

ARTÍCULO CIENTÍFICO

Efecto de diferentes sustratos, contenedores y ambientes sobre el crecimiento y calidad de plantines de *Neltuma caldenia*

Effect of different substrates, containers and environments on the growth and quality of Neltuma caldenia seedlings

DOI: <https://doi.org/10.36995/j.yvyraretata.2024.32.004>

Recibido 7 de diciembre 2023; aceptado 30 de agosto 2024

Marco Jesús Utello ¹, Eugenio Lusso ¹, Juan Carlos Tarico ¹, Marcela Alejandra Demaestri ¹, José Omar Plevich ¹

¹Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Área Dasonomía. Depto. de Producción Vegetal. Córdoba. Argentina. mutello@ayv.unrc.edu.ar

Resumen

El bosque de caldén se ubica en la región centro de Argentina y su principal actividad económica es la ganadería bovina, donde el pastoreo continuo conduce a una acumulación de material herbáceo senescente que aumentan el riesgo de incendios, principal causa de degradación del bosque. Para su restauración y/o expansión de la superficie boscosa, es crucial desarrollar métodos de propagación eficientes en vivero. El siguiente trabajo tuvo por objetivo evaluar la influencia de dos sustratos (suelo/arena/lombricompuesto y turba/perlita/lombricompuesto), dos tamaños de envases (15×6 y 25×7 cm) y dos ambientes (vivero e invernadero) sobre el crecimiento y calidad de plantín de *Neltuma caldenia*. Se registró diámetro a la altura de cuello, altura total, relación entre parte aérea y radical, índice de esbeltez e Índice de Dickson. En esta experiencia la mejor combinación en cuanto a parámetros de crecimiento y calidad del plantín fue sustrato suelo/arena/lombricompuesto, empleando un contenedor profundo y en cancha de cría. Estos resultados son alentadores ya que, con materiales de bajo costo y una baja infraestructura de vivero, es factible lograr plantines de *N. caldenia* de calidad.

Palabras Clave: Caldén; Esbeltez; Índice de Dickson; Invernadero; Vivero.

Abstract

The Caldén forest is located in the central region of Argentina and its main economic activity is cattle ranching, where continuous grazing leads to an accumulation of senescent herbaceous material that increases the risk of fires, the main cause of forest degradation. For its restoration and/or expansion of the forest surface, it is crucial to develop efficient propagation methods in the nursery. The following work aimed to evaluate the influence of two substrates (soil/sand/vermicompost and peat/perlite/vermicompost), two container sizes (15×6 and 25×7 cm) and two environments (nursery and greenhouse) on the growth and seedling quality of *Neltuma caldenia*. Diameter at neck height, total height, relationship between aerial part and root, slenderness index and Dickson Index were recorded. In this experience, the best combination in terms of growth parameters and quality of the seedling was soil/sand/vermicompost substrate, using a deep container and in a breeding field. These results are encouraging since, with low-cost materials and low nursery infrastructure, it is feasible to achieve quality *N. caldenia* seedlings.

Keywords: Caldén; Slenderness; Dickson index; Greenhouse; Nursery.

Introducción

Para fortalecer la restauración de los bosques nativos, dentro de su área de distribución natural y/o para la expansión de la superficie boscosa, se requiere desarrollar métodos de propagación que optimicen los medios de producción en vivero y sean capaces de lograr plantines de calidad. En el centro de Argentina se halla la región fitogeográfica del Espinal y dentro de ella, el distrito del Caldén, la cual se encuentra dominada por *Neltuma caldenia* Burk. (*Leguminosae*), una especie leñosa perenne, caducifolia, espinosa, nativa y endémica de la región. La superficie boscosa actual es de 3.068.089 ha (MAyDS, 2020). Actualmente, la principal actividad económica del bosque es la ganadería de cría bovina, donde el pastoreo continuo conduce a una acumulación de material herbáceo senescente que predispone la ocurrencia de incendios, uno de los principales factores de degradación del caldenal (SAyDS, 2007). Por otra parte, factores naturales, económicos, tecnológicos y sociales, sumados a que esta región es colindante con la de mayor desarrollo agrícola del país, han contribuido al incremento de la tala indiscriminada y desmonte para el cambio de uso de suelo (Bogino, 2006).

