The background of the cover is a photograph of Schinopsis marginata. It features several branches with pinnately compound leaves. The leaves are primarily green, but some are in various stages of reddening, showing shades of pink and red. Small, pointed buds are visible at the tips of the branches.

PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE
CALIDAD DE *Schinopsis marginata*
Engler “orco quebracho”

Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de ciencias Agropecuarias

2016

 <p>UNC</p>	<p><i>Universidad Nacional de Córdoba</i> <i>Facultad de ciencias Agropecuarias</i> <i>Departamento de producción vegetal</i></p> 	 <p>FCA Facultad de Ciencias Agropecuarias</p>
---	---	--

PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE CALIDAD DE *Schinopsis marginata* Engler “orco quebracho”

AREA DE CONSOLIDACIÓN
Sistemas Agrícolas de Producción Intensivos

2016

TRABAJO ELABORADO POR: Herrera A. Ana Belén.

TUTOR: Ing. Agr. Dra. Marisa Jacqueline Joseau.

COORDINADOR DEL ÁREA: Ing. Agr. Héctor M. Fontán.

INDICE

CAPITULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general	9
Objetivos específicos	9
CAPITULO 2	10
MATERIALES Y METODOS	10
Determinación de la calidad de la semilla	11
Determinación de la temperatura optima de germinación	11
Determinación de las condiciones de almacenamiento del fruto-semilla con respecto a la temperatura	12
Evaluación de las características físicas y químicas del sustrato	13
Evaluación del efecto de la micorrización y del corte del ala sobre la germinación	16
Observación de la asociación simbiótica de hongos micorrícicos en las raíces	19
Determinación de la calidad morfológica y de la fertilización biológica de los plantines de orco quebracho	21
Evaluación del costo del plantín de calidad	26
CAPÍTULO 3	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
Determinación de la calidad de la semilla	27
Determinación de la temperatura optima de germinación	27
Determinación de las condiciones de almacenamiento del fruto-semilla con respecto a la temperatura	29

Evaluación de las características físicas y químicas del sustrato	30
Evaluación del efecto de la micorrización y del corte del ala sobre la germinación	31
Observación de la asociación simbiótica de hongos micorrícicos en las raíces	34
Determinación de la calidad morfológica y de la fertilización biológica de los plantines de orco quebracho	35
Evaluación del costo del plantín de calidad	36
CAPÍTULO 4	37
CONCLUSIÓN	37
CAPÍTULO 5	39
BIBLIOGRAFÍA CITADA	39

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Históricamente, en casi todo el mundo, la regeneración de los bosques no era un tema de importancia mientras la madera constituía un bien abundante (Daniel *et al.*, 1979), o sea, mientras la población extrajo de los bosques una cantidad de materia prima inferior al crecimiento de los mismos. Además, mientras la madera es relativamente abundante no es necesario disponer de incentivos para forestar y reforestar. Estos incentivos generalmente tienen una razón económica y/o social. (Buamscha *et al.*, 2012)

Si bien la tasa de deforestación mundial en la última década (13 millones de hectáreas por año) sigue siendo alarmantemente alta, ha sufrido una disminución en relación con la tasa de la década de los 90, que era de 16 millones de hectáreas anuales (FAO, 2010), quedando solo menos de 4.000 millones de hectáreas en 2015 (FAO, 2016). Principalmente Brasil e Indonesia, quienes tuvieron las mayores pérdidas durante los noventa, disminuyeron el ritmo de deforestación durante la última década. De todas maneras considerando que anualmente se establecen en el mundo unos 5 millones de hectáreas de nuevos bosques, el balance demuestra que perdemos unos 8 millones de hectáreas de bosques por año (FAO, 2010). La pérdida de los bosques puede estar causada por factores humanos o naturales, donde los primeros son más frecuentes que los segundos, ya que la deforestación se produce cuando las personas eliminan los bosques y utilizan la tierra para otros fines. Mientras que el aumento de los bosques se puede dar por la expansión natural o la siembra en tierras no boscosas (forestación) o cuando una superficie forestal se desmonta y se replanta (reforestación) (FAO, 2016)

Además de la progresiva disminución de la superficie boscosa mundial, en las últimas décadas también ha ido cambiando de uso una importante superficie de bosques nativos altamente productivos. Estos bosques, utilizados tradicionalmente de manera intensiva para producir importantes cantidades de materia prima, ahora son destinados fundamentalmente a la conservación, el disfrute estético, la provisión de hábitat para la vida silvestre, entre otros (Buamscha *et al.*, 2012).

En Argentina, el sector forestal presenta interesantes perspectivas, pero requiere un manejo técnico adecuado, bajo criterios adaptativos y de precaución, que lo integre a otros sectores para promover el desarrollo sostenible de la región. Es importante destacar que el desarrollo sostenible no se refiere a un estado inmutable de la naturaleza y de los recursos naturales, sino que en sí incorpora una perspectiva de largo plazo en la cual la gestión de los recursos naturales debe estar en continua revisión y adaptación; asimismo el concepto enfatiza la necesidad de la solidaridad hacia las actuales y futuras generaciones, defendiendo la equidad inter-generacional. Por lo tanto los impactos positivos más importantes que tienen las plantaciones forestales con fines productivos incluyen la generación de fuentes de empleo genuino, la diversificación productiva de la región, la disminución de la presión antrópica sobre los bosques nativos, la posibilidad de producir valor agregado con la industrialización del producto primario, poder actuar como catalizador en la restauración ecológica de algunas zonas degradadas, entre otros aspectos (Ministerio de Agroindustria de la Nación, 2016).

En nuestro país existen atractivas especies nativas para ser utilizadas para la reforestación, donde el uso de plantas autóctonas es una de las estrategias para la revalorización cultural y uso industrial, una de ellas es el orco quebracho.

El género *Schinopsis* spp. es de mucha importancia económica nacional e internacional, cuya madera es reputada por su durabilidad y extrema dureza (de allí el nombre vernáculo de varias de sus especies: 'quebracho', derivado de 'quiebrahacha'). Las especies del género son explotadas para uso en construcciones, postes y durmientes, y para la obtención de taninos, los cuales tienen numerosas aplicaciones en curtiembres y tratado de cueros, en veterinaria (Min *et al.*, 2004) y en actividades pecuarias y madereras (Moubarik *et al.*, 2009; Barberis *et al.*, 2012)

Schinopsis marginata, “orco quebracho”, se caracteriza por ser un árbol corpulento de hasta 20 metros de altura, de copa redondeada y ramas principales tortuosas, de corteza castaño grisáceo y liso, cuando joven es gruesa y de color castaño oscuro con surcos profundos. Las hojas son caducas, alternas o fasciculadas, color verde mate en la cara superior, más claro en la inferior, pinnadas, con un eje principal de 7-20 cm de longitud, con 5-15 pares de folíolos; ante de su caída adquieren tonalidad rojiza y amarillenta. Las flores que presentan pueden ser perfectas o

imperfectas, de 4 mm de longitud de un color verde o amarillento, en inflorescencias similares a racimos (tirso) de 5-8 cm de longitud. Los frutos son sámaras leñosas, de color rojo brillante al principio, tornándose castaño-rojizo a la madurez. Abundan los ejemplares masculinos (Verzino *et al.*, 2016).

Estos árboles se encuentran distribuidos en Bolivia y Argentina, principalmente en el Chaco Serrano en la provincia de Catamarca, La Rioja, Córdoba y San Luís. Es prospera en laderas altas, rocosas y bien insoladas de las sierras (Verzino *et al.*, 2016). Esta especie es dominante en este sector junto con el *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl “molle de beber” (Demaio *et al.*, 2002.).

En la Argentina, hasta el día de hoy no tiene gran utilidad productiva, pero fue muy explotado por las propiedades de la madera, que posee un peso específico entre 11.000-12.000 kg/m³ (Carnevalle, 1955), que comparte las características del quebracho colorado santiagueño: es excelente como leña y carbón, para postes y construcciones rurales en general. Su uso como combustible para hornos de cal afectó gravemente los bosques de esta especie. Los apicultores lo valoran como especie melífera.

Increíblemente todavía no se ha aprovechado su belleza en parquizaciones ni en el arbolado público de centros urbanos.

En lo referente a la medicina popular, se le atribuyen virtudes antiasmáticas. En Bolivia se usa la infusión de su corteza para baños de pies (Demaio *et al.*, 2002).

Esta especie muy afín a *Schinopsis lorentzii* (Griseb.) Engl., del cual se distingue por los foliolos y por el hábito. Sin embargo, algunos autores los consideran variedades de la misma especie (Demaio, *et al.*, 2002) o una única especie mediante análisis de distancias de caracteres morfológicos (Flores *et al.*, 2013), aunque en contraposición Moggi (2014), demostró que son dos entidades diferenciables por medio de marcadores cloroplasmáticos.

CADENA FORESTAL ARGENTINA. La cadena de valor en el sector forestal de los bosques naturales e implantados desempeñan una función primordial como fuente de materias primas para las industrias que fabrican productos a base de madera y fibra con destino a la construcción de viviendas, tableros para muebles, papel para imprimir y escribir, etc. Estas industrias forestales constituyen una parte importante del sector

