



DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i63.799>

Artículo

La poda aérea como práctica cultural en vivero para *Caesalpineia coriaria* (Jacq.) Willd

Top pruning as a nursery cultural practice for *Caesalpineia coriaria* (Jacq.) Willd

Erickson Basave Villalobos^{1,3}, Víctor M. Cetina Alcalá^{1*}, Miguel Á. López López¹, Carlos Ramírez Herrera¹, Carlos Trejo² y Víctor Conde Martínez²

Abstract

Nursery cultural practices are aimed both to enhance seedling quality and to increase survival of reforestations, however the effects of several cultural practices should be examined for each species in order to define their feasibility of implementation. This study analyses the effects of top pruning on the morphological quality of *Caesalpineia coriaria* seedlings to determine its potential as a cultural practice. In greenhouse conditions, three level of top pruning were evaluated: 0 %, 25 % and 50 %. The effects of pruning were examined on six-month old seedling by measuring some morphological attributes and quality indexes such as: shoot height, stem diameter, shoot, root, and total dry weight, shoot-to-root ratio, slenderness index, and Dickson quality index. There was not a significant effect of pruning, except on the shoot height and the slenderness index ($p < 0.05$). The greatest values of 37.08 cm for shoot height and 12.81 of slenderness index belonged to no-pruned seedlings, while the lowest values were found for the pruned-seedlings at 25 % (29.06 cm and 10.75 for shoot height and slenderness index, respectively). Based on these results, it is concluded that top pruning does not enhance the morphological quality of plants of *C. coriaria*; therefore, it is not recommended as a cultural practice to produce plants of *C. coriaria* in nursery.

Key words: Multipurpose tree, *cascalote*, reforestation, agroforestry systems, tropical dry forest, forest nurseries.

Resumen

Las prácticas culturales de vivero tienen como objetivo mejorar la calidad de las plantas e incrementar la supervivencia de las reforestaciones; sin embargo, para cada especie debe examinarse el efecto de las diversas prácticas para definir su factibilidad de implementación. Este estudio analiza el efecto de la poda aérea en la calidad morfológica de plantas de *Caesalpineia coriaria* para determinar su potencial como práctica cultural. En condiciones de invernadero, se evaluaron tres niveles de poda: 0 %, 25 % y 50 %. El efecto de las podas se examinó en plantas de seis meses por medio de atributos e índices morfológicos de calidad, tales como: altura de la parte aérea, diámetro del tallo, peso seco aéreo, de raíz y total, relación entre peso seco aéreo y raíz, Índice de Esbeltez e Índice de Calidad de *Dickson*. No hubo un efecto significativo de la poda, excepto en la altura y en el Índice de Esbeltez ($p < 0.05$). Los valores mayores de 37.08 cm de altura y 12.81 de Índice de Esbeltez, correspondieron a plantas sin poda, mientras que los menores se presentaron en las plantas podadas al 25 % (29.06 cm y 10.75, para altura e Índice de Esbeltez, respectivamente). Con base en los resultados, se concluye que la poda aérea no mejora la calidad morfológica de los individuos de *C. coriaria*, por lo que no es recomendable como práctica cultural para producir plantas de esta especie en vivero.

Palabras clave: Árbol multipropósito, *cascalote*, reforestación, sistemas agroforestales, trópico seco, viveros forestales.

Fecha de recepción/Reception date: 12 de junio de 2020

Fecha de aceptación/Acceptance date: 23 de octubre de 2020.

¹Posgrado en Ciencias Forestales, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. México.

²Posgrado en Botánica. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. México.

³Campo Experimental Valle del Guadiana, CIR-Norte Centro, INIFAP. México.

*Autor para correspondencia; correo-e: vicmac@colpos.mx

Introducción

Las prácticas culturales de vivero desempeñan una importante función en la producción de planta de calidad para los proyectos de reforestación; con ellas se manipulan atributos morfológicos y fisiológicos que regulan el desarrollo de las plantas en campo, en términos de supervivencia y crecimiento (Grossnickle y MacDonald, 2018).

