



UNL • FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRARIAS

Tesis para optar al grado académico de  
Magister en Cultivos Intensivos

Título Tesis:

“Efecto de la fertilización y el tamaño de contenedor sobre la  
calidad de plantín de Sangre de Drago (*Croton urucurana*  
*Baill.*)”

Apellido y Nombre del autor: Martín, Mariana Belén

Director: Ing. Damián Castro

Co-directora: Ing. M Sc. Marcela Buyatti

Esperanza, Santa Fe

Año: 2023

# ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
ÍNDICE .....	2
ÍNDICE DE FIGURAS .....	4
ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE FÓRMULAS .....	7
RESUMEN .....	8
ABSTRACT .....	9
1. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1 Panorama actual del sector florícola .....	11
1.2 Características relevantes del cultivo de SDD .....	14
1.2.1 Aspectos botánicos .....	14
1.2.2 Aspectos ambientales y ecológicos .....	16
1.2.3 Aspectos ornamentales .....	17
1.2.4 Aspectos agronómicos y silviculturales: .....	19
1.3 Planteo del problema .....	21
2. OBJETIVOS .....	23
2.1 Objetivo general .....	23
2.2 Objetivos específicos .....	23
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
3.1 Localización .....	25
3.2 Características climáticas .....	25
3.3 Material vegetal utilizado y preparación de plantines .....	25
3.4 Diseño experimental y análisis estadístico .....	26
3.4.1 Experimento 1: Efecto del tamaño de tubete y nivel de fertilización sobre la calidad de plantín en etapa de almácigo (correspondiente al objetivo específico 1) .....	26
3.4.1.1 Variables evaluadas .....	28

3.4.2 Experimento 2: Efecto de la altura y el volumen del contenedor sobre la calidad de plantín en etapa de “cría” (correspondiente al objetivo específico 2).....	33
3.4.2.1 Variables evaluadas .....	34
3.4.3 Análisis de datos.....	37
4. RESULTADOS.....	40
4.1 Experimento 1: Efecto del tamaño de tubete y nivel de fertilización sobre la calidad de plantín en etapa de almácigo. ....	40
4.2 Experimento 2: Efecto de la altura y el volumen del contenedor sobre la calidad de plantín en etapa de “cría”. ....	46
5. DISCUSIÓN.....	58
5.1 Efecto de la fertilización sobre variables morfológicas e índices de calidad en la etapa de almácigo .....	58
5.2 Efecto del volumen de contenedor sobre variables morfológicas e índices de calidad en las etapas de almácigo y cría.....	60
6. CONCLUSIONES .....	69
7. BIBLIOGRAFÍA.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1: Características morfológicas de “Sangre de Drago”.....	16
Figura 2: Follaje de “Sangre de Drago”.....	18
Figura 3: Ubicación del Campo Experimental de Cultivos Intensivos y Forestales.....	25
Figura 4: Tubete de 110 ml (lado izquierdo) y 250 ml (lado derecho).....	27
Figura 5: Tratamiento fertilizado (lado izquierdo) y testigo (lado derecho), ambos en contenedor de 250 ml .....	27
Figura 6: Medición de peso seco de una muestra.....	29
Figura 7: Obtención del extracto.....	32
Figura 8: Determinación de carbohidratos no estructurales solubles.....	33
Figura 9: Trasplante de “Sangre de Drago” de tubete a maceta. ....	34
Figura 10: Medición de DAC y Altura. ....	36
Figura 11: Efecto del volumen del tubete y el nivel de fertilización sobre el crecimiento y la calidad de plantines de <i>C. urucurana</i> en etapa de almácigo. ....	45
Figura 12: Plantines del Experimento 1. ....	46
Figura 13: Efecto del tamaño de contenedor (1 L cuadrados y línea continua roja; 1.5 L círculos y línea discontinua verde; 3.5 L triángulos y línea de raya y punto azul) en la etapa de cría sobre la evolución del diámetro a la altura del cuello (A) y la altura total (B) en plantines de <i>C. urucurana</i> . ....	52
Figura 14: Efecto del tamaño de contenedor sobre la mortalidad de plantines de <i>C. urucurana</i> en la etapa de cría. ....	53
Figura 15: Plantines de “Sangre de Drago” al finalizar el	



experimento. ....54

Figura 16: Efecto del volumen del contenedor sobre el crecimiento y la calidad de plantines de *C. urucurana* en etapa de cría. ....55

## ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1: Número de repeticiones por combinación factorial de tratamiento. La unidad experimental es un tubete. ....	28
Tabla 2: Número de repeticiones para el experimento 2.....	34
Tabla 3: Significancia del efecto del tamaño de contenedor, el nivel de fertilización o su interacción en los modelos lineales generales (LM) o generalizados (GLM) ajustados a las diferentes variables respuesta en plántines de <i>C. urucurana</i> en la etapa de almácigo (experimento 1). ....	42
Tabla 4: Efecto de la interacción entre el tamaño del tubete y el nivel de fertilización sobre características morfológicas de los plántines de <i>Croton urucurana</i> en fase de almácigo. ....	43
Tabla 5: Efecto del tamaño del tubete o del nivel de fertilización sobre características fisiológicas de los plántines de <i>Croton urucurana</i> en fase de almácigo. ....	44
Tabla 6: Características morfológicas de los plántines al momento del trasplante. ....	48
Tabla 7: Significancia del efecto del tamaño de contenedor en los modelos lineales generales (LM) o generalizados (GLM) ajustados a las diferentes variables respuesta en plántines de <i>C. urucurana</i> en la etapa de “cría” (experimento 2). ....	49
Tabla 8: Efecto del tamaño del contenedor sobre características morfológicas y fisiológicas de <i>Croton urucurana</i> en fase de cría. ....	50

## ÍNDICE DE FÓRMULAS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Fórmula 1: Relación PSA/PSR. ....	29
Fórmula 2: Coeficiente de Esbeltez. ....	30
Fórmula 3: Índice de calidad de Dickson. ....	30
Fórmula 4: Miligramos de glucosa por gramo de materia seca. ....	32

## RESUMEN

“Sangre de Drago” (*Croton urucurana* Baill.) es una especie con elevado valor paisajístico para el arbolado urbano y la restauración de bosques ribereños. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del tamaño de contenedor y la fertilización sobre la calidad de plantín producido en un sistema plug+1. En la etapa de almácigo se evaluó el efecto del tamaño del contenedor (110 mL o 250 mL) y la fertilización (con o sin) sobre la calidad del plantín, previo al trasplante a contenedores de mayor volumen (etapa de “cría”). En la etapa de “cría” se evaluó el efecto del tamaño del contenedor (1 L, 1.5 L y 3.5 L) sobre la calidad final de los plantines. Al finalizar cada etapa se evaluó la calidad del plantín a través de variables morfológicas y fisiológicas y la mortalidad (%). Los datos se analizaron a través del ajuste de modelos lineales, modelos lineales generalizados y regresiones no lineales.

En la etapa de almácigo los plantines producidos en tubetes de 250 mL con fertilización mostraron el mejor desempeño en las variables morfológicas, fisiológicas y el índice de calidad de Dickson. En la etapa de “cría”, los plantines producidos en contenedores de 3.5 L mostraron los mayores valores en altura total, diámetro, peso seco total, e índice de calidad de Dickson y la menor mortalidad final.

Se recomienda utilizar en la etapa de almácigo tubetes de 250 mL con fertilización hasta el momento en que el plantín se pueda extraer con su cepellón intacto y posteriormente trasplantarlos a contenedores de 3.5 L para transcurrir la etapa de “cría” hasta su venta.

**PALABRAS CLAVES:** vivero, contenedor, índice de calidad de Dickson, propagación, Sangre de Drago.

## **ABSTRACT**

“Sangre de Drago” (*Croton urucurana* Baill.) is a species with high potential for urban tree planting and the restoration of riparian forests. The objective of this study was to evaluate the effect of container size and fertilization on the quality of seedlings produced in a plug+1 system. In the establishment phase, the effect of container size (110 mL or 250 mL) and fertilization (with or without) on seedling quality was evaluated prior to transplanting into bigger containers. In the rapid growth phase, the effect of container size (1 L, 1.5 L, and 3.5 L) on the final quality of the seedlings was evaluated. At the end of each stage, seedling quality was evaluated through morphological and physiological variables and mortality (%). Data were analyzed through linear models, generalized linear models, and nonlinear regressions. In the establishment phase, seedlings produced in 250 mL containers with fertilization showed the best performance in morphological and physiological variables and the Dickson quality index. In the rapid growth phase, seedlings produced in 3.5 L containers showed the highest values in total height, diameter, total dry weight, Dickson quality index, and the lowest mortality at the end of the experiment. We recommend the use of 250 mL containers with fertilization in the establishment phase until the seedling can be removed with its intact root ball, and then transplant them to 3.5 L containers for the rapid growth phase until they are ready for sale.

**KEYWORDS:** nursery, container, Dickson quality index, propagation, Dragon's blood.



# Introducción

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Panorama actual del sector florícola

Mundialmente la floricultura, generada en más de 145 países, produce más de 60 mil millones de dólares. En particular, el sector florícola argentino produce más de 200 millones de dólares anuales, lo cual genera un impacto positivo en la economía del país (INTA, 2011; INTA, 2017).

Nuestro país posee un fuerte potencial ornamental debido a la gran diversidad de ambientes que posee, su flora vascular total se compone de 248 familias, 1927 géneros y 9690 especies. Argentina cuenta con un germoplasma nativo con alto potencial ornamental que aún no ha sido bien explotado, siendo la oferta de plantas limitada (Botto y Mata, 2014; Morsigue et al., 2012).

La actividad humana, en afán de incrementar las áreas agrícolas y urbanas, produjo una reducción de las superficies que presentaban bosques nativos, trayendo aparejado un serio problema ambiental y generando una amenaza para la biodiversidad existente (Soto et al., 2011; Villanova, 2018). Según Soto (2015), en los últimos años se ha podido evidenciar un cambio cultural, tanto a nivel de consumo como estilo de vida, asociado a lo natural. De acciones como estas, surge la necesidad de revalorizar la flora nativa de la región, utilizando dichas especies para revertir la amenaza existente. El hecho de ser nativas permite que las plantas puedan resistir de manera adecuada ante las condiciones ambientales características de la zona, adaptándose al tipo de suelo, ajustando sus requerimientos nutricionales e hídricos y generando una mayor biodiversidad (INTA, 2017; Soto et al., 2011).

Existen relevamientos que muestran la existencia de producción de especies nativas en vivero y, en determinados casos, dicha producción se desempeñaba en pequeñas cantidades y de manera ocasional (Lebed, 1993). Sin embargo, con el correr de los años, se puede apreciar que tanto el interés como el conocimiento en producción de especies nativas ha evidenciado un aumento. Cada vez son mayores las investigaciones y tecnologías asociadas para lograr el cultivo de especies nativas y, a su vez, incorporar valor local (Biganzoli et al., 2018; Espina, 2017; Ghio et al., 2021; Greppi, 2014; Kaplanski et al., 2018; Mancini et al., 2018; Meehan *et al.*, 2018;

Rodríguez et al., 2018). Diversos estudios demostraron que existe una demanda local de plantas nativas como producto ornamental (Mancini *et al.*, 2018; Villanova *et al.*, 2018). Cabe aclarar que los atributos ornamentales más importantes que definen la utilidad de las plantas son los siguientes (Tempel Stumpf et al. 2009): hábito de la especie (árbol, arbusto, herbácea, gramínea, etc.), forma (esférica, aparasolada, columnar, cónica, etc.), textura de las estructuras (brillosa u opaca, lisa o rugosa, pilosa o glabra), color de sus estructuras, aroma (ausente o presente, agradable o desagradable) y usos en el paisaje (ejemplar aislado, en grupo, en macizo, recuperación de zonas degradadas, etc.).

Para poder obtener una planta con alto valor ornamental se debe cumplir con una planta de calidad. La misma queda definida en términos morfológicos y fisiológicos (Wakeley, 1954). Dentro de los atributos morfológicos podemos nombrar (Carneiro, 1981, 1983, 1995): altura de la parte aérea, atributos de vigor (peso total, diámetro del cuello (DAC), relación DAC/Altura, relación parte aérea/parte radicular, entre otros), capacidad de enraizamiento (peso de las raíces, porcentaje de raíces, etc.), capacidad de asimilación (ramificaciones, formación de hojas, cantidad de brotes, etc.) y otros parámetros (ejemplo: longitud de raíces). Por otra parte, al hablar de parámetros fisiológicos se hace referencia a (Carneiro, 1995): calidad fisiológica (resistencia de las plantas a determinados factores ambientales), nivel de fertilización (puede afectar a la calidad fisiológica de la planta), tejidos de reserva (pueden afectar el balance hídrico y la formación de nuevas raíces), absorción de agua, calidad morfológica alta (aumento porcentual de la supervivencia asociado a un favorable balance hídrico que permite la absorción de agua de las plantas implantadas a través de la emisión de nuevas raíces en los primeros días de implantación).

Cabe resaltar que los parámetros antes descritos (morfológicos y fisiológicos) se correlacionan estrechamente con el manejo que recibe el cultivo: densidad de plantas, fertilidad del sustrato, volumen y dimensión del contenedor, entre otros (Carneiro, 1995; INTA, 2021), y tienen vital importancia ya que determinan la supervivencia a campo de la planta. De esta forma, un adecuado manejo conlleva a plantas de alta calidad con un buen porcentaje de supervivencia y adecuado crecimiento y desarrollo a campo. Se debe tener en cuenta que los valores específicos de cada parámetro varían según la especie. Por ejemplo, Guerreiro y Colli Junior (1984) establecieron que un plantín de calidad de



*Eucalyptus urophylla* y de *E. saligna* era aquel que cumpliera con un DAC no menor a 2 mm, altura de 15 a 35 cm, con parte aérea con 3 pares de hojas (como mínimo), entre otras características.

Debido a lo anteriormente mencionado, se ha tratado de mejorar, desarrollar e incorporar tecnologías que conlleven a productos nativos de calidad, de forma tal de mejorar la competitividad del sector e incorporar al paisaje plantas autóctonas de calidad (Fernandez, 2018; Greppi, 2014).

La viverización de especies nativas con fines ornamentales es una temática escasamente desarrollada en Argentina, a pesar de que la flora nativa posee un enorme potencial para explorar. Este aspecto contribuye a la falta de oferta generalizada de plantas ornamentales nativas en el mercado argentino. En nuestro país, un precursor en el estudio de plantas nativas y su introducción al comercio florícola ha sido el Instituto de Floricultura del INTA Castelar, institución en la cual se han obtenido hasta el momento 17 variedades comercializables, tanto a nivel nacional como internacional (INTA Floricultura, 2018). En el marco de las acciones del Programa de Documentación, Conservación y Valoración de la Flora Nativa (PRODOCOVA), que se desarrolla en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral (FCA-UNL), se han identificado y colectado especies que presentan potencialidades como ornamentales. A partir de este programa se ha generado el proyecto “Introducción de especies nativas con potencial ornamental al mercado florícola” enmarcado dentro del CAID+D Orientado 2016. Res C.S. n° 632/17, llevado adelante en la FCA-UNL, dentro del cual se plantea este tema de Tesis de Maestría.

Para el desarrollo de este trabajo se seleccionó la especie *Croton urucurana* Baill., vulgarmente conocida como: “Sangre de Drago” (SDD), “Everá-caá-berá”, “Ivirá-caá-berá”, “Sangre de dragón”, “Sangre drago”, “Sangregado” y “Urucurá” (Pensiero y De la Peña, 1999). Esta es una especie pionera en su área de distribución natural, que podría ser útil para plantación en el arbolado urbano, dado que los ambientes urbanos tienen un elevado grado de disturbio de sus condiciones naturales. Además, sus características le confieren gran utilidad para la reforestación de bosques ribereños degradados, la fijación de islas, la plantación en canales de drenaje y lagunas de retardo urbanas, entre otros usos paisajísticos (Durigan et al., 1997; Gutierrez, 2022; Lorenzi, 1992). Lo anteriormente dicho y su valor paisajístico convierten a “Sangre de

Drago” en una especie muy interesante para el desarrollo de tecnologías aplicadas a su viverización.