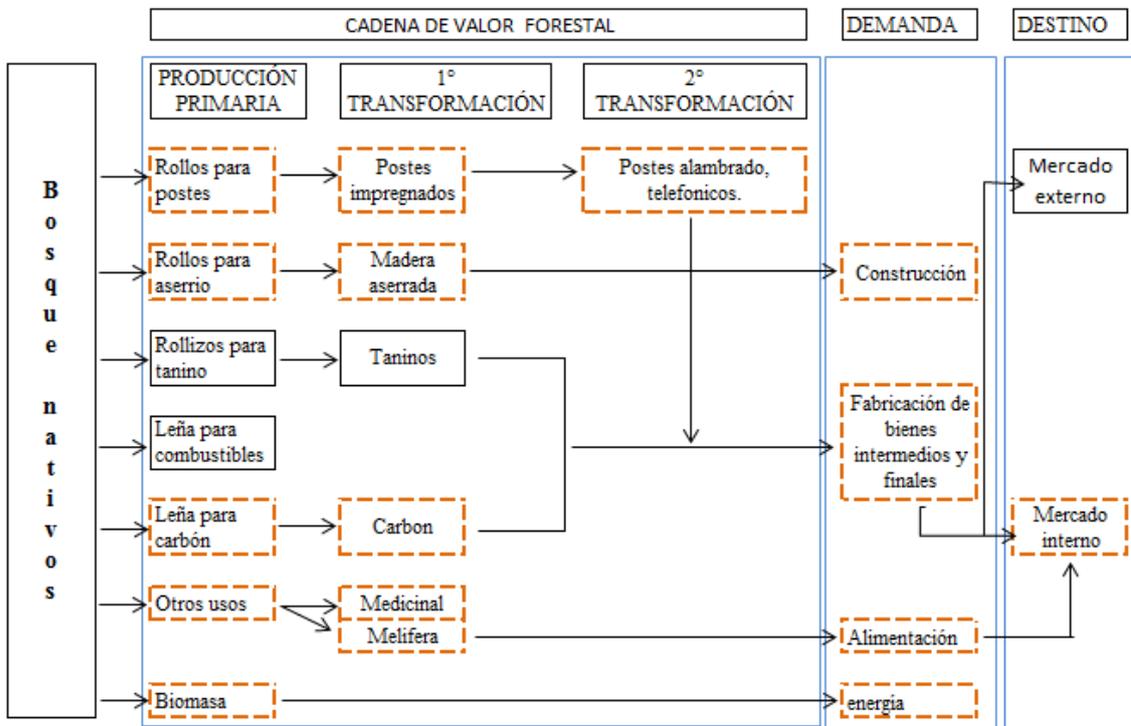
industrial del país y de las actividades que permiten obtener y ahorrar divisas a través de la exportación y de la sustitución de importaciones. Casi todos los productos que se obtienen en la primera fase de elaboración de la madera -madera aserrada, tableros contrachapados, pasta de madera, entre otros- son utilizados por otras industrias para fabricar muebles, embalajes, papel de periódico, etc. Por consiguiente, la presencia de bosques e Industrias forestales estimula la actividad económica, el empleo y los ingresos (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2013).

Esta cadena se divide, de acuerdo con el recurso primario que procesan, en bosque nativo e implantado, donde la principal diferencia se da en las diversas etapas de la cadena, siendo normalmente la del bosque nativo netamente extractivo y posee ciclos de reproducción más largos, dependiendo de la especie y la región que se trate, mientras que los bosques cultivados, surge de la implantación de especies y los ciclos son más breves (Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas, 2016).

La cadena forestal-industrial de la Argentina incluye al sector forestal primario nativo y de plantación (producción de semillas, plantines, implante, servicios forestales, subproductos); a las actividades industriales que realizan una transformación física de la madera, produciendo la madera aserrada, las remanufacturas, los tableros reconstituidos, las chapas, los contrachapados, partes y muebles; y por último las que hacen una transformación química de la madera de la que se obtiene la pasta celulósica, papel y cartón (Ministerio de Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva, 2013).

El aprovechamiento del bosque nativo, conformado por árboles autóctonos principalmente el quebracho colorado, el algarrobo y el quebracho blanco, comprende diversas actividades tanto primarias como manufactureras. Estas actividades productivas se originan en los productores forestales u obrajeros, quienes extraen los productos del bosque. La implantación de especies nativas en el país, hasta el momento, poco significativa (Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas, 2016).

En el caso del orco quebracho (Fig. 1.1), se realizó un esquema sobre la cadena de valor, teniendo en cuenta su importancia:



Referencia: Los recuadros con bordes punteados de color corresponden a los procesos que se realizan en orco quebracho

Figura 1.1. Cadena de valor del sector foresto-industrial argentino para especies nativas. Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2013)

El fomento de la producción y conservación de especies nativas a nivel nacional, posee la Ley N° 26.331 (Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques, 2007), que establece un régimen de compensación económica, como así también la realización de un ordenamiento territorial de los bosques nativos por parte de los estados provinciales. Además de esta se encuentra la Ley N° 25.080 (Ley de Inversiones para Bosques Cultivados, 1999) que instituye un régimen de promoción de las inversiones que se efectúen en nuevos emprendimientos forestales y en las ampliaciones de los bosques existentes. A nivel provincial existe la ley N° 9814 de ordenamiento territorial de bosques nativos de la provincia de Córdoba.

PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE CALIDAD. La forestación de árboles se puede realizar de dos maneras, la regeneración natural del bosque o de plántulas a partir de semillas en el vivero. La ventaja que tiene la regeneración en el propio bosque es la obtención de plántulas que ya están adecuadas a su ambiente, pero el obtener estos en vivero, se logra un mejor prendimiento y mayor crecimiento una vez llevado al sitio final, esto se debe a dos razones, primero en el vivero le proveemos agua como los nutrientes necesarios y segundo permite controlar el desarrollo de las raíces de manera de promover la formación de un sistema fibroso, de gran volumen y relativamente superficial, lo que brinda una planta con una relación raíz/tallo mucho más favorable para soportar el trasplante (Contardi y Gongora, 2012).

A su vez también hay que tener en cuenta diferentes factores que afectan la producción de plantines de calidad, como la semilla, el almacenamiento de ésta, el sustrato a usar, el envase, la fertilización biológica.

Las condiciones de almacenamiento de las semillas revisten una gran importancia desde el punto de vista económico, ya que, almacenando las semillas en condiciones adecuadas se evita el deterioro temprano y se mantiene la calidad durante más tiempo. Según Barton (1961), Delouche (1968) y Owen (1956, citado en Joseau *et al.*, 2013), la temperatura de almacenamiento y la humedad relativa del ambiente son los factores más importantes que afectan el mantenimiento de la calidad.

La preservación de las semillas, depende del tipo de envase en que se almacenen, este debe ser de una hermeticidad probada que no deje el paso de vapor de agua a su interior (Gianluigi *et al.*, 2008).

Al almacenar semillas ortodoxas, se tiene que tener en cuenta cuando el tiempo de almacenamiento, si es corto, se pueden almacenar, luego de ser secadas hasta un 5-10 % de humedad, colocadas en envases herméticos y a temperaturas de 0-5 °C, cuando el almacenamiento es más prolongado es preferible temperaturas de -15 a -18 °C (Bonaldi *et al.*, 2003, citado en Joseau *et al.*, 2013). Los estándares publicados conjuntamente por la FAO y IPGRI, recomiendan una temperatura de almacenamiento de -18 °C o inferior (Gianluigi *et al.*, 2008). También se observó que semillas ultradesecadas por liofilización y mantenidas a temperatura ambiente durante 10 años, mostraron un comportamiento ligeramente mejor que las conservadas a baja

temperatura y en un plazo mucho más largo y que semillas ultradesecadas con gel de sílice y mantenidas 40 años en un armario a temperatura ambiente (Pérez-García *et al.*, 2007, 2008, citado en Gianluigi *et al.*, 2008).

La elección del contenedor es una de las consideraciones más importantes al establecer un nuevo vivero o empezar a producir una especie nueva. El tipo y tamaño de contenedor no sólo determina la cantidad de agua y nutrientes minerales que están disponibles para el crecimiento de una planta (Luna *et al.*, 2012), donde según Oliver y García (2004) estos rondan en torno de los 250-350 cm³, donde envases grandes encarece los costos y ocupa más lugar y chicos pueden producir plantas pequeñas por falta de sustrato. La siembra en envase para obtener un plantin de calidad, comúnmente se realiza en la repoblaciones (*Pinus* sp., *Juniperus* sp. y otros) (Martinez, 2003). El Vivero Forestal Educativo de Silvicultura de la FCA (VFE) ha obtenido buenos resultados al utilizar envases de polietileno sin fondo, de medidas variables entre 12-20 cm de alto x 8 cm de ancho (diámetro de 6 cm) de 80-100 micrones de espesor, de manera de superar los 400 cm³ y que tengan un superficie de 25 cm², medidas necesarias para un éxito en la supervivencia a campo para regiones áridas y semiáridas (Joseau *et al.*, 2013).

Posterior a la selección del material vegetal junto a los envases, para obtener un plantin de calidad, se debe seleccionar el sustrato a usar, que proporcione a las plantas un medio de crecimiento que tiene como función proporcionar a las plantas agua, aire, nutrientes minerales y soporte físico durante su permanencia en el vivero (Escobar y Buamscha, 2012) y que debe tener ciertas características físicas y químicas óptimas para la germinación y crecimiento de estas.

Variables que caracterizan las propiedades físicas de los sustratos son: la porosidad total, la porosidad de aireación, la capacidad de retención de agua, la densidad aparente y la de partículas; mientras que el pH definen la calidad química (Joseau *et al.*, 2013; Pire y Pereira., 2003).

Los sustratos deben ser un soporte sólido compuesto por un elemento que retenga el agua y un elemento que favorezca la aireación (Joseau *et al.*, 2013). Como es difícil encontrar la tierra “perfecta”, se prepara un sustrato mezclando distintos

materiales como arena, mantillo, lombricompost, abono, tierra, entre otros (Naval, 2011).

Los productores de plantines en vivero de la provincia de Córdoba combinan tierra y arena como sustratos, por su facilidad de obtención y bajo costo, además de cumplir con la calidad ideal de sustratos para el crecimiento de los plantines. En el VFE, región centro de la provincia, se usa sustrato compuesto por 3 partes de tierra y 1 de arena, siendo muy efectivo. Según Pérez *et al.* (2015), al cultivar quebracho blanco, encontró que la mezcla de sustrato tierra arena 1:1, presentó una mayor retención de agua y aireación que la mezcla 3:1, sin embargo ésta última presentó mejores resultados en la calidad del plantin y una mayor supervivencia en vivero.

Las plantas con micorrizas son más resistentes a condiciones ambientales adversas, como la falta de agua y de nutrimentos esenciales, y al ataque de microorganismos fitopatógenos o plagas, además de estimular un mayor crecimiento (biomasa) y una mejor adaptación (Hernández, 1999; Montañez Orozco., 2009). Actualmente, la asociación micorrícica se considera fundamental en las prácticas agro-silvopastoriles sostenibles y en los programas de restauración ambiental, ya que aumenta sus posibilidades de éxito (Joseau *et al.*, 2013). Ingham (citado de Molina *et al.*, 2004) reporta efectos benéficos en el establecimiento de plantaciones de pino en Puerto Rico. En este país, el establecimiento de pinos por muchos años, fue una actividad difícil, sin embargo, una vez inoculadas las plantas, éstas sobrevivieron después de un año de establecidas mientras que las no inoculadas murieron. Así mismo, Barrera *et al.* (1999), evaluaron el efecto de la aplicación de micorrizas y de inóculos en el desarrollo de plántulas de Chachafruto, *Eryhrina edulis* (Triana) Micheli, en etapa de vivero, en todos los tratamientos y en los que no se aplicó directamente el inóculo, al momento de la evaluación estaban presentes géneros de micorrizas, indicando esto, su alta presencia en los suelos donde se realizó la investigación, mostrando su importante influencia en el desarrollo de las plantas. Además, se observó en relación con la altura, que los valores para todos los tratamientos no tuvieron variación significativa con respecto al testigo.