En México, la baja supervivencia de las reforestaciones es un problema que persiste; por ello, mejorar la calidad de las plantas para estos programas mediante prácticas de vivero continúa siendo necesario (Burney *et al.*, 2015). La mayoría de las investigaciones están dirigidas a producir planta de calidad para clima templado (Burney *et al.*, 2015); no obstante, es evidente la necesidad de generar información sobre prácticas culturales de manejo en vivero para otras especies, como las del trópico seco, las cuales son requeridas en diversos proyectos de reforestación o restauración (Conafor, 2014; Riikonen y Luoranen, 2018). El uso de especies forestales del trópico seco está limitado por la falta de conocimientos suficientes para su producción en vivero, particularmente, bajo el enfoque de planta de calidad (Bonfil y Trejo, 2010).

En el contexto de definir prácticas culturales para producir planta de calidad, conviene explorar aquellas cuyos antecedentes con otros taxones han mostrado resultados satisfactorios. Al respecto, la poda aérea o poda de tallo es un ejemplo. Se argumenta que la poda como práctica cultural en vivero favorece el mantenimiento de especies leñosas, pues estimula su crecimiento y permite dirigirlo en una forma determinada (Wade y Westerfield, 2009). En este ámbito, la poda ha demostrado potencial para incrementar la calidad de algunos taxa forestales. Por ejemplo, individuos de *Pinus greggii* Engelm. mejoraron su calidad morfológica e incrementaron su tasa fotosintética y el contenido de carbohidratos después de podar 50 % de su biomasa aérea (Cetina-Alcalá *et al.*, 2001, 2002). Otro sustento experimental lo aporta un estudio con plántulas de *Nothofagus nervosa* (Phil.) Dim. (Donoso *et al.*, 2009), cuya respuesta en campo fue positiva tras aplicarles podas en vivero.

Sin embargo, la implementación apropiada de la poda aérea depende de la comprensión de cómo y cuándo hacerla, puesto que las reacciones pueden variar entre especies (Wade y Westerfield, 2009). Por ejemplo, en *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. y *Swietenia humillis* Zucc., sujetas a tres intensidades de poda (0 %, 25 % y 50 %), esta no es recomendable como práctica de vivero; porque de acuerdo a los resultados aportados por Basave *et al.* (2014 y 2015), no mejora la calidad de las plantas.

Las diferencias consignadas por la evidencia experimental anteriormente señalada, en torno a la factibilidad de la poda aérea, sugieren la necesidad de evaluar sus efectos en un número mayor de especies, especialmente, en aquellas con valor ecológico y social alto como *Caesalpinea coriaria* (Jacq.) Willd, comúnmente conocida como cascalote. El cascalote es una leguminosa arbórea multipropósito del trópico seco, presente en los agostaderos, en donde se le aprovecha como sombra, forraje, cercos vivos y leña (Olivares-Pérez *et al.*, 2011; Palma-García y González-Rebeles, 2018). En los últimos años, se ha destacado la importancia de este tipo de especies para reforestar y rehabilitar agostaderos degradados por la ganadería extensiva, mediante el fomento de sistemas silvopastoriles (Murgueitio *et al.*, 2011). Dicho aspecto justifica la necesidad de generar información relevante en la producción de planta en vivero de *C. coriaria*, con relación a las prácticas culturales que mejoren su calidad. Por tal motivo, en el presente estudio se evaluó el efecto de la poda aérea en la calidad morfológica de plantas de *C. coriaria*.

Materiales y Métodos

Ubicación del experimento

El estudio se realizó bajo condiciones controladas de invernadero con cubierta de plástico en el vivero forestal del Colegio de Postgraduados *campus* Montecillo Texcoco, Estado de México, México. Se registraron temperaturas máximas y mínimas promedio de 35 °C y 18 °C, respectivamente. La humedad relativa fue de 25 % durante el día y 80 % en la noche.

