
FLORICULTURA

**Propagation methods for ulmo (*Eucryphia cordifolia*)
cultivation in San Carlos de Bariloche**

**Métodos de propagación y cultivo de ulmo (*Eucryphia
cordifolia*) en San Carlos de Bariloche**

Tiscornia V.^{1*}; Sánchez G.¹; Mateo M.¹; Riat M.¹ & Arroyo A.¹

¹ Universidad Nacional de Río Negro, Mitre 630, Bariloche, Río Negro, Argentina.

*Autor de correspondencia: valetiscorniafacu@gmail.com

Recibido: 14/06/2023

Aceptado: 30/09/2023

ABSTRACT

Tiscornia V.; Sánchez G.; Mateo M.; Riat M. & Arroyo A. (2023). Propagation methods for ulmo (*Eucryphia cordifolia*) cultivation in San Carlos de Bariloche. Horticultura Argentina 42 (109): 7-24. <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s18519342/jat0dhwwe>

Eucryphia cordifolia (Ulmo), a woody species, endemic of southern Chilean Andes temperate forests, is present in Argentina between latitudes 38°S and 43°S, below 700 m above sea level. Its flowers contain an aromatic nectar, being a melliferous species. The objective of this work was to evaluate the response to agamic and sexual propagation using different pregerminative treatments. To evaluate the breaking of seed dormancy, a control (T) and 2 pregerminative treatments were carried out: cold-wet stratification for 60 days (EFH60) and soaking in gibberellic acid at a concentration of 250 ppm for 12 hours (AG₃), in a randomized

block design trial. For each treatment, the germination power (PG) at tray peel date, survival percentages and growth variables: plant height and number of stems were evaluated. The germination percentages at 60 days (PG60) were 22.60% for (T), 38.90% for (EFH60), and 29.03% for (AG₃). For agamic propagation, suckers were collected and 20 cm long cuttings with 4 knots were prepared. The rooting percentage was 32% after 5 months, flowering in the second year of cultivation. It was concluded that for agamic propagation, the results are encouraging to advance in the definition of better rooting and cultivation conditions. It is also possible to propagate the species sexually, although it is necessary to evaluate other seed treatments to improve germination percentages.

Keywords: *Eucryphia*, muermo, melliferous species, seed treatments, propagation.

RESUMEN

Tiscornia V.; Sánchez G.; Mateo M.; Riat M. & Arroyo A. (2023). Métodos de propagación y cultivo de ulmo (*Eucryphia cordifolia*) en San Carlos de Bariloche. Horticultura Argentina 42 (109): 7-24. <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s18519342/jat0dhwwe>

Eucryphia cordifolia (Ulmo), especie arbórea y endémica de los bosques templados del sur de Chile, ingresa a Argentina entre las latitudes 38°S y 43°S, por debajo de los 700 msnm. Sus flores contienen un néctar aromático, siendo una especie melífera. El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta a la propagación agámica y sexual utilizando diferentes tratamientos pregerminativos. Para evaluar la ruptura de la latencia de las semillas se ensayaron un testigo (T) y 2 tratamientos pregerminativos: estratificación fría húmeda durante 60 días (EFH60) y remojo en ácido giberélico con una concentración de 250 ppm durante 12 horas (AG₃), en un ensayo con diseño en bloques aleatorizados. Se evaluó para

cada tratamiento el poder germinativo (PG) a la fecha del repique, los porcentajes de supervivencia y las variables de crecimiento: altura de plantas y cantidad de tallos. Los porcentajes de germinación a los 60 días (PG60) fueron para el (T) un 22,60 %, para el (EFH60) un 38,90 %, para el (AG₃) un 29.03%. Para la propagación agámica, se realizó la colecta de chupones y se prepararon estacas de 20 cm de largo con 4 nudos. El porcentaje de enraizamiento fue 32% a los 5 meses, floreciendo al segundo año de cultivo. Se concluyó que para la propagación agámica, los resultados son alentadores para avanzar en la definición de mejores condiciones de enraizamiento y cultivo. También es posible propagar la especie por vía sexual, aunque es necesario evaluar otros tratamientos pregerminativos que permitan mejorar los porcentajes de germinación.

Palabras claves: *Eucryphia*, muermo, especie melífera, tratamientos pregerminativos, propagación.

1. Introducción

Eucryphia cordifolia Cav. (ulmo, roble de Chiloé o muermo) (Cunoniaceae), es endémica de los bosques templados húmedos del sur de Chile, con algunas lenguas que ingresan a Argentina en la zona de selva valdiviana, entre las latitudes 38°S al norte y 43°S al sur alrededor de los 700 msnm (SIB, 2023; Zuloaga *et al.*, 2023). En Argentina las poblaciones más accesibles se encuentran en el Parque Nacional Lago Puelo asociado al roble pellín, raulí, coihue, laurel, avellano, arrayán, mañiú, espino azul, canelo y olivillo. Crece en suelos profundos con buen drenaje y ricos en materia orgánica, tolerando temperaturas hasta los -12 °C.

El Ulmo es una especie monoica, árbol siempre verde con copa estrecha y ramificada que puede alcanzar los 40 m de altura, con tronco de hasta de 2 m de diámetro (Figura 1). Las hojas del Ulmo son simples, de consistencia coriácea, verde oscuro y brillante en haz, más claro y pubescentes en envés. La lámina es oblonga con base en forma de corazón (de allí deriva su epíteto específico); acuminadas y de bordes aserrados en las inferiores y juveniles, y oblongas con bordes lisos en las superiores más cercanas a la copa y en las más viejas (polimorfismo foliar).



Figure 1. Morphological characteristics of *Eucryphia cordifolia* in its natural environment.

Figura 1. Características morfológicas de *Eucryphia cordifolia* en su ambiente natural. V. Tiscornia, Argentina, 2019.