Con el fin de investigar la actividad de las micorrizas en condiciones de vivero, Reyes *et al.* (1998) evaluó que la altura y el diámetro del tallo se vieron favorecidos

con la aplicación de vermicompuesto y micorriza *Globus* spp., a la vez promovieron mayor número de hojas, mayor superficie de área foliar y peso seco con respecto al testigo.

Es necesario obtener un protocolo de producción para la obtención de plantines de calidad de orco quebracho y en cantidades suficientes, con un alto porcentaje de supervivencia, de la forma más económica para poder cumplir con el objetivo de forestación y poder cubrir las necesidades de ambas leyes vigentes al momento.

OBJETIVOS

Objetivo general

El objetivo de este trabajo fue producir plantines de calidad de *Schinopsis marginata*

Objetivos específicos

- ✓ Determinar la calidad del fruto-semilla.
- ✓ Determinar la temperatura óptima de germinación.
- ✓ Determinar las condiciones de almacenamiento del fruto-semilla con respecto a la temperatura.
- ✓ Evaluar de las características físicas y química del sustrato.
- ✓ Evaluar el efecto de la micorrización y del corte del ala sobre la germinación.
- ✓ Observar la asociación simbiótica con hongos micorrícicos en raíces.
- ✓ Determinar la calidad morfológica y de fertilización biológica de los plantines de orco quebracho.
- ✓ Calcular el costo del plantín de calidad.

CAPÍTULO 2

MATERIALES Y MÉTODOS

Material. El material vegetal utilizado fueron semillas de orco quebracho procedentes de Capilla del Monte, Córdoba, Argentina ($30^{\circ}51'44,9''$ latitud sur y $64^{\circ}29'42,0''$ longitud oeste) recolectadas el 31 de Julio del 2015 por el Prof. Hernández Roberto y Claudio Salgado, de 2 árboles de buenas características de forma y buena sanidad, cuyos poderes germinativos (PG) fueron de 44 % (Árbol 1) y 58 % (Árbol 4) (Figura 2.1), presentando una humedad de 7,4 %.

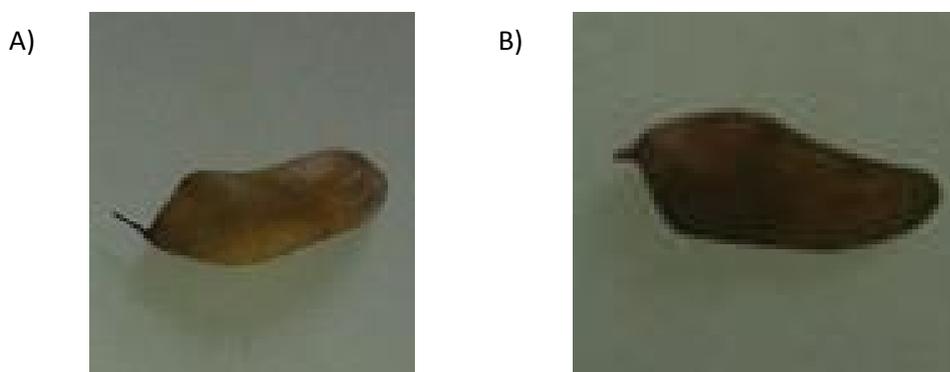


Figura 2.1. Semilla de orco quebracho ensayadas: A) árbol 1, B) Árbol 4

También se usaron plantines de 9 meses de edad logrados con semillas de los árboles 1 y 4 sembradas el 16/09/2015.

Determinación de la calidad de la semilla. El poder germinativo se determinó mediante ensayo de germinación estándar (ISTA, 2014) en el año 2015 en condiciones de Laboratorio de Análisis de Semillas, Investigación, Docencia y Servicio (L.A.S.I.D.Y.S), de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC) y en cámara de germinación 20 \Leftrightarrow 30 °C con un fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad. También se estimó el peso de mil semillas. Se contaron por cada origen, 8 repeticiones de 100 semillas cada una al azar, se pesó cada repetición y sobre la media se calculó el peso de las mil semillas multiplicado por diez (ISTA, 2012). A partir este cálculo se puede determinar la cantidad de semillas por kilo.

Determinación de la temperatura óptima de germinación. Con la finalidad de asegurar la temperatura óptima de germinación de esta especie, dado que se supone que la semilla necesita condiciones de buena humedad y temperaturas de 40 °C para germinar durante 3 a 4 días (Joseau, J, com. pers.), se realizaron ensayos, una parte en el L.A.S.I.D.Y.S y la otra se realizó en el VFE de la FCA-UNC.

Se efectuó una mezcla de semillas con igual proporción de los dos árboles de orco quebracho de mejor PG, separadas de la fracción de semillas puras y descartando aquellas semillas atacadas por insectos. En ensayos previos se observó que estas semillas estaban muertas y afectaban sustancialmente el resultado del ensayo a diversas temperaturas. Se colocaron a germinar en distintas cámaras de germinación con temperatura controlada, la primera cámara de 20 °C constante, con un fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad y una segunda de temperatura 20 \Leftrightarrow 30 °C, con un mismo fotoperiodo y en vivero con una temperatura media de día 35 °C (15 h) y media nocturna 12 °C (6 h), tomados por un dataloguer proporcionado por la cátedra de Climatología y Fenología Agrícola.

Para el ensayo en laboratorio, se sembraron 3 repeticiones de 10 semillas cada una, por el método de rollos de papel (papel Valot supreme doble hoja), fueron humedecidos hasta el 70 % de capacidad de campo y colocados en bandejas, dentro de bolsas de polietileno y llevadas de forma vertical a las distintas cámaras y vivero. Las semillas se consideraron germinadas cuando se observó la radícula (germinación fisiológica). Las variables registradas fueron plántulas normales a los 7, 14, 21 y 28

días. El poder germinativo (PG) se consideró como plántulas normales en la fecha de fin de conteo. La bibliografía consultada (Joseau *et al.*, 2013), determina que el tiempo de germinación normal para esta especie es a partir de 15-28 días después de la siembra.

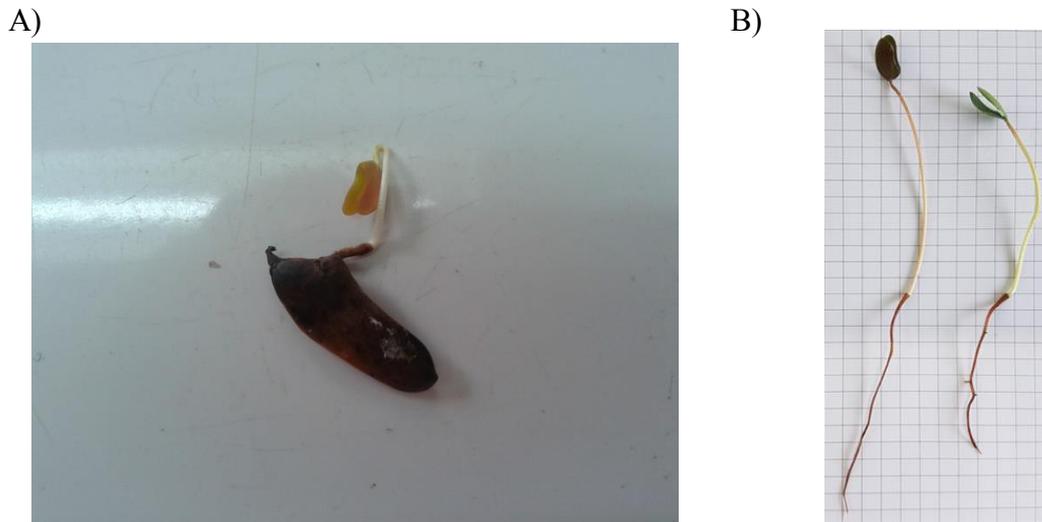


Figura 2.2. Categorías de semillas de orco quebracho: A) Semilla germinada, B): plántula normal de orco quebracho

Determinación de las condiciones de almacenamiento del fruto-semilla con respecto a la temperatura. Los frutos-semillas con un bajo contenido de humedad (7,4 %) de los dos árboles cosechados se sometieron a tres distintas temperaturas de almacenamiento. Se separaron 100 semillas por cada temperatura, que se colocaron en frascos esterilizados de vidrio (Fig. 3) y se guardaron a T₁: temperatura ambiente (20-25 °C), T₂: temperatura de heladera (5 °C), corroborado con un termómetro ambiental y T₃: temperatura de freezer (-18 °C), tomado del manual del freezer. A su vez estos tratamiento se almacenaron en dos periodos de tiempo P₁: un mes y P₂: dos meses.



Figura 1.3. Frascos conteniendo los frutos- semillas de orco quebracho *Árbol 1* para llevarlos a almacenaje

Una vez que terminó cada periodo de tiempo fueron llevados a laboratorio, para realizar los ensayos de germinación y determinar el porcentaje de plántulas normales, aplicando el método de siembra descripto para la determinación de la temperatura óptima de germinación, pero sólo en cámara de germinación de $20 \leq 30$ °C con el fotoperiodo descripto anteriormente. En este caso el modelo utilizado fue, 4 repeticiones de 25 semillas cada uno. Las variables evaluadas fueron plántulas normales en diferentes fechas de conteo a los 7, 14, 21 y 28 días desde la siembra y se consideraron las semillas germinadas cuando se observó la radícula (germinación fisiológica).

El diseño fue un diseño completamente al azar. La evaluación de los datos se realizó utilizando el software Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2014). Se efectuó un análisis de varianza no paramétrica con el test de Kruskal Wallis.

Evaluación de las características físicas y química del sustrato. Los ensayos para conocer las propiedades de los sustratos a usar para combinar y producir plantas de buena calidad, se llevaron a cabo en el Laboratorio de Producción Vegetal de F.C.A-U.N.C.