Manejo del experimento

Se produjo un lote de 500 plantas por semillas en sistema de contenedor, que se inició el 24 de mayo de 2018. La siembra fue directa dentro de envases de plástico rígido de 380 mL que contenían una mezcla de sustrato, elaborada con turba de musgo (*peat moss*), perlita y vermiculita en proporciones 2:1:1. La densidad de plantas fue de 128 por m². Al sustrato se le agregó fertilizante de liberación controlada *Multicote (8)*[®] 18-6-12+2Mgo+ME (*Haifa Chemicals Ltd.*), en dosis de 6 g L⁻¹ de sustrato. Antes de la siembra, las semillas se remojaron durante 18 h en agua corriente como tratamiento pregerminativo (Cervantes *et al.*, 2014). Se utilizó semilla de tamaño similar, con preferencia por la de mayor tamaño de un lote que se recolectó en marzo de 2018 de árboles localizados en la comunidad de La Bajada, Coyuca de Catalán (región Tierra Caliente, Guerrero, México). Las plántulas emergieron en su totalidad a la tercera semana de haberse sembrado. Las plantas se regaron tres veces por semana a capacidad de campo. Los valores de pH y conductividad eléctrica se monitorearon mediante el método *Pourthru* (Cavins *et al.*, 2008) cada 15 días, con un medidor de combo de pH y conductividad (HI98130 *Hanna Instruments Inc.*). El pH se mantuvo entre 5.5 y 6.5, y la conductividad eléctrica de 2.0 a 3.0 dS m⁻¹.

Aplicación de tratamientos y diseño experimental

En un lote de 300 plantas de tres meses de edad, con alturas entre 15 y 20 cm se realizaron los tratamientos de poda aérea en tres intensidades: 0 % (sin poda), 25 % y 50 %. La poda aérea consistió en la remoción de la fracción de biomasa aérea conforme a la intensidad de cada tratamiento, para lo cual se tomó como referencia la longitud del tallo con follaje, desde las primeras hojas hasta el ápice principal. La poda se realizó solo una vez, y cada tratamiento tuvo cinco repeticiones. El diseño experimental fue completamente al azar y la unidad experimental estuvo constituida por 20 plantas.

Variables evaluadas morfológicas de calidad

Las mediciones se hicieron después de tres meses de efectuar la poda aérea; se evaluaron variables relacionadas con estándares e índices morfológicos de calidad de planta en una muestra de 50 plantas por tratamiento. Las variables fueron: altura de la parte aérea (*APA*; cm), diámetro del tallo en el cuello de la raíz (*DCR*; mm), peso seco aéreo (*PSA*; g), peso seco de raíz (*PSR*; g) y peso seco total (*PST*; g). La altura se midió con regla milimétrica y el diámetro con calibrador *Mitutoyo*[®] Digimatic CD-4". Los pesos secos se registraron con una balanza analítica (*AND*[®] GR-120, A&D Company, Ltd), después de secar cada componente en la estufa de aire forzado (*FELISA*[®] FE291-D) hasta obtener un peso constante, a 70 °C durante 72 h.

Con las observaciones anteriores, se determinaron los índices morfológicos de calidad, como la Relación peso seco aéreo/peso seco de raíz (*PSA/PSR*), el Índice de Esbeltez (*IE*; altura/diámetro) y el Índice de Calidad de *Dickson* (*ICD*), este último a partir de la fórmula siguiente (Birchler *et al.*, 1998):

$$ICD = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco de la parte aérea (g)}}{\text{Peso seco de la raíz (g)}}}$$

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó en *infoStat* (Di Rienzo *et al.*, 2012). Se llevó a cabo un análisis de varianza paramétrico para determinar los efectos de la poda aérea en la calidad morfológica de las plantas de *C. coriaria*. La prueba de hipótesis se basó en un nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas fueron validados. En casos de diferencias estadísticas, se hizo una prueba *post-hoc* de comparación de medias con la prueba de *Tukey* a un nivel de confianza de 95 %.

Resultados y Discusión

En general, la poda aérea no afectó la calidad morfológica de las plantas de *C. coriaria* ($p>0.05$), ya que únicamente en las variables altura de la parte aérea (APA) e Índice de Esbeltez (IE) se tuvieron diferencias significativas ($p=0.0001$ y 0.02 , respectivamente). La altura mayor (37.08 cm) se registró en plantas sin poda, mientras que la menor (29.06 cm) en las podadas al 25 %. Al comparar ambos valores, se destaca una reducción de 28 % en la altura de las plantas tras recibir la poda al 25%. Respecto al IE, el valor mayor también correspondió a las plantas sin poda, con 12.81; el cual fue 29 % superior al valor bajo de 10.75 calculado para las plantas podadas al 25 %. La poda aérea al 50 % resultó ser el peor tratamiento, al presentar, en la mayoría de las variables, valores inferiores a los de las plantas sin poda (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores promedio \pm error estándar de plantas de *Caesalpineae coriaria coriaria* (Jacq.) Willd sujetas a podas aéreas en vivero.