Su bella y abundante floración se da entre los meses de febrero y marzo. Sus flores son hermafroditas, muy perfumadas, grandes y vistosas, de 4 cm de diámetro, con cuatro pétalos de color blanco marfil y muchos estambres asalmonados (Figura 2). Gineceo de ovario súpero, compuesto por 10 a 18 carpelos con estilos libres. Su fruto es una cápsula leñosa, ovalada con 2 o 3 semillas aladas de forma ovadas por carpelo, de color verdoso cuando es del año, tardando entre 12 y 14 meses en madurar adquiriendo color castaño (Correa, 1988; Gut, 2017; Ferreyra & Puntieri 2020).

En cuanto a sus usos, sus flores contienen un néctar aromático, recolectado por abejas para fabricar una miel muy apreciada por su particular sabor y aroma, y por contener poder bactericida y fungicida, lo que está llevando a investigar también potenciales usos tópicos (Sherlock *et al.*, 2010). Su madera es dura, pesada y rojiza, por lo que es muy apreciada en construcción y mueblería, así como también para leña, poniendo en riesgo a algunas poblaciones (Morales, 2013). Su corteza es rugosa, grisácea y con fisuras longitudinales con aspecto de piel de elefante. Es rica en taninos por lo que se la utiliza en curtiembres y para teñir lana (Montenegro *et al.*, 2008).

Su estado de conservación fue evaluado recientemente para la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2023), en la cual figura con estado amenazado. En Chile, un estudio de la especie, hace referencia a que la conservación de recursos genéticos se puede desarrollar de manera in situ, protegiendo los ecosistemas y todo lo que contienen y complementariamente, se

puede realizar de manera *ex situ*, llevando estos recursos desde su lugar de origen a bancos de semillas, rodales de conservación, Arboretum y Jardines Botánicos (Di Saco *et al.*, 2018).



Figure 2. *Eucryphia cordifolia* flowers. V. Tiscornia, Argentina, 2019.

Figura 2. Flores de *Eucryphia cordifolia*. V. Tiscornia, Argentina, 2019.

En cuanto a la propagación y cultivo, no se encontraron antecedentes publicados en la Argentina. Para la propagación sexual y para evaluar el efecto de tratamientos pregerminativos para romper la latencia de semillas, Figueroa *et al.* (1996) realizaron tratamientos de estratificación fría y húmeda durante 40 días, con resultados que no arrojaron diferencias significativas en relación al testigo sin tratamiento previo. Martínez Yañez (2016), aplicó remojo en ácido giberélico a una concentración de 250 ppm por un periodo de 12 horas con el objetivo de romper la latencia de las semillas, observándose un 83% de capacidad germinativa en el ensayo de germinación en vivero.

En relación a la aplicación de los tratamientos pregerminativos, la estratificación fría y húmeda rompe la latencia mediante una combinación de cambios fisiológicos en el embrión y los tejidos que lo rodean. Se puede demostrar que el embrión aumenta su potencial de crecimiento, mientras que las cubiertas de semillas, especialmente el endospermo en las angiospermas, se debilitan. Estos cambios activos se producen a través de la activación génica (Mullen, *et al.*, 1996; Hartmann & Kester, 2018) y el aumento de la actividad enzimática (Ren & Kermodé, 2000). Por otro lado, el balance de hormonas endógenas está involucrado directamente en el control del desarrollo, la latencia y la germinación de las semillas. Altas concentraciones de ácido abscísico (ABA) inhiben la biosíntesis de giberelinas (AG_3) como promotora del inicio de la actividad enzimática, e impactan directamente en la latencia y en la capacidad de la semilla para germinar (Seo *et al.*, 2009). La adición de giberelinas exógenas tendría un efecto inhibitorio de la

acumulación de ABA en semillas dormantes (Hartmann & Kester, 2018). También hay que considerar la incidencia de la aplicación de ácido giberélico como fitoregulator del crecimiento, principalmente en la elongación de plántulas (Warpeha & Montgomery, 2016).

En cuanto a la germinación, las reservas de fósforo de la semilla se agotan poco después de la emergencia, pero se mantiene una alta necesidad de éste elemento para el desarrollo de las raíces, requiriendo el inicio de la dieta de nutrición en la etapa de establecimiento de cultivo (Schinelli Casares, 2012). Tomando como referencia la fertilización para especies del género *Nothofagus*, la solución nutritiva en esta etapa contiene una elevada concentración de fósforo, mientras que las plántulas tienen su menor tamaño, por lo que se presenta la mayor susceptibilidad a daño de raíces por altas concentraciones de sales (Azpilicueta *et al.*, 2010). Por otro lado, Zhao *et al.* (2021), determinaron que, en algunas especies leñosas, bajos niveles de fósforo promueven más el crecimiento de las raíces y el incremento de la relación raíz/tallo que los niveles más elevados, y Diehl (2006), indica que muchas plántulas de especies arbóreas de la región Andino Patagónica parecen ser sensibles a dosis altas de fósforo y potasio y la aplicación de dosis más equilibradas en relación al nitrógeno suelen ser beneficiosas para los primeros estadios de crecimiento.

La propagación agámica admite tanto estacas como acodos. Martínez Yañez (2016), evaluó el enraizamiento de esquejes recolectados a distintas alturas del árbol en el mes de mayo, con inducción rizogénica aplicando ácido 1 - naftalenacético en polvo, obteniendo un 84% de enraizamiento de los esquejes provenientes del estrato inferior del árbol, a los 5 meses.

El objetivo general de este trabajo fue evaluar los métodos de propagación de *E. cordifolia* por vía sexual y agámica y su cultivo en maceta, que permitan eventualmente el establecimiento de nuevos cultivos en viveros con fines ornamentales y conservación ex situ. Dentro de los objetivos específicos para la propagación sexual se evaluó la respuesta a la aplicación de tratamientos pregerminativos en la ruptura de la latencia de las semillas, comparando los porcentajes de germinación obtenidos y evaluando la respuesta al crecimiento de los plantines (supervivencia, altura y cantidad de tallos).

Para la propagación agámica se planteó estudiar el efecto en las etapas de desarrollo vegetativo de los individuos y su impacto en el inicio de la floración, y conocer el efecto sobre el desarrollo del porte y follaje, ya que en su hábitat natural la especie tarda aproximadamente 6 a 8 años en llegar a la edad adulta.