Para estos ensayos se usaron dos tipos de sustrato: sustrato sin contenido planta (SS)= compuesta por 3 partes tierra y 1 parte arena, que fue usado en la siembra en el ensayo de tratamientos pregerminativos y el sustrato con contenido planta (SP)= compuesta por 3 partes tierra y 1 parte arena, que se obtuvo al retirar las plantas utilizadas para el ensayo de evaluación de características morfológicas.

Para determinar las propiedades físicas del sustrato se realizó el método citado por Pire y Pereira (2003) dónde cada sustrato se colocó en envases descartables tetrabrick, que se pesaron en una balanza de precisión hasta dos decimales (Mettler

Toledo – PB 5001), luego se midió con una probeta graduada un litro de agua y se pasó al envase donde se marcó con un marcador indeleble esta medida.

Los sustratos fueron colocados en los envases hasta la capacidad de un litro y se asentó el contenido después de dejarlo caer a la altura desde 7,5 cm de altura sobre una mesada. En cada oportunidad, se rellenó el envase de sustrato adicional hasta llegar al litro, y se registró su peso.

Se le realizaron 4 agujeros a los envases en la parte inferior y fueron colocados en un recipiente con agua cuyo nivel coincidía con la marca de un litro del envase de forma de forzar el humedecimiento de la muestra desde los orificios del fondo, permitiendo a su vez la salida libre del aire por la cara superior. Se dejaron los envases por 6 horas para que alcanzara la saturación aparente, posteriormente se retiraron de los recipientes de agua durante 12 horas y se colocaron nuevamente en agua, pero esta vez solo por 30 min permitiendo la saturación total de la muestra.

Finalizada la saturación se taparon los agujeros hechos en la parte inferior y se extrajeron definitivamente del agua. Luego de esto se colocaron en una bandeja y se les retiraron los tapones y se midió el volumen de agua (V_a) que drenaba en un periodo de 10 minutos, en una probeta graduada. La muestra húmeda fue pesada en la balanza antes descripta, obteniéndose así el valor de Peso Húmedo (PH). Los envases se colocaron en estufa con ventilación forzada (Memmert), a 103 °C hasta obtener el peso seco (PS) (Fig. 2.4).



Figura 2.4. Detalle de los sustratos drenados listos para ser llevados a estufa

El procedimiento de cada sustrato fue repetido 10 veces en dos repeticiones de 5. Con los datos obtenidos se realizaron los cálculos detallados en las Ec. 1 a Ec.5 para la determinación de las propiedades físicas como lo sugiere Joseau (2013) y Pérez y Rodríguez (2016), descripto a continuación:

POROSIDAD TOTAL (%): Esta es la porción no sólida del volumen del sustrato (Ec.1). Representa el volumen de aire del material, seco en estufa, expresado como porcentaje del volumen total (Pire *et al.*, 2003).

$$PT (\%) = \frac{V_a + \frac{PH-PS}{P_{\text{agua}}}}{V_c} \times 100 \quad (\text{Ec.1})$$

POROSIDAD DE AIREACIÓN (%): Es la proporción de volumen del sustrato que contiene después de que ha sido saturado con agua y se le ha dejado drenar libremente (Viel, 1997) (Ec. 2).

$$Pa (\%) = \frac{PH - PS}{V_c} \times 100 \quad (\text{Ec. 2})$$

CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA DE UN SUSTRATO: Es el volumen de agua que se retiene después del riego y el drenaje. La cantidad de agua que se retiene va a depender del tamaño de partículas y a la altura del recipiente (Pire *et al.*, 2003) (Ec. 3)

$$C.R.A (\%) = \frac{PH - PS}{V_c} \times 100 \quad (\text{Ec. 3})$$

DENSIDAD APARENTE: Es el peso seco del sustrato por unidad de volumen. Asociado a propiedades del suelo como granulometría, estructura y el contenido de materia orgánica. Característica útil para estimar la capacidad total de almacenaje del medio de cultivo y su grado de compactación. (Thompson *et al.*, 2002) (Ec. 4)

$$\boxed{d_a \text{ (mg/m}^3\text{)} = \frac{PS}{V_c}} \quad (\text{Ec. 4})$$

LA DENSIDAD DE PARTÍCULAS: Es el peso de las partículas sólidas en relación al volumen que ocupan. La densidad de partículas no se altera por diferencias en el tamaño de las partículas ni por cambios en el volumen de poros (Hernández Escobar, 2009) (Ec. 5).

$$\boxed{d_p \text{ (mg/m}^3\text{)} = \frac{d_a}{1 - \frac{PT}{100}}} \quad (\text{Ec. 5})$$

Dónde: V_a = volumen drenado (cm^3), PH = peso húmedo de la muestra (g), PS = peso seco de la muestra (g), P_{agua} = peso específico del agua (1 g/cm^3), V_c = volumen del tubo o cilindro (cm^3), d_a = densidad aparente y PT = porosidad total.

Como variable de propiedad química se midió el pH de los sustratos de la solución. Para medir el pH del sustrato, se colocó una parte de sustrato y dos partes de agua destilada en un vaso de precipitado, se mezclaron durante 30 segundos y posterior se dejó descansar durante 5 minutos y se volvió a mezclar para finalmente medir con un peachímetro de mesa.

Es importante medir esta variable ya que con un pH muy ácido (menor a 5), la planta puede sufrir problemas de absorción de nutrientes como calcio, fosforo y magnesio, por el contrario si este se encuentra básico (mayor a 8), puede darse problemas de absorción de hierro y manganeso (Ansorena, 1995), todos estos nutrientes son esenciales para el buen desarrollo y crecimiento de la planta.

Evaluación del efecto de la micorrización y del corte del ala sobre la germinación.

Se evaluó el efecto de la micorrización en los dos árboles cosechados en el proceso de germinación tanto en laboratorio como en vivero, previo un corte de frutos, con sus respectivos testigos resultando cuatro tratamientos: T₁: Semillas sin cortar y sin micorrizas, T₂: Semillas sin cortar con micorrizas, T₃: Semillas cortadas sin micorrizas y T₄: Semillas cortadas con micorrizas.

Para los tratamientos con micorrizas, a las semillas se remojó con ectomicorrizas LAJ (marca comercial), cultivos puros de clones de hongos seleccionados (*Scleroderma vulgare*, *Rhizopogon luteolus*, *Pisolithus tinctorius*, *Boletus edulis* y *Boletus (suillus) luteus*) con una dosis de 0,4 cm³ para cada repetición. El corte del ala del fruto fue manual (Fig. 2.5).

A nivel de laboratorio, donde el método usado para la siembra fue el mismo dicho para el ensayo de determinación de temperatura óptima, pero usando en este caso únicamente la cámara de 20<=>30 °C, fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad. Se realizó en este caso 3 repeticiones de 25 semillas cada, para cada árbol (Fig. 2.6).

La variable se evaluó a los 7, 14, 21, 28 días desde la siembra y se consideraron las semillas germinadas cuando se observó la radícula (germinación fisiológica).



Figura 2.5. Detalle del corte en la zona basal del ala del fruto-semilla de orco quebracho



A



B

Figura 2.6. Muestras acondicionadas en la cámara de germinación del L.A.S.I.D.Y.S. A) Árbol 1 y B) Árbol 4.

En el caso de la siembra de vivero, este se llevó a cabo en el VFE-FCA. En esta prueba se hizo la siembra en envases tubo de 20 cm de altura con 565 cm³ de capacidad, usando como sustrato un compuesto con 75 % de tierra y 25 % de arena. Luego de un mes del llenado de los envases, se regaron, se dejó drenar y finalmente se sembraron con una semilla por envase, se completó con una capa de arena hasta alcanzar su capacidad, esta capa permite que no se desarrollen malezas o enfermedades en el envase y a su vez contribuye con la disminución de la evaporación del agua y de la temperatura al producir un efecto de aislante.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con un arreglo factorial, uno inoculado con las micorrizas y otro sin éstas. La unidad experimental fueron 5

semillas por tratamiento y árbol repetidas cuatro veces (Fig 2.7). El registro de datos en el vivero se hizo cada 7 días, hasta los 60 días, contabilizándose como germinación a la aparición de las hojas cotiledonales.



Figura 2.7. Diseño experimental de la siembra de orco quebracho en vivero

Observación de la asociación simbiótica de hongos micorrícicos en las raíces. En el Laboratorio de Microbiología Agrícola de la FCA-UNC se tomaron dos plantines de 9 meses procedentes del ensayo anterior, en donde se aplicaron hongos ectomicorrícicos y otro sin la aplicación de éstos y se realizó la técnica de tinción de las raíces.

Para la preparación de las raíces, estas se lavaron y luego se cortaron las raíces desde la base, que fueron colocadas dentro de un tubo de ensayo con KOH (hidróxido de potasio), hasta cubrirlas. Se las colocó en una grilla y se las llevó a un baño térmico a 80 °C durante 20 minutos (Fig. 2.8). El KOH fue removido mediante lavado con abundante agua destilada. Para neutralizar su acción las raíces se sumergieron en HCl (ácido clorhídrico) 0,1 N durante 30 minutos a temperatura ambiente. Finalmente luego

de un nuevo lavado con abundante agua para la eliminación del HCl, se le añadió el azul de anilina al 0,05 % en ácido láctico y se llevó a calentar a 90 °C durante 20 minutos.



Figura 2.8. Preparación de las raíces de orco quebracho para observación de la presencia o ausencia de micorrizas

Acondicionamiento de los preparados: las raíces con y sin presencia de micorrizas fueron colocadas sobre un portaobjeto y previa colocación de una gota de PULG fueron fijadas con el cubreobjeto (Fig. 2.9). Los preparados fueron colocados a secar en la estufa con ventilación forzada antes descrita a 40-60 °C durante 2-3 días, al cabo del cual se llevaron al microscopio (Carl Zeiss Primo Star) donde fueron observadas con un aumento de 40x.