Variable ¹	Intensidades de poda (%)		
	0	25	50
APA (cm)	37.08 \pm 1.32b	29.06 \pm 1.32a	30.71 \pm 1.32a
DCR (mm)	2.92 \pm 0.09a	2.77 \pm 0.09a	2.72 \pm 0.09a
PSA (g)	1.61 \pm 0.16a	1.67 \pm 0.16a	1.51 \pm 0.16a
PSR (g)	0.68 \pm 0.06a	0.69 \pm 0.06a	0.62 \pm 0.06a
PST (g)	2.29 \pm 0.19a	2.36 \pm 0.19a	2.13 \pm 0.19a
PSA/PSR	2.43 \pm 0.20a	2.66 \pm 0.20a	2.43 \pm 0.2a
IE	12.81 \pm 0.53b	10.75 \pm 0.53a	11.36 \pm 0.53ab
ICD	0.16 \pm 0.02a	0.18 \pm 0.02a	0.16 \pm 0.02a

¹APA = Altura de la parte aérea; DCR = Diámetro al cuello de la raíz; PSA = Peso seco aéreo; PSR = Peso seco de raíz; PST = Peso seco total; PSA/PSR = Relación peso seco aéreo/peso seco de raíz; IE = Índice de Esbeltez; ICD = Índice de Calidad de Dickson. Letras diferentes en la misma línea son significativamente diferentes ($P\leq 0.05$).

En la producción de planta forestal en vivero, se ha propuesto que la poda aérea o de tallo tiene potencial como práctica cultural para mejorar la calidad de la planta para trabajos de reforestación (South, 2016). Este planteamiento ha sido ratificado en un estudio con plantas de *Pinus greggii*, en las cuales mejoró la calidad morfológica, incrementó la tasa de asimilación neta y el contenido de carbohidratos; características que en conjunto contribuyeron a un desempeño favorable de las plantas en campo ante una condición de sequía (Cetina-Alcalá *et al.*, 2001, 2002). Contrario a *P. greggii*, las plantas de *C. coriaria* del presente estudio no presentaron resultados que sustenten el potencial de la poda aérea como práctica cultural. La divergencia entre lo obtenido en *P. greggii* y en *C. coriaria* sugiere un efecto diferencial de la poda entre especies, el cual se atribuye a los distintos patrones de crecimiento y ramificación que son controlados por mecanismos de dominancia y control apical (Wilson, 2000; Cline y Harrington, 2007). En esta situación, podrían también estar implicados efectos de hormonas involucradas en el crecimiento apical (Pallardy, 2008). Las respuestas de *C. coriaria* coinciden con las de otras latifoliadas tropicales.

En plantas de *Swietenia humilis* (Basave *et al.*, 2015) y *Enterolobium cyclocarpum* (Basave *et al.*, 2014) tampoco la poda aérea funcionó como práctica cultural. En esas dos especies, la poda redujo la esbeltez de las plantas al disminuir la relación entre la altura de la parte aérea y el diámetro del tallo. Este efecto es una de las respuestas generales de las plantas a la poda (Wade y Westerfield, 2009) y concuerda con lo observado en las plantas podadas de *C. coriaria*.

Las plantas esbeltas no son deseables en el vivero; es preferible que sean robustas, pues se asume que son más vigorosas; por lo tanto, durante la producción de planta en vivero se procura promover esa característica (Orozco *et al.*, 2010). En varios taxones forestales se ha demostrado que a mayor robustez, mejor probabilidad de supervivencia en campo (Tsakalidimi *et al.*, 2013). Sin embargo, en vivero es preferible que la robustez se induzca con un crecimiento mayor en diámetro y no por una relación baja definida por la altura de las plantas, como sucedió en las plantas podadas al 25 %.

En *C. coriaria*, el efecto de la poda fue nulo en el estímulo al crecimiento de la planta, como comúnmente se asume (Wade y Westerfield, 2009; South, 2016); de modo que, las plantas no evidenciaron incremento en el diámetro del tallo. Dicha respuesta es negativa en varias especies forestales, debido a que un diámetro grueso es un atributo determinante en la supervivencia en campo ante variadas condiciones ambientales (Grossnickle, 2012; Tsakalimi *et al.*, 2013). Por ejemplo, en plantas de *Prunus avium* L. se demostró que la supervivencia en campo aumenta, cuando se incrementa el diámetro inicial del tallo de las plantas en vivero a una medida de 7 - 8 mm (Esen *et al.*, 2012).