## 1.2 Características relevantes del cultivo de SDD

### 1.2.1 Aspectos botánicos

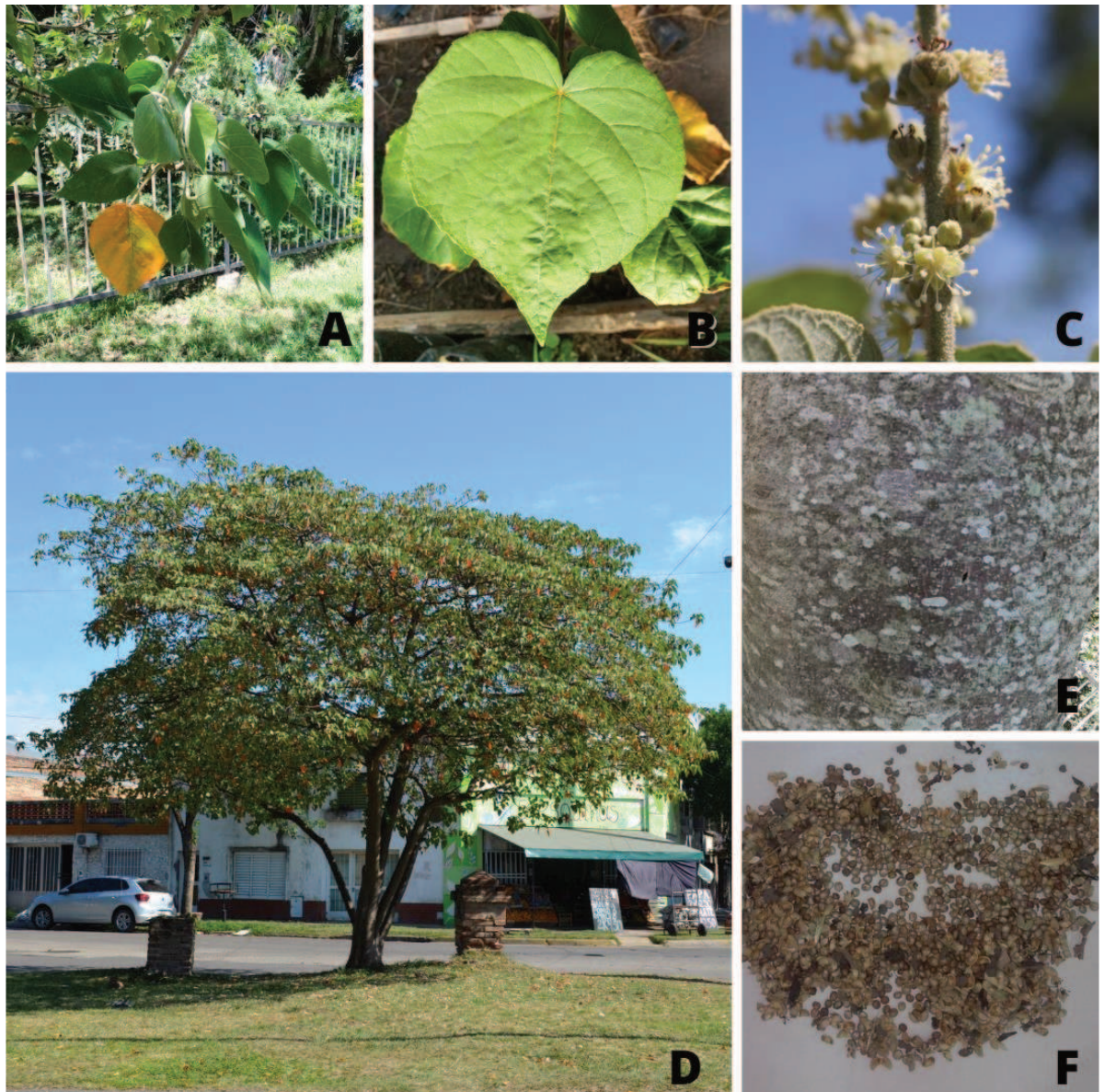
La especie en cuestión forma parte de la familia Euforbiáceas y se caracteriza por ser un árbol perennifolio que alcanza una altura de 6 a 10 m. Sus ramas son dicotómicas, las jóvenes presentan denso indumento de pelos fasciculados (Flora Argentina, 2022). Como se observa en la Figura 1-E, su tronco es cilíndrico, levemente tortuoso, ramificado y la corteza es de color castaño grisácea (Carvalho, 2014; Di Sapio y Gattuso, 2013). La misma exuda un látex (al ser herida) que, en contacto con el aire, torna a un color rojo sangre. De ahí deriva su nombre vulgar (Carvalho, 2014).

Sus hojas (Figura 1-B), palmatinervadas, son anchamente ovales midiendo de 5 a 15 cm long. x 3,5 a 11 cm lat., son alternas y pseudoverciliadas en los ápices floríferos. La base es trunca o cordada, presentando un ápice acuminado con borde entero, oscuramente glandular dentado. El haz de la hoja presenta indumento ralo, ocreoleuco y denso, y el envés se caracteriza por tener pelos estrellados a fasciculados con un radio apical parente. Los pecíolos son de 3 a 11 cm de longitud, densamente pubescentes, con 2 nectarios I en el ápice y, en ocasiones, sobre la base del nervio principal (en el haz de la hoja). Las estípulas foliáceas presentan una longitud que puede variar de 4 a 10 mm, son pubescentes, elípticas u ovadas, con borde revoluto, base ancha y con algunos dientes glandulares y extremo caudado. En cuanto a la coloración de las hojas, son de color verde ceniciento tornando a un anaranjado al envejecer (Flora Argentina, 2022; Lorenzi, 1992).

En cuanto a sus flores (Figura 1-C), presenta racimos apicales espiciformes, densos y con brácteas plurifloras, caracterizados por tener únicamente flores estaminadas. Las mismas se caracterizan por tener un cáliz de prefloración quincuncial con sépalos pubescentes en la cara externa y pétalos de 2,5 mm de longitud, de forma espatulada y con pelos simples tanto en el borde como en ambas caras, y barbados en la base. Presentan de 16 a 20 estambres que tienen filamentos y receptáculo pubescente. Por otra parte, *C. urucurana* también cuenta con racimos basales de una flor pistilada

central y 2 - 3 flores estaminadas a cada lado. La flor pistilada se caracteriza por presentar un cáliz quincuncial, anisosépalo, presentando todos los sépalos pubescencias en la cara externa y en la cara interna solo hasta la mitad superior o ápice. A su vez, el sépalo externo es el de mayor tamaño. Los pétalos están atrofiados y presentan pequeños apéndices filiformes, con escasos pelos. El ovario es muy piloso, el estilo tiene ramas bipartidas e involutas, con poca pilosidad; los estigmas son ensanchados y presentan forma espatulada (Flora Argentina, 2022). Sus pequeñas flores unisexuadas dispuestas en inflorescencias racimosas son de color amarillo verdoso (Crizat, 1941; Smith et al., 1988).

El fruto es pequeño, con dehiscencia septicida, piloso y de color castaño. En su interior aloja 3 semillas. Como se observa en la Figura 1-F, estas miden 4 mm de longitud x 3,2 a 3,5 mm lateral, presentan una forma subsférica y aplanada en la cara ventral, con ápice romo y base suavemente apiculada, siendo de textura mucilaginosa al humedecerse y granulosa en seco (Carvalho, 2014; Flora Argentina, 2022; Paoli et al. 1995).



*Figura 1: Características morfológicas de “Sangre de Drago”. A: Follaje. B: Forma de la hoja. C: Flores. D: Porte. E: Corteza. F: Semillas.*

### **1.2.2 Aspectos ambientales y ecológicos**

“Sangre de drago” es una especie originaria de regiones tropicales y subtropicales de Sudamérica, encontrándose en Bolivia, Paraguay, Uruguay, Brasil y Argentina, presentando una amplia distribución asociada a los ríos Paraná y Uruguay, y sus afluentes (Árbores do Bioma Cerrado, 2022 y Flora Argentina, 2022). En Argentina es nativo de las provincias de Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Misiones y Santa Fe (Flora Argentina, 2022). Se la considera una planta pionera y rústica, adaptada a

terrenos muy húmedos y pantanosos, con y sin drenaje, siendo óptima para plantaciones en áreas ribereñas degradadas (Durigan et al., 1997; Lorenzi, 1992). En Santa Fe habita en bosques de la costa, caracterizados por tener suelos arenosos y húmedos debido a su proximidad a los cursos de agua (Flora Argentina, 2022; Pensiero y De la Peña, 1999), pudiéndose desarrollar adecuadamente en diversos tipos de suelos, y con pH que varían de 4,3 a 6,1 (Carvalho et al., 2000, 2005).

En cuanto a los requerimientos nutricionales, Sorreano et al. (2008 y 2011) obtuvieron que la deficiencia de nitrógeno, calcio y magnesio fue la que más influyó negativamente en la variable altura, diámetro y número de hojas. Asimismo, Sorreano et al. (2008) determinaron que una deficiencia de micronutrientes en plantines de SDD resultó en cambios morfológicos anormales. Los primeros síntomas de deficiencia fueron producidos por la falta de cobre, manganeso y zinc; seguidos por boro, hierro y molibdeno. A su vez, detallaron que la deficiencia de boro, manganeso y zinc provocó la mayor reducción en altura y diámetro del cuello de la planta.

### **1.2.3 Aspectos ornamentales**

Esta especie presenta valor ornamental debido a las características que a continuación se detallan:

- **Floración:** sus flores son pequeñas, de color crema-blanquecino y de aspecto delicado (Figura 1-C). Además, atraen a diversos insectos, como ser las abejas (Lorenzi, 1992; Paoli et. al, 1995).
- **Follaje:** sus hojas son de color verde en el haz y grisáceo-plateado en el envés, con forma acorazonada (Figura 1-B y Figura 2). A su vez, son muy vistosas por su viraje de color al envejecer (de verde al anaranjado) (Figura 1-A). Además, presenta un follaje perenne que se comporta como caduco en zonas con heladas o inviernos fríos. Esta característica, sumada a su crecimiento rápido y su capacidad de adaptarse a diversos tipos de suelos, la convierten en una especie recomendada para ser implementada tanto en arbolado urbano como en áreas degradadas para su restauración (Lorenzi, 1992; Marconato et al., 2015; Pensiero y De la Peña, 1999; Pires et al., 2004).



*Figura 2: Follaje de “Sangre de Drago”*

- Forma de copa: esférica-aparabolada (Figura 1-D).
- Usos en el paisaje: su porte (tercera magnitud) lo hace ideal para espacios verdes de diversas dimensiones. A su vez, se la puede emplear como ejemplar aislado, conformando macizos o en grupo. Además, para restaurar áreas degradadas (Carvalho, 2014).
- Otros atributos: es melífera, medicinal, tintórea, maderera e insecticida (Árvores do Bioma Cerrado, 2022; Carvalho et al., 2014; Cordeiro et al., 2016; Flores, 2017; Gutierrez, 2022; Lopes Pereira Peres et al. 1998; Lorenzi, 1992; Peri et al., 2021; Rao et al., 2007; Silva et al., 2020; Simionatto et al., 2007).

Por último, cabe resaltar que la implementación de plantas autóctonas trae aparejado todos los beneficios que presenta este grupo particular de plantas (Eynard et al., 2020):

- Potencian la conservación de la biodiversidad genética;
- Favorecen la continuidad del paisaje (a través de la recomposición del hábitat fragmentado por la urbanización y el avance de la actividad agrícola);
- Potencian la restauración de las interacciones con diversos organismos (hongos de suelos, polinizadores, herbívoros, plantas, etc.) restableciendo la trama original de interacciones (entre la flora y la fauna que depende de ella);
- Permiten disminuir los costos de mantenimiento debido a la adaptación edafoclimática de las plantas nativas a su lugar de origen;
- Fortalecen la identidad cultural: los saberes ancestrales son un nexo fundamental para afianzar nuestra identidad cultural y conservar los conocimientos existentes sobre el uso medicinal, culinario y sagrado de muchas especies.

#### **1.2.4 Aspectos agronómicos y silviculturales:**

“Sangre de Drago” (*C. urucurana*) es una especie monoica, siendo las abejas, entre otros insectos, los vectores de polinización (Carvalho, 2014). En Santa Fe, esta especie florece desde fin de primavera hasta marzo y fructifica desde febrero hasta mediados de otoño (Gutierrez, 2022). Presenta frutos autocoros (los cuales favorecen su dispersión) y sus semillas son ortodoxas (Mori et al., 2012; Paoli et al., 1995). La recolección de las semillas se realiza directamente del árbol, cuando la mayor parte de los frutos comienzan a abrirse. Como se mencionó anteriormente, esta especie se caracteriza por tener una dehiscencia explosiva, por lo que se aconseja cubrir los frutos con una tela o colocarlos en una bolsita de tela para evitar la pérdida de semillas (Carvalho, 2014).

En cuanto a tratamientos pre-germinativos, diversos estudios demuestran que las semillas provenientes del centro-norte santafesino no los necesitan, ya que Santa Fe se caracteriza por tener una primavera con temperaturas alternantes de 20 a 30°, condición que resulta óptima para la germinación de semillas de SDD (Ghio et al., 2021; Scalon



et al. 2012). Respecto al poder germinativo, diversos autores establecen que es del 60% según el tratamiento aplicado y que la semilla puede tardar entre 10 y 30 días en emerger (Carvalho, 2014; Ghio et al., 2021; Mori et al., 2012). A su vez, las investigaciones evidencian que la capacidad germinativa de la semilla varía según su color (Durigan et al. 1997; Ghio et al, 2021; Pinho et al., 2009). Asimismo, esta especie también se puede propagar asexualmente a través de estacas leñosas, obteniéndose buenos resultados (Biganzoli et al. 2021; Botanic Gardens Conservation International, 2022; Campos et al., 2018).

Moraes Netto et al. (2000) establecieron que SDD puede ser reproducida a pleno sol, y Alvarenga et al. (2003) determinaron que la producción de plantines sometidos a un sombreado del 70% obtuvieron una mayor cantidad de: biomasa acumulada, número de hojas, altura y área foliar. Sin embargo, poco se conoce sobre el comportamiento de SDD sometido a otras variables relacionadas al manejo. Siguiendo esta línea, podemos encontrar estudios en otras especies (nativas y exóticas) que demuestran cómo influye en la calidad de plantín el tipo de contenedor utilizado y/o la fertilización aplicada. Por ejemplo:

- Senilliani et al. (2021) observaron que plantines de *Prosopis alba* desarrollados en contenedores de mayor volumen presentaron un mejor comportamiento en las variables diámetro a altura del cuello, altura total e índice de Esbeltez, en etapa de vivero. Así mismo, Bernaola Paucar et al. (2015) hallaron que plantas de *Pinus hartwegii* Lindl. desarrolladas en contenedores de mayor volumen obtuvieron una mayor altura, diámetro del tallo, volumen radical y mayor porcentaje de supervivencia, entre otras variables.
- Lanuza-Lanuza et al. (2021) observaron en *Swietenia humilis* Zucc, *Cedrela odorata* L. y *Ceiba Pentandra*, que los tratamientos que fueron fertilizados obtuvieron un mayor diámetro del cuello de la raíz y una mayor relación de biomasa seca de raíz y área. Esto podría resultar en una mayor supervivencia post trasplante.

Por lo anteriormente dicho, y con el objetivo de generar tecnologías para su producción en vivero, se ha desarrollado el protocolo de propagación sexual y



vegetativa de esta especie en el marco de las actividades del programa de Documentación, Conservación y Valoración de la Flora Nativa, antes mencionado. Sin embargo, existen limitantes en el conocimiento para la producción de esta especie a nivel comercial en viveros. Particularmente se desconoce el efecto de distintos volúmenes y formas de contenedores sobre el crecimiento, desarrollo y calidad de dicha planta. Esto representa un aspecto fundamental de estudio, ya que la calidad final de un plantín en el momento de la implantación determina el desempeño a corto y largo plazo que tendrá la planta (Buamscha, et al., 2012; Dominguez-Lerena et al., 2006; Poorter et al., 2012).

### **1.3 Planteo del problema**

El sector florícola nacional produce una riqueza de relativa importancia económica en el país y de gran valor social al proporcionar el material vegetal de plantación para proyectos paisajísticos de diversa escala (lote privado, barrio, ciudad, región) que buscan generar servicios ambientales para la sociedad. Actualmente, en dicho sector se constata un incremento en el uso de recursos nativos, sin embargo, existen grandes deficiencias en el conocimiento científico-tecnológico de varias especies, lo cual dificulta su cultivo a escala comercial. Dado que los ambientes antrópicos en los que se requiere incorporar especies ornamentales tienen un elevado grado de perturbación de sus características agroambientales, es necesario contar con especies pioneras que se adapten a terrenos con calidad de suelos deficiente y/o anegables, con alta radiación solar y déficit hídrico temporario. Esto aplica también para la restauración de bosques ribereños y otros fines paisajísticos ya mencionados. Una especie con elevado potencial para estos fines es “Sangre de Drago” y, si bien se han realizado diversos ensayos sobre su propagación sexual y asexual, no hay información sobre el efecto de la fertilización y el tamaño del contenedor sobre la calidad de la planta. Por ende, el objetivo de este trabajo fue evaluar dicho efecto en “Sangre de Drago” en la fase de vivero con el propósito de contribuir a su desarrollo a escala comercial para su utilización con fines paisajísticos.



A low-angle photograph looking up into the canopy of a tree. The branches are dark brown and intricate, creating a complex web against a bright blue sky. The leaves are mostly green, but many are showing signs of autumn, with some turning yellow and orange. The lighting is bright, suggesting a sunny day. The overall composition is dense and textured.

**Objetivos**



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

- Evaluar el efecto del tamaño de contenedor y fertilización sobre la calidad de plantín producido en un sistema plug+1.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Observar el efecto de diferentes volúmenes de tubetes y el efecto de la fertirrigación con 100 ppm (N-P-K) (en etapa de tubete), sobre la calidad del plantín en la etapa de almácigo.
- Evaluar el efecto de distintos volúmenes y alturas de contenedor en la etapa de “cría”, sobre la calidad final de la planta para su venta.



# **Materiales y métodos**

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización

La investigación se realizó, en una primera etapa (tratamiento germinativo y crecimiento en tubetes; etapa de almácigo), en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral. Una segunda etapa, correspondiente al cultivo bajo invernadero (etapa de “cría”), se desarrolló en el Campo Experimental de Cultivos Intensivos y Forestales (CECIF - FCA - UNL). Ambas dependencias están ubicadas en Esperanza, Santa Fe (31° 26' S; 60° 56' W.; 40 m.s.n.m.) (Figura 3).



*Figura 3: Ubicación del Campo Experimental de Cultivos Intensivos y Forestales.*

#### 3.2 Características climáticas

Según Köppen (1931), la región se clasifica como Cwa: clima templado húmedo mesotermal, con presencia de estación seca en invierno y verano cálido.

#### 3.3 Material vegetal utilizado y preparación de plantines

En los experimentos se utilizaron semillas de “Sangre de Drago” (*Croton*

*urucurana Baill.*) colectadas de diversos lugares del centro santafesino (Figura 1-F). Dicha tarea fue realizada por los responsables del Banco de Germoplasma “Ing. Agr. José M. Alonso” y docentes de la Cátedra de Cultivos Intensivos de la FCA – UNL.