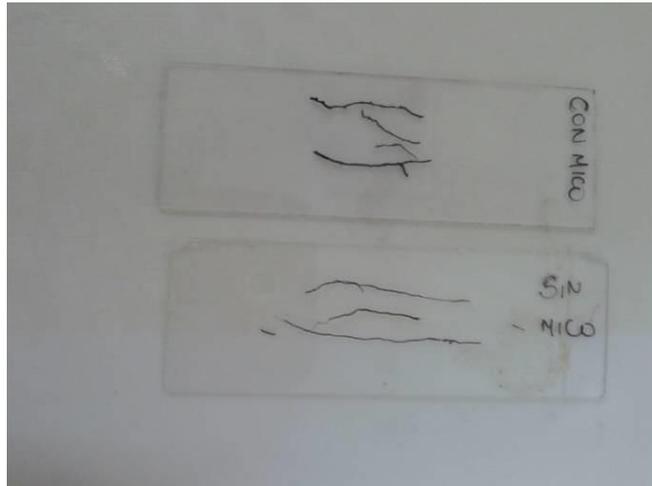


Figura 2.9. Preparados de raíces de orco quebracho con y sin aplicación de ectomicorrizas

Determinación de la calidad morfológica y de fertilización biológica de los plantines de orco quebracho. Cuando los plantines sin inocular e inoculados, tuvieron 9 meses de edad (Fig. 2.10), se realizaron mediciones para evaluar las variables que definen la calidad morfológica. Se evaluaron variables simples (longitud de la parte aérea; longitud de la raíz; diámetro al nivel del cuello; peso seco de la parte aérea y de la raíz; longitud y cantidad de raíces secundarias) y sus interacciones (relación de longitud entre tallo y raíz; relación de peso seco entre tallo y raíz; índice de calidad de Dickson; contenido hídrico relativo; índice de esbeltez). Estas variables combinadas dan una idea de la calidad fisiológica del plantín. Para cada variable se tomaron 3 repeticiones de cada origen.



Figura 2.10. Plantines de orco quebracho de nueve meses: A) sin micorrizar B) con micorrización

La medición a nivel del diámetro del cuello (D), es muy importante para predecir su supervivencia en plantación, en general, a medida que aumenta el diámetro del cuello del plantín, aumenta la supervivencia en plantación (Mexal, 2012). Éste es un indicador de la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas de la planta. Esta variable se expresa generalmente en milímetros (mm) (Arnold 1996, citado den Quiroz *et al.*, 2009). Es el mejor predictor individual del crecimiento y la supervivencia en campo (Sáenz *et al.*, 2010). Esta cualidad se mide tradicionalmente a nivel del cuello, donde hay un cambio de color notable entre los tejidos aéreos y radicales. Ocasionalmente las medidas se toman en la cicatriz de los cotiledones, 10 mm más debajo de ésta, o a nivel de la superficie del medio de crecimiento (Mexel, 2012).

La variable altura se relaciona con su capacidad fotosintética y su superficie de transpiración. Las plantas más altas pueden lidiar mejor con la vegetación competidora, aunque esto implica una buena salud fisiológica y un sistema radicular adecuado. Esta variable se expresa generalmente en centímetros (cm) (Quiroz *et al.*, 2009). Ésta variable se ha utilizado por mucho tiempo como un indicador de la calidad, aunque es conveniente relacionarlo con otros criterios para que refleje su utilidad real (Sáenz *et al.*, 2010), como la relación tallo/raíz o la relación longitud/diámetro.

El volumen de raíz está dado fundamentalmente por el número de raíces laterales, la fibrosidad y la longitud del sistema radicular. Un mayor número de raíces laterales y una mayor longitud de éstas y de la raíz principal puede significar un aumento en la estabilidad de la planta y una mejor capacidad exploratoria de la parte superior e inferior del suelo para mantener el estado hídrico. Por su parte, una mayor fibrosidad conduce a una mayor capacidad de absorción y a un mayor contacto suelo-raíz. (Quiroz *et al.*, 2009). Entre más grande sea el sistema radical de la planta, tendrá más puntos de crecimiento y mayor posibilidad de explorar el suelo para captar agua y nutrientes; además, incrementará la probabilidad de infección micorrícica (Sáenz *et al.*, 2010).

Entre estas variables, se encuentran dos relaciones:

Relación Tallo/Raíz (ITR), se define como la razón entre el peso seco de la parte aérea (tallos y hojas) y el peso de la raíz. Determina el balance entre la superficie transpirante y la superficie absorbente de la planta. En general se exige que, lavada la planta y seca, el peso de la parte aérea no llegue a doblar al de la raíz (Montoya y Cámara, 1996). Generalmente, mientras más estrecha es la relación tallo/raíz (cercana a 1), mayor es la posibilidad de supervivencia en sitios secos (Sáenz *et al.*, 2010). La relación 1:1 favorece altas tasas de supervivencia en los sitios de plantación sin limitantes ambientales; en sitios con limitantes de humedad se sugiere utilizar plantines con relaciones de 0,5:1 a 1:1; mientras que en sitios sin limitantes de humedad las relaciones pueden ser de 1,5:1 a 2,5:1 (Prieto *et al.*, 2003).

Los parámetros de calidad de algunas especies autóctonas fueron estudiadas por (Joseau *et al.*, 2013). El orco quebracho es de crecimiento lento, al igual que *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl. Para el molle, los autores encontraron que la relación tallo/raíz varía entre 0,52:1 y 1,5:1.

La Razón Altura/Diámetro, o Índice de Esbeltez (IE), es el cociente o razón entre la altura (cm) y el D (mm). Es una variable muy importante como atributo de calidad. Indica si las proporciones del plantín son las adecuadas, la resistencia a la desecación por el viento y su crecimiento potencial en sitios secos. El valor máximo admitido para esta variable es 6:1. Los plantines con bajos coeficientes muestran alta supervivencia y buen crecimiento cualquiera sea el ambiente de plantación. Se trata de arbolitos más bajos y gruesos, robustos, aptos para sitios con limitación de humedad.

Los coeficientes altos, cercanos a 6:1, indican una desproporción entre el crecimiento en altura y el diámetro (López, 2001).

Estos plantines muestran supervivencia variable y un pobre crecimiento en ambientes rigurosos, ya que son propensos a los daños por viento, sequía y helada. Se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de esbeltez} = \frac{\text{Longitud de la parte aérea}}{\text{Diámetro a nivel del cuello}} \quad (\text{Ec. 6})$$

Para la medición del diámetro al nivel del cuello se utilizó un calibre digital electrónico de acero (Essex), y para la de longitud se utilizó una regla de madera

Para determinar el peso seco, se separó la parte aérea y radicular de cada plantín y se pesaron en una balanza de precisión hasta dos decimales (Mettler Toledo – PB 5001) y se colocaron cada parte, entera y por separado, en sobres de papel madera que luego fueron secados a estufa con aire circulante (Memmert) a 65 °C hasta peso constante durante 48 horas. Posterior al secado se volvieron a pesar con la balanza anteriormente descripta. El peso seco es un indicador efectivo cuando se relaciona el peso seco de la parte aérea con el peso seco del sistema radical (Sáenz *et al.*, 2010).

El peso seco del tallo (PST) es un indicador de la biomasa aérea. Plantines con un elevado valor normalmente son plantas grandes, con tallos gruesos y abundante follaje. Un plantín con elevado nivel de peso seco contiene importante cantidad de reservas orgánicas, que le permitirá sobrevivir mejor a las condiciones de cultivo a campo (Martínez *et al.*, 2007).

Por otra parte, el peso seco de la raíz (PSR) indica la biomasa acumulada en este órgano. Un elevado valor habla de un plantín con un sistema radicular fuerte, con mayores capacidades de nutrirse y de sobrevivir al estrés del trasplante (Martínez *et al.*, 2007).

Valores elevados de peso seco del tallo y de la raíz indicarían plantines de mejor calidad. Sin embargo, estos valores por si solos no significan que el plantín sea el más adecuado. Es importante considerar la relación entre ambos, ya que esto indica el balance que existe entre los valores y sus posibilidades de supervivencia a campo. Respecto a la relación peso seco del tallo/peso seco de la raíz (PST/PSR), una relación de 1:1, significa que la biomasa aérea es igual a la subterránea. Valores menores indican

que la biomasa subterránea es mayor a la aérea. Valores mayores indican lo contrario (Rodríguez, 2008).

El índice de calidad de Dickson (ICD), este integra la relación entre la masa seca total de la planta (g) y la suma del Índice de esbeltez (IE) y la relación parte seca aérea/parte seca radical o Índice de Tallo-Raíz (ITR). Este índice expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, evitando seleccionar plantas desproporcionadas y descartar plantas de menor altura pero con mayor vigor (Quiroz *et al.*, 2009). Compara la calidad de plantas de distinto tamaño, debido a que relaciona varios parámetros y establece cuán proporcionada se encuentra la planta en cuanto a tamaño y peso seco que ésta posee. Los valores más altos indican plantas de mejor calidad (Thompson, 1985). Los valores de índice de calidad de Dickson deben ser elevados. Según Prieto *et al.* (2003) este valor debería encontrarse entre 0,2 y 0,5.

$$ICD = \frac{\text{peso seco total}}{\frac{\text{altura}}{\text{diámetro del cuello}} + \frac{\text{peso seco aéreo}}{\text{peso seco raíz}}} \quad (\text{Ec.7})$$

El contenido hídrico relativo (CHR) es la medida del contenido de agua de un órgano vegetal respecto al total que este puede almacenar, expresado como porcentaje. Indica el estado hídrico de la planta. Los plantines sufren estrés hídrico al momento del trasplante en el campo. Esto limita su posterior crecimiento y hace peligrar su existencia. El contenido de agua que contiene el plantín en un momento dado (contenido hídrico relativo) predice su respuesta al estrés del medio (González *et al.*, 2001).

Para calcular este índice se extrajo la décima segunda hoja de cada planta, se lo pesó en balanza de precisión con 4 decimales (Mettler – AE 160) para obtener el valor de peso fresco. Luego las hojas fueron colocadas durante 24 horas en vaso de precipitado con agua destilada para su hidratación hasta peso constante, obteniéndose el peso turgente. Por último, la muestra colocada en bolsa de papel madera se secó en estufa de ventilación forzada por 48 horas a 65 °C hasta llegar a un peso constante. Este valor corresponde al peso seco (Fig. 2.11).