Las condiciones y características que debe reunir un buen plantín forestal son el diámetro del tallo y la altura total del plantín. El diámetro del tallo se mide a nivel del cuello de la planta aceptándose valores ideales entre 4 y 6 mm (Ottone, 2005). En general, la bibliografía menciona que la altura total adecuada debería estar alrededor de 35 cm, el tallo debe ser único, recto, de color adecuado, elástico, lignificado para que el plantín pueda adaptarse a las condiciones del campo (Birchler et al., 1998). Con esto se busca un conveniente equilibrio entre el sistema radicular y la parte aérea para una normal absorción, transpiración y desarrollo armónico (Ottone, 2005). La altura de la planta es un buen predictor de sus dimensiones futuras a campo (Mexal y Landis, 1990), pero no lo es para la supervivencia, considerándose un indicador insuficiente que debe ser relacionado con otros criterios como el diámetro; la combinación de ambos sumado a la partición de biomasa, se emplean en la construcción de índices de calidad más complejos, como la Esbeltez y el Índice de calidad de Dickson (Dickson et al., 1960) que permiten determinar si las proporciones del plantín son adecuadas y cómo será su respuesta a campo.

La selección de los plantines según las condiciones del sitio y época de implantación puede hacerse en función de la relación parte aérea y radicular: si no existen limitantes ambientales una relación longitud parte aérea (LPA)/ longitud parte radical (LPR) de 1 favorece altas tasas de supervivencia; en sitios con limitantes de humedad se sugiere utilizar plantines con LPA/LPR de 0,5, mientras que en sitios sin limitantes de humedad las relaciones pueden ser de 1,5 a 2,5 (Prieto-Ruiz et al., 2003).

Para lograr un plantín de calidad se necesita un sustrato ideal, que es aquel que proporciona a las plantas las mejores condiciones para su crecimiento, que posea bajo costo inicial, y con una relación costo/beneficio adecuado para el sistema en cuestión. Como en la

práctica no se obtiene con un solo elemento es necesario realizar combinaciones que permitan esas condiciones (Valenzuela y Gallardo, 2003). El equilibrio entre el agua retenida y la aireación en el medio de crecimiento es un aspecto esencial. Deben existir suficientes poros pequeños para retener el agua que va a absorber la planta y suficientes poros grandes para permitir el intercambio de aire con el medio externo y mantener las concentraciones de oxígeno por encima de los niveles críticos. Además, el sustrato debe presentar suficiente densidad aparente para mantener a la planta en posición vertical, evitando el vuelco, y al mismo tiempo sin excesos de peso que dificulte la manipulación de las plantas e incremente los costos de transporte (Pire y Pereyra, 2003). El agregado de perlita y corteza de pino genera cambios en las porosidades de los sustratos y sobre variables morfológicas de plantines (Salto et al., 2013, 2016). Ensayos referentes a las propiedades físicas de los sustratos (Salto et al., 2013) encontraron que existen interacciones significativas entre los envases y los sustratos empleados.

Al momento de producir un plantín forestal, el largo del contenedor es clave porque determina la longitud del sistema radical, lo cual es un factor determinante para sitios de plantación secos (Joseau et al., 2013). El tamaño del contenedor tiene una correlación directa con los parámetros morfológicos de las plantas a producir, a mayor volumen del contenedor se obtendrán valores superiores de altura y diámetro de cuello (Domínguez, 1997; Salto et al., 2016).

A pesar de la información disponible en cuanto a la utilización de envases y sustrato para varias especies del género *Neltuma* (Navall et al., 2010; Salto et al., 2013, 2016; Fontana et al., 2018), al presente no se encuentran experiencias en la evaluación de tecnologías de producción de plantines de *N. caldenia* a nivel de vivero, por lo que cabría preguntarse ¿Existen diferencias en el crecimiento y calidad de plantines de *N. caldenia* ante cambios en la composición de los sustratos, dimensiones de contenedores y modificaciones en los ambientes de crecimiento? El objetivo del presente trabajo fue generar información para contribuir en la optimización de los medios de producción de plantines de esta importante especie en vivero.