Las semillas fueron objeto previo de estudio para definir el mejor tratamiento pregerminativo (Ghio et al., 2021).

Por otra parte, dado que es una especie de rápido crecimiento, el sistema de producción que se empleó fue de plug+1, lo que significa que la etapa de crecimiento inicial (almácigo) se produjo en tubetes y luego tuvo una temporada de crecimiento en contenedores más grandes (etapa de “cría”). Los plantines fueron evaluados antes del proceso de rustificación dado que no es un objetivo de esta investigación establecer las condiciones de cultivo para esa fase de la viverización.

### **3.4 Diseño experimental y análisis estadístico**

#### **3.4.1 Experimento 1: Efecto del tamaño de tubete y nivel de fertilización sobre la calidad de plantín en etapa de almácigo (correspondiente al objetivo específico 1).**

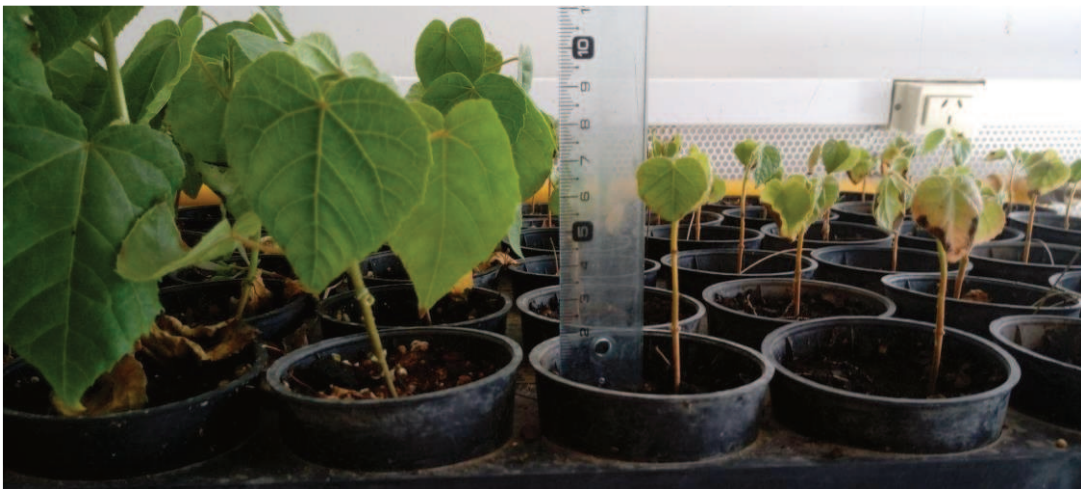
El 16 de abril de 2019 se sembraron 1160 semillas en 2 dos volúmenes diferentes de tubetes (110 ml y 250 ml). Para el experimento 1 se utilizaron 120 tubetes de los volúmenes anteriormente dichos (110 ml y 250 ml), utilizando sustrato comercial (GROWMIX® MultiPro™) para favorecer al mejor desarrollo de la plántula (Figura 4).

El conjunto de tubetes de cada uno de los volúmenes evaluados se dividió en dos subconjuntos: uno recibió fertilización con solución Hoagland al 50% (100 ppm N) y el otro no (testigo con fertilidad propia del sustrato) (Figura 5). La fertirrigación y el riego del testigo se realizaron con regadera cada vez que el peso de la bandeja era un 20% inferior que el peso a “capacidad de contenedor”. La duración de la fase de almácigo fue de 4 meses (del 16/04/2019 al 15/08/2019).





*Figura 4: Tubete de 110 ml (lado izquierdo) y 250 ml (lado derecho).*



*Figura 5: Tratamiento fertilizado (lado izquierdo) y testigo (lado derecho), ambos en contenedor de 250 ml.*

Se utilizó un diseño factorial de tratamientos dentro de un diseño completamente aleatorizado, con 30 repeticiones por tratamiento, siendo la unidad experimental un tubete (Tabla 1).

Tabla 1: Número de repeticiones por combinación factorial de tratamiento. La unidad experimental es un tubete.

<b>Tamaño de tubete/Tratamiento</b>	<b>Fertilizado</b>	<b>Testigo</b>	<b>Total</b>
110 ml	290	290	580
250 ml	290	290	580
<b>Total</b>	580	580	1160

#### 3.4.1.1 Variables evaluadas

Para cada unidad se evaluaron las siguientes variables respuesta:

- **Altura de la planta** (cm): con cinta métrica de 1 mm de precisión. Considerando en el tallo principal la distancia desde la superficie del sustrato hasta el ápice de la planta. Esta variable se midió al finalizar el experimento.
- **Número de hojas**: transcurrido el experimento se realizó el conteo manual de la cantidad de hojas.
- **Diámetro a la altura del cuello** (DAC): se realizó al terminar el experimento con un calibre digital con precisión de 0.1 mm.
- **Peso seco** (PS) de tallo, raíz y hojas: se procedió a colocar las muestras en estufa hasta llegar a peso constante, luego se realizó el pesaje con balanza de precisión (Figura 6). Esto se realizó al finalizar el experimento, para ello se tomaron 10 plantines por tratamiento y se secaron en estufa a 40 °C hasta peso constante.





*Figura 6: Medición de peso seco de una muestra.*

- **Relación peso seco aéreo y peso seco radicular (PSA/PSR):** relaciona el peso seco aéreo (tallo y hojas) con el peso seco de la raíz (Fórmula 1).

$$PSA/PSR = \frac{PSh + PSt}{PSr} \quad (1)$$

Donde:

PSA/PSR: relación peso seco aéreo / peso seco raíz

PSh: peso seco de hojas (g)

PSt: peso seco de tallo (g)

PSr: peso seco de raíz (g)

- **Coefficiente o índice de Esbeltez (IE):** como se observa en la Fórmula 2, es la relación entre altura y DAC.

$$E = \frac{H}{DAC} \quad (2)$$

Donde:

E: índice de esbeltez

H: altura (cm)

DAC: diámetro a la altura del cuello (cm)

● **Índice de calidad de Dickson (ICD):** correlaciona el PS con el IE, PS del tallo y PS de la raíz (Fórmula 3).

$$ICD = \frac{PST}{E + ((PSt + PSh) / PSr)} \quad (3)$$

Donde:

ICD: índice de calidad de Dickson

PST: peso seco total (g)

E: índice de esbeltez

PSt: peso seco tallo (g)

PSh: peso seco hoja (g)

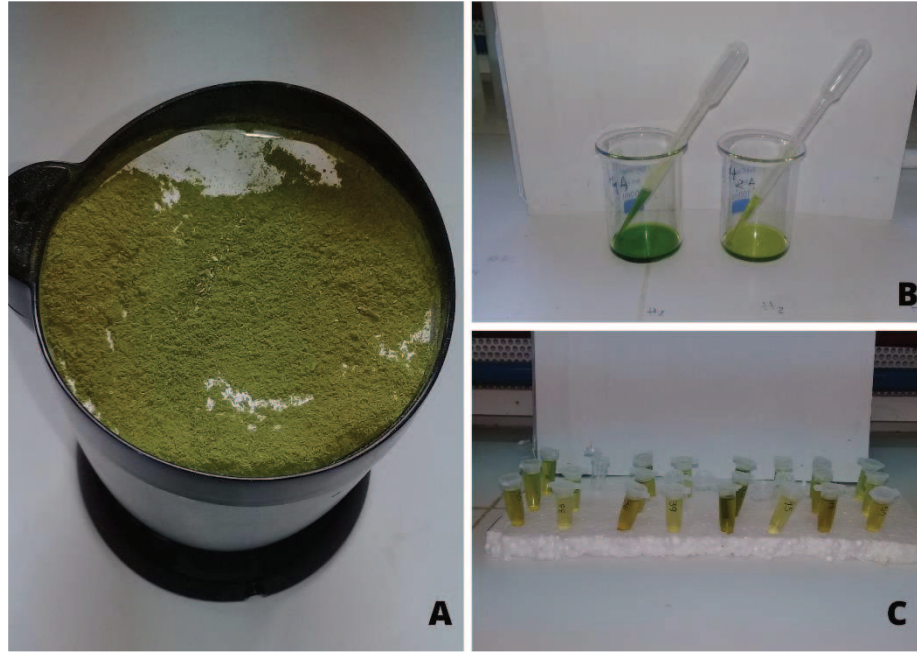
PSr: peso seco raíz (g)

● **Área foliar (AF):** cuantificada en  $\text{cm}^2$ . Se determinó con un medidor electrónico de área foliar LI-COR, modelo LI-3050C. Se procedió a colocar las hojas de cada muestra en la cinta del escáner, el cual arrojó el valor del área foliar acumulada de cada muestra.

● **SPAD:** es un parámetro de la cantidad de clorofila presente en las hojas. Se realizó con un medidor modelo Minolta SPAD-502 Plus, tomando 2 mediciones (1 en cada hoja) y promediando su resultado en los tratamientos fertilizados, y una medición (en una sola hoja) en los testigos.

- **Contenido de carbohidratos no estructurales solubles (CNEs.):** este parámetro es utilizado para determinar el nivel de reservas que presenta el cultivo, aspecto importante para tener en cuenta ya que nos puede determinar la supervivencia del plantín a campo (Martinez-Trinidad et al., 2013; Pérez y Trejo, 2003). Transcurridos 4 meses de la siembra (agosto de 2019), se tomaron muestras de hojas y tallos para hacer esta determinación.

Para la determinación de esta variable se realizó un extracto utilizando como solución de extracción etanol 100% (Corbesier et al., 1998; Kerepesi et al., 1996). Se tomaron 10 muestras (de hojas y tallos) de cada tratamiento y se las colocaron inmediatamente en bolsas de papel rotuladas en estufa a 40°C hasta peso constante. Cabe aclarar que dichas muestras también fueron utilizadas para determinar el peso seco. Luego de esto, se trituraron en molinillo y se completó el proceso con mortero para obtener una muestra totalmente homogénea (Figura 6-A). A continuación, se tomó una alícuota de 75 mg de dicha muestra, a la cual se le adicionó 3 ml de etanol 80%. Este extracto fue llevado a baño maría durante 20 minutos y posteriormente fue centrifugado por 5 minutos para poder separar el sobrenadante en vasos de precipitados (Figura 7-B). Para eliminar el alcohol, se llevaron todos los sobrenadantes a baño maría a 50° por media hora, y se midió el volumen del extracto concentrado. Luego de esto, se colocó cada extracto en tubos eppendorf para conservarlo a bajas temperaturas (Figura 7-C).



*Figura 7: Obtención del extracto. A. Muestra triturada en molinillo. B. Sobrenadante. C. Eppendorf.*

Posteriormente se procedió a la cuantificación de la concentración de carbohidratos solubles. Para llevar a cabo esta etapa se utilizó el método de Fenol Sulfúrico (Dubois et al., 1956). Se realizó la toma de 30  $\mu\text{l}$  del extracto y se le adicionó 480  $\mu\text{l}$  de agua destilada, 500  $\mu\text{l}$  de fenol y 2 mL de ácido sulfúrico concentrado. La combinación de estos elementos provocó una reacción exotérmica que conllevó al cambio de la coloración hacia un anaranjado-amarillo, con picos de absorción máxima entre los 490 nm para hexosas y 480 nm para pentosas (Dubois et al., 1956) (Figura 8). Una vez que el preparado alcanzó temperatura ambiente se realizó la lectura en espectrofotómetro digital Hitachi® (modelo U-2001) para obtener la absorbancia de la muestra (Figura 8).

Se comparó el resultado obtenido de absorbancia con la curva estándar de glucosa ( $Y = 0,18X - 0,074$ ), donde X fue el valor de azúcar incógnita, aplicando la siguiente fórmula (Fórmula 4):

$$Mg\ glucosa\ g^{-1}MS = \frac{x\ \mu g\ alicuota\ azúcar}{1000\ mg} \times \frac{\mu L\ extracto\ concentrado}{aliquota\ usada} \times \frac{1}{g\ muestra} \quad (4)$$

De esta forma se determinó el contenido de carbohidratos no estructurales solubles.



*Figura 8: Determinación de carbohidratos no estructurales solubles. Izquierda: Coloración de la reacción entre el extracto, agua destilada, fenol y ácido sulfúrico concentrado. Derecha: Lectura en espectrofotómetro*

### **3.4.2 Experimento 2: Efecto de la altura y el volumen del contenedor sobre la calidad de plantín en etapa de “cría” (correspondiente al objetivo específico 2).**

Se eligió el mejor tratamiento resultante del Experimento 1 para producir las plantas correspondientes al segundo experimento. Una vez alcanzado el tamaño máximo en tubete (punto en el cual el plantín se extrae fácilmente con cepellón; DAC aproximado de 3 mm. (Figura 9) se procedió al trasplante a sus envases definitivos (30/10/2019) donde cumplieron el ciclo de producción durante una estación de crecimiento (Figura 9). El sustrato estuvo conformado por sustrato comercial (GROWMIX® MultiPro™) y sustrato compostado del Campo Experimental de Cultivos Intensivos y Forestales (compuesto por cantidades variables de cama de caballo, aserrín, estiércol, restos de alimentos, rollo, hojas y 20% de tierra) en proporción 1:3. El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 60 repeticiones por tratamiento (Tabla 2).

Tabla 2: Número de repeticiones para el experimento 2. La unidad experimental es una maceta.

Tipo de maceta	Volumen (L)	Altura (cm)	Número de repeticiones
Bolsa plástica	1	15	60
Bolsa plástica	1	22	60
Bolsa plástica	1.5	30	60
Bolsa plástica	3.5	30	60
TOTAL			240



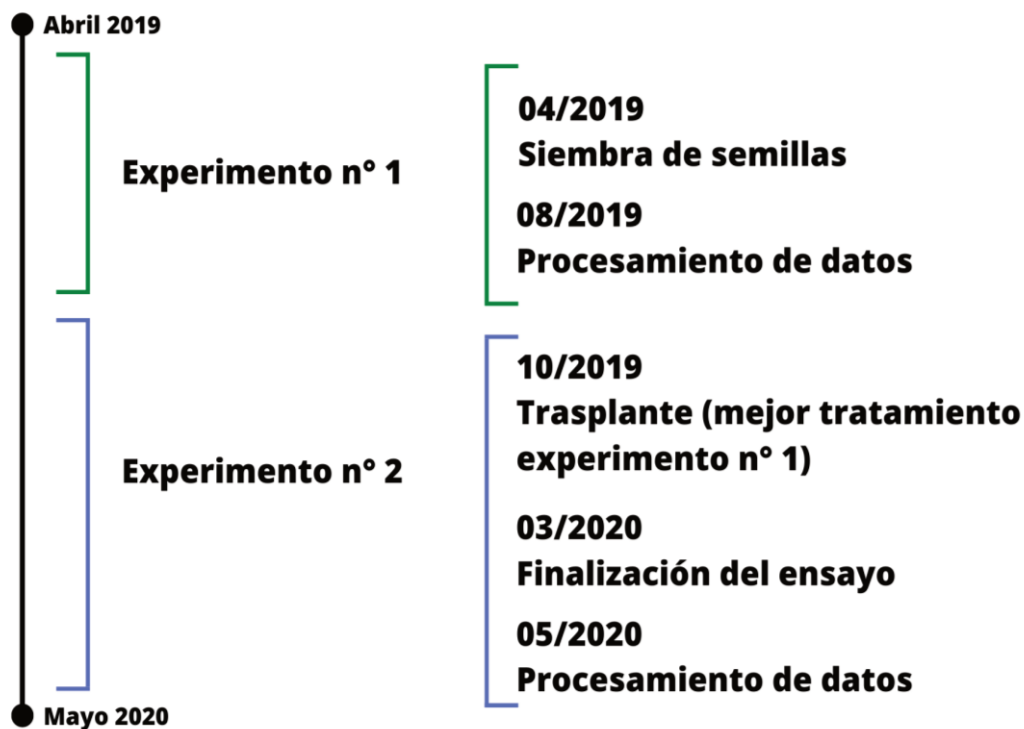
Figura 9: Trasplante de “Sangre de Drago” de tubete a maceta.

### 3.4.2.1 Variables evaluadas

Al momento del trasplante, se evaluó la relación tallo/raíz, IE y el ICD de 30 muestras. A su vez, durante la fase a campo se midió cada 14 días la altura y el diámetro

a la altura del cuello de 240 muestras (22/11/2019 hasta el 13/03/2020). Una vez finalizado el experimento se evaluaron variables morfológicas y fisiológicas.

Cabe aclarar que las muestras debieron ser procesadas en marzo del 2020 pero debido al aislamiento social obligatorio por la pandemia del virus SARS-COVID2, causante de la enfermedad COVID-19, las muestras recién pudieron ser evaluadas en el mes de mayo de 2020 (Esquema 1).