2. Materiales y métodos

La recolección de material vegetal se realizó en el Parque Nacional Lago Puelo (42°05' 46" S, 71° 41' 84" O). Este trabajo se realizó en las instalaciones del Vivero Experimental y Educativo de la Tecnicatura en Viveros en la Universidad Nacional de Río Negro de la ciudad de San Carlos de Bariloche (41° 08' 31" S, 71° 18' 49" O, altitud 840 msnm).

2.1. Propagación sexual y cultivo en maceta:

A fines de marzo de 2019, se realizó la colecta de cápsulas secas y cerradas, se dejaron orear durante 3 días y la limpieza se realizó con la utilización de distintos tamices. Se observó bajo lupa la integridad y estado sanitario de algunas semillas (presencia de micelios de hongos y lesiones provocadas por insectos). Para conocer la cantidad de semillas a sembrar se analizaron la pureza y las variables físicas del lote: peso de 1000

semillas y cantidad de semillas por gramo, según normas de la International Seed Testing Association (ISTA, 2016).

Para evaluar la viabilidad de las semillas y la respuesta a la germinación, previo a la aplicación de tratamientos pregerminativos, se realizaron pruebas de germinación y prueba de tetrazolio (2,3,5-trifeniltetrazolio). Para la prueba de germinación se separaron aleatoriamente 4 submuestras de 20 semillas y se dispusieron en cajas de Petri. Las cajas de Petri se ubicaron en una sala de cultivo con temperaturas entre 18 y 22 °C, en estanterías con iluminación artificial con fotoperiodo de 12 horas luz- día regulado con timer. El criterio para determinar semilla germinada fue a partir de la ruptura de la cubierta seminal y la emergencia de la radícula (ISTA, 2016). Los conteos se realizaron semanalmente durante 45 días. Para la prueba de 2,3,5-trifeniltetrazolio se separaron aleatoriamente 40 semillas y se las pre acondicionó en remojo durante 24 hs. Se reconocieron las estructuras seminales, evaluando las posibles opciones para realizar los cortes para observar la tinción. Los cortes se realizaron transversalmente al eje mayor longitudinal y cercano al polo del ala. Se preparó una dilución de 2,3,5-trifeniltetrazolio al 1% de la solución madre siempre protegido de la luz. Se cubrió el fondo de una caja de Petri con la misma y se sumergieron las semillas tapándose convenientemente y dejándolas en estufa a 30 °C durante 24 horas. Una vez cumplido el plazo se las enjuagó con abundante agua y se las almacenó en heladera a 4 °C hasta realizar la observación (ISTA, 2016). Al no existir modelos de tinción para la especie, se definieron los criterios para evaluar como semillas viables o no viables según tres factores: intensidad de la tinción, turgencia de los tejidos y presencia y condición de los componentes (Vankus, 1997). Para la intensidad de tinción, los embriones que presentaron un color rojo intenso y similar al control se consideraron viables y se excluyó a los que tenían un color ligeramente pálido o no tenían color, que se consideran no viables o muertos. En cuanto a los otros dos factores considerados, turgencia de los tejidos, y presencia y condición de los componentes, se consideró a las semillas con tejidos muy deteriorados, sin turgencia o incluso en donde se perdió la estructura del embrión, como inviables (Álvarez *et al.*, 2020).

Para evaluar la ruptura de la latencia de las semillas y según antecedentes de Figueroa (1996) y Martínez Yañez (2016), se realizaron tratamientos pregerminativos. Se establecieron un testigo sin tratamiento previo (T) y dos tratamientos pregerminativos: estratificación fría húmeda durante 60 días (EFH60) y remojo en ácido giberélico (GA3.01 de Cibochem) con una concentración de 250 ppm durante 12 horas (AG₃). Se plantearon tres repeticiones por tratamiento, los cuales se estratifican por separado en un recipiente plástico con vermiculita húmeda, realizando un tratamiento antifúngico preventivo con aplicación de Captan (1 g.L⁻¹); los frascos se ubicaron en la heladera a una temperatura de 6 °C ± 1, escalonando la realización de los tratamientos pregerminativos para hacer coincidir la fecha de siembra.

La siembra se realizó al voleo en el mes de junio del 2019, utilizando almácigos con un sustrato compuesto de turba *Sphagnum* spp. (Origen Tierra del fuego- pH 4,2) y perlita en proporciones 2-1 respectivamente. El pH de la turba se corrigió a valores neutros con la incorporación de 240 g de óxido de calcio por bolsa de turba (120 dm³). Se midió pH a los 7 días de la corrección, con una relación 1 + 5 v/v, (Barbaro *et al.*, 2019), utilizando para ello un peachímetro portátil marca Hanna, arrojando valores: pH 5,6 y conductividad eléctrica 0,1 mS/cm. Los almácigos se ubicaron en una sala de cultivo con temperaturas entre 18 y 22 °C, en estanterías con iluminación artificial con fotoperiodo de 12 horas luz- día regulado con timer. El riego se realizó en forma manual según requerimiento de la germinación.

El diseño fue en bloques aleatorizados con tres repeticiones por bloque y, en relación a la germinación, se consideró la emergencia de los cotiledones como criterio para determinar semillas germinadas (Rao *et al.*, 2006). Se evaluó el poder germinativo (PG) a la fecha de realización de los repiques.