Materiales y métodos

Descripción y ubicación de la zona de estudio

El caldenal es un bosque xerófilo dominado por *N. caldenia* y es la formación arbórea predominante del distrito del caldenal dentro de la región fitogeográfica del Espinal. Su estructura, generalmente se presenta asociada con otras leñosas arbóreas como algarrobo dulce (*Neltuma flexuosa* DC), chañar (*Geoffroea decorticans* Burkart) y sombra de toro (*Jodina rhombifolia* Hook. et Arn. Reissek) que es acompañado por un estrato arbustivo donde se destacan molle o moradillo (*Schinus fasciculata* Griseb.), tala (*Celtis ehrenbergiana* (Klotzsch) Liebm.) y piquillín (*Condalia microphylla* Cav.). Presenta un estrato herbáceo denso

compuesto principalmente por gramíneas perennes mixtas (Anderson et al., 1969). El trabajo se llevó a cabo en el vivero de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicado sobre la ruta nacional N° 36, a la altura del km 601, en la localidad de Río Cuarto, provincia de Córdoba.

Descripción de ensayo

Se evaluaron dos sustratos: el sustrato 1 podría adaptarse fácilmente a los lugares próximos a la restauración de los bosques, elaborado a partir de arena + suelo + lombricompost con un 40, 30 y 30 % en volumen de cada uno, respectivamente y el sustrato 2 es el normalmente utilizado en los viveros comerciales compuesto por turba + perlita + lombricompost con una proporción en volumen de 30, 40 y 30 %, respectivamente. Ambos fueron mezclados y zarandeados para lograr una mayor homogeneidad. El lombricompost fue agregado en los dos sustratos, por considerarse un abono obtenido a partir de residuos orgánicos (estiércoles animales) de bajo costo y con excelentes propiedades físico-químicas aptas para el cultivo de las plantas.

Se probaron dos tipos de envases: 1) tradicional utilizado en la mayoría de los viveros comerciales representado por una bolsa (maceta) de polietileno negro de 15 cm de altura, 5 cm de diámetro y un volumen de 294,5 cm³ y 2) envase profundo de 25 cm de altura, 6 cm de diámetro y un volumen de 706,8 cm³.

Los tratamientos de ambiente fueron: cancha de cría de 1m de ancho por 8m de largo, con un socalo de 10 cm donde se colocan las macetas sobre el piso, las cuales son regadas por aspersión y se cubren mediante red media sombra corrediza durante el periodo de germinación. En cuanto al invernadero, posee 20 m de largo por 8 m de ancho, conformada por una malla anti-granizo, un film de polietileno de 200 micrones, y un sistema de riego semejante al caso anterior. Cabe destacar que la diferencia de temperatura y humedad son notables entre estos dos ambientes, y si bien es muy variable y depende del tipo de invernadero con el que se trabaje, Lenscak e Iglesias (2019) mencionan diferencias de temperatura favorable en el orden de los 5 a 7 °C con respecto a la cancha de cría.

La siembra se realizó el 11/08/2021 en la cual se colocó una semilla por maceta. Las semillas fueron provistas por la cátedra de Dasonomía, recolectada de rodales semilleros en la Reserva Forestal Natural Ralicó, y previo a la siembra se realizó un escarificado mecánico con lija grano 120.

Indicadores de calidad de plantín

Se tomaron datos de altura total y diámetro en la base del tallo al final de ciclo (11/3/2022). Se determinó peso seco del plantín, para lo cual, se lavaron los cepellones con agua para eliminar el sustrato y se separó la parte aérea de la radicular. Luego se llevaron a estufa a 100 °C hasta peso constante. Con los resultados obtenidos, se calculó la relación peso seco

aéreo/raíz (PSA/PSR), coeficiente de esbeltez (CE) que es la relación entre la altura de la parte aérea del plantín (cm) y su diámetro en la base del tallo (mm), siendo un indicador de la densidad de cultivo y un parámetro importante en las plantas en contenedor, donde se pueden desarrollar plantas ahiladas (Thompson, 1985). Además, se calculó el Índice de Dickson (ICD) que integra los conceptos de CE, PSR y PSA (Dickson et al., 1960).