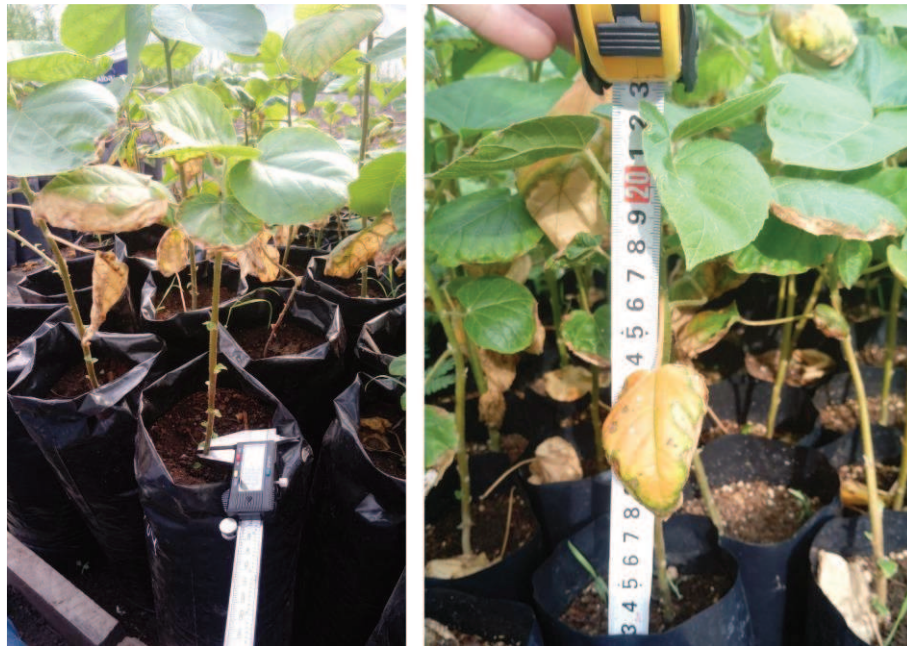
*Esquema 1: Cronología de experimentos y procesamiento de datos.*

Para cada unidad se evaluaron las siguientes variables respuesta:

- **Porcentaje de mortalidad:** esta evaluación se realizó de forma visual, contabilizando el número de plantas muertas con respecto al total.
- **Tasa de crecimiento de altura total y DAC:** Esta evaluación se realizó mediante mediciones de las plantas cada 14 días desde el trasplante (Figura 10-B). La medición se realizó con cinta métrica, midiendo desde el cuello de la planta hasta el ápice. Posteriormente se obtuvo el resultado final promediando las mediciones efectuadas. Las mediciones se iniciaron desde el trasplante hasta terminar la estación de

crecimiento (momento en el cual no se notaron cambios significativos en altura y/o DAC) conforme al sistema plug+1 de 4 meses aproximadamente.

- **Altura de la planta (cm):** con cinta métrica de 1 mm de precisión. Considerando en el tallo principal la distancia desde la superficie del sustrato hasta el ápice de la planta. Esta variable se midió al finalizar el experimento.
- **Diámetro a la altura del cuello:** con un calibre digital con precisión de 0.1 mm (Figura 10-A).



*Figura 10: Medición de DAC y Altura. Izquierda: Medición de DAC con calibre digital. Derecha: Medición de altura con cinta métrica.*

- **Peso seco de tallo, raíz y hojas:** se colocaron las muestras en estufa a 40°C hasta llegar a peso constante. Luego de eso se procedió a pesar cada muestra.
- **Relación PSA/PSR (Fórmula 1)**
- **Coefficiente de Esbeltez (Fórmula 2)**
- **Índice de calidad de Dickson (Fórmula 3)**



- **Área foliar:** cuantificada en  $\text{cm}^2$ . Se determinó de la misma forma que para el Experimento 1, con un medidor electrónico de área foliar LI-COR, modelo LI-3050C.
- **Contenido de carbohidratos no estructurales solubles:** el 22/06/2020 se procedió a la toma de muestras de este experimento. El procedimiento fue similar al descrito para el Experimento 1; sin embargo, en este caso se tomaron por tratamiento 3 muestras de tallos y 4 de hojas para los tratamientos de 1.5 y 3 L, y 2 muestras de tallos y hojas para los tratamientos de 1 L.

### 3.4.3 Análisis de datos

El análisis estadístico se realizó con el lenguaje de programación R (R Core Team, 2022), utilizando la interface de RStudio (RStudio, 2016). Se analizó el efecto del tipo de tubete y la presencia de fertilizante (Experimento 1), o del tipo de maceta (Experimento 2) sobre las características morfológicas y fisiológicas de los plantines utilizando modelos lineales generales (LM) mediante la función “lm ()” del paquete “stats”. Cuando las variables no cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza de residuos, se utilizó distribución log-normal o se ajustaron modelos lineales generalizados (GLM) con distribución gamma, utilizando la función “glm ()” del paquete “stats”. Las variables discretas (N° de hojas) se analizaron mediante GLM con distribución Conway-Maxwell Poisson, a fin de controlar la sobre o subdispersión de los datos utilizando la función “glm ()” del paquete “stats”. Se consideraron como variables explicativas el tratamiento (Experimento 1) y el tipo de maceta (Experimento 2). Para determinar entre cuáles tratamientos se observaron diferencias significativas, se utilizó test de comparaciones múltiples de Tukey utilizando la función “TukeyHSD ()” del paquete “stats”. Para los datos de crecimiento en altura y diámetro a lo largo del Experimento 2, se ajustaron modelos aditivos generalizados (GAM) con efectos aleatorios por tipo de maceta y muestra y una estructura de correlación temporal autorregresiva de orden 1 (AR1). Debido a que el crecimiento de las plantas no es lineal en el tiempo, los GAM resultan útiles para modelarlos ya que cuentan con una parte paramétrica y una serie de funciones de suavizado cuya función polinómica no se define a priori (Pedersen et al., 2019). El ajuste de modelos GAM se realizó con la función “gam ()” del paquete “mgcv” (Wood, 2019). Los datos de mortalidad se modelaron utilizando la función

“drm ()” del paquete “drc” (Ritz y Strebig, 2022). Se ajustaron modelos log-logísticos parámetros o modelos de Michaelis-Menten. Los mejores modelos se eligieron mediante la función “mselect ()” del paquete “drc”.

El nivel de significancia estadística se estableció como  $p < 0.05$ .



**Resultados**

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Experimento 1: Efecto del tamaño de tubete y nivel de fertilización sobre la calidad de plantín en etapa de almácigo.

En las Tablas 3, 4 y 5 y Figuras 11 y 12 se detallan las características morfológicas y fisiológicas que presentaron los plantines al finalizar el experimento.

Para la mayoría de las variables respuesta evaluadas se observó una interacción entre el efecto del tamaño del tubete y el nivel de fertilización (Tabla 3). Esto no fue observado en los valores de SPAD, contenido de CNEs totales, del tallo y las hojas. Como se observa en la Tabla 4, si se analiza el efecto del nivel de fertilización dentro de cada tamaño de tubete, un aumento en la fertilización significó un aumento en la altura total (AT), el número de hojas (Nh), el peso seco total (PST), el área foliar (AF) y una mayor proporción de parte aérea frente a la radicular (PSA/PSR) en ambos tamaños de tubetes. Esto también se observó en el índice de esbeltez en tubetes de 110 mL, pero no en tubetes de 250 mL. La fertilización también mejoró el DAC y el ICD, pero solo en tubetes de 250 mL. Este efecto fue notable en el caso del ICD porque significó un aumento de más del 100% con la fertilización. Para la mayoría de las variables respuestas estudiadas, la variación del nivel de fertilización provocó una magnitud mayor de mejora en tubetes de 250 mL que en los de 110 mL.

Por otra parte, si se observa el efecto del tamaño del tubete dentro de un nivel dado de fertilización, no hay una tendencia clara en las variables (Tabla 4). Por ejemplo, el aumento en el volumen del contenedor no significó una mejora en la altura total de los plantines, independientemente del nivel de fertilización. No obstante, el aumento del volumen del contenedor en plantas fertilizadas significó un aumento notable en el DAC, el número de hojas, el PST, la relación PSA/PSR, el AF, y el ICD. Sin embargo, en plantas no fertilizadas no se produjo una mejora de los valores de dichas variables con el aumento del volumen del contenedor.

Por otro lado, los valores de SPAD mejoraron en función del efecto de la fertilización y el tamaño del tubete, sin interacción entre ambos efectos (Tabla 3 y 5). Los valores de SPAD fueron superiores en plantas fertilizadas independientemente del tamaño del tubete (Tabla 5). También se observaron mayores valores de SPAD en



plantines cultivados en tubetes de 250 mL. No obstante, los valores de SPAD aumentaron más con el efecto de la fertilización que con el efecto del aumento del tamaño del tubete. Los CNEs de hojas, tallos y totales no mostraron una tendencia clara en cuanto al nivel de fertilización o el tamaño del tubete (Tabla 5). En efecto, el contenido de CNEs del tallo fue menor en tubetes de 250 mL en comparación con los de 110 mL, pero no fueron afectados por el nivel de fertilización (Tabla 5). En cambio, el contenido de CNEs en hojas no varió en función del tamaño del tubete, pero sí en función del nivel de fertilización; en plantas fertilizadas fue menor que en plantas no fertilizadas (Tabla 5). Por último, el contenido total de CNEs siguió la tendencia del contenido de CNEs del tallo, mostrando mayores valores en tubetes de 110 mL en comparación con tubetes de 250 mL (Tabla 5).

Tabla 3. Significancia del efecto del tamaño de contenedor, el nivel de fertilización o su interacción en los modelos lineales generales (LM) o generalizados (GLM) ajustados a las diferentes variables respuesta en plantines de *C. urucurana* en la etapa de almácigo (experimento 1). AT: altura total, DAC: diámetro del plantín a la altura del cuello radicular, PST: peso seco total, PSA/PSR: relación entre el peso seco aéreo y el peso seco radicular de los plantines, IDC: índice de calidad de Dickson. CNEs: Carbohidratos no estructurales solubles ( $Mg\text{ glucosa }g^{-1}MS$ ).

Respuesta	Significancia del efecto			R <sup>2</sup>
	Tamaño de tubete (T)	Fertilización (F)	T*F	
AT (cm)	0,48	0,001	0,032	50
DAC (mm)	0,001	0,001	0,001	47
N° de hojas	0,97	0,001	0,001	57
PST (g)	0,001	0,001	0,001	66
PSA/PSR	0,001	0,001	0,04	65
AF (cm <sup>2</sup> )	0,001	0,001	0,001	72
SPAD	0,001	0,001	0,2	52
IE	0,001	0,001	0,007	33
ICD	0,001	0,001	0,001	56
CNEs tallo	0,001	0,81	0,22	68
CNEs hojas	0,67	0,01	0,83	35
CNEs total	0,01	0,16	0,24	69
CNEs total	0,01	0,16	0,24	69

Tabla 4. Efecto de la interacción entre el tamaño del tubete y el nivel de fertilización sobre características morfológicas de los plantines de *Croton urucurana* en fase de almácigo. DAC: diámetro del plantín a la altura del cuello radicular, PST: peso seco total, PSA/PSR: relación entre el peso seco aéreo y el peso seco radicular de los plantines, IDC: índice de calidad de Dickson. Letras minúsculas distintas indican diferencias estadísticas causadas por el efecto de la fertilización dentro de un tamaño de tubete. Letras mayúsculas distintas indican diferencias estadísticas causadas por el efecto del tamaño de tubete dentro de cada nivel de fertilización.

Respuesta	Tubete de 110		Tubete de 250	
	Fertirrigado	Sin fertirrigar	Fertirrigado	Sin fertirrigar
Altura total (cm)	8,2aA	5,8bB	8,9aA	5,8bB
DAC (mm)	1,4aB	1,4aB	1,9aA	1,4bB
Número de hojas	4,5aB	3,9bC	5,4aA	3,2aD
PST (g)	0,18aB	0,11bC	0,35aA	0,09bC
PSA/PSR	2,11aB	1,26bC	2,84aA	1,46bC
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	45,9aB	13,9bC	65,3aA	13,6bC
Índice de esbeltez	5,8aA	4,4bB	4,8aB	4,2aB
ICD	0,02aB	0,02aB	0,05aA	0,02bB

*Tabla 5: Efecto del tamaño del tubete o del nivel de fertilización sobre características fisiológicas de los plantines de Croton urucurana en fase de almácigo. CNEs: Carbohidratos no estructurales solubles (Mg glucosa g<sup>-1</sup>MS).*

<b>Respuesta</b>	<b>Volumen del contenedor (mL)</b>		<b>Fertilización</b>	
	<b>110</b>	<b>250</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
SPAD	24b	27,7a	30,4a	21,3 b
CNEs tallo (mg/100g)	2,00a	1,02b	-	-
CNEs hojas (mg/100g)	-	-	1,48b	1,98a
CNEs totales (mg/100g)	3,77a	2,71b	-	-







Tamaño del tubete			
	110 mL	250 mL	
Fertilización	Sí		
	No		 5 cm

Figura 11: Efecto del volumen del tubete y el nivel de fertilización sobre el crecimiento y la calidad de plantines de *C. urucurana* en etapa de almácigo.

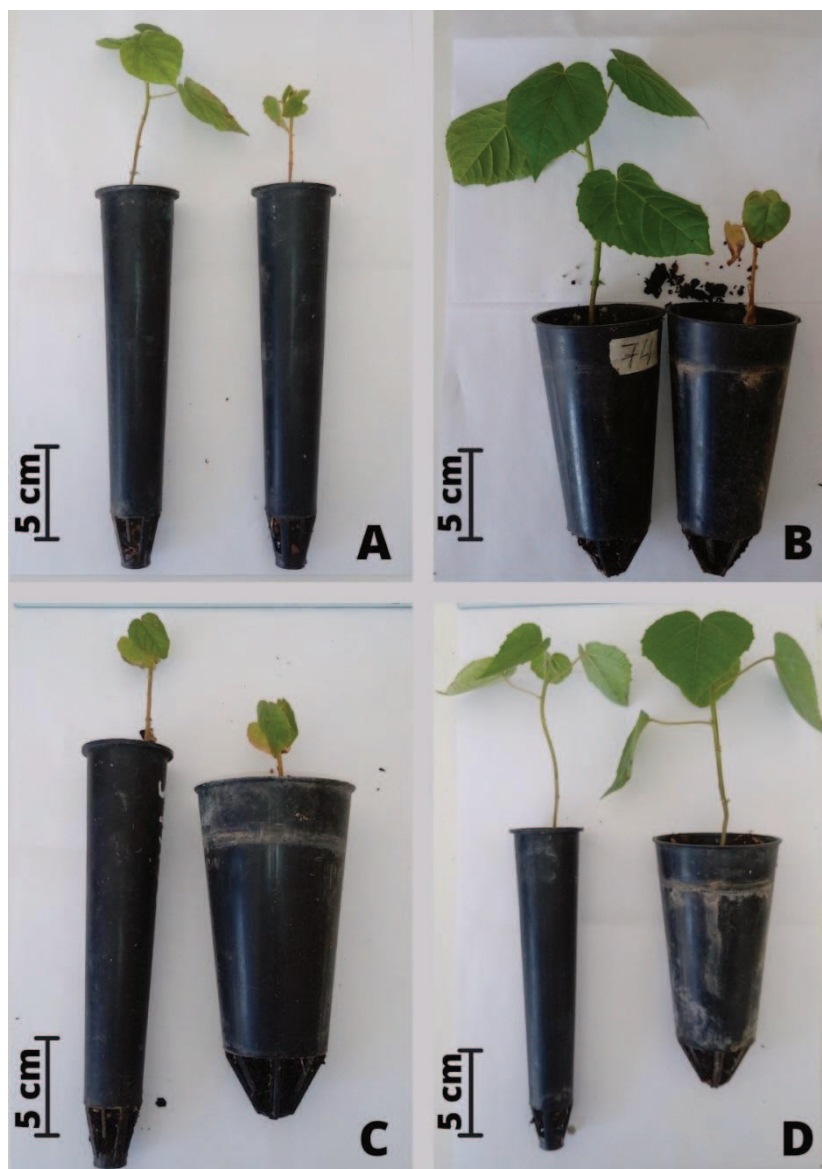


Figura 12: Plantines del Experimento 1. A: Tubetes de 110 cm<sup>3</sup>: izquierda: fertilizado; derecha: sin fertilizar. B: Tubetes de 250 cm<sup>3</sup>: izquierda: fertilizado; derecha: sin fertilizar. C: Tubetes sin fertilizar: izquierda: 110 cm<sup>3</sup>; derecha: 250 cm<sup>3</sup>. D: Tubetes fertilizados: izquierda: 110 cm<sup>3</sup>; derecha: 250 cm<sup>3</sup>.

#### 4.2 Experimento 2: Efecto de la altura y el volumen del contenedor sobre la calidad de plantín en etapa de “cría”.

Al comenzar el ensayo, se hizo un análisis preliminar de 30 plantas para conocer las características de los plantines a trasplantar. Al iniciar el experimento estos tenían una media para AT, DAC, Nh, PS total, PSA/PSR, IE y ICD de:  $20.83 \pm 5.03$  cm, 2.91

$\pm 0.47$  mm,  $5.07 \pm 1.48$ ,  $0.73 \pm 0.3$  g,  $3.28 \pm 0.85$ ,  $7.15 \pm 1.26$  y  $0.07 \pm 0.02$  respectivamente (Tabla 6).

El volumen del contenedor en fase de “cría” influyó significativamente la AT, DAC, el PST, el AF, el ICD y el contenido de CNEs en tallo (Tabla 7 y 8). Para todas las variables respuesta mencionadas la variabilidad explicada fue moderada ( $R^2 = 43-61$ ), a excepción del área foliar cuyo modelo tuvo una baja capacidad explicativa ( $R^2 = 28$ ). El tamaño del contenedor no tuvo efecto sobre la relación entre el peso seco aéreo y el peso seco radicular, sobre el índice de esbeltez y sobre el contenido de CNEs totales y en hojas.

Las plantas cultivadas en todos los contenedores mostraron un aumento notable de la AT, el DAC y el PST en comparación con los valores iniciales (Tablas 6 y 8). El ICD aumentó al doble de su valor inicial en plantas cultivadas en contenedores de 3.5 L, mientras que en plantas cultivadas en contenedores de 1 L y 1.5 L el ICD no se diferenció de los valores iniciales. La relación PSA/PSR y el IE tampoco mostraron un aumento en comparación con los valores iniciales en ningún tamaño de envase.