Considerando el desarrollo de dos pares de nomofilos como criterio de crecimiento de las plántulas, en el mes de agosto a los dos meses de la siembra, se realizó el repique a bandeja multiceldas de 72 cavidades de 55 cm³, manteniendo el diseño aleatorizado por tratamientos y por repeticiones, utilizando el mismo sustrato empleado para la siembra. Las bandejas se ubicaron dentro de un invernadero sobre mesadas con calefacción basal con un rango de temperatura del sustrato entre 7 y 15 °C, controlada con termostato y sistema de riego por microaspersión con una frecuencia de 3 días a la semana durante 20 minutos. Para la etapa de establecimiento del cultivo, se consideró la dieta recomendada para especies del género *Nothofagus* (Azpilicueta *et al.*, 2010). La fertilización se realizó en forma manual una vez por semana utilizando N-P-K (13-40-13) con una concentración de 1g.L⁻¹. Al mes de iniciada la fertilización se observó una creciente mortalidad de plántulas, por lo que se decidió suspender la fertilización y ubicar las bandejas multiceldas en un umbráculo con media sombra dentro del invernadero. Para mediados de noviembre se realizó el conteo de supervivencia previo al trasplante.

El trasplante se realizó a maceta soplada de 3 L con sustrato compuesto de compost de biosólido, pinocha y perlita en proporción 2:2:1 respectivamente. Las macetas se ubicaron en el exterior sobre membrana geotextil, con un sistema de riego por microaspersión, con una frecuencia de 3 días a la semana durante 30 minutos, en los meses de alta evapotranspiración del cultivo (de diciembre a mayo). La fertilización se realizó con fertilizante de liberación controlada N-P-K (16-8-12) con una dosis de 1,5 g.L⁻¹ por maceta incorporado al sustrato.

Al momento del trasplante se registraron los porcentajes de supervivencia de todo el cultivo y se realizó una evaluación cualitativa de la calidad de los plantines en función del desarrollo del sistema radical, considerando lo que indican Styer & Koransky (2000), en relación a que la distribución, calidad de raíces y formación de un cepellón compacto, la calidad, cantidad y ubicación de las raíces darán una idea del control de las variables ambientales, el riego y de la nutrición del cultivo.

También se seleccionaron al azar y se rotularon 27 plantas, 3 por tratamiento pregerminativo y por repetición para evaluar las variables de crecimiento en maceta, para la altura (desde el cuello hasta el ápice) y cantidad de tallos (con un par de nomofilos) por planta.

Para analizar los resultados, los ajustes de los modelos propuestos se realizaron con el programa de análisis de datos Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2020). Las medias de altura de planta y cantidad de tallos se compararon mediante Análisis de la Varianza ($p < 0,05$) con test DGC Alfa=0,05, con un modelo unifactorial que supone independencia y normalidad de los errores y varianzas homogéneas entre tratamientos.

2.2. Propagación agámica y cultivo en maceta:

A fines de marzo de 2019, se realizó la colecta de las varas de chupones y ramas bajas las cuales se conservaron envueltas en telas húmedas y bolsas de nylon para su traslado y se conservaron en heladera a 5°C por 40 horas. Se prepararon 25 estacas de aproximadamente 20 cm de largo con 4 nudos (2 nudos plantados respetando la polaridad) y realizando un corte de la lámina de la hoja para evitar superposiciones y disminuir la tasa de evapotranspiración. Las estacas se desinfectaron con dilución de hipoclorito de sodio al 5% y se enjuagaron antes de la aplicación de enraizante hormonal ANA (ácido I

- naftalenacético) *INTER*, con una concentración de 3000 ppm. La plantación se realizó en bandejas multiceldas de 25 cavidades de 100 cm³, con un sustrato compuesto por perlita y turba *Sphagnum* spp. (Origen Tierra del fuego- pH 4,2) en proporción 1:1 respectivamente. El pH de la turba se corrigió siguiendo la misma metodología que para la reproducción sexual. Las bandejas se ubicaron en cama de enraizamiento bajo túnel con nylon y media sombra de 80% de sombreo, con calefacción basal regulada con termostato, con temperatura de sustrato entre 20 y 22 °C y con sistema de riego por microaspersión con cuatro riegos de 1 minuto de duración, cuatro veces por día. Se realizó el seguimiento del proceso de rizogénesis y cuando se observó desarrollo de raíces las bandejas fueron ubicadas dentro del invernadero, en mesadas con calefacción basal regulada con termostato, con temperatura de sustrato entre 15 y 20 °C y sistema de riego por microaspersión, con una frecuencia de 3 días a la semana durante 15 minutos. Para la etapa de desarrollo del sistema radical posterior al enraizamiento, la fertilización se realizó en forma manual una vez por semana utilizando fertilizante soluble N-P-K (13-40-14) con una dosis de 1 g.L⁻¹.

El cultivo en bandeja multiceldas se llevó a cabo durante el invierno, con el objetivo de promover el desarrollo de raíces. Al momento del trasplante se evaluó cualitativamente la calidad de los plantines según los parámetros indicados por Styer & Koransky (2000). El trasplante se realizó a maceta soplada de 3 L, con sustrato compuesto de compost de biosólido, pinocha y perlita en proporción 2:2:1 respectivamente. Las plantas se ubicaron en el exterior sobre membrana geotextil, con un sistema de riego por microaspersión y una frecuencia de 3 días a la semana durante 30 minutos, en los meses de alta evapotranspiración del cultivo (de diciembre a mayo). La fertilización se realizó con fertilizante de liberación controlada N-P-K (16-8-12) incorporada al sustrato, con una dosis de 1,5 g.L⁻¹ por maceta.

3. Resultados y Discusión

3.1. Propagación sexual y cultivo en maceta:

La limpieza con tamices permitió separar las semillas de las impurezas, obteniendo un peso total del lote de 0,962 g. El porcentaje de pureza fue del 99,2% mientras que el peso de 1000 semillas fue de 1,17 g. Por lo tanto, se infirió por peso, que se sembraron 700 semillas (Figura 3 y 4).

La viabilidad por test de germinación fue del 28,75 %, mientras que, para la prueba de 2,3,5-trifeniltetrazolio al no contar con modelos de tinción para la especie y según los criterios para evaluar como viable o no viable a partir de tres factores: intensidad de la tinción, turgencia de los tejidos y presencia y condición de los componentes (Vankus, 1997), la observación arrojó una estimación del 22,5 % de embriones teñidos en su totalidad y considerados como viables. Cabe destacar que el tamaño y la friabilidad de las semillas embebidas tornaron muy dificultoso el corte para la observación de los tejidos teñidos.