$$ICD = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{CE \text{ (cm/mm)} + PSA \text{ (g)} / PSR \text{ (g)}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Diseño experimental

Se realizó un diseño factorial con un arreglo completamente aleatorizado con 25 repeticiones por tratamiento. Los factores fueron: sustrato (dos niveles: Turba/Perlita/Lombricompuesto y Suelo/Arena/Lombricompuesto), envase (dos niveles: 15 × 6 cm y 25 × 7 cm) y ambiente (dos niveles: cancha de cría e invernadero). Los datos fueron tratados mediante análisis de la varianza (ANOVA) para detectar diferencias estadísticas entre factores e interacciones. Para la comparación de medias se utilizó test de DGC (0,05 %) empleando el *software* estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2015). Cuando las interacciones entre factores no fueron significativas las medias se analizaron por separadas. En caso contrario se analizaron las medias de sus interacciones.

Resultados y discusión

Los resultados de esta experiencia mostraron una respuesta diferencial de las variables de crecimiento y calidad del plantín respecto a los tratamientos aplicados. En relación a los sustratos, no se observaron diferencias significativas en cuanto al diámetro del cuello de los plantines ($p > 0,05$) para las dos combinaciones de sustratos evaluadas (Tabla 1). Lo mismo sucedió con el peso del plantín, para una misma condición de ambiente y envase, los diferentes sustratos no produjeron cambios significativos en la biomasa total (Tabla 2). Sin embargo, la respuesta en altura de los plantines, en la mayoría de los casos y para una misma condición ambiental y envase, fue significativamente superior al sustrato suelo/arena/lombricompuesto, excepto para la condición de invernadero y envase grande donde no hubo diferencias significativas (tabla 2). La importancia que menciona Salto et al. (2013) en cuanto al agregado de perlita y turba para mejorar la porosidad parecería no ser tan relevante en cuanto a la altura del plantín. Un estudio reciente realizado por Utello et al. (2023), muestra que la microbiota nativa del suelo tiene un impacto altamente significativo en los parámetros de crecimiento y calidad comparado con plantines que crecen con sustrato convencional. Es por ello que, posiblemente las mayores alturas logradas en este caso se atribuyan al aporte de micorrizas y bacterias fijadoras de N que proporciona la fracción de suelo en la preparación del sustrato.

En relación al contenedor, los resultados sugieren que su tamaño repercute en el desempeño del diámetro del cuello (tabla 1), en la altura y la biomasa de los plantines (Tabla

2). Como lo cita la bibliografía (Domínguez, 1997) a mayor volumen del contenedor se obtendrán valores superiores de altura y diámetro de cuello. En esta experiencia, los mayores valores alcanzados en altura se encuentran asociados a los envases grandes (Tabla 2). Esto guarda relación con lo mencionado por Joseau et al. (2013) donde recomienda el empleo de envases de mayor profundidad y volumen para permitir un mayor desempeño en el crecimiento del plantín.

El ambiente donde crece el plantín cobra un papel relevante, ya que, se observó una diferencia significativa a favor de cancha de cría respecto a invernadero de un 19,4 y 18,1 % en el diámetro del cuello y la altura, respectivamente. Únicamente la condición de cancha de cría con envases grandes (tabla 1 y figura 3) supera los “4 mm” de diámetro de cuello planteado por Ottone (2005) para considerar un plantín lo suficientemente robusto para llevar a campo. Estos resultados son auspiciosos ya que, no sería necesario montar una infraestructura de invernadero para alcanzar mayores crecimientos en la estación primavera-estival.

Tabla 1. Diámetro del tallo de *N. caldenia* en relación al ambiente de vivero y al tamaño de envase.
Table 1. Stem diameter of *N. caldenia* in relation to the nursery environment and container size.

Tratamiento		Diámetro del tallo al cuello (mm)
Ambiente de vivero	Envase	
Invernadero	15 × 6 cm	2,85 a
Cancha de cría	15 × 6 cm	2,89 a
Invernadero	25 × 7 cm	3,40 b
Cancha de cría	25 × 7 cm	4,06 c
<i>P</i>		0,0263
CV		24,83

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). *P*: valor de significancia estadística. CV: coeficiente de variación.