Figura 2. 11. Obtención del peso fresco de la hoja de orco quebracho

Con los datos obtenidos, se usó fórmula para la obtención del contenido hídrico relativo (Ec. 8), obteniéndose un valor entre 0 y 1. Valores de contenido hídrico relativo cercanos a 1 indican que el plantín se encuentra en plena turgencia, el peso fresco sería igual al de saturación. Valores bajos indican que el plantín se encuentra cercano a la marchitez. Lo más adecuado sería que el valor de CHR sea cercano a 1 (González *et al.*, 2001).

$$\text{CHR} = \frac{\text{peso fresco} - \text{peso seco}}{\text{peso turgente} - \text{peso seco}} \quad (\text{Ec. 8})$$

Se efectuó un análisis de la varianza y el test DCG de comparación de medias, utilizando el Programa Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2014).

Evaluación del costo del plantín de calidad. Para decidir el mejor método de producción de plantines de orco quebracho, se debe tener en cuenta, además de la calidad del plantín, su costo de producción. Para ello se utilizó el programa CPPF (2002).

CAPITULO 3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de la calidad de la semilla. Los valores que se obtuvieron de este ensayo, se expresaron como valor promedio en la Tabla 3.1, donde también se indicó su coeficiente de variación.

La cantidad de semillas en un kilogramo se calculó a partir del dato del peso de 1.000 semillas. Los resultados se muestran en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Resumen del peso de mil semillas y número de semillas por kilogramo

Árbol	Peso de 1000 semillas (g)	Cantidad de semillas por kilogramo (kg)
1	186,30	5.369,40
4	145,00	6.898,10
Media	165,70	6.133,80
CV	12,87	12,94

Joseau *et al.* (2013), determinaron que para esta especie el rango es de 5.000-10.000 semillas por kilogramo, en este trabajo se comprobó que en los dos árboles, se encuentran dentro del rango descripto, presentando el árbol 1 el peso de 1000 semillas, más pesadas, con 186, 30 g.

Determinación de la temperatura óptima de germinación. La Tabla 3.2 y la Fig. 3.1 presenta los datos de germinación (%) obtenidos en las distintas cámaras tomadas a distintos días desde la siembra. Según Joseau (com. pers.), la semilla necesita condiciones de buena humedad y temperaturas cercanas a los 40 °C para germinar y el tiempo de germinación es de 15-28 días (Joseau *et al.*, 2013).

Tabla 3.2. Evolución de la germinación (%) en función del tiempo en diferentes temperaturas de germinación

Cámara (°C)	Días desde la siembra (días)			
	7	14	21	28
20	0 a	3 a	3 a	7 a
20-30	7 a	33 c	37 b	37 b
12-35	7 a	21 b	43 b	43 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En este ensayo se comprobó que la semilla germina mejor a temperaturas de cámara de 20-30 °C, o en invernadero 12-35 °C, ya que mostraron una diferencia significativa ($p < 0,05$) con la cámara de 20 °C, que obtuvo a los 28 días una germinación de 7 %, mientras que en las otras cámaras se obtuvo un 37 % y un 43 % respectivamente, siendo este último ambiente en el que hubo una mejor respuesta.

En lo que respecta a la cantidad de días necesarios para la germinación en el Figura 3.1, podemos observar, que ésta tiene un germinación positiva hasta los 21 días, posterior a esto no se observó ningún otra semilla que germinara, para los casos de temperaturas 20-30 °C y 12-35 °C, en el caso de la cámara a 20 °C se observa que la germinación hasta los 28 días tiene un crecimiento lento presentando un PG insignificante, en comparación a las otras cámaras.

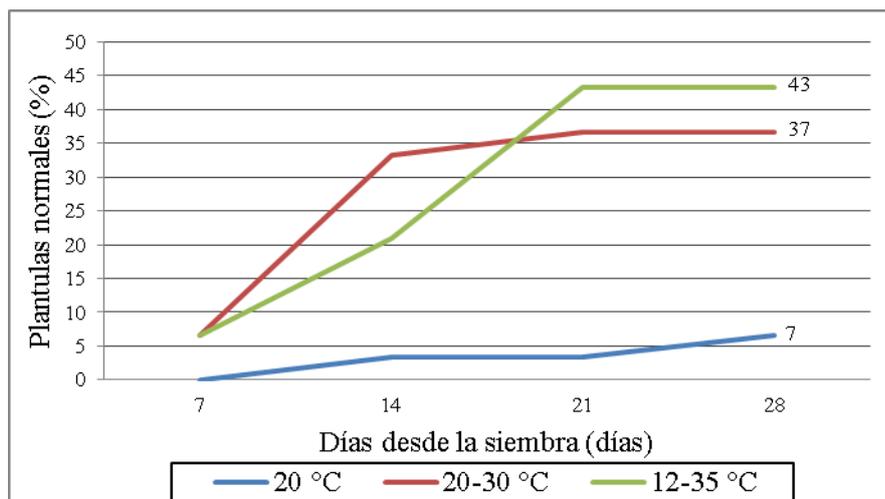


Figura 3.1. Evolución de la germinación de semillas de orco quebracho bajo diferentes temperaturas

Determinación de las condiciones de almacenamiento del fruto-semilla con respecto a la temperatura. La Tabla 3.3 presentan los resultados de germinación de las semillas acondicionadas a distintas temperaturas a los 30 días de almacenamiento y a los dos meses.

Tabla 3.3. Evolución de la germinación en las distintas temperaturas de almacenamiento

Tiempo de almacenaje (mes)	T° almacenaje	Plántulas normales a los			
		7	14	21	28
días desde la siembra					
1	T° ambiente	0	30 a	41 d	42 d
	Heladera	0	17 a	24 b	25 b
	Freezer	0	17 a	22 b	23 a
2	T° ambiente	0	16 a	23 b	24 a
	Heladera	0	16 a	30 c	32 c
	Freezer	0	17 a	20 a	22 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Hasta los 14 días, las plántulas normales no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las distintas temperaturas de almacenamiento y el tiempo de almacenaje, si bien hubo una tendencia a un nivel de significancia de $P > 0,06$ de mejor comportamiento en la temperatura ambiente al primer mes.

A los 21 y 28 días, se observó una diferencia entre los tratamientos y tiempo de almacenaje, donde el que presentó un mejor ($p < 0,05$) comportamiento fue el tratamiento de temperatura ambiente al primer mes presentando 41 % de plántulas normales seguido por el que se colocó en a temperatura de heladera (4 °C) a los dos meses con 30 % de plántulas normales.

La temperatura de - 18 °C resultó ser la menos adecuada ($p < 0,05$) tanto al mes como a los dos meses de conservación a los 28 días.

Evaluación de las características físicas y química del sustrato. Las características química de los sustratos se pueden examinar en la Tabla 3.4, donde se puede observar que no hay cambios en el pH entre la mezcla de sustrato con o sin planta, a su vez se puede notar que el pH de los dos sustratos se encuentran dentro del rango del valor ideal de pH.

Tabla 3.4. Propiedades químicas del sustrato utilizado antes y después del crecimiento del plantín de orco quebracho

	Mezcla 3:1 sin planta	Mezcla 3:1 con planta	Valor ideal
pH	6,23	6,16	4,00-6,50

En la Tabla 3.5 corresponde a los valores ideales de las propiedades físicas del sustrato, junto a la Tabla 3.6 donde se encuentran los datos obtenidos de los dos sustratos, con el ANAVA realizado para los distintos componentes.

Tabla 3.5. Características óptimas para sustratos orgánicos

Valores óptimos para el medio o sustrato	P.T.	P.A.	C.R.A	Densidad aparente	Densidad de partículas
	%Vol.	%Vol.	%Vol.	(g/cm ³)	(g/cm ³)
	50-85	15-30	40-50	0,4-0,5	1,45-2,65

Referencias. Extraído de Joseau (2013). P.T: Porosidad total, P.A: Porosidad de Aireación., C.R.A: Contenido relativo de agua.

Tabla 3.6. Características físicas de los sustratos evaluados

Sustrato	Porosidad total	Porosidad de aireación	Capacidad de retención de agua	Densidad aparente	Densidad de partículas
	%	%	%	g/cm ³	g/cm ³
Mezcla 3:1 sin planta (T ₁)	61,56 a	21,16 a	40,40 a	1,07 a	2,79 a
Mezcla 3:1 con planta (T ₂)	61,51 a	21,03 a	40,49 a	1,06 a	2,76 a

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Se puede definir que en lo que es porosidad total, porosidad de aireación y la capacidad de retención del agua para los dos tratamientos no hubo diferencia significativa, a su vez se encuentran dentro del rango ideal dentro de los rangos presentados en la Tabla 3.5. En lo que respecta a la densidad aparente y densidad de la partículas los dos tratamientos se encuentran por encima del rango ideal, esto se da ya que los dos compuestos por separado (tierra y arena), presentan valores que son por si superiores a los ideales.

En el caso de la densidad aparente a su vez, a su vez se identificó que la densidad aparente es mayor, esto se debe al elevado peso que presentan el sustrato tierra y arena por unidad de volumen.

En lo que es densidad aparente y de partículas, este es superior al rango ideal, esto se da por los materiales que se usa (arena y tierra) en el sustrato, presentan individualmente valores altos.

Evaluación del efecto de la micorrización y del corte del ala sobre la germinación.

El porcentaje de plántulas normales germinadas en laboratorio, presentados en la Tabla 3.7.

Tabla 1.7. Plántulas normales en diferentes fechas de conteo según tratamiento en laboratorio

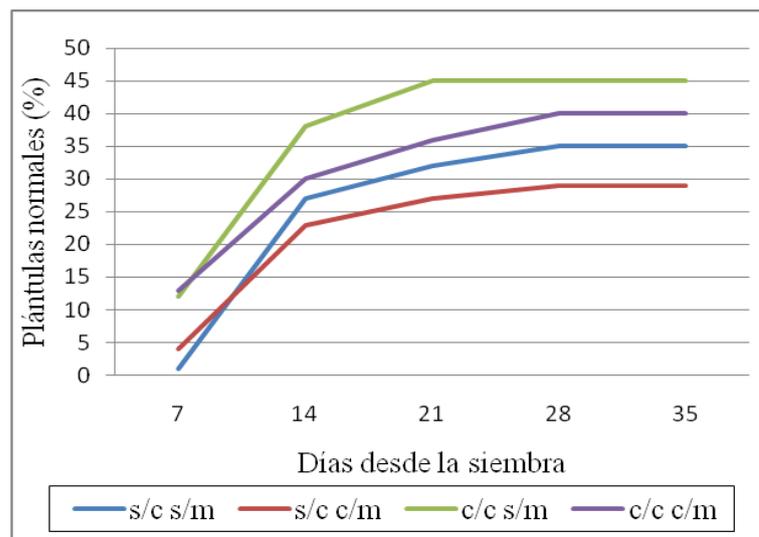
Tratamiento		Plántulas germinadas a los				
Corte	Micorriza	7	14	21	28	35
		días desde la siembra				
Sin	Sin	1 a	27 a	32 a	35 b	35 b
	Con	4 a	23 a	27 a	29 a	29 a
Con	Sin	12 a	38 c	45 c	45 d	45 d
	Con	13 a	30 b	36 b	40 c	40 c

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

A nivel laboratorio se observó de que los tratamientos que no tuvieron corte tuvieron menor número de plántulas germinadas ($p>0,05$) con respecto a los tratamientos que fueron cortados.