Como norma general, un mayor tamaño del contenedor produjo una mejora en la mayoría de los atributos de las plantas a excepción de la relación PSA/PSR, el índice de esbeltez y el contenido de CNEs (Tablas 7 y 8). Las plantas producidas en contenedores de 1 L mostraron los menores valores en todos los parámetros, salvo en el ICD que fue igual que en plantas producidas en contenedores de 1.5 L y que como se mencionó anteriormente, no se diferenciaron categóricamente de los valores iniciales. Además, las plantas producidas en contenedores de 1 L tuvieron los mayores valores de CNEs en tallo (Tabla 8). Las plantas cultivadas en contenedores de 3.5 L mostraron valores significativamente mejores que los de aquellas cultivadas en contenedores de 1.5 L en DAC e ICD, pero no en AT, PST, AF y contenido de CNEs en tallo.

En cuanto al índice de calidad de Dickson, se produjo un aumento del 150% al comparar envases de 1 L y 1.5 L con contenedores de 3.5 L. Esto indica que se logró un aumento considerable de calidad de planta al aumentar el volumen del contenedor de 1-1.5 L a 3.5 L, que además produjo menor mortalidad de plantas durante el ensayo (Figuras 13 y 14) y su uso permite un mayor tiempo de permanencia de la planta en

vivero hasta la venta (Figuras 15 y 16). El DAC fue significativamente mayor en plantas cultivadas en contenedores de 3.5 L en comparación con las cultivadas en 1.5 L, aunque dicha diferencia tiene baja significancia biológica en cuanto a adaptabilidad y supervivencia del plantín postrasplante. Los plantines producidos en todos los tamaños de contenedor mostraron una relación PSA/PSR de alrededor de 3:1 lo cual indica un adecuado balance entre los órganos fotosintéticos y el sistema radicular. En todos los tamaños de envases se produjeron plantas esbeltas. Desde el punto de vista fisiológico, no hubo diferencias en el contenido de CNEs total y en hojas entre las plantas producidas en los distintos contenedores. No obstante, las plantas producidas en contenedores de 1 L presentaron los mayores valores de CNEs en tallo.

*Tabla 6: Características morfológicas de los plantines al momento del trasplante.  $\bar{x}$ : media; SD: desvío estándar; SE: error estándar; Min: mínimo; Q1: primer cuartil; Me: mediana; Q3: tercer cuartil; Max: máximo. PS: peso seco. PSA/PSR: relación peso seco aéreo y peso seco radicular. IE: índice de Esbeltez. ICD: índice calidad de Dickson.*

<b>Variable</b>	<b><math>\bar{x}</math></b>	<b>SD</b>	<b>SE</b>	<b>Min</b>	<b>Q1</b>	<b>Me</b>	<b>Q3</b>	<b>Max</b>
Altura (cm)	20.83	5.03	0.92	10.00	16.62	20.75	25.38	28.50
DAC (mm)	2.91	0.47	0.09	1.95	2.62	2.84	3.19	4.01
N° Hojas	5.07	1.48	0.27	2.00	4.00	5.50	6.00	8.00
PS Aéreo	0.56	0.25	0.05	0.13	0.36	0.56	0.72	1.02
PS Total	0.73	0.30	0.06	0.19	0.48	0.76	0.93	1.29
PSA/PSR	3.28	0.85	0.16	1.46	2.82	3.35	3.85	4.99
IE	7.15	1.26	0.23	4.36	6.40	7.17	8.09	10.04
ICD	0.07	0.02	0.00	0.03	0.05	0.07	0.08	0.12

*Tabla 7: Significancia del efecto del tamaño de contenedor en los modelos lineales generales (LM) o generalizados (GLM) ajustados a las diferentes variables respuesta en plantines de C. urucurana en la etapa de “cría” (experimento 2). AT: altura total, DAC: diámetro del plantín a la altura del cuello radicular, PST: peso seco total, PSA/PSR: relación entre el peso seco aéreo y el peso seco radicular de los plantines, IDC: índice de calidad de Dickson. CNEs Carbohidratos no estructurales solubles.*

<b>Respuesta</b>	<b>Efecto del volumen del contenedor</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
AT (cm)	0,001	46
DAC (mm)	0,001	61
PST (g)	0,001	43
PSA/PSR	0,69	3
AF (cm <sup>2</sup> )	0,005	28
IE	0,43	5
ICD	0,0004	44
CNEs tallo	0,001	60
CNEs hojas	0,96	2
CNEs total	0,25	10
Mortalidad final (%)	0,001	-

Tabla 8. Efecto del tamaño del contenedor sobre características morfológicas y fisiológicas de *Croton urucurana* en fase de cría. AT: altura total, DAC: diámetro del plantín a la altura del cuello radicular, PST: peso seco total, PSA/PSR: relación entre el peso seco aéreo y el peso seco radicular de los plantines, IDC: índice de calidad de Dickson. CNEs: Carbohidratos no estructurales solubles.  $\Delta(\%)$ : diferencia entre el valor medio inicial (Tabla 6) y el valor final de la variable respuesta.

Respuesta	Volumen del contenedor (L)					
	1	$\Delta(\%)$	1.5	$\Delta(\%)$	3.5	$\Delta(\%)$
Altura total (cm)	50,8b	144	75,6a	290	87,1a	290
DAC (mm)	6,6c	127	8,6b	195	10,2a	264
PST (g)	5,7c	680	11,7b	1503	16,5a	2160
PSA/PSR	3,6a	0.6	3,1a	0,6	3,2a	0.6
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	264,3b	-	457,8a	-	665,6a	-
Índice de esbeltez	7,8a	17	8,8a	17	8,5a	17
ICD	0,55b	957	0,93b	957	1,4a	1900
CNEs tallo (mg/100g)	1,67a	-	0,91b	-	0,58b	-
CNEs hojas (mg/100g)	0,77a	-	0,75a	-	0,88a	-
CNEs totales (mg/100g)	2,44a	-	1,65a	-	1,46a	-
Mortalidad final (%)	94a	-	53b	-	37c	-

El crecimiento en altura y DAC presentó diferencias significativas entre los distintos tipos de contenedores, observándose una relación positiva entre el crecimiento y el volumen del contenedor (Figura 13). En la Figura 13-B se observa que el crecimiento en altura mostró una tendencia sigmoidea para los plantines cultivados en envases de 1.5 y 3.5 L pero no en aquellos cultivados en envases de 1 L. En estos

tratamientos, hasta los 28 días después del trasplante se observó un crecimiento lento, probablemente por la baja cantidad de hojas fotosintéticamente activas. Luego, el crecimiento en altura mostró una tendencia exponencial hasta los 70 días después del trasplante. A partir de los 70 días después del trasplante, el crecimiento en altura comenzó a estancarse. En los plantines producidos en contenedores de 1 L el crecimiento en altura mostró una tendencia lineal hasta los 98 días después del trasplante, y luego se produjo una meseta hasta el final del ensayo. Los plantines producidos en contenedores de 1 L mostraron una altura menor al de los producidos en contenedores más grandes durante todo el experimento. No se observaron diferencias en el crecimiento en altura entre los tratamientos de 1.5 L y 3.5 L durante el mismo período.

En cuanto a la evolución del DAC no se observó una tendencia sigmoidea (Figura 13-A). En los plantines producidos en contenedores de 1.5 L y 3.5 L ocurrió un crecimiento con tendencia lineal hasta los 56 días después del trasplante, luego de lo cual el DAC comenzó a crecer a menor tasa. Los plantines producidos en contenedores de 1 L mostraron un crecimiento con tendencia lineal y con menor pendiente que en los plantines producidos en los contenedores de mayor volumen.

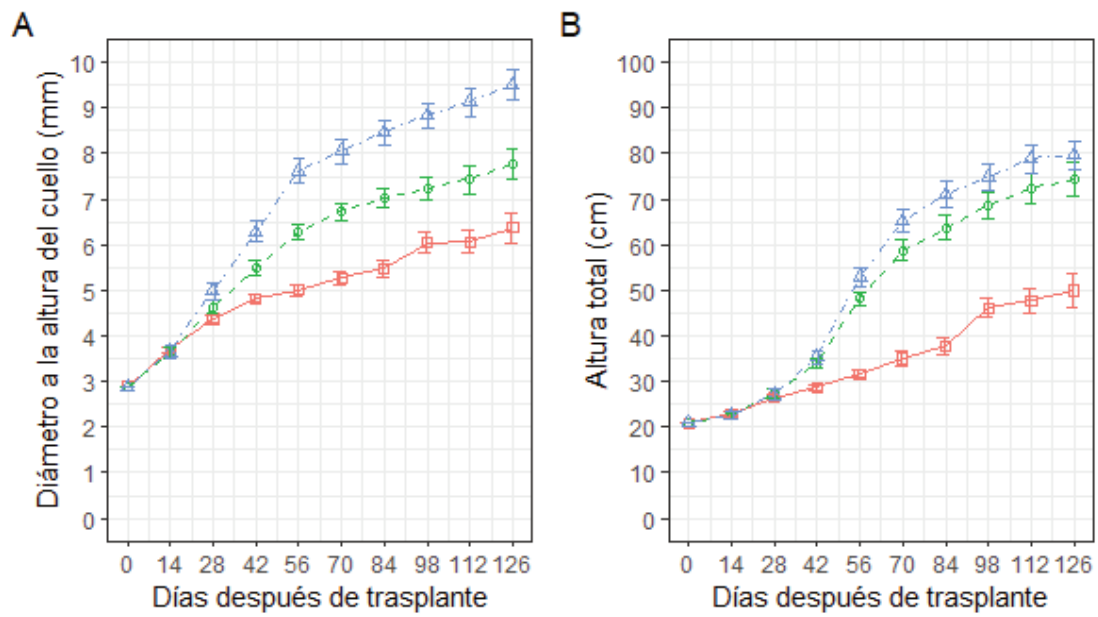


Figura 13. Efecto del tamaño de contenedor (1 L cuadrados y línea continua roja; 1.5 L círculos y línea discontinua verde; 3.5 L triángulos y línea de raya y punto azul) en la etapa de cría sobre la evolución del diámetro a la altura del cuello (A) y la altura total (B) en plantines de *C. urucurana*. Las barras verticales indican el error estándar de la media.



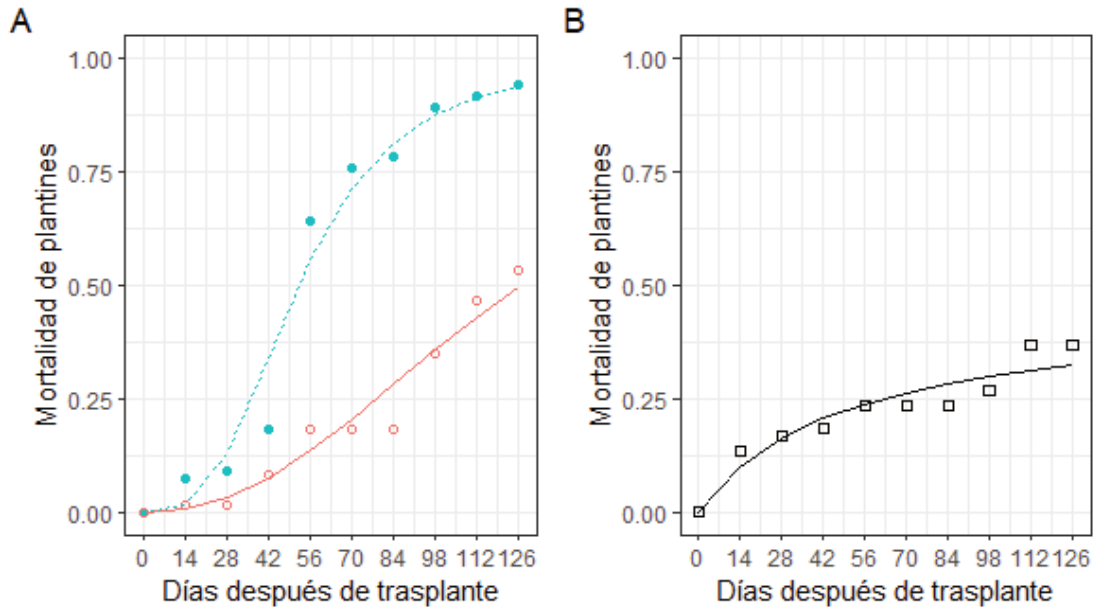


Figura 14. Efecto del tamaño de contenedor sobre la mortalidad de plantines de *C. urucurana* en la etapa de cría. A) Contenedores de 1 L (círculos llenos y línea discontinua azul) y 1.5 L (círculos vacíos y línea continua roja). Las curvas corresponden al ajuste de modelos log-logísticos de 2 parámetros. B) Contenedores de 3.5 L (cuadrados vacíos y línea llena negra). La curva corresponde al ajuste del modelo de Michaelis-Menten de 2 parámetros.



*Figura 15: Plantines de “Sangre de Drago” al finalizar el experimento. A: Fecha: 13/03/2020: finalización del ensayo. B: Fecha 19/05/2020: procesamiento de datos en laboratorio.*



*Figura 16: Efecto del volumen del contenedor sobre el crecimiento y la calidad de plantines de C. urucurana en etapa de cría.*

La mortalidad mostró una tendencia a incrementar en el tiempo para todos los tratamientos (Figura 14). Los tratamientos de 1 L (15 y 22 cm) presentaron un porcentaje de mortalidad al final del experimento mayor al 90% mientras que los de 1.5 L y 3.5 L fueron de 57% y 50%, respectivamente. Los datos de mortalidad presentaron subdispersión de los datos, por lo que se utilizó un modelo de regresión con distribución Conway-Maxwell Poisson. La tasa de mortalidad difirió significativamente entre los distintos tipos de contenedores ( $p < 0.001$ ), siendo significativamente menor para los contenedores de 1.5 L y 3.5 L en comparación a los contenedores de 1 L (15 cm) y 1 L (22 cm). Como los tratamientos de 1 L de 15 y 22 cm de altura presentaron al final de la experiencia una supervivencia de 4 y 2 plantas,

respectivamente, para dichos tratamientos no se ajustaron modelos de regresión para las variables de calidad.





# Discusión



## 5. DISCUSIÓN

### 5.1 Efecto de la fertilización sobre variables morfológicas e índices de calidad en la etapa de almácigo

Nuestros resultados muestran que los mejores valores para las variables morfológicas los obtuvieron los tratamientos fertilizados (con excepción de la AT y el IE) (Tabla 4). Esto concuerda con investigaciones previas que hallaron que la fertilización y el tamaño del contenedor se correlaciona positivamente con el tamaño, estado nutricional, la calidad de la planta y su supervivencia a campo (Carrasco Manzano et al. 2004; Martínez y Rubio, 2005; Massone et al., 2018; Trubat Domenech et al., 2004). A modo de ejemplo, Carpenedo Aimi et al. (2016) investigaron en plantas de *Cabralea canjerana* el efecto del volumen de contenedor y dosis de fertilizantes en el crecimiento de dicha planta, obteniendo que la propagación en los tubetes de mayor tamaño (180 cm<sup>3</sup>) fertilizados presentaron los mejores valores en los parámetros morfológicos evaluados. Asimismo, Sorreano et al. (2011 y 2008) establecieron que la deficiencia de nitrógeno (entre otros nutrientes) influyó negativamente en la altura, DAC y número de hojas de plantines de “Sangre de Drago”, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el Experimento 1 del presente trabajo. En cuanto a los índices de calidad evaluados, el IE refleja la robustez de un plantín y es útil para descartar plantas desproporcionadamente altas. Una planta con un IE > 10 es susceptible a daños mecánicos por falta de lignificación. Valores adecuados del índice de esbeltez están en el rango de IE < 6-8, lo cual asegura una resistencia a daños mecánicos y a factores de estrés abiótico en el sitio de plantación (Hunt, 1990; Thompson, 1985). Nuestros resultados muestran que las plantas más esbeltas fueron aquellas fertilizadas y dentro de ellas las que se produjeron en tubetes de 110 mL, posiblemente como respuesta a la mayor densidad de plantas por superficie en este tipo de tubetes. Sin embargo, todas las plantas de *C. urucurana* producidas en almácigo mostraron valores de IE < 8 (Tabla 4 y 6), por lo cual no presentarían problemas de daños mecánicos una vez trasplantadas a los contenedores más grandes en la etapa de cría.

Por otra parte, la relación de biomasa entre la porción aérea y la raíz de un plantín muestra el equilibrio o desequilibrio entre la transpiración y la absorción de agua y nutrientes (Parviainen, 1981; Ritchie et al. 2010; Schmidt Vogt, 1966). En este sentido, Sáenz et al. (2010) establecieron que plantines de coníferas de buena calidad deben

tener una relación PSA/PSR entre 1,5 y 2,5, mientras que plantines con una relación PSA/PSR  $> 2,5$  son considerados de mala calidad. Por otro lado, Thompson (1985) aconseja que la relación PSA/PSR  $\approx 1$  cuando el ambiente donde se implantarán las plantas presenta características restrictivas al crecimiento radicular. En el presente trabajo en todos los tratamientos en almácigo se produjeron plantas con una buena relación PSA/PSR, a excepción de aquellas producidas en tubetes de 250 mL con fertilización, donde PSA/PSR  $> 2,5$ . Esto no representó un problema en la supervivencia dado que dichas plantas no fueron destinadas a plantación a campo, sino a contenedores más grandes en la etapa de cría.

El índice SPAD tiene una correlación elevada con el contenido de clorofila en hoja, por lo tanto, es de esperar que su valor aumente como efecto de la fertilización en combinación con el mayor volumen del contenedor (Tabla 4). Esto concuerda con lo observado en *Lisianthus*, donde la fertilización nitrogenada aumentó el contenido de clorofila y por ende los valores de SPAD (Ribeiro de Cunha et al. 2015). A su vez, otros autores de (Modh et al., 2011; Seneweera et al., 2011; Warren et al., 2005), evaluando distintas especies, observaron que la fertilización nitrogenada y un mayor volumen de contenedor provocaban una mayor cantidad de área fotosintetizante y, por ende, del contenido de clorofila.