Figure 3. Seeds of *Eucryphia cordifolia* observed with a binocular lens 20x magnification.

Figura 3. Semillas de *Eucryphia cordifolia* observadas con lupa binocular aumento 20x.

V. Tiscornia, Argentina, 2019.



Figure 4. Seed and embryo of *Eucryphia cordifolia* observed with a 40x magnification binocular lens.

Figura 4. Semilla y embrión de *Eucryphia cordifolia* observadas con lupa binocular aumento 40x.

V. Tiscornia, Argentina, 2019.

La respuesta a la aplicación de tratamientos pregerminativos, no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$). El poder germinativo a los 60 días (PG60) entre los tratamientos fueron para T: 22,60 %, EFH60: 38,90 % y AG₃: 29.03% . Si bien los resultados obtenidos no difieren a los citados por Figueroa (1996), el tratamiento EFH60 mejoró los valores obtenidos en relación al T (Figura 5).

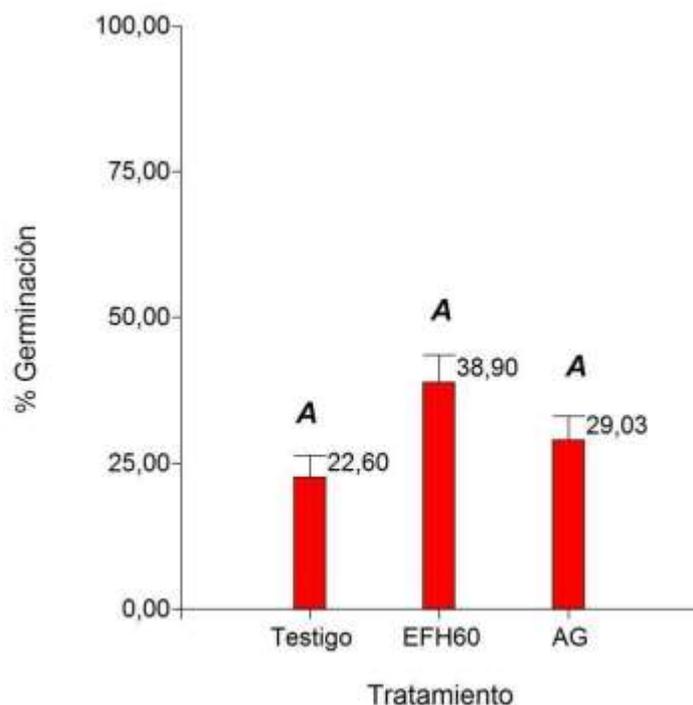


Figure 5. Germination percentages of *Eucryphia cordifolia* at 60 days (PG60) from sowing per pre- germination treatments. Different letters indicate significant differences. Mean + - standard error 4.20; (Test: DGC Alpha=0.05 PCALT=15.7581).

Figura 5. Porcentajes de germinación de *Eucryphia cordifolia* a los 60 días (PG60) desde la siembra por tratamientos pregerminativos realizados. Letras diferentes indican diferencias significativas. Media + - error estándar 4,20; (Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=15,7581).

En el mes de agosto, a los dos meses de la siembra, se realizó el repique a bandeja multiceldas de 72 cavidades. A la semana se observó un buen establecimiento de las plántulas y se decidió iniciar el programa de fertilización. Al mes de iniciada la fertilización se observó una creciente mortalidad de plántulas, por lo que se decidió suspender la fertilización y ubicar las bandejas multiceldas en un umbráculo con media sombra dentro del invernadero. Para mediados de noviembre se realizó el conteo de supervivencia previo al trasplante a maceta de 3L. Los porcentajes de supervivencia de plántulas fueron para T: 7,71 %, para EFH60: 16,04 % y para AG₃: 9,58 %, observándose diferencias significativas ($p < 0,05$), entre el tratamiento EFH60 con respecto a AG₃ y T. Siendo que EFH60 duplica el % de supervivencia casi al doble respecto de los otros tratamientos (Figura 6).

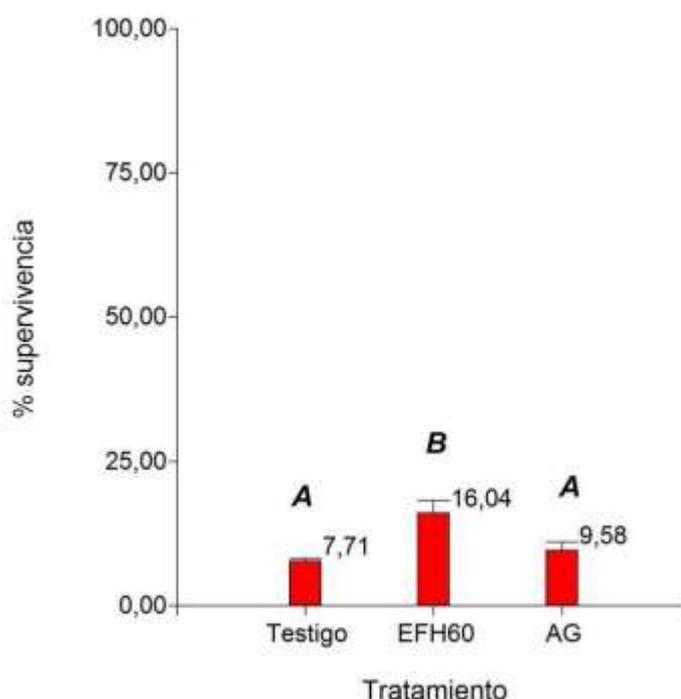


Figure 6. Survival of *Eucryphia cordifolia* seedlings for the transplant date after pre-germination treatments. Different letters indicate significant differences. Mean + - standard error 2.26; (Test: DGC Alpha=0.05 PCALT=15.7581).

Figura 6. Supervivencia de plántulas de *Eucryphia cordifolia* para la fecha del trasplante por tratamientos pregerminativos realizados. Letras diferentes indican diferencias significativas. Media + - error estándar 2,26; (Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=15,7581).