En lo que respecta a los tratamientos que tuvieron corte, los que no fueron inoculados mostraron un mejor comportamiento ($p>0,05$), obteniéndose una germinación de plántulas normales de 45 %. No así en aquellos tratamientos no inoculados cuya germinación fue inferior ($p>0,05$) con un 40 % de plántulas normales.

En la Figura 3.2, se analiza que en todos los tratamientos, la germinación se estabilizó a los 28 días y que los tratamientos de fruto-semilla cortada empezaron a mostrar una mejor germinación desde los 7 días.



Referencias: Tratamiento s/c s/m: sin corte y sin micorriza, Trat s/c c/m: sin corte y con micorriza, Trat c/c s/m: con corte y sin micorriza, Trat c/c c/m: con corte y con micorriza.

Figura 3.2. Evolución de la germinación según tratamiento

En invernadero se obtuvieron los valores presentados en la Tabla 3.8, sobre los valores obtenidos hasta los 63 días desde la siembra.

Tabla 3.8. Plántulas normales en diferentes fechas de conteo según tratamiento en invernadero

Tratamiento		Plántulas germinadas a los								
		7	14	21	28	35	42	49	56	63
Corte	Micorriza	días desde la siembra								
Sin	Sin	0	0	0	8 a	10 a	10 a	10 a	10 a	10 a
	Con	0	0	0	18 a	23 b				
Con	Sin	0	0	0	8 a	18 b				
	Con	0	0	0	28 a	38 c				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

A nivel de invernadero se observó, que en todos los casos la germinación ocurrió a los 28 días como lo determinaron Joseau *et al.* (2013) para esta especie (entre los 15-28 días). Presentando una baja germinación para aquellos tratamientos que no se les aplicó el tratamiento de micorrizas, ya sea esta con el tratamiento de cortado.

Entre los dos tratamientos que se le colocaron micorriza, los frutos-semilla cortadas presentaron una mejor germinación ($p > 0,05$), presentando un 38 % de plántulas normales a los 28 días a diferencia de las que no fueron cortadas con 23 % plántulas normales. Esto puede deberse como observaron Brusco *et al.* (2015) a que la remoción del ala favorece el ingreso del agua.

Observación de la asociación simbiótica de endomicorrizas en raíces. Los porta objetos se llevaron al microscopio donde se pudieron observar con un aumento de 40x, se pudo examinar la asociación entre el hongo y la planta.

Se pudieron observar en la Figura 3.3 y 3.4, no solo las hifas del hongo, sino también las estructuras como arbusculos y vesículas, que permiten la absorción y almacenamiento de agua y nutrientes.



Figura 3.3 Detalle de hifas formadas por endomicorrizas en planta ectomicorrizadas

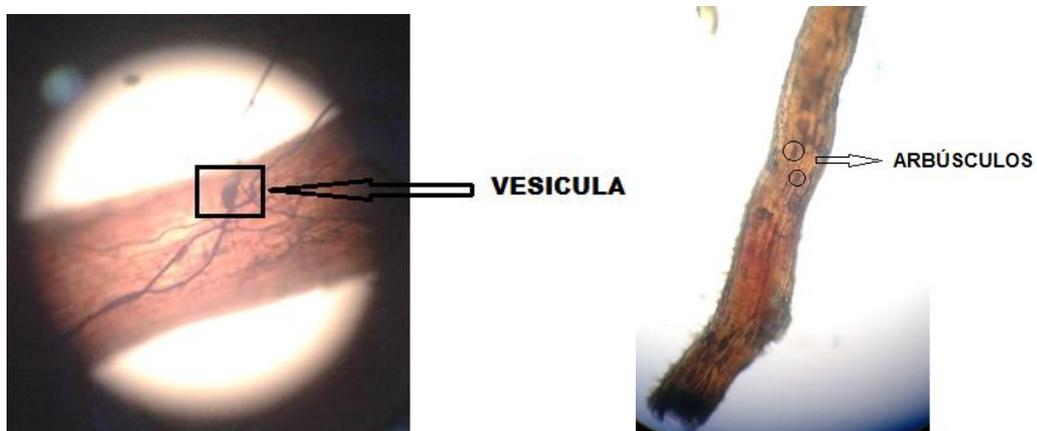


Figura 3.4. Izquierda: Vesícula producida por la endomicorriza. Derecha: Arbúsculos formados por la endomicorriza0

Determinación de la calidad morfológica y de fertilización biológica de los plantines de orco quebracho. La única variable mencionada en cuanto a buena supervivencia a campo y características morfológicas que definen la calidad del plantín para orco quebracho es la de la relación tallo/raíz en un rango entre (0,72-3,0) citada por Joseau *et al.* (2013).

En la Tabla 3.9 se encuentran los valores de los distintos árboles para las características morfológicas evaluadas.

Tabla 3.9. Características morfológicas de los plantines de orco quebracho según diferentes tratamientos

Tratamiento	Variables morfológicas								
	D	LT	LR	T/R	R2	LRL	PSR	PST	PST/PSR
Sin micorriza	3,18 a	50,33 a	16,30 a	3,14 a	24,00 a	19,37 a	0,34 a	1,22 a	1,56 a
Con micorriza	4,10 b	63,38 b	22,22 b	3,00 a	31,33 b	18,98 a	1,00 b	2,33 b	3,33 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Referencias: D: diámetro a nivel de cuello (mm), LT: longitud de tallo (cm), LR: longitud de raíz (cm), T/R: relación tallo/raíz, R2: cantidad de raíces secundarias, LRL: Longitud de raíz mas larga (cm), PSR: peso seco radicular (gr), PST: peso seco del tallo (cm), PST/PSR: relación peso seco tallo y peso seco radicular.

Se observaron los mejores resultados ($p > 0,05$), en las que se les puso micorriza, para las variables diámetro al nivel del cuello, longitud del tallo, longitud de raíz, cantidad de raíces secundarias, peso seco de raíz, tallo y su relación..

El mayor desarrollo del diámetro a nivel del cuello, en los tratamientos inoculados con micorrizas, contribuye a que los plantines tengan una mayor supervivencia a campo. En dicho tratamiento se observa un mayor desarrollo radicular, esto es consistente con lo estudiado por Ruano Matinez (2002), que planteó que el elemento fúngico es el responsable de la captación de agua y nutrientes, promoviendo el desarrollo radicular observándose también mayor cantidad de raíces secundarias. Esta mayor captación de nutrientes y agua, se reflejan en mayor valor de biomasa.

En la Tabla 3.10, se detallan los datos para lo que respecta al índice de esbeltez y en el contenido hídrico relativo donde no se observó diferencias entre los tratamientos. En el Índice de Dickson se observaron mejores resultados en aquellas semillas inoculadas con la micorriza, esto nos permite decir que estas plantas están mejor proporcionados y que son de mejor calidad, que aquellas sin inocular.

Tabla 3.10. Índice de esbeltez, índice de calidad de Dickson y contenido hídrico relativo para los distintos tratamientos

Tratamiento	Variables		
	I.E	I.C.D	C.H.R
Sin micorriza	16,57 a	0,11 a	0,81 a
Con micorriza	15,61 a	0,18 b	0,83 a

Evaluación del costo del plantín de calidad. El costo del plantín es un factor importante para tomar la decisión acerca de la mejor técnica de producción. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3.11.

Tabla 3.11. Costos de las distintas combinaciones de tratamientos

Tratamiento	Costo de producción	Costo por unidad producida	Porcentaje de pérdidas estimado	Plantas disponibles para la venta	Costo final
	\$	\$	%		\$/Plantín
1	46.602	12,33	20	10000	15,41
2	46.234	12,43	20	10000	15,53

Referencias. Tratamientos: T₁= Sustrato 3:1 y sin micorriza y T₂= Sustrato 3:1 con micorriza

Como se observa en la Tabla 3.11, los costos más altos se logran al cultivar en sustrato 3:1 y sin el tratamiento de micorriza., donde el plantín tiene un costo de \$15,41.

El costo del plantín varía entre \$15,41 en los tratamientos sin el uso de micorrizas y \$15,53 para el caso de usar micorrizas. Esta diferencia en costo de +/- \$0,10 es insignificante, dado los beneficios que se logran al obtener una planta de mejor calidad.

Teniendo en cuenta que hoy en día un plantín de *Schinopsis lorentzii* de estas características se comercializa por viveristas mayoristas a +/- \$ 50, el costo de producción del plantín de mejor calidad es menor que el existente en el mercado, obteniendo una buena posición para competir con un mejor precio en el mercado y obtener una buena ganancia.

CAPITULO 4

CONCLUSIÓN

Para la obtención de un plantín de calidad, de orco quebracho se tiene que tener distintos elementos en cuenta:

En lo que respecta a la conservación de la semilla, esta es a corto plazo. Los frutos-semillas cosechados en julio de 2015 con un PG inicial de 51 +/-7 %, de cinco meses de cosechadas, mantienen su viabilidad por un mes más al ser conservadas a temperatura ambiente (20-25 °C), mientras que por dos meses más es conveniente dejarlas en temperaturas 5 °C (heladera), teniendo para este caso, un porcentaje de humedad para la conservación de 7,4 %.

La temperatura óptima de germinación está entre 25-30 °C en condiciones de laboratorio, mientras que en vivero la germinación es superior con temperatura de 35 °C, por lo que es necesario continuar ensayando el nivel adecuado, dado que la cantidad de plántulas logradas en vivero es superior a la de laboratorio puesto que la temperatura registrada en vivero fue mayor.