El diámetro del tallo de las plantas de *C. coriaria* no superó los 3 mm en ninguno de los tratamientos. Este valor bajo se podría atribuir a que la especie es de crecimiento lento (Palma y González-Rebeles, 2018); no obstante, la morfología de plantas producidas en contenedor también está determinada por el periodo de producción en vivero y por el efecto de varias prácticas culturales, según conclusiones derivadas de un estudio con plantas de *Acacia macrostachya* Reichenb. ex Benth y *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Zida *et al.*, 2008).

En ese sentido, posiblemente el tiempo de producción fue insuficiente y las condiciones de producción en el invernadero poco adecuadas para optimizar el crecimiento de las plantas de *C. coriaria*. Sin embargo, esta hipótesis en torno al tiempo de producción es contradictoria, si se compara, por un lado, con el crecimiento en diámetro que presentan en vivero *Caesalpinia platyloba* S. Watson, *C. eriostachys* Benth. y *C. velutina* Standl., cuyos valores en el diámetro del tallo varían de 2.5 a 4.4 mm a los tres meses de edad (Ngulube, 1989; Orozco *et al.*, 2010); y, por otro lado, si se contrasta con el tiempo de cuatro a cinco meses en el que comúnmente se producen otras especies tropicales de la misma familia (Fabaceae), como sucede en *Prosopis laevigata* (Humb. et Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnston (Prieto *et al.*, 2012; Basave *et al.*, 2017) y *Enterolobium cyclocarpum* (Basave *et al.*, 2014). Es conveniente que estudios posteriores mejoren el crecimiento de *C. coriaria* en vivero.

Finalmente, la falta de efectos significativos de la poda en la calidad morfológica de *C. coriaria* es atribuible al hecho de que la poda pudo limitar la fotosíntesis, debido a la pérdida de tejido fotosintético (hojas), como ocurre en plantas sujetas a pérdida de biomasa foliar por herbivoría (Nabity *et al.*, 2009); lo que provoca un balance negativo de carbono (Kitajima, 2007) que limita la capacidad de las plantas para producir carbohidratos suficientes que propicien un rebrote vigoroso ante el daño inducido por las podas. Además, este efecto es posible que se acentuara por el hecho de que, antes de las podas, las plantas no disponían de suficientes carbohidratos de reserva, lo cual favoreció mayor competencia de recursos para el crecimiento, como se discute en la teoría del almacenamiento (Lambers *et al.*, 2008).

En el presente estudio se omitió medir el contenido de carbohidratos de reserva, pero los planteamientos anteriores se fundamentan en su importancia sobre la capacidad de rebrote de las plantas (Von Fircks y Sennerby-Forsse, 1998); aspecto que se corroboró en plantas de *Quercus crispula* Blume (Kabeya y Sakai, 2005). Además, en otras especies, la capacidad de rebrote está determinada por las mismas diferencias interespecíficas e intraespecíficas (Umeki *et al.*, 2018), según su edad, tamaño (Vesk, 2006), o estado nutrimental (Kabeya y Sakai, 2005); los cuales son factores que debiesen analizarse con mayor detalle en estudios posteriores.

Conclusiones

La poda aérea en las intensidades evaluadas de 25 % y 50 % no tiene potencial como práctica cultural para mejorar la calidad de planta de *C. coriaria* en vivero. Sus efectos en las plantas son la reducción de altura y su relación con el diámetro en el cuello de la raíz, lo que deriva en plantas menos robustas. Se recomienda analizar la interacción de las podas con otras prácticas culturales.

Agradecimientos

Se agrade al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por la beca otorgada al primer autor para sus estudios doctorales.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución por autor

Erickson Basave Villalobos: planteamiento de la investigación, dirección del experimento y escritura del manuscrito; Víctor M. Cetina Alcalá: gestión del soporte financiero, supervisión y administración de la investigación; Miguel Á. López López, Carlos Ramírez Herrera, Carlos Trejo y Víctor Conde Martínez: desarrollo y diseño de la metodología experimental, escritura y revisión del manuscrito.