En cuanto a la supervivencia de plántulas en relación a la fertilización, existe la creencia extendida de que la fertilización fosforada estimula el crecimiento radicular en la etapa de crecimiento inicial, por lo cual sería conveniente el empleo de fertilizantes ricos en fósforo al momento de la implantación de cultivos (Herrera, 2018). Sin embargo Zhao *et al.*, (2021), determinaron que, en algunas especies leñosas, bajos niveles de fósforo promueven más el crecimiento de las raíces y el incremento de la relación raíz/ tallo que los niveles elevados de fósforo y Diehl (2006), indica que muchas plántulas de especies arbóreas de la Región Andino Patagónica parecen ser sensibles a dosis altas de fósforo y potasio y la aplicación de dosis más equilibradas en relación al nitrógeno suelen ser beneficiosas para los primeros estadios de crecimiento, lo que sería una posible causa a los altos porcentajes de mortandad en los distintos tratamientos. Por otro lado, la irradiancia pudo haber actuado en forma perjudicial, ya que esta especie, si bien en su ambiente natural crece en laderas de exposición norte, tolera sombra con un porcentaje de filtración entre 20 a un 40 %. Según Donoso (1989; 2006), es una especie semi tolerante a la sombra en estadios ontogénicos tempranos y emergente del dosel en su adultez.

El resultado para la altura de plántulas para la fecha de realización del trasplante a maceta de 3L fueron para T: 6.30 cm, para EFH60: 7.30 cm, y para AG₃: 6 cm. Como se observa en la Figura 7, el ANOVA presentó diferencias significativas entre los tratamientos, el EFH60 fue estadísticamente diferente, mientras que AG₃ y T fueron similares entre sí ($p < 0,05$). Comparando la supervivencia con la altura de plántula, se puede inferir que los

mayores porcentajes de supervivencia obtenidos por EFH60, pueden tener relación con la mayor altura, la mayor biomasa y por lo tanto mayor demanda de nutrientes. Ensayos en encinas (*Quercus ilex*) verificaron que los pulsos de fertilización concentrada en la fase de crecimiento longitudinal de la plántula, afectan en menor medida el desarrollo posterior en relación a otros estadios de desarrollo (Palomar *et al.*, 2013).

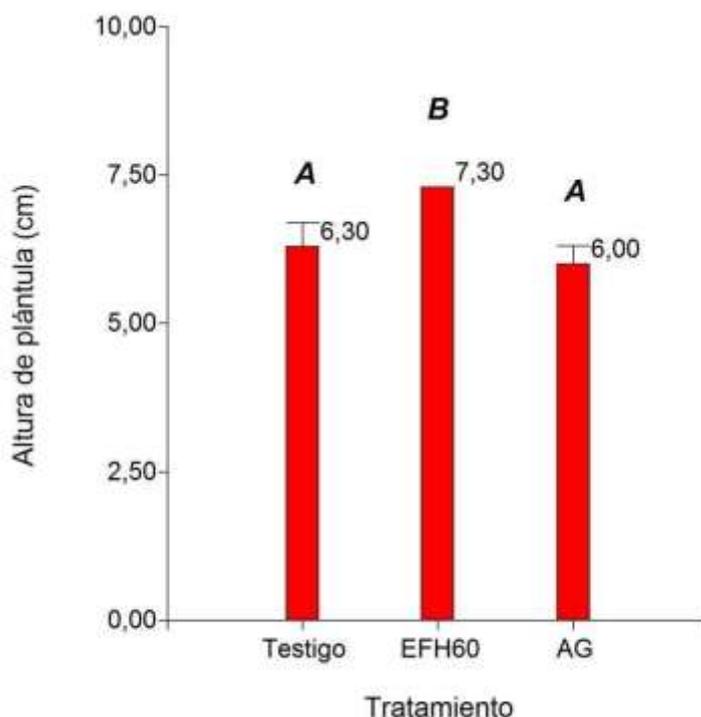


Figure 7. Height of *Eucryphia cordifolia* seedlings at the transplant date after pre-germination treatments. Different letters indicate significant differences. Mean + - standard error 0.29; (Test: DGC Alpha=0.05 PCALT=1.1456).

Figura 7. Altura de plántulas de *Eucryphia cordifolia* para la fecha del trasplante por tratamientos pregerminativos realizados. Letras diferentes indican diferencias significativas. Media + - error estándar 0,29; (Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=1,1456).

La aplicación de ácido giberélico en el AG₃ no produjo un aumento en la altura de las plántulas siendo significativamente menor a las alturas obtenidas en EFH60 y T, observando un crecimiento más compacto, lo que indicaría que la concentración aplicada de AG₃ no tuvo un efecto como fitorregulador del crecimiento según lo indican Warpeha & Montgomery (2016) y que el tratamiento no produjo un efecto de ahilamiento en las plántulas (Figura 8 y 9).



Figure 8. *Eucryphia cordifolia* seedlings grown in a 72-well multicell tray.

Figura 8. Plántulas de *Eucryphia cordifolia* cultivadas en bandeja multiceldas de 72 cavidades. V. Tiscornia, Argentina, 2019.



Figure 9. *Eucryphia cordifolia* seedling grown in a 72-well multicell tray.

Figura 9. Plántula de *Eucryphia cordifolia* cultivadas en bandeja multiceldas de 72 cavidades. V. Tiscornia, Argentina, 2019.

En cuanto a la cantidad de tallos los resultados no difieren significativamente entre sí en relación a los tratamientos realizados (Figura 10).

El cultivo en bandeja multiceldas de 72 cavidades posibilitó la formación de un cepellón compacto y un desarrollo homogéneo de las raíces en todo el volumen de la celda para la fecha del trasplante. Estas características, que según Stern & Koransky (2000) son indicadores de calidad, permitieron realizar el trasplante a maceta de 3L a los 3 meses desde la fecha del repique.

