (B) Categories corresponding to the firmness of the root ball in non-permeable containers. (C) Final diameter measurement at the height of the seedling neck in non-permeable container. (D) Final measurements in seedlings of both containers belonging to category 4 firmness.

A



B



C



D



Imagen 8. Mediciones finales: (A) Evaluación de firmeza del cepellón para contenedores no permeables. (B) Evaluación de firmeza del cepellón en plantines no permeables. (C) Vista en detalle del sistema radicular formado en contenedores no permeables. (D) Evaluación de firmeza del cepellón en plantines de contenedores permeables.

Image 8. Final measurements. (A) Evaluation of firmness of the root ball for non-permeable containers. (B) Evaluación de firmeza del cepellón en “plantines” no permeables. (C) Detail view of the root system formed in non-permeable containers. (D) Evaluation of firmness of the root ball in permeable container seedlings.

A



B



C



D