Respecto al área foliar, la misma varió en función de la interacción entre el nivel de fertilización y el tamaño del tubete (Tabla 4). Los mayores valores de área foliar se observaron en tubetes grandes fertilizados debido al mayor tamaño y cantidad final de hojas como resultado de un mayor crecimiento estimulado por el nivel nutricional y el espacio de crecimiento radicular. Estos resultados han sido observados anteriormente por otros autores en especies de *Helianthus annuus* y *Eucalyptus globulus* (Estrada, 1999; Monsalve et al., 2009). Además, Vagnoni et al. (2014) obtuvieron la misma respuesta en plantas de tomates (*Lycopersicon esculentum*) utilizando un volumen de celda mayor.

En cuanto al ICD, estudios previos establecen que un ICD  $< 0,15-0,20$  podría repercutir negativamente sobre la supervivencia de las plantas, mientras que un plantín con un ICD  $> 0,50$  es considerado de buena calidad (Dickson et al., 1960; Sáenz et al., 2010). En coníferas, Hunt (1990) estableció que un valor inferior a 0,15 podría influir desfavorablemente en el establecimiento de una plantación. Así mismo, García (2007)

recomienda un valor mínimo de 0,2 para plantaciones de especies latifoliadas. Los valores de ICD hallados en nuestro trabajo indican que ningún tratamiento en almácigo produjo plantines aptos para su plantación a campo (dado su bajo ICD), particularmente si se las desea implantar en sitios con déficit hídricos (Villalón-Mendoza, 2016). Sin embargo, los plantines de *C. urucurana* se trasplantaron a contenedores más grandes para transitar su fase de "cría" en ausencia de factores limitantes; bajo esas condiciones los valores de ICD < 0,15 no afectaron el crecimiento ni la supervivencia inicial de dichas plantas cuando se produjeron en contenedores con adecuado volumen (Tabla 8 y Figuras 13 y 14).

## **5.2 Efecto del volumen de contenedor sobre variables morfológicas e índices de calidad en las etapas de almácigo y cría**

El volumen de un contenedor influye en el tamaño potencial que podrá alcanzar una planta debido a que determina la cantidad y disponibilidad de agua y nutrientes para el crecimiento, además de afectar el crecimiento radicular (Biran y Eliassaf, 1980; Ritchie et al., 2010). El volumen y dimensiones dependerán puntualmente de la especie a propagar, densidad del cultivo, tiempo de crecimiento, entre otros (Buamscha et al., 2012).

En fase de almácigo se produjo una mejora en DAC, número de hojas, PST, PSA/PSR, AF e ICD con un aumento del tamaño del tubete de 110 mL a 250 mL en plantines de *C. urucurana* fertilizados (Tabla 4). Además, el aumento del tamaño del contenedor mejoró la AT, el DAC, el PST, el AF y el ICD en fase de cría de los plantines de *C. urucurana* trasplantados desde tubetes de 250 mL a sus envases finales (Tabla 8). Trabajos previos en distintas especies demostraron que el tamaño del contenedor influye en los atributos de calidad de morfológicos y fisiológicos del plantín (Biran y Eliassaf, 1980; Carpenedo Aimi et al., 2016; NeSmith y Duval, 1998). Diversos autores establecieron además que existe una correlación directa y positiva entre el tamaño del contenedor y los parámetros morfológicos de calidad (Bernaola Paucar et al., 2016; Domínguez-Lerena et al., 1997, 2000; Moreno-Pérez et al., 2011).

Dentro de las variables estudiadas, las que tienen mayor relación con la calidad y supervivencia de las plantas en el sitio de plantación definitivo son el PST, la relación PSA/PSR y el ICD (Thompson, 1985). El volumen del contenedor es el principal factor



que controla la producción de biomasa del sistema radicular, el cual a su vez impacta sobre la capacidad de los plantines para generar crecimiento aéreo debido a su aporte de nutrientes, agua y reguladores de crecimiento (Ritchie et al., 2010; Rodríguez-Trejo, 2008). Por ende, una restricción al crecimiento radicular repercutirá negativamente sobre la acumulación de biomasa total al afectar el crecimiento aéreo (Gutiérrez et al., 2011; NeSmith y Duval, 1998). En cuanto al PST, este aumentó con el incremento en el volumen del contenedor, pero no hubo una diferencia estadística entre los contenedores de mayor volumen. El aumento del PST se da como consecuencia de una mayor cantidad de hojas, área foliar y crecimiento (Buamscha et al., 2012). Posiblemente la ausencia de diferencias en PST entre los tratamientos de contenedor más grandes se deba a que no existen diferencias en el AF entre dichos tratamientos (Tabla 5). Una restricción al crecimiento radicular fue relacionada con un menor tamaño y producción de hojas y, consecuentemente, menor área foliar por planta en diferentes especies (NeSmith y Duval, 1998). Una reducción en el número y tamaño de hojas como consecuencia del tamaño del contenedor también fue observada en plantines de cacao (Gutiérrez et al., 2011). El incremento en el PST como consecuencia de un aumento del volumen del contenedor fue observado en diferentes especies (Dominguez-Lerena et al., 2006) y responde a un mayor volumen de exploración de raíces que permite aumentar la captación de nutrientes y agua y el intercambio gaseoso con la atmósfera del sustrato, además de que la raíz es importante para la provisión de reguladores del crecimiento fundamentales para el crecimiento a la parte aérea. A su vez, cuando el volumen del contenedor no es adecuado, el crecimiento radicular ocupa el espacio poroso conduciendo a cambios en la porosidad total, la porosidad de aireación y la porosidad de retención hídrica, lo cual origina una restricción del crecimiento por cambios en la concentración de oxígeno, dióxido de carbono y el régimen hídrico del sustrato (Biran y Eliassaf, 1980).

Como se mencionó anteriormente, el ICD permite definir el equilibrio entre la distribución de la masa y el IE de un plantín (Dickson et al., 1960). Plantines de buena calidad deben tener un ICD > 0,5 (Saenz et al., 2010). En el presente estudio todos los tratamientos en etapa de "cría" produjeron valores de ICD superiores a 0,5, siendo las plantas de mejor calidad las producidas en contenedores de 3.5 L (ICD = 1.6). En comparación con las plantas de *C. urucurana* producidas en tubetes en etapa de almácigo, el ICD de los plantines producidos en contenedores más grandes en la etapa

de “cría” mostró valores adecuados debido al mayor peso seco total obtenido, dado que ni el IE ni la relación PSA/PSR variaron entre tratamientos. Dickson et al. (1960) establecen que, cuanto más alto el ICD, mejor será la calidad y desempeño de la planta para adaptarse a las condiciones del sitio de plantación, por ello las plantas mejor adaptadas al sitio de plantación definitivo serían las producidas en contenedores de 3.5 L. El efecto del aumento del ICD con el aumento del tamaño del contenedor fue comprobado en varias especies (Alzugaray et al., 2004; Bernaola Paucar, 2015; Carpenedo Aimi et al., 2016; De Jesús Albino et al., 2021; Rodríguez-Trejo, 2008; Senilliani et al., 2021; Venancio Nabor et al., 2022) y sería el resultado de un aumento significativo del PST, dado que normalmente no se altera la relación PSA/PSR ni el IE con el aumento del tamaño del contenedor.

Por otra parte, el IE y la relación PSA/PSR de plantines de *C. urucurana* en contenedores de 1, 1.5 y 3.5 L no se vieron significativamente afectados por el tipo de contenedor. Resultados previos en especies florales y hortícolas indican que el volumen del contenedor no tiene un efecto inequívoco sobre la relación PSA/PSR (NeSmith y Duval, 1998). El aumento del volumen del contenedor no produjo un efecto significativo sobre la relación PSA/PSR en *Pinus pinea* (Dominguez-Lerena et al., 1997, 2006), *P. pinaster*, *P. halepensis* (Dominguez-Lerena et al., 1997) *Prosopis alba* (Senilliani et al., 2021) o *Quercus crassipes* (Venancio Nabor et al., 2022), mientras que en *Pinus hartwegii* hubo diferencias poco claras (Bernaola Paucar et al., 2015). Esto sugiere que, si bien el tamaño del contenedor afecta la producción total de biomasa, no repercute en la partición de biomasa entre la parte aérea y la radical en los plantines de las especies leñosas mencionadas a menos que haya restricción radicular severa (NeSmith y Duval, 1998). Como se mencionó anteriormente, la relación PSA/PSR determina el balance entre la evapotranspiración y la superficie absorbente de la planta, brindando información respecto al balance hídrico y resistencia al estrés (Quiroz et al., 2009). Es así que dicha relación debe ser no mayor a 2,5, ya que si supera dicho valor se considera que la parte aérea de la planta está desbalanceada con la radicular, dificultando su supervivencia en sitios con escasa precipitación. Los plantines de *C. urucurana* producidos en fase de “cría” mostraron valores de PSA/PSR >2,5 en todos los tratamientos, lo cual podría afectar su crecimiento y supervivencia inicial. Sin embargo, en plantas de *Pseudotsuga menziesii* el crecimiento y supervivencia luego de dos años post plantación fue mayor en plantines que al momento de plantación tenían mayor

volumen radicular, y mayor peso seco total, ya que no hubo diferencias en la relación PSA/PSR entre los tratamientos (Alzugaray et al., 2004). Según Thompson (1985) el umbral aceptable para la relación PSA/PSR tiende a ser mayor conforme la planta aumenta de tamaño y además en climas cálidos la raíz tiene un mayor estímulo de crecimiento que podría compensar una relación PSA/PSR inadecuada a la salida del vivero. Sumado a esto, Thompson (1985) advierte que además de la relación PSA/PSR la supervivencia de un plantín en su sitio definitivo dependerá de la biomasa total del mismo y del valor del ICD. Por ende, si bien existe una relación PSA/PSR desfavorable, las plantas de *C. urucurana* producidas en contenedores de 3.5 L en fase de “cría” tienen las mayores chances de supervivencia “a campo”.

Estudios previos muestran que no existe efecto directo del volumen del contenedor sobre el IE en *Pinus halepensis*, *P. pinea*, *P. pinaster* (Dominguez-Lerena et al., 1997) o *Quercus crassipes* (Venancio Nabor et al., 2022). Sin embargo, sí se observó un aumento del IE en plantines de *Prosopis alba* con el aumento del volumen del contenedor (Senilliani et al., 2021). Sin embargo, el efecto del contenedor podría estar confundido con el de densidad de plantines por metro cuadrado que impone determinado tamaño de contenedor; a mayor densidad de plantas, mayor es el IE. Las plantas de *C. urucurana* producidas en fase de “cría” tendrían valores aceptables de IE según lo expuesto por Hunt (1990), por lo cual tendrían resistencia a daños mecánicos por viento luego del trasplante al sitio definitivo.

El crecimiento en altura total y DAC fue significativamente superior en los contenedores de mayor volumen, posiblemente debido un efecto conjunto de la mayor área foliar y a una mayor biomasa radicular (datos no mostrados), lo que conduce a una mayor captación de agua, nutrientes, intercambio gaseoso y producción de reguladores del crecimiento (Buamscha, et al., 2012; De Jesús Albino et al., 2021; Ritchie et al., 2010; Villar et al., 2004). Claramente en los plantines producidos en contenedores de 1 L se observó una restricción al crecimiento radicular, lo cual dificulta la absorción de agua y nutrientes y el intercambio gaseoso entre la raíz y la atmósfera del sustrato, lo que conduce a una menor producción de reguladores del crecimiento importantes y explica su menor tasa de crecimiento en altura y DAC, y su mayor mortalidad. La meseta producida en el crecimiento de ambas variables en todos los tratamientos podría deberse a que todos los contenedores se volvieron restrictivos para el desarrollo del sistema

radicular hacia el final del experimento, dado que la porosidad total del sustrato disminuye con el crecimiento radicular y también se modifica el balance entre poros de aireación y poros de retención de agua (Biran y Eliassaf, 1980). Este efecto restrictivo del contenedor sobre el crecimiento del plantín fue observado en distintas especies herbáceas y leñosas (Gutierrez et al., 2011; NeSmith y Duval, 1998; Vilchez et al., 2015). Por tal motivo, una vez definido el tipo de sustrato a utilizar, es fundamental tener en cuenta el volumen del contenedor, ya que este define el período de permanencia en el vivero.

La mortalidad de los plantines fue mayor en aquellos producidos en contenedores de 1 L, lo cual podría deberse a una restricción severa del contenedor sobre el crecimiento y a una mayor evapotranspiración en dichos contenedores en comparación con los de mayor volumen a la misma intensidad de riego (Buamscha et al., 2012; Gutiérrez et al., 2011; Moreno-Pérez et al., 2011).

De los resultados obtenidos se pudo observar que la CNEs varió a lo largo del ensayo, presentando una mayor concentración en etapa de almácigo en comparación con la etapa de “cría” (Tablas 5 y 8). Por otro lado, tanto en la etapa de almácigo como en la de “cría” los contenedores de menores dimensiones presentaron mayor contenido de carbohidratos solubles de reserva (Tablas 5 y 8). Además, en la etapa de almácigo el contenido de CNEs fue mayor en tubetes no fertilizados (Tabla 5). Marshall (1985) describe que la concentración de carbohidratos se ve afectada por diversos factores como ser la fotosíntesis, la respiración utilizada para crecer, la respiración de mantenimiento, y la acumulación y uso de reservas. Cuando existen factores limitantes al crecimiento los CNEs tenderán a acumularse en órganos con capacidad fotosintética como una estrategia de disminución de la tasa fotosintética a través de la regulación de genes involucrados, donde los azúcares solubles funcionan como señales (Berry y Downton, 1982; Marshall, 1985). En este sentido se ha reportado una mayor concentración de carbohidratos no estructurales (CNE) en plantas con estrés hídrico (Hsiao, 1973; Vartanian, 1981), combinado o no con estrés por altas temperaturas (Kolosa et al. 2001; Percival et al., 2011). La insuficiencia de CNE en situaciones de estrés puede comprometer el desarrollo de una plantación (Burdett, 1990; Cherbuy et al., 2001). Mc Pherson y Williams (1998) y Canham et al. (1999) determinaron que, bajo estrés por herbivoría en *Sabal palmetto*, *Acer saccharum* y *Quercus rubra*, los

carbohidratos de reserva cumplían un rol fundamental para la recuperación de la planta. Así mismo, Puttonen (1986) observó en plántulas de *Pinus sylvestris* que, ante una disminución de las reservas de carbohidratos, su comportamiento fue peor y tuvieron una mortalidad significativa. Por otro lado, cuando no existen factores limitantes al crecimiento, una mayor tasa de crecimiento conduce a una mayor producción de carbono estructural (celulosa, hemicelulosa, pectinas) en detrimento de la concentración de CNE (azúcares simples, almidón, etc.) (Ariovich y Cresswellm, 1983; Marshall, 1985). Esto coincide con los resultados de Sanz Pérez et al. (2005) que determinaron una menor concentración de almidón ante una mayor disponibilidad de nitrógeno en *Quercus ilex subsp. ballota* y *Q. coccifera*. Nuestros resultados coinciden con otras investigaciones donde la disminución de los factores limitantes al crecimiento disminuyó la *concentración* de CNE solubles para utilizar ese carbono en crecimiento estructural (Chen et al., 2022; Malik y Timmer, 1998; Marshall, 1985; Peng et al., 2021; Sanz Pérez et al., 2005; Senilliani et al., 2021). Por otro lado, si bien los tratamientos con restricciones al crecimiento mostraron una mayor *concentración*<sup>1</sup> de CNE solubles, los tratamientos sin restricciones en el crecimiento mostraron casi 3 veces más biomasa, con lo cual *el contenido total*<sup>2</sup> de CNE solubles fue mayor (Tabla 8). Esto es importante, dado que un mayor contenido de CNE está positivamente correlacionado con la resistencia al estrés biótico o abiótico y la supervivencia a campo de plantines de diferentes especies (O'Brien et al. 2014).

Por lo anteriormente dicho, el estudio de esta variable es de importancia ya que ante la presencia de factores restrictivos al crecimiento (tamaño de contenedor, fertilización, riego, plagas, etc.) los plantines tendrán menor crecimiento en biomasa total, lo cual afectará su supervivencia y adaptación en el sitio de plantación definitivo, dado que el contenido de CNE impacta en la capacidad de las plantas para crecer, metabolizar y sobrevivir en condiciones de estrés (Kaelke y Dawson, 2005; Malik y Timmer, 1998). Por tal motivo, el contenido de CNE almacenados al salir del vivero puede determinar el desarrollo y éxito de la plantación. En los resultados del presente estudio existe una aparente contradicción entre el nivel de reservas solubles (CNEs) y

---

<sup>1</sup> La concentración de CNEs fue expresada como mg de glucosa en 100 g de tejido.

<sup>2</sup> El contenido total de CNEs surge de multiplicar la concentración en mg/100 de CNE por la biomasa total del plantín. Por lo tanto, aquellos plantines con mayor biomasa tendrán mayor contenido total de glucosa que los plantines bajo condiciones restrictivas al crecimiento. Ese contenido total de glucosa es el que impactará positivamente en la resistencia y resiliencia de los plantines al estrés.

la capacidad de supervivencia de los plantines (ICD, PST), dado que los plantines con peores índices de calidad y capacidad de supervivencia tienen la mayor concentración de CNE solubles. Dicha contradicción puede deberse a que en el presente trabajo se evaluaron las reservas de disponibilidad inmediata como lo son los CNEs, pero no las reservas de disponibilidad no inmediata (almidón, ácidos orgánicos, etc.) y que requieren una metabolización previa para estar disponibles como moléculas simples. Bajo condiciones de estrés la concentración de CNE solubles puede aumentar no solo por la imposibilidad de utilizarlos para la producción de carbohidratos estructurales y la producción de energía, sino también porque los azúcares simples funcionan como sensores para la adaptación de las plantas a su entorno (Pan et al., 2002). Por otro lado, en plantas con adecuado crecimiento la mayor parte de las reservas se acumula como almidón, que funciona como reserva de mediano plazo y como estrategia para no causar una disminución de la tasa fotosintética por el desbalance entre el C producido y el N absorbido en un determinado momento. Dado que en nuestro trabajo no evaluamos la fracción insoluble de los CNE, no podemos tener un panorama completo de las reservas carbonadas de cada tratamiento, y nuestra hipótesis es que las plantas producidas en contenedores de mayor tamaño tuvieron un mayor contenido de CNE insolubles dada su mayor tasa de crecimiento.