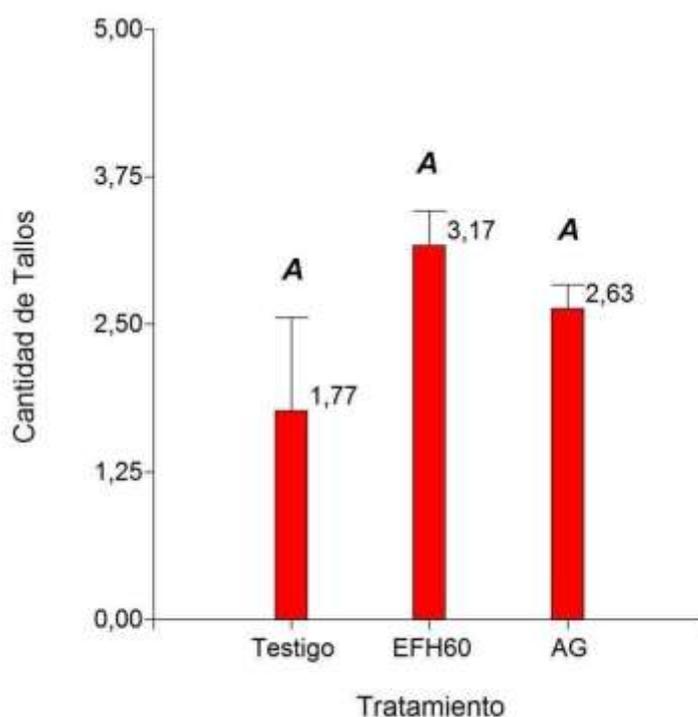


Figure 10. Number of *Eucryphia cordifolia* stems for the transplant date after pregermination treatments. Different letters indicate significant differences. Mean + - standard error 0.30; (Test: DGC Alpha=0.05 PCALT=1.1169).

Figura 10. Gráfico de cantidad de tallos de *Eucryphia cordifolia* para la fecha del trasplante, por tratamientos pregerminativos realizados. Letras diferentes indican diferencias significativas. Media + - error estándar 0,30; (Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=1,1169).

3.2. Propagación agámica y cultivo en maceta:

A los 3 meses desde la realización de las estacas no se observó rizogénesis, 11 estacas presentaron signos de pudrición o senescencia, restando 14 estacas sanas y con sus yemas engordadas (Figura 11). El porcentaje de enraizamiento fue 32 % a los 5 meses de cultivo, con buen desarrollo del sistema radical, observando la aparición de yemas vegetativas y primordios foliares. Los resultados obtenidos coinciden con los obtenidos por Moeller Rojas (2016), en cuanto a la colecta de esquejes provenientes del estrato inferior del árbol y a concentración de ácido 1 - naftalenacético aplicada. Se realizó el reenvasado a macetas de 3 litros (Figura 12) y en la segunda temporada de crecimiento todas las plantas florecieron.



Figure 11. Rooted cuttings of *Eucryphia cordifolia* grown in a 25-well multicell tray.

Figura 11. Estacas enraizadas de *Eucryphia cordifolia* cultivadas en bandeja multiceldas de 25 cavidades. V. Tiscornia, Argentina, 2019.



Figure 12. Rooted cuttings of *Eucryphia cordifolia* grown in 3-litre pots.

Figura 12. Estacas enraizadas de *Eucryphia cordifolia* cultivadas en macetas de 3 litros. V. Tiscornia, Argentina, 2019.

4. Conclusiones

Con la realización de este trabajo se pudo avanzar en los métodos de propagación agámica y sexual y el cultivo en contenedor de *Eucryphia cordifolia*. Para la propagación sexual es necesario continuar con las evaluaciones de los tratamientos pregerminativos que permitan mejorar los porcentajes de germinación en relación al testigo, así como también el programa de fertilización y los manejos ambientales en las etapas iniciales de cultivo para aumentar los porcentajes de supervivencia de plántulas. Para la propagación agámica, si bien se obtuvieron resultados menores que los obtenidos por autores chilenos citados en la introducción, la calidad y la evolución posterior de las plantas en cultivo resulta alentadora para avanzar en la definición de mejores condiciones de enraizamiento, destacando que se obtuvieron plantas que florecieron en la segunda temporada de crecimiento. Continuar con el estudio de las variables analizadas, permitirá avanzar con el desarrollo de futuros protocolos de cultivo en viveros.

5. Conflicto de intereses

Los autores declaran que este trabajo no presenta conflicto de intereses.

6. Bibliografía

- Álvarez Cisneros, O.; Pérez-Reyes, C. M. y Bonilla-Vichot, M. (2020). Evaluación de la viabilidad en semillas de *Pinus tropicalis* Morelet con diferente tiempo de almacenamiento. *Avances*, 22: 97-109.
- Azpilicueta, M. M.; Varela, S.; Martínez, A.; Gallo, L. (2010). Manual de viverización, cultivo y plantación de Roble Pellín en el norte de la región Andino Patagónica. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Bariloche. ISBN 978-987-1623-87-7.
- Bárbaro, L.A.; Karlanian, M.A.; Rizzo, P. & Riera, N. (2019). Caracterización de diferentes compost para su uso comercial como componentes de sustratos. *Chilean journal of agricultural & animal science*. 35(2):126-136. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/chjaasc/v35n2/0719-3890-chjaasc-00309.pdf>. Consultado en mayo de 2023.
- Correa, M.N. (1988). Flora Patagónica. Tomo 8. Parte V. Colección Científica del INTA. 380 pp.
- Diehl, P. (2006). Indicadores de conservación de nitrógeno y fósforo en especies arbóreas de la región Andino Patagónica. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Comahue. CRUB. 213 pp.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>. Consultado en mayo de 2023.
- Di Sacco, A.; Way, M.; León Lobos, P. & Suarez Ballesteros, C.I. (2018). Manual de recolección, procesamiento y almacenamiento de semillas de plantas silvestres. V1.2. Royal Botanic Gardens Kew.
- Donoso, C. (1989). "Antecedentes básicos para la silvicultura de tipo forestal siempre verde" Valdivia. Chile. <http://revistas.uach.cl/index.php/bosque/article/view/4423>. Consultado en julio de 2021.
- Donoso, C. (2006). Floración, fructificación y semillación. En: Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología. p. 21-28. (Donoso Zegers C. Ed).
- Ferreira, M. & Puntieri, J. (2020). Guía de identificación de flores de los bosques andino-patagónicos. 1ra edición. Buenos Aires, Artemisa. p. 23.
- Figueroa, J.; Armesto, J. & Hernández, J. (1996). Estrategias de germinación y latencia de semillas en especies del Bosque templado de Chiloé. Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 69: 243-251.
- Gut, B. (2017). Árboles nativos e introducidos en Patagonia. 1a. edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Vázquez Mazzini Editores. 416 pp.
- Hartmann, H.T. & Kester, D.T. (2018). Principles of Propagation by