Note. Means with a common letter are not significantly different ($p > 0.05$). *P*: statistical significance value. CV: coefficient of variation.

En cuanto a indicadores de calidad de plantín, en esta experiencia los valores hallados de CE están dentro del óptimo (tabla 2) planteado por Quiroz et al. (2009) quienes señalan que valores de CE entre 5 y 10 indican una mejor calidad de plantín forestal, mientras más próximo a 5 indicaría una planta más robusta con mayores posibilidades de sobrevivencia a campo. Cabe destacar que la condición de cancha cría mostró el CE significativamente menor (tabla 2). Los valores logrados en dicho indicador en cancha de cría (tabla 2) se asemejan a lo obtenido por Navall et al. (2010) de CE = 7,09 para plantines de semilla del género *Neltuma* spp. Situación muy contrastante fue lo reportado por Fontana et al. (2018) quienes obtuvieron valores de CE = 11,74 para plantines obtenidos de semillas de un rodal Chaqueño de *N. alba*, lo que podría indicar un límite no tan restringido para esta especie.

Tabla 2. Índice de Esbeltez para *N. caldenia* en relación al ambiente de vivero y al tamaño de envase
Table 2. Leanness Index for *N. caldenia* in relation to the nursery environment and container size

Tratamiento		Coeficiente de Esbeltez (cm)
Ambiente de vivero	Envase	
Cancha de cría	15 × 6 cm	6,22 a
Cancha de cría	25 × 7 cm	9,29 b
Invernadero	15 × 6 cm	10,25 b
Invernadero	25 × 7 cm	11,21 c
<i>P</i>		0,0133
CV		26,41

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). *P*: valor de significancia estadística. CV: coeficiente de variación.

Note. Means with a common letter are not significantly different ($p > 0.05$). *P*: statistical significance value. CV: coefficient of variation.

La relación tallo/raíz y el índice de calidad de Dickson se vio influenciado por la interacción del ambiente, el sustrato y envase. Como se mencionó anteriormente la combinación cancha de cría + suelo/arena/lombricompuesto + envase grande alcanza la mayor altura y biomasa total del plantín ($p < 0,05$), pero al mismo tiempo manifiesta una relación tallo/raíz significativamente mayor a la combinación invernadero + turba/perlita/lombricompuesto + envase grande. Lo que en primera instancia indicaría un punto desfavorable para la sobrevivencia del plantín a campo (Prieto-Ruiz et al., 2003). La relación ideal de PSA/PSR recomendable según Thompson (1985) es de 2,5-1:1, mientras más cerca de 1 se encuentra esta relación, mayor es la posibilidad de supervivencia en regiones áridas, ya que se ve favorecida la absorción de agua frente a las pérdidas por la parte aérea (Montoya y Cámara, 1996). En esta experiencia, los valores alcanzados por los plantines en todos los tratamientos (tabla 3) estuvieron dentro del rango establecido por la bibliografía (Prieto-Ruiz et al., 2003). Contrariamente, Fontana et al. (2018) obtuvieron para plantines de distintos rodales semilleros de *N. alba*: rodal Salta Norte 2,62, rodal Chaqueño 2,92 y rodal Santiagueño 2,02.

Por otra parte, el ICD fue significativamente mayor en la primera combinación (tabla 3). Valores superiores en este índice muestran un mayor grado de lignificación. Esto se da porque para el cálculo del Índice de Dickson (ecuación 1) es preciso ajustar la relación de Esbeltez por los valores de biomasa total (Dickson et al., 1960). Prieto-Ruiz et al. (2003) sugieren una escala de 0,2 a 0,5 y según Oliet (2000) lo deseable es que la planta alcance los máximos valores de ICD, implicando que, el desarrollo de la planta sea bueno y que la parte aérea y radical estén en equilibrio. Siguiendo dicho razonamiento, la combinación cancha de cría + suelo/arena/lombricompuesto + envase grande logra una acumulación significativamente superior de biomasa ($p < 0,05$) en el plantín respecto al resto de las combinaciones (tabla 3) logrando un ICD superior a 0,5. No obstante, en trabajos de *N. alba* de Fontana et al. (2018) y

Roncaglia et al. (2019) no se alcanzan los valores de referencia de 0,2 a 0,5 por medio de la propagación seminal. Al presente se dificulta su comparación ya que, no se cuenta con suficientes referencias bibliográficas de ICD en el género *Neltuma*.