Referencias

- Basave V., E., M. Á. López L., V. M. Cetina A., A. Aldrete y J. J. Almaraz S. 2014. Prácticas culturales en vivero que influyen en la calidad de planta de *Enterolobium cyclocarpum*. *Bosque (Valdivia)* 35 (3): 301–309. Doi: 10.4067/S0717-92002014000300005.
- Basave V., E., V. M. Cetina A., M. A. López L., A. Aldrete and D. H. Del Valle P. 2015. Nursery practices increase seedling performance on nutrient-poor soils in *Swietenia humilis*. *iForest-Biogeosciences and Forestry* 8: 552-557. Doi:10.3832/ifor1179-007.

- Basave V., E., S. Rosales M., J. Á. Sigala R., C. G. Calixto V. y H. Sarmiento L. 2017. Cambios morfo-fisiológicos de plántulas de *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnst. ante diferentes ambientes de luz en vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 8 (44): 112-131. Doi: 10.29298/rmcf.v8i44.107.
- Birchler, T., R. Rose, A. Royo y M. Pardos. 1998. La planta ideal: Revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 7 (1-2): 110-121.
<https://recyt.fecyt.es/index.php/IA/article/view/2806> (28 de noviembre de 2019).
- Bonfil, C. and I. Trejo. 2010. Plant propagation and the ecological restoration of Mexican tropical deciduous forests. *Ecological Restoration* 28 (3): 369-376. Doi: 10.3368/er.28.3.369.
- Burney, O., A. Aldrete, R. Álvarez R., J. A. Prieto R., J. R. Sánchez V. and J. G. Mexal. 2015. México—addressing challenges to reforestation. *Journal of Forestry* 113 (4): 404–413. Doi: 10.5849/jof.14-007.
- Cavins, T. J., B. E. Whipker and W. C. 2008. Fonteno. Pourthru: a method for monitoring nutrition in the greenhouse. *Acta Horticulturae* 779: 289-298.
Doi: 10.17660/ActaHortic.2008.779.35.
- Cervantes, M., E. Ceccon and C. Bonfil. 2014. Germination of stored seeds of four tree species from the tropical dry forest of Morelos, Mexico. *Botanical Sciences* 92 (2): 281-287. Doi: 10.17129/botsci.96.
- Cetina A., V. M., M. L. Ortega D., V. A. González H., J. J. Vargas-H., M. T. Colinas L. y A. Villegas M. 2001. Fotosíntesis y contenido de carbohidratos de *Pinus greggii* Engelm. en respuesta a la poda y al régimen de riego en vivero. *Agrociencia* 35 (6): 599-607. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=302/30200603>
(24 de noviembre de 2019).

Cetina A., V. M., V. A. González H., M. L. Ortega D., J. Vargas H. y Á. Villegas M. 2002. Supervivencia y crecimiento en campo de *Pinus greggii* Engelm. previamente sometido a podas o sequía en vivero. *Agrociencia* 36 (2): 233-241.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=302/30236210> (19 de febrero de 2020).

Cline, M. G. and C. A. Harrington. 2007. Apical dominance and apical control in multiple flushing of temperate woody species. *Canadian Journal of Forest Research* 37 (1): 74-83. Doi: 10.1139/x06-218.

Comisión Nacional Forestal (Conafor). 2014. Monitoreo de restauración forestal y reconversión productiva 2014. Zapopan, Jal., México. 276 p.

<http://xolotl.com.mx/geekomics/wp-content/uploads/2018/09/informe-de-resultados-2014.pdf> (23 de noviembre de 2019).

Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. González, M. Tablada y C. W. Robledo. 2012. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar> (11 de febrero de 2020).

Donoso, P. J., D. P. Soto y V. Gerding. 2009. Efectos de la poda de tallo y fertilización de liberación controlada en vivero sobre el comportamiento de plántulas de *Nothofagus nervosa* en terreno. *Bosque (Valdivia)* 30 (1): 48-53.

Doi:10.4067/S0717-92002009000100007.

Esen, D., O. Yildiz, U. Esen, S. Edis and C. Çetintas. 2012. Effects of cultural treatments, seedling type and morphological characteristics on survival and growth of wild cherry seedlings in turkey. *IForest* 5: 283-289. Doi: 10.3832/ifor0639-005.

Grossnickle, S. C. 2012. Why seedlings survive: Influence of plant attributes. *New Forests* 43 (5-6): 711-738. Doi: 10.1007/s11056-012-9336-6.