El efecto del corte y de la micorriza en laboratorio y en vivero interactúa, siendo la mejor respuesta, el corte sin micorrizas en laboratorio y el corte con micorriza en condiciones de vivero.

El periodo estimado para la germinación en laboratorio es de 28 días, mientras que para el vivero se prolonga una semana más (35 días).

En lo que respecta al efecto de las ectomicorrizas sobre la facilitación de la endomicorriza de infectar las raíces presenta un efecto positivo, pero es necesario continuar los estudios.

La mezcla de sustrato 3:1 (tierra-arena) presenta buen comportamiento dentro de las propiedades físicas y químicas dentro de los rangos ideales para la obtención de plantines de calidad.

El plantín de mejor calidad utilizando un sustrato con una combinación 3:1 de tierra- arena en envase tubo de 565 cm³ en invernadero se obtiene con la aplicación de micorriza y corte del fruto semilla. Las características morfológicas del plantín a nueve meses de edad son: relación 3:1 de parte aérea/radicular, diámetro al cuello de 3,6 +/- 0,5 mm, una longitud de tallo de 56,8 +/- 6,5 cm y con un costo de 15,53 pesos.

CAPITULO 5

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Barberis, Ignacio M, Mogni, Virginia, Oakley, Luis, Alzugaray, Claudia, Vesprini, José Luis, & Prado, Darién E. (2012). *Schinopsis balansae* Engl. (Anacardiaceae). *Kurtziana*, 37(2), 59-86. Recuperado en 22 de febrero de 2017, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-59622012000200006&lng=es&tlng=es.
- Barrera N, Gómez J, Daniel E. y Mejía L. 1999. Nuevas investigaciones para un adecuado manejo del chachafruto *Erythrina dulis* especie para la alimentación del hombre y de los animales domésticos. VI Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Cipav, Buga, 1.999.
- Buamscha M. G., Contardi L. T., Dumroese R. K., Enricci J. A., Escobar R. R., Gonda H. E., Jacobs D. F., Landis T. D., Luna T., Mexal J. G. y Wilkinson K. M. 2012. Producción de plantas en viveros forestales. Buenos Aires. 195 pp.
- Brusco D., Pascualides A. L. y Aráoz S. D. 2015. Características morfológicas de las semillas de *Schinopsis lorentzii* (Griseb.) Engler y su relación con la vía de entrada de agua. VI Jornadas Integradas de Investigación y Extensión de la FCA 2015. 414 pp.
- Contardi L. T. y Gonga H. E. 2012. La producción de plantines forestales en el mundo y en la Patagonia andina. En Producción de plantas en viveros forestales. Buenos Aires. 13-27 pp.
- Carnevalle J. A. 1955. Árboles forestales. Descripción, cultivo y utilización. Ed El Ateneo. Buenos Aires. 350 pp.
- Daniel T.W., Helms J.A. and Baker F.S. 1979. Principles of silviculture. McGraw-Hill. 500 pp.
- Demaio P., Karlin U. O. y Medina M. 2002. Árboles nativos del centro de Argentina. L.O.L.A (Literature of Latin América). Editorial: Colin Sharp. Buenos Aires. 210 pp.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M. y Robledo C.W. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de

- Córdoba, Argentina. Publicado en internet, disponible en <http://www.infostat.com.ar>.
- Escobar R. y Buamscha G. M. 2012. Sustrato o medio de crecimiento. En Producción de plantas en viveros forestales. Buenos Aires. 89-98 pp.
- FAO. 2010. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010 Roma. Publicado en internet, disponible en <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf>. Activo 14/11/2016.
- FAO. 2016. El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. Roma. Publicado en internet, disponible en <http://www.fao.org/3/a-i5588s.pdf>. Activo 7/12/2016.
- Flores C. B., Zapater M. A. y Sühling S. 2013. Identidad taxonómica de *Schinopsis lorentzii* y *Schinopsis marginata* (Anacardiaceae). Darwiniana, nueva serie 1(1): 25-38
- Gianluigi B., Daniel B, Piero B, Salvatore B, Bueno Á, Cagelli L, Castillo M. C., Carasso V., Carrió E, Casas J. L., Castells J. C., Cervelli C., Draper D., Baeza C., Fenu G., Gómez-campo C., Gorian F., Grillo Ó., Güemes J., Jiménez-Alfaro B., Marques I., Mattana E., Mulé P., Nepi M., Pacini E., Pavone P., Piotto B., Pontecorvo C., Prada A., Serrano M. F., Venora G., Vietto L. y Virevaire M. 2008. Conservación ex situ de plantas silvestres. Jardín botánico atlántico. 373 pp.
- González J., Pastenes C. y Horton P. 2001. Efecto de la temperatura, el estrés hídrico y luminoso sobre la heterogeneidad del fotosistema II en cuatro variedades de poroto (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Chilena de Historia Natural, 74 (4): 779-791.
- ISTA. International Seed Testing Association. 2014. Rules for Seed Testing. ISTA, Bassersdorf, Switzzarland.
- Joseau J.M., Aráoz D.S. y Hernández R.A. 2013. La semilla. En: Conservación de recursos forestales nativos en Argentina. El cultivo de plantas leñosas en vivero y a campo. Ed: Joseau, J.M., Conles, M. Y., Verzino, G. E. Argentina: Editorial brujas. 53-90 pp.
- Ley N° 26.331 y N°25.080: <http://www.infoleg.gob.ar/> Activo: Noviembre/2016.

- Ley N° 9814. Disponible en: <http://web2.cba.gov.ar/web/leyes.nsf/0/603DCE7A084735F10325777C006CCE5F?OpenDocument&Highlight=0,9814>. Activo: Noviembre/2016.
- Luna T., Landis T. D. y Dumroese. 2012. Contenedores: Aspectos técnicos, biológicos y contenedores. En Producción de plantas en viveros forestales. Buenos Aires. 79-88 pp.
- Martinez J. R. R. 2003. Viveros forestales. Manual de cultivo y proyectos. Mundi-prensa. Barcelona 2002. 281 pp.
- Mexel J. G. 2012. Calidad de plantines: Atributos morfológicos. En Producción de plantas en viveros forestales. Buenos Aires. 41-52 pp.
- Min B. R., W. E. Pomroy, S. P. Hart. and T. Sahl. 2004. The effect of short-term consumption of a forage containing condensed tannins on gastrointestinal nematode parasite infections in grazing wether goats. *Small Ruminant Res.* 51: 279-283 pp.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 2013. Nuevo escenario para la promoción forestal y el manejo de los bosques nativos. Cartilla para autoridades provinciales de aplicación.
- Ministerio de Agroindustria de la Nación. 2016. Manejo de Plantaciones Forestales en Patagonia Andina: Manual de Buenas Prácticas. Disponible en: <http://patagoniaandinaforestal.blogspot.com.ar/2016/05/manejo-de-plantaciones-forestales-en.html>. Activo: Noviembre/2016.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. 2013. Mesa de implementación Producción y procesamiento de recursos forestales. Publicado en internet, disponible en: http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/19099/mod_resource/content/1/Documento%20de%20Referencia%20MI%20Forestal.pdf. Activo Diciembre/2016.
- Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas. 2016. Informes de cadenas de valor. Forestal, papel y muebles. Año 1, N° 14. Octubre 2016.
- Mogni, V. Y., Oakley, L. J., Jiménez, M. V. and Prado D. E. 2014. A new tree species of *Schinopsis* (Anacardiaceae) from Paraguay and Bolivia. *Phytotaxa* 175: 141-147 pp.

- Molina M., Mahecha L. y Medina M. 2005. Importancia del manejo de hongos micorrizógenos en el establecimiento de árboles en sistemas silvopastoriles. *Revista Col Cienc Pec* 18:2, 2005. 162-175 pp.
- Montañez Orozco B. I. 2009. Efecto de la micorrización en plantas de aguacate durante la fase de vivero (*Persea americana* L.) en suelos provenientes de los Llanos Orientales (Colombia). Master Thesis. Universidad Nacional de Colombia. 145 pp
- Moubarik A., Pizzia A., Allal A., Charrier F. y Charrier B. 2009. Cornstarch and tannin in phenolformaldehyde resins for plywood production. *Ind. Crop Prod.* 30: 188-193 pp.
- Naval J.M. 2011. El vivero forestal. Guía para el diseño y producción de un vivero de pequeña escala de plantas en envase. INTA. 14 pp
- Oliver J. M. M. y García M M. 2004. Silvicultura. Tomo 1. Mundi-Prensa. Fundación conde del valle de Salazar. Madrid 2004. 566 pp.
- Pérez V. y Rodríguez H. 2016. Producción de plantines de calidad de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schltld. Trabajo final integrador. Universidad Nacional de Córdoba. 35 pp.
- Pire R. y Pereira A. 2003. Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. *Propuesta metodológica. Biagro* vol.15, n.1, 55-64 pp.
- Prieto R. J. A., Vera C. G. y Merlín B. E. 2003. Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. Folleto Técnico No. 12. Primera reimpresión. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAPSAGARPA. Durango, México. 24 pp.
- Martínez D., Barroetaveña C. y Rajchenberg M. 2007. Influencia del régimen de fertilización y del momento de inoculación en la micorrización de *Pinus ponderosa* en la etapa de vivero. *Bosque (Valdivia)* 28 (3): 226-233.
- Quiroz M. I., García R. E., González O. M., ChungGuin-Po. P. y Soto G. H., 2009. Vivero forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta. INFOR Sede Bio-Bio. Concepción, Octubre 2009. 119 pp.
- Reyes J. C., Ferrera-Cerrato R. y Alarcón A. 1998. Endomicorriza vascular, bacterias y vermicomposta en plántulas de aguacate en vivero. Memoria Fundación

Salvador Sánchez Colin CICTAMEX S.C. Coatepec Harinas, México. 1998, pp. 12 – 22.

Sáenz R. J. T., Villaseñor R. F. J., Muñoz F. H. J., Rueda S. A. y Prieto R. J. A. 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico No. 17. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Michoacán, México. 48 pp.

Verzino G. E., Hernández R. A., Meehan A. R., Joseau M. J., Osés D. H., Frassoni J. E., Clausen G., Salgado C. E., Sosa E. E., Cisternas A. P. y Sánchez S. S. 2016. Flora del bosque nativo del centro de Argentina: valor paisajístico, tintóreo y apícola. Editorial brujas. 168 pp.