Tabla 3. Altura, peso aéreo, peso raíz, relación tallo/raíz e Índice de calidad de Dickson de *N. caldenia* en función del ambiente de vivero, el sustrato y envase empleado.

Table 3. Height, aerial weight, root weight, stem/root ratio and Dickson quality index of *N. caldenia* depending on the nursery environment, substrate and container used.

Tratamientos			Variables				
Ambiente de vivero	Sustrato	Envase	Altura (cm)	Peso aéreo (g)	Peso raíz (g)	Relación tallo/raíz	Dickson
Cancha	Turba/Perlita /Lom	15×6 cm	11,39 a	0,4 a	0,25 a	1,62 c	0,10 a
Invernadero	Turba/Perlita /Lom	15×6 cm	23,37 b	0,72 a	0,58 b	1,28 b	0,11 a
Cancha	Suelo/Arena /Lom	15×6 cm	24,15 b	1,42 b	1,16 b	1,15 a	0,34 b
Cancha	Turba/Perlita /Lom	25×7 cm	32,06 c	2,65 d	1,96 c	1,35 b	0,50 c
Invernadero	Suelo/Arena /Lom	15×6 cm	33,08 c	1,44 b	1,16 b	1,33 b	0,25 b
Invernadero	Suelo/Arena /Lom	25×7 cm	35,44 c	3,77 e	1,55 b	1,49 c	0,62 d
Invernadero	Turba/Perlita /Lom	25×7 cm	38,14 c	2,11 c	2,63 d	1,12 a	0,28 b
Cancha	Suelo/Arena /Lom	25×7 cm	45,07 d	2,95 d	2,90 d	1,36 b	0,51 c
<i>P</i>			0,0421	0,0133	0,0318	0,004	0,0001
CV			31,38	26,41	54,52	15,04	51,28

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Lom: lombricompuesto. *P*: valor de significancia estadística. CV: coeficiente de variación. Cancha: cancha de cría.

Note. Means with a common letter are not significantly different ($p > 0.05$). Lom: vermicomposite. *P*: statistical significance value. CV: coefficient of variation.

Conclusión

En esta experiencia la mejor combinación en cuanto a parámetros de crecimiento y calidad del plantín fue sustrato suelo/arena/lombricompuesto empleando un contenedor profundo y en cancha de cría. Estos resultados son alentadores ya que, con materiales de bajo

costo y una baja infraestructura de vivero, es factible lograr plantines de *N. caldenia* de calidad.

Es necesario profundizar en aspectos económicos que valoren alternativas de contenedores de distintas profundidades y nuevas combinaciones de sustratos, teniendo en cuenta la inoculación y el impacto del agregado de microbiota de suelo nativo.