Por último, cabe destacar que la viverización es el proceso por el cual se cultivan plantas ornamentales, frutales y/o forestales en los viveros, utilizando técnicas y tecnologías de propagación y producción específicas para cada especie o grupo de especies. Estas técnicas y tecnologías involucran en el caso de la propagación sexual la elección de plantas madres semilleras, el tratamiento de semillas, la elección de un determinado sustrato, la elección del tipo y volumen del contenedor, la fertilización, el riego, el tratamiento de plagas en las distintas fases del proceso (almácigo, crecimiento rápido, rustificación) para lograr plantas de buena calidad para el sitio de plantación definitivo. En general, la calidad final de una planta cultivada en vivero está determinada por el contenedor, la fertilización utilizada, el sustrato y el riego (Ritchie et al. 2010). En este trabajo se estudió un aspecto importante, y hasta ahora no explorado, del proceso de viverización de *C. urucurana*, como lo es el efecto del tamaño del contenedor en la etapa de almácigo y en la etapa de cría. Se demostró que, dejando fijos otros factores importantes (nivel de riego, el tipo de sustrato, el control de plagas, la temperatura del aire, la radiación y el fotoperíodo) la calidad de plantas



de *Croton urucurana* dependió del tamaño del envase y del nivel de la fertilización en etapa de almácigo. Dejando fijo además el nivel de fertilización, la calidad de la planta dependió del volumen del contenedor en la fase de “cría” de esta especie.





# Conclusiones

153

162

170

181

189



## 6. CONCLUSIONES

- El volumen de tubete y el nivel de fertilización influyen en la calidad de plantín de “Sangre de Drago” en la etapa de almácigo.
- La producción de plantines de “Sangre de Drago” en tubetes de 250 cm<sup>3</sup> fertilizados presenta un mejor comportamiento en las variables morfológicas. Los plantines producidos en estos tubetes tuvieron una menor concentración de CNEs, dada su mayor tasa de crecimiento, pero tuvieron un mayor contenido total de CNEs, dada su mayor biomasa total. Esto, sumado a valores aceptables del índice de calidad de Dickson, ocasionó una baja mortalidad en la etapa de “cría” en contenedores con volumen adecuado.
- En la etapa de “cría” el volumen del contenedor impactó de manera considerable sobre los parámetros morfológicos y fisiológicos, el crecimiento y la mortalidad de los plantines de *C. urucurana*. Los plantines en contenedores de 1 L mostraron una mortalidad superior al 90%, por lo tanto, no son una opción viable a escala comercial.
- Los plantines producidos en contenedores de 3.5 L presentaron la mayor tasa de supervivencia, los mayores valores de peso seco total, índice de calidad de Dickson y contenido total de CNEs en comparación con los demás tratamientos, por lo tanto, son los que tendrán mayor probabilidad de supervivencia en el sitio definitivo de plantación. La utilización de contenedores de 3.5 L permite además tener mayor flexibilidad en el momento de venta de la planta ya que permiten una mayor duración de los plantines sin pérdidas de calidad en comparación con los contenedores de menor volumen.
- Para producir plantas de “Sangre de Drago” en sistema plug + 1 se aconseja utilizar en etapa de almácigo tubetes de 250 mL con fertilización de 100 ppm (N-P-K) y, en etapa de “cría”, contenedores de 3.5 L.
- Con el objetivo de profundizar el conocimiento y la eficiencia en la viverización de esta planta, es necesario evaluar distintas formulaciones de sustratos y niveles de fertilización en la etapa de cría, utilizando los contenedores de 3.5 L. Es decir, se debe seguir investigando la relación que existe entre la calidad morfológica y fisiológica de

“Sangre de Drago” y la forma en que esta es cultivada, con el fin de crear y ajustar metodologías de producción en vivero.



# **Bibliografía**

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Alvarenga, A. A. D., Castro, E. M. D., Lima Junior, É. D. C., & Magalhães, M. M. (2003). Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. in southeastern Brazil. *Revista Árvore*, 27, 53-57.

Alzugaray, P., Haase, D., & Rose, R. (2004). Efecto del volumen radicular y la tasa de fertilización sobre el comportamiento en terreno de plantas de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) producidas con el método 1+ 1. *Bosque (Valdivia)*, 25(2), 17-33.

Ariovich, D., & Cresswell, C. F. (1983). The effect of nitrogen and phosphorus on starch accumulation and net photosynthesis in two variants of *Panicum maximum* Jacq. *Plant, Cell & Environment*, 6(8), 657-664.

Árvores do Bioma Cerrado. [online] Disponible en: <https://www.arvoresdobiomacerrado.com.br/site/2017/06/19/chaetocarpus-myrsinities-baill-2/>. Acceso: 08/08/2022.

Bernaola Paucar, R. M., Zamora Natera, J. F., Vargas Radillo, J. D. J., Cetina Alcalá, V. M., Rodríguez Macías, R., & Salcedo Pérez, E. (2016). Calidad de planta en etapa de vivero de dos especies de pino en sistema Doble-Trasplante. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 7(33), 74-93.

Bernaola-Paucar, R. M., Pimienta Barrios, E., Gutiérrez González, P., Ordaz Chaparro, V. M., Alejo Santiago, G., & Salcedo Pérez, E. (2015). Efecto del volumen del contenedor en la calidad y supervivencia de *Pinus hartwegii* Lindl. en sistema doble-trasplante. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 6(28), 174-187.

Berry, J. A., & Downton, W. J. S. (1982). Environmental regulation of photosynthesis. *Photosynthesis*, 2, 263-343.

Biganzoli, M., Castro, D. C., Ghio, N., Gabriel, P. M., Álvarez, N., & Buyatti, M. A. (2021). Efecto de la aplicación de ácido naftalén acético sobre el enraizamiento de estacas leñosas de *Croton urucurana* Baill., *Tabernaemontana catharinensis* A. DC. y *Paullinia elegans* Cambess. *Fave. Sección ciencias agrarias*, 20(1), 189-203.

Biganzoli, M., Castro, D. C., Ghio, N., Gabriel, P., Álvarez, N., Derita, M. & Buyatti, M. A.



(2018). Enraizamiento de estacas de especies nativas con potencial ornamental. Córdoba: Horticultura Argentina, p. 2.

Biran, I., & Eliassaf, A. (1980). The effect of container size and aeration conditions on growth of roots and canopy of woody plants. *Scientia Horticulturae*, 12(4), 385-394.

Botanic Gardens Conservation International. (2022). Securing a Botanical Treasure in Argentina. [online] Disponible en: <https://www.bgci.org/resources/bgci-tools-and-resources/securing-a-botanical-treasure-in-argentina/>. Acceso:10/08/2022

Botto, J. & Mata, D. (2014). Investigación científica y plantas ornamentales: Una mirada al futuro. *Asociación Civil Ciencia Hoy; Ciencia Hoy*; 23; 136; 3-2014; 32-37

Buamscha, M. G., Contardi, L., Dumroese, R. K., Enricci, J. A., Escobar, R., Gonda, H., Jacobs, D. F., Landis, T. D., Luna, T., Mexal, J. G., & Wilkinson, K. M. (2012). Producción de plantas en viveros forestales. 1. ed. Colección nexos. Buenos Aires. 194.

Burdett, A. N. (1990). Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Canadian Journal of Forest Research*, 20(4), 415-427.

Cabral, C. P., da Silva, D. H., Malavolta, E., Sorreano, M. C. M., & Rodrigues, R. R. (2008). Deficiência de micronutrientes em mudas de sangra d água (*Croton urucurana*, Baill). *Cerne*, 14(2), 126-132.

Campos, A. G., Xavier, M. F. N., Flores, P. R. L.; Pimienta, A. C.; Coelho, M. de F. B. (2018). Enraizamiento de Estacas de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) Tratadas Com Ácido Indol Butírico. Congreso Nacional Botânica, Centro de Eventos do Pantanal. 2018, Cuiabá-MT.

Canham, C. D., Kobe, R. K., Latty, E. F., & Chazdon, R. L. (1999). Interspecific and intraspecific variation in tree seedling survival: effects of allocation to roots versus carbohydrate reserves. *Oecologia*, 1-11.

Carneiro, J. D. A. (1981). Influência do sítio sobre o desenvolvimento dos parâmetros morfológicos indicadores de qualidade de mudas. *Seminário de Sementes e Viveiros Florestais*, 19, 41-58.

Carneiro, J. D. A. (1983). Influencia dos fatores ambientais das técnicas de produção sobre o desenvolvimento de mudas floréstais e a importância dos parâmetros que definem sua qualidade. Florestas plantadas nos neotrópicos como fonte de energia; anais do simposio. In Simposio Florestas Plantadas nos Neotrópicos como Fonte de Energia, Viçosa, MG (Brasil), 6-13 Feb 1983 (No. 20599). Universidade Federal de Viçosa, MG (Brasil) MAB/UNESCO, Viçosa, (Brasil) IUFRO, Viçosa, (Brasil).

Carneiro, J. D. A. (1995). Produção e controle de qualidade de mudas florestais.

Carpenedo Aimi, S., Machado Araujo, M., Benítez León, E., Gomez de Oliveira, G., & da Silva Cunha, F. (2016). Volumen de contenedores y dosis de fertilizante de liberación controlada en el crecimiento de plantas de *Cabralea canjerana* producidas en vivero. *Bosque (Valdivia)*, 37(2), 401-407.

Carrasco Manzano, I. C., Rubira, J. L. P., Lerena, S. D., & Matías, L. F. B. (2004). Comparación de distintos métodos y dosis de fertilización en plantas de " *Pinus Nigra*" y " *Pinus Sylvestris*" cultivadas en contenedor. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, (17), 29-33.

Carvalho, D. A. D., Oliveira-Filho, A. T. D., Vilela, E. D. A., & Curi, N. (2000). Florística e estrutura da vegetação arbórea de um fragmento de floresta semidecidual às margens do reservatório da usina hidrelétrica Dona Rita (Itambé do Mato Dentro, MG). *Acta Botanica Brasilica*, 14, 37-55.

Carvalho, G., da Silva, L. S., Silva, L. B., dos Santos Almeida, M. L., Pavam, B. E., & Peres, M. T. L. P. (2014). Mortalidade e comprometimento do desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera: Chrysomelidae), induzido pelo extrato de sangra d'água *Croton urucurana* Baill (Euphorbiaceae)./Mortality and impaired development of *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera: Chrysomelidae) induced by extract of sangra d'água *Croton urucurana* Baill (Euphorbiaceae). *Comunicata Scientiae*, 5(3), 331.

Carvalho, P. E. R. (2014). Sangra-d'água: *Croton urucurana*. In: CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2014. v. 5, p. 497-505. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 5).

Carvalho-Sobrinho, J. G., & de Queiroz, L. P. (2005). Composição florística de um fragmento de Mata Atlântica na serra da Jibóia, Santa Terezinha, Bahia, Brasil. *Sitientibus Série Ciências*

Biológicas, 5(1), 20-27.

Chen, W., Ding, H., Li, J., Fu, F., Li, Y., Xiao, S., Xu, D., Lu, J. & Fang, J. (2022). How do montane plants manage to survive? Inferring from non-structural carbohydrates [online]. *Trees*, 1-18. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00468-022-02351-8>.

Cherbuy, B., Joffre, R., Gillon, D., & Rambal, S. (2001). Internal remobilization of carbohydrates, lipids, nitrogen and phosphorus in the Mediterranean evergreen oak *Quercus ilex*. *Tree Physiology*, 21(1), 9-17.

Corbesier, L., Lejeune, P., & Bernier, G. (1998). The role of carbohydrates in the induction of flowering in *Arabidopsis thaliana*: comparison between the wild type and a starchless mutant. *Planta*, 206, 131-137.

Cordeiro, K. W., Felipe, J. L., Malange, K. F., do Prado, P. R., de Oliveira Figueiredo, P., Garcez, F. R., & Toffoli-Kadri, M. C. (2016). Anti-inflammatory and antinociceptive activities of *Croton urucurana* Baillon bark. *Journal of ethnopharmacology*, 183, 128-135.

Croizat, L. (1941). Preliminaries for the study of Argentine and Uruguayan species of *Croton*. *Darwiniana*, 417-462.

De Jesús Albino, F. D., Ignacio Hernández, R., Rodríguez Trejo, D. A., & Mohedano Caballero, L. (2021). Calidad de planta de *Quercus rugosa* Née en vivero. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 12(67), 147-167.

Di Sapio, O. A., & Gattuso, M. A. (2013). Caracteres morfoanatómicos y micrográficos de la corteza de *Croton urucurana* Baillon (Euphorbiaceae). *Dominguezia*, 29(1), 7-16.

Dickson, A., Leaf, A. L., & Hosner, J. F. (1960). Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forestry Chronicle*, 36(1), 10-13.

Dominguez-Lerena, S. (1997). La importancia del envase en la producción de plantas forestales. *Quercus*, 134, 34-37.

Dominguez-Lerena, S. D. (2000). Influencia de distintos tipos de contenedores en el desarrollo en campo de *Pinus halepensis* y *Quercus ilex*.

Dominguez-Lerena, S., Sierra, N. H., Manzano, I. C., Bueno, L. O., Rubira, J. P., & Mexal, J.

G. (2006). Container characteristics influence *Pinus pinea* seedling development in the nursery and field. *Forest ecology and management*, 221(1-3), 63-71.

DuBois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. T., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry*, 28(3), 350-356.

Durigan, G., Balistiero Figliolia, M., Kawabata, M., Garrido, M. D. O., & Baitello, J. B. (1997). *Sementes e mudas de árvores tropicais*.

Espina, L. (2017). Mejoramiento genético de especies forestales nativas de alto valor [online]. Disponible en: <https://inta.gob.ar/noticias/mejoramiento-genetico-de-especies-forestales-nativas-de-alto-valor> Acceso: 20 Abril 2020.

Estrada, J. A. E. (1999). Área foliar, senescencia y rendimiento del girasol de humedad residual en función del nitrógeno. *Terra Latinoamericana*, 17(2), 149-157.

Eynard, C., Calviño, A., & Asworth, L. (2020). *Cultivo de plantas nativas: propagación y viverismo de especies de Argentina central*. 2ª ed. Ampliada. Universidad Nacional de Córdoba.

Fernandez, R. (2018). Tecnología para la incorporación de valor, a través de la silvicultura y el manejo, en sistemas forestales implantados de especies nativas e introducidas [online]. Disponible en: <https://inta.gob.ar/proyectos/tecnologia-para-la-incorporacion-de-valor-a-traves-de-la-silvicultura-y-el-manejo-en-sistemas-forestales-implantados-de-especies-nativas-e-introducidas> Acceso: 10 Abril 2020.

Flora Argentina. (2022). *Plantas vasculares de la República Argentina* [online]. Disponible en: <http://www.floraargentina.edu.ar/>. Acceso: 10/02/2023.

Flores, T. M. D. O. (2017). Potencial de inhibidores serinicos em folhas de *Croton urucurana* (Malpighiales, Euphorbiaceae) para o controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae).

García, M. D. L. A. (2007). Importancia de la calidad del plantín forestal. XXII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Área Forestal de la EEA Concordia del INTA. Concordia, Entre Ríos, Argentina.

Ghío, N., Marinoni, L., Castro, D., Zabala, M., Micheloud, N. G., & Buyatti, M. (2021).

Evaluación del comportamiento germinativo de tres especies vegetales nativas con potencial ornamental del centro-norte santafesino. *Fave. Sección ciencias agrarias*, 20(1), 175-188.

Greppi, J. (2014). Cómo lograr un nuevo cultivo con especies nativas [online]. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/como-lograr-un-nuevo-cultivo-con-especies-nativas> Acceso: 20 Mayo 2020.

Guerreiro, C. A., & Colli Junior, G. (1984). Controle de qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp na Champion Papel e Celulose SA In: Simposio Internacional de Métodos de Producao e Controle de Qualidade de sementes e mudas florestais. Curitiba. Universidade Federal do Paraná/FUPEF. 127-133.

Gutierrez, H. F. (2022). Árboles urbanos de la ciudad de Santa Fe: descripción e imágenes para reconocer sus especies. 1era Ed. Santa Fe: Ediciones UNL.

Gutiérrez, M., Gómez, R., & Rodríguez, N. F. (2011). Comportamiento del crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(1), 33-41.

Hsiao, T. C. (1973). Plant responses to water stress. *Annual review of plant physiology*, 24(1), 519-570.

Hunt, G. A. (1990). Effect of Styroblock Design and Copper Treatment on Morphology of Conifer Seedlings. In *Target Seedling Symposium: Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations, August 13-17, 1990, Roseburg, Oregon* (Vol. 200, p. 218). US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.

INTA Floricultura. (2018.) Curso internacional: Uso de recursos genéticos nativos y desarrollo de variedades ornamentales [online]. Disponible en: <https://inta.gob.ar/eventos/curso-internacional-uso-de-recursos-geneticos-nativos-y-desarrollo-de-variedades-ornamentales-2018>. Acceso: 10 Abril 2020.