- Cuttings. In: Plant Propagation Principles and Practices. 9th Edition. p.295. (Hartmann Kester Davies Geneva Eds.).
- Herrera, O. (2018). La fertilización con fósforo. Una revisión de los fundamentos que sustentan a las nuevas estrategias de fertilización fosforada en cultivos ornamentales. *Revista Economía y Viveros*. julio 2018.
https://www.economiayviveros.com.ar/julio2018/plantas_ornamentales_y_flores_de_corte-cultivos_viveros-paisajismo-jardineria-arte_floral-1.html. Consultado en mayo de 2023.
- ISTA. (2016). Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas. Zürichstr. 50, CH- 8303 Bassersdorf, Suiza ©2016 International Seed Testing Association (ISTA). Online ISSN 2310-3655. Consultado en mayo de 2023.
- IUCN. (2023). «The IUCN Red List of Threatened Species: *Eucryphia cordifolia*».
<https://sib.gov.ar/especies/eucryphia-cordifolia>. Consultado en mayo de 2023.
- Martínez Yáñez, C. (2016). Efectos de la profundidad de siembra en la emergencia y crecimiento de plantas de Ulmo. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 2016,
- Moeller Rojas, A. (2016). Propagación vegetativa de Ulmo, Avellano y Notro mediante acodo aéreo. Valdivia. 2016.
- Montenegro, G.; Gómez, M.; Díaz-Forestier, J. & Pizarro, R. (2008). Aplicación de la Norma Chilena Oficial de denominación de origen botánico de la miel para la caracterización de la producción apícola. *Ciencia e investigación agraria*, 35(2), 181-190.
- Morales, J. (2013). Información tecnológica de productos forestales no madereros del bosque nativo de Chile. Conaf. Infor. 2013.
- Mullen, R. T.; King, J. E. & Gifford, D.J. (1996). Changes in mRNA populations during loblolly pine (*Pinus taeda*) seed stratification germination and post-germinative growth. *Plant Physiology*. 97:545–53.
- Palomar, N. V., Palá, J. A. O., & Jacobs, D. F. (2013). Biomasa y dinámica de nutrientes de encina en fase de plántula. efectos de la disponibilidad durante el desarrollo ontogénico. *Avances en la Restauración de Sistemas Forestales. Técnicas de Implantación*, 107.
- Rao, N. K.; Hanson, J.; Dulloo, M. E.; Ghosh, K.; Nowell, D. & Larinde, M. (2006). Manual of seed handling in genebanks. *Handbooks for Genebanks No. 8*. Bioversity International, Rome, Italy.
- Ren, C. & Kermodé, A. R. (2000). An increase in pectin methyl esterase activity accompanies dormancy breakage and germination of yellow cedar seeds. *Plant Physiology*. 124:231–42.
- Schinelli Casares, T. (2012). Producción de nothofagus bajo condiciones controladas. 1a ed. - Esquel: Ediciones INTA, 2012. 80 p. ISBN 978-987-679-145-8.
- Seo, M.; Nambara, E.; Choi, G. & Yamaguchi, S. (2009). Interaction of light and hormone signals in germinating seeds. *Plant Molecular Biology*. 69:463–72.
- Sherlock, O.; Dolan, A.; Athman, R.; Power, A.; Gethin, G. & Cowman, S. (2010). Comparison of the antimicrobial activity of Ulmo honey from Chile and Manuka honey against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, *Escherichia*

- coli and *Pseudomonas aeruginosa*. *BMC Complement Alternat Med.* 2010;10(1):47.
- SIB. (2023). Sistema de Información de Biodiversidad de la Administración de Parques Nacionales, Argentina. https://sib.gob.ar/ficha/PLANTAE*eucryphia*cordifolia. Consultado en mayo de 2023.
- Styer, R. C. & Koransky, D. (2000). Controlling the root to shoot ratio. En *Growers Talks on Plugs 3*. Chapter 3. Edited by Vender Velde Jaine. Ed Ball Publishing 2000. 106 pp.
- Vankus, V. (1997). The Tetrazolium estimated viability test for seeds of native plants. En: T. D. Landis y J. R. Thompson (tech. coords.) National Proceedings, Forest and Conservation Nursery Associations. Gen. Tech. 51 Rep. PNW-GTR-419. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. pp 57-62. https://rngr.net/publications/proceedings/1997/vankus.pdf/at_download/file.
- Warpeha, K.M. & Montgomery, B.L. (2015). Light and hormone interactions in the seed-to-seedling transition. *Environmental and Experimental Botany* 83. DOI:10.1016/j.envexpbot.2015.05.004.
- Zhao, X.; Bi, G.; Li, T.; Richard, L.; Harkess, R. L. & Blythe, E. K. (2021) Nitrogen and Phosphorus Rates Influence Growth, Flowering, and Nutrient Uptake in *Iris germanica* 'Immortality'. *Horticultural Science and Technology*, 39 6: 726-737. <https://www.hst-j.org/articles/article/v2GW/>. Consultado en mayo de 2023.
- Zuloaga, F. O.; Morrone, O. & Belgrano, M. (eds.). (2023). Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). <http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp>. Consultado en mayo de 2023.
- Horticultura Argentina es licenciado bajo Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 2.5 Argentina.