Referencias bibliográficas

- Anderson, D. L., Del Aguila, J. A., & Bernardon, A. E. (1969). Las formaciones vegetales en la provincia de San Luis. *INTA. S.2 (Biología y Prod. vegetal)*, 2(3), 153-183.
- Birchler, T., Rose, R. W., Royo, A., & Pardos, M. (1998). La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Invest. Agr.: Sist. Recur. For.*, 7, 110-121.
- Bogino, S. M. (2006). El bosque de caldén en la provincia de San Luis: situación actual y estrategias alternativas de manejo. *KAIRÓS, Revista de Temas Sociales*.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2015). *InfoStat* (2015). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Dickson, A., Leaf, A. L., & Hosner, J. F. (1960). Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forestry Chronicle*, 36(1), 10-13. <https://doi.org/10.5558/TFC36010-1>
- Dominguez, S. (1997). *La importancia del envase en la producción de plantas forestales* (Ministerio de Medio Ambiente Centro Nacional de Mejora Forestal "El Serranillo", Ed.).
- Fontana, M., Pérez, V., Luna, C., Fontana, M., Pérez, V., & Luna, C. (2018). Efecto del origen geográfico en la calidad morfológica de plantas de *Prosopis alba* (Fabaceae). *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 593-604. <https://doi.org/10.15517/RBT.V66I2.33383>
- Iglesias, O., Rivas, R., García-Fraile, P., Abril, A., Mateos, P. F., Martínez-Molina, E., & Velázquez, E. (2007). Genetic characterization of fast-growing rhizobia able to nodulate *Prosopis alba* in North Spain. *FEMS Microbiology Letters*, 277(2), 210-216. <https://doi.org/10.1111/J.1574-6968.2007.00968.X>
- Joseau, J. M., Conles, M. Y., & Verzino, G. E. (2013). *Conservación de recursos forestales nativos de Argentina: El cultivo de plantas leñosas en vivero y a campo*.
- Lenschak, M. P., & Iglesias, N. B. (2019). *Invernaderos: tecnología apropiada en las regiones productivas del territorio nacional argentino (del paralelo 23 al 54)*. (INTA Ediciones, Ed.).
- MAYDS. (2020). *Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos: informe Espinal y Delta e Islas del río Paraná: primera revisión*. Buenos Aires: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, Ed.).
- Mexal, J. G., & Landis, T. L. (1990). Target Seedling Concepts: Height and Diameter. *Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations*.

- Montoya, J., & Camara, M. (1996). *La planta y el vivero forestal* (Mundi-Prensa, Ed.).
- Navall, S., Silva, R., & Padilla-Bortayro, G. (2010). Metodología para la producción de algarrobos en vivero forestal baja de la alumbraera, Departamento de Belén, provincia de Catamarca, República Argentina. En INTA Concordia (Ed.), *XXIV Jornadas forestales Entre Ríos*.
- Oliet, J. (2000). *La calidad de la postura forestal en vivero* (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de Córdoba, Ed.).
- Ottone, J. (2005). *Árboles Forestales. Prácticas de cultivo*. (Editorial gráfica orientación, Ed.).
- Pire, R., & Pereira, A. (2003). Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. propuesta metodológica. *Bioagro*, 15(1), 55-64.
- Prieto-Ruiz, J., Vera, C., & Merlín, B. (2003). *Folleto Técnico No. 12. Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero*.
- Quiroz, G., García, E., González, M., Chung, P., & Soto, H. (2009). *Vivero forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta* (INFOR, Ed.).
- Roncaglia, L., Fontana, M., & Luna, C. (2019). Efecto de la poda química de raíces y la forma del contenedor sobre el desarrollo de plántulas de *Prosopis alba* (Grisebach). *Rev. Agron. Noroeste Argent.*, 39(2), 107-116.
- Salto, C. S., García, M. A., & Harrand, L. (2013). Influencia de diferentes sustratos y contenedores sobre variables morfológicas de plantines de dos especies de *Prosopis*. *Quebracho (Santiago del Estero)*, 21(2), 90-102.
- Salto, C. S., Harrand, L., Oberschelp, G. P. J., & Ewens, M. (2016). Crecimiento de plantines de *Prosopis alba* en diferentes sustratos, contenedores y condiciones de vivero. *Bosque (Valdivia)*, 37(3), 527-537. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002016000300010>
- SAyDS. (2007). *Primer inventario nacional de bosques nativos: informe regional espinal, segunda parte*. (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación Argentina, Ed.).
- Thompson, B. (1985). Seedling morphology: what you can tell by looking. En *Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests*. Forest Research Laboratory, Oregon State University.
- Utello, M., Cofré, N., Goñi, J., & Demaestri, M. (2023). *Influencia de dos sustratos de distintas procedencias y su microbioma asociado en el crecimiento y calidad de plantines de Neltuma caldenia y Neltuma flexuosa*.
- Valenzuela, O., & Gallardo, C. (2003). Sustratos Hortícolas. Un insumo clave en los sistemas de producción de plantines. *IDIA XXI*, 3(4), 25-29.