INTA Informa. (2011). La floricultura genera más de U\$S 200 M anuales [online]. Disponible en: <https://intainforma.inta.gob.ar/%E2%80%9C-la-floricultura-genera-mas-de-us-200-m-anuales%E2%80%9D/> Acceso: 20 Abril 2020

INTA Informa. (2017). Flores que generan equidad [online]. Disponible en: [http://intainforma.inta.gov.ar/wp-content/uploads/2012/07/PUBINTAINF2017\\_015N171\\_Abril\\_v4\\_imagenes\\_incrustadas.pdf](http://intainforma.inta.gov.ar/wp-content/uploads/2012/07/PUBINTAINF2017_015N171_Abril_v4_imagenes_incrustadas.pdf)  
Acceso: 10 Abril 2020.

INTA. (2021). Boletín de semillas forestales nativas [online]. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/boletin\\_de\\_semillas\\_forestales\\_nativas\\_2021.docx.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/boletin_de_semillas_forestales_nativas_2021.docx.pdf).  
Acceso: 27 Agosto 2022.

Kaelke, C. M., & Dawson, J. (2005). The accretion of nonstructural carbohydrates changes seasonally in *Alnus incana* ssp. *rugosa* in accord with tissue type, growth, N allocation, and root hypoxia. *Symbiosis*.

Kaplanski, M., Lagoutte, S., Constenla, M., Melluso, A. & Giardina, E. (2018). Revalorización de las plantas nativas para su incorporación en una huerta-jardín. *Horticultura Argentina* 37 (94): Sep. – Dic. 2018. ISSN edición online: 1851-9342. Páginas 90 y 91.

Kerepesi, I., Toth, M., & Boross, L. (1996). Water-soluble carbohydrates in dried plant. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(10), 3235-3239.

Köppen, W. (1923). *Die klimate der erde: Grundriss der klimakunde*. de Gruyter.

Kosola, K. R., Dickmann, D. I., Paul, E. A., & Parry, D. (2001). Repeated insect defoliation effects on growth, nitrogen acquisition, carbohydrates, and root demography of poplars. *Oecologia*, 129, 65-74.

Lanuza-Lanuza, O. R., Peguero, G., Vílchez-Mendoza, S., & Casanoves, F. (2021). Efecto del riego y la fertilización sobre la calidad de plántulas forestales con potencial uso para restauración del bosque tropical seco. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 18(43), 18-28.

Lebed, O. (1993). Reproducción de plantas nativas (No. AV 634.956 no. 15). Ministerio de Economía, Río Negro (Argentina). Dirección General de Bosques y Fauna.

Lerena, S. D., Sierra, N. H., Manzano, I. C., Ocaña, L., & Bueno, J. L. (1997). Ensayo de diferentes tipos de contenedores para *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster* y *Pinus pinea*: resultados de vivero.

Lopes Pereira, M. T., Monache, F. D., Pizzolatti, M. G., Santos, A. R., Beirith, A., Calixto, J.

B., & Yunes, R. A. (1998). Analgesic compounds of *Croton urucurana* Baillon. Pharmacological criteria used in their isolation. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 12(3), 209-211.

Lorenzi, H. (1992). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*, v. 1. Plantarum.

Malik, V., & Timmer, V. R. (1998). Biomass partitioning and nitrogen retranslocation in black spruce seedlings on competitive mixedwood sites: a bioassay study. *Canadian Journal of Forest Research*, 28(2), 206-215.

Mancini, F., Mazzoni, A., Prina, A. & Villanova, I. (2018). Caracterización de viveros de plantas ornamentales nativas de la Patagonia Norte Andina. *Horticultura Argentina* 37 (94): Sep. – Dic. 2018. ISSN de la edición on line 1851-9342. Páginas 92 y 93.

Mancini, F., Prina, A. O., & Mazzoni, A. O. (2018). Propagación agámica de *Junellia succulentifolia* (Kuntze) Moldenke (VERBENACEAE), especie nativa de la estepa patagónica, para su domesticación y utilización como planta ornamental.

Marconato, G. M., Attanasio, C. M., & Maimoni-Rodella, R. C. (2015). Evaluation of four methods for restoring a degraded swamp forest. *Open Journal of Forestry*, 5(05), 500.

Marshall, J. D. (1985). Carbohydrate status as a measure of seedling quality.

Martínez, B. A., & Rubio, J. Z. (2005). Fertilización en vivero de *Pseudotsuga macrolepis* Flous. *Foresta veracruzana*, 7(1), 41-45.

Martínez-Trinidad, T., Plascencia, F., & Islas, L. (2013). La relación entre los carbohidratos y la vitalidad en árboles urbanos. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Rev. Chapingo Ser. Cienc. For. Amb*, 19(3), 459-468.

Massone, D. S., Bartoli, C. G., & Pastorino, M. J. (2018). Efecto de la fertilización con distintas concentraciones de nitrógeno y potasio en el crecimiento de plantines de ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) en vivero. *Bosque (Valdivia)*, 39(3), 375-384.

McPherson, K., & Williams, K. (1998). The role of carbohydrate reserves in the growth, resilience, and persistence of cabbage palm seedlings (*Sabal palmetto*). *Oecologia*, 117, 460-



468.

Meehan, A. R., Bobone, A. E., Francia, I. A., Piñero, M. V. & Joseau, M. J. (2018). El redescubrimiento del paisaje regional nativo en un espacio verde urbano de Córdoba. *Horticultura Argentina* 37 (94): Sep. – Dic. 2018. ISSN de la edición on line 1851-9342. Página 99 y 100.

Modh, I. H., Jaafar, H. Z., Rahmat, A., & Rahman, Z. A. (2010). The relationship between phenolics and flavonoids production with total non structural carbohydrate and photosynthetic rate in *Labisia pumila* Benth. under high CO<sub>2</sub> and nitrogen fertilization. *Molecules*, 16(1), 162-174.

Monsalve, J., Escobar, R., Acevedo, M., Sánchez, M., & Coopman, R. (2009). Efecto de la concentración de nitrógeno sobre atributos morfológicos, potencial de crecimiento radical y estatus nutricional en plantas de *Eucalyptus globulus* producidas a raíz cubierta. *Bosque (Valdivia)*, 30(2), 88-94.

Moraes Netto, S. P., Gonçalves, J. L. D. M., Takaki, M., Cenci, S., & Gonçalves, J. C. (2000). Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica, em função do nível de luminosidade. *Revista Árvore*, 24(1), 35-45.

Moreno-Pérez, E. D. C., Sánchez-del Castillo, F., González-Molina, L., Pérez-Mercado, C. A., & Magaña-Lira, N. (2011). Efectos del volumen de sustrato y niveles de NPK en el crecimiento de plántulas de pepino. *Terra Latinoamericana*, 29(1), 57-63.

Mori, E. S., Piña-Rodrigues, F. C., & de Freitas, N. P. (2012). Sementes florestais: guia para germinação de 100 espécies nativas. Instituto Refloresta.

Morisigue, D., Mata, D., Facciuto, G., & Bullrich, L. (2012). Floricultura. Pasado y presente de la Floricultura Argentina. Buenos Aires: INTA.

NeSmith, D. S., & Duval, J. R. (1998). The effect of container size. *HortTechnology*, 8(4), 495-498.

O'Brien, M. J., Leuzinger, S., Philipson, C. D., Tay, J., & Hector, A. (2014). Drought survival of tropical tree seedlings enhanced by non-structural carbohydrate levels. *Nature climate change*, 4(8), 710-714.

- Pan, Q. M., Han, X. G., Bai, Y. F., & Yang, J. C. (2002). Advances in physiology and ecology studies on stored non-structure carbohydrates in plants. *Chinese Bulletin of Botany*, 19(1), 30-38.
- Paoli, A., Freitas, L. & Barbosa, J. M. (1995). Caracterização morfológica dos frutos, sementes e plântulas de *Croton floribundus* Spreng. e de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae). *Revista Brasileira de Sementes* 17(1), 57-68.
- Parviainen, J. V. (1981). Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. Seminário de sementes e viveiros florestais, 1(1981), 59-90.
- Pedersen, E. J., Miller, D. L., Simpson, G. L., & Ross, N. (2019). Hierarchical generalized additive models in ecology: an introduction with mgcv. *PeerJ*, 7, e6876.
- Peng, Z., Chen, M., Huang, Z., Zou, H., Qin, X., Yu, Y., ... & Mo, Q. (2021). Non-structural carbohydrates regulated by nitrogen and phosphorus fertilization varied with organs and fertilizer levels in *Moringa oleifera* Seedlings. *Journal of Plant Growth Regulation*, 40, 1777-1786.
- Pensiero, J. F., & de la Peña, M. R. (1999). Flora y Avifauna de la provincia de Santa Fe. Talleres Gráficos El Litoral Argentino, Santa Fe.
- Percival, G. C., Barrow, I., Noviss, K., Keary, I., & Pennington, P. (2011). The impact of horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka and Dimic; HCLM) on vitality, growth and reproduction of *Aesculus hippocastanum* L. *Urban Forestry & Urban Greening*, 10(1), 11-17.
- Pérez, G. S., & Trejo, D. R. (2003). Efecto de la calidad de planta en la supervivencia y crecimiento de *Pinus patula* en un área quemada. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 9(1), 34-43.
- Peri, P. L., Martínez Pastur, G. J., & Schlichter, T. M. (2021). Uso sostenible del bosque. Aportes desde la Silvicultura Argentina. Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación.
- Pinho, D. S., Borges, E. E. D. L., Corte, V. B., & Nasser, L. C. B. (2009). Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. durante o armazenamento. *Revista Árvore*, 33(1), 27-33.
- Pires, M. M. Y., de Souza, L. A., & Terada, Y. (2004). Biologia floral de *Croton urucurana* Baill.

(Euphorbiaceae) ocorrente em vegetação ripária da ilha Porto Rico, Porto Rico, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 26(2), 209-215.

Poorter, H., Bühler, J., van Dusschoten, D., Climent, J., & Postma, J. A. (2012). Pot size matters: a meta-analysis of the effects of rooting volume on plant growth. *Functional Plant Biology*, 39(11), 839-850.

Puttonen, P. (1986). Carbohydrate reserves in *Pinus sylvestris* seedling needles as an attribute of seedling vigor. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1(1-4), 181-193.

Quiroz, I., García, E., González, M., Chung, P., & Soto, H. (2009). Vivero Forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta. Concepción, Chile.

R Core Team. (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en: <https://www.R-project.org/>. Acceso: Octubre 2020.

Rao, V. S., Gurgel, L. A., Lima-Júnior, R. C., Martins, D. T., Cechinel-Filho, V., & Santos, F. A. (2007). Dragon's blood from *Croton urucurana* (Baill.) attenuates visceral nociception in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 113(2), 357-360.

Ribeiro de Cunha, A., Katz, I., Sousa, A. D. P., & Martínez Uribe, R. A. (2015). Índice SPAD en el crecimiento y desarrollo de plantas de *lisianthus* en función de diferentes dosis de nitrógeno en ambiente protegido. *Idesia (Arica)*, 33(2), 97-105.

Ritchie, G. A., Landis, T. D., Dumroese, R. K., & Haase, D. L. (2010). Assessing plant quality. *The container tree nursery manual*, 7, 17-81.

Ritz, C; Strebig, J. (2022). Package 'drc'. Analysis of Dose-Response Curves [online]. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/drc/index.html>.

Rodríguez, M., Soto, M. S. & Chiesa, A. (2018). Evaluación de la especie nativa *Gomphrena perennis* L. var. *perennis* como flor de corte. *Horticultura Argentina* 37 (94): Sep. – Dic. 2018. ISSN edición on line: 1851-9342. Página 82 y 83.

Rodríguez-Trejo, D. A. (2008). Indicadores de calidad de planta forestal. Mundi-Prensa.

RStudio, T. (2016). RStudio: Integrated Development Environment for R [online]. Boston, MA,

USA, RStudio Inc. Disponible en <http://www.rstudio.com/>.

Sáenz, R. J. T., Villaseñor, R. F. J., Muñoz, F. H. J., Rueda, S. A., & Prieto, R. J. A. (2010). Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico Núm. 17 (p. 48). SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Michoacán, México.

Sanz Pérez, V. S., Díez, P. C., & Ros, F. V. (2005). Efecto de la disponibilidad de agua y nutrientes en el patrón de acumulación de carbohidratos en plántulas de tres especies de "Quercus". Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, (20), 129-134.

Scalon, S. P., Mussury, R. M., & Lima, A. A. (2012). Germination of *Croton urucurana* L. seeds exposed to different storage temperatures and pre-germinative treatments. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84, 191-200.

Schmidt Vogt, H. (1966). *Wachstum und qualitat von Forstpflanzen*. 2da. Ed. Munique: Bayerischer Landwirtschaftsverlag,

Seneweera, S., Makino, A., Hirotsu, N., Norton, R., & Suzuki, Y. (2011). New insight into photosynthetic acclimation to elevated CO<sub>2</sub>: the role of leaf nitrogen and ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygenase content in rice leaves. *Environmental and Experimental Botany*, 71(2), 128-136.

Senilliani, M. G., Acosta, M., Oliet, J., & Brassiolo, M. (2021). Atributos morfológicos y fisiológicos de *Prosopis alba* Griseb en vivero con diferentes sustratos y contenedores. *Quebracho (Santiago del Estero)*, 29(2), 92-101.

Silva, P. M. D. S., Fiaschitello, T. R., Queiroz, R. S. D., Freeman, H. S., Costa, S. A. D., Leo, P., & Costa, S. M. D. (2020). Natural dye from *Croton urucurana* Baill. bark: extraction, physicochemical characterization, textile dyeing and color fastness properties. *Dyes and Pigments*, 173, 01-14.

Simionatto, E., Bonani, V. F., Morel, A. F., Poppi, N. R., Raposo Júnior, J. L., Stuker, C. Z., ... & Hess, S. C. (2007). Chemical composition and evaluation of antibacterial and antioxidant activities of the essential oil of *Croton urucurana* Baillon (Euphorbiaceae) stem bark. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 18, 879-885.

- Smith, L., Downs, R. and Klein, R. (1988). Euforbiáceas. Fasc. EUFO (F1 I1 Catarinense).
- Sorreano, M. C. M., Malavolta, E., Silva, D. H. D., Cabral, C. P., & Rodrigues, R. R. (2011). Deficiência de macronutrientes em mudas de sangra d'água (*Croton urucurana*, Baill.). *Cerne*, 17, 347-352.
- Soto, M. (2015). Apoyo al desarrollo organizado, competitivo y sostenible de la producción de flores, plantas ornamentales, aromáticas y medicinales, en un marco de sustentabilidad ambiental e inclusión social [online]. Disponible en: <https://inta.gob.ar/proyectos/PNHFA-1106091>. Acceso: 20 Mayo 2020
- Soto, M. S., Greppi, J. A., & Facciuto, G. (2011). Exploration and collection of ornamental germplasm native to Argentina. *Floriculture and Ornamental Biotechnology*, 5(1), 10-22.
- Tempel Stumpf, E., Romano, C. M., Barbieri, R. L., Heiden, G., Zitzke Fischer S. & Brisolará Correa, L. (2009). Características ornamentais de plantas do Bioma Pampa. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*. V.15, N° 1, 2009, 49-62.
- Thompson, B. E. (1985). Seedling morphological evaluation: what you can tell by looking.
- Trubat Domenech, R., Segarra, J. C., & Carmona, A. V. (2004). Estado nutricional y establecimiento de especies leñosas en ambiente semiárido. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, (17), 245-251.
- Vagnoni, R., Buyatti, M., & Favaro, J. C. (2014). Efecto del tamaño de celda de bandejas de siembra sobre la morfología y fisiología de plantines de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Horticultura Argentina*, 33(80), 15-19.
- Vartanian, N. (1981). Some aspects of structural and functional modifications induced by drought in root systems. *Plant and Soil*, 63, 83-92.
- Venancio Nabor, R., Rodríguez Trejo, D. A., Mohedano Caballero, L., & Sánchez Moreno, E. A. (2022). Contenedores y calidad de planta para *Quercus crassipes* Bonpl. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 13(69), 201-211.
- Vilchez, J., Martínez, L., & Albany, N. (2015). Comparación del crecimiento en vivero entre plántulas y vitroplantas de guayabo cultivar enana roja cubana Eea-1840. *Interciencia*, 40(4), 270-274.

- Villalón-Mendoza, H. (2016). Indicadores de calidad de la planta de *Quercus canby* Trel.(encino) en vivero forestal. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 12(1), 46-52.
- Villanova, I. (2018). La floricultura en el noreste argentino (NEA). Primera parte [online]. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/la-floricultura-en-el-noreste-argentino-nea-primera-parte> Acceso: 15 Mayo 2020
- Villanova, I., Pannuzio, M. J., Coviella, M. A., Bologna, P., Sísaro, D., Greppi, J., Soto, M. & Hagiwara, J. C. (2018). Sondeo de opinión sobre plantas ornamentales de origen nativo en el Área Metropolitana de Buenos Aires. *Horticultura Argentina* 37 (94): Sep. – Dic. 2018. ISSN edición on line 1851-9342. Página 95 y 96.
- Villar, R., Ruiz-Robledo, J., Quero, J. L., Poorter, H., Valladares, F., & Marañón, T. (2004). Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*, 191-227.
- Wakeley, P. C. (1954). Planting the southern pines. *Agriculture Monograph*, Washington, D.C. n°18, p 1-233.
- Warren, C. R., McGrath, J. F., & Adams, M. A. (2005). Differential effects of N, P and K on photosynthesis and partitioning of N in *Pinus pinaster* needles. *Annals of Forest Science*, 62(1), 1-8.
- Wood, S. (2019). Package: mgcv. Mixed GAM Computation Vehicle with Automatic Smoothness [online]. Disponible en <https://cran.r-project.org/web/packages/mgcv/index.html>.