Grossnickle, S. and J. MacDonald. 2018. Seedling quality: history, application, and plant attributes. *Forests* 9 (5): 283. Doi: 10.3390/f9050283.

- Kabeya, D. and S. Sakai. 2005. The relative importance of carbohydrate and nitrogen for the resprouting ability of *Quercus crispula* seedlings. *Annals of Botany* 96 (3): 479-488. Doi:10.1093/aob/mci200.
- Kitajima, K. 2007. Seed and Seedling Ecology. *In*: Pugnaire, F. I. and F. Valladares (Eds.). *Functional Plant Ecology*, Second edition. CRC Press/Taylor & Francis Group. Boca Raton, FL, USA. pp. 549-566.
- Lambers, H., F. S. Chapin and T. L. Pons. 2008. *Plant Physiological Ecology*. Springer-Verlag. New York, NY, USA. 605 p.
- Murgueitio, E., Z. Calle, F. Uribe, A. Calle and B. Solorio. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management* 261 (10): 1654-1663. Doi: 10.1016/j.foreco.2010.09.027.
- Nabity, P. D., J. A. Zavala and E. H. DeLucia. 2009. Indirect suppression of photosynthesis on individual leaves by arthropod herbivory. *Annals of Botany* 103 (4): 655-663. Doi: 10.1093/aob/mcn127.
- Ngulube, M. R. 1989. Seed germination, seedling growth and biomass production of eight Central-American multipurpose trees under nursery conditions in Zomba, Malawi. *Forest Ecology and Management* 27 (1): 21-27. Doi: 10.1016/0378-1127(89)90079-0.
- Olivares-Pérez, J., F. Avilés-Nova, B. Albarrán-Portillo, S. Rojas-Hernández y O. A. Castelán-Ortega. 2011. Identificación, usos y medición de leguminosas arbóreas forrajeras en ranchos ganaderos del sur del Estado de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14 (2): 739-748.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000200032&lng=es (24 de marzo de 2020).

- Orozco G., G., H. J. Muñoz F., A. Rueda S., J. Á. Sígala R., J. Á. Prieto R. y J. J. García M. 2010. Diagnóstico de la calidad de planta en los viveros de Colima. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 1 (2): 135-146. Doi:10.29298/rmcf.v1i2.641.
- Pallardy, S. G. 2008. *Physiology of Woody Plants*. Academic Press. Burlington, MA, USA. 464 p.
- Palma G., J. M. y C. González-Rebeles I. 2018. Recursos arbóreos y arbustivos tropicales para una ganadería bovina sustentable. Universidad de Colima. Colima, Col., México. 133 p.
- Prieto R., J. Á., S. Rosales M., J. Á. Sigala R., R. E. Madrid A. y J. M. Mejía B. 2012. Producción de *Prosopis laevigata* (Humb. et Bonpl ex Wild.) M. C. Johnst. con diferentes mezclas de sustrato. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 4 (20): 50-57. Doi: 10.29298/rmcf.v4i20.369
- Riikonen, J. and J. Luoranen. 2018. Seedling Production and the Field Performance of Seedlings. *Forests* 9: 740. Doi: 10.3390/f9120740.
- South, D. B. 2016. Top Pruning of bareroot hardwood seedlings. *Tree Planters' Notes* 59 (2): 37-48. <https://rngr.net/publications/tpn/59-2/top-pruning-of-bareroot-hardwood-seedlings> (24 de noviembre de 2019).
- Tsakalimi, M., P. Ganatsas and D. F. Jacobs. 2013. Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. *New Forests* 44: 327-339. Doi: 10.1007/s11056-012-9339-3.
- Umeki, K., M. Kawasaki, N. Shigyo and T. Hirao. 2018. Inter- and intraspecific patterns in resprouting of trees in undisturbed natural forests along an elevational gradient in Central Japan. *Forests* 9 (11): 672. Doi: 10.3390/f9110672.

Vesk, P. A. 2006. Plant size and resprouting ability: Trading tolerance and avoidance of damage? *Journal of Ecology* 94 (5): 1027-1034. Doi: 10.1111/j.1365-2745.2006.01154.x.

Von Fircks, Y. and L. Sennerby-Forsse. 1998. Seasonal fluctuations of starch in root and stem tissues of coppiced *Salix viminalis* plants grown under two nitrogen regimes. *Tree Physiology* 18 (4): 243-249. Doi: 10.1093/treephys/18.4.243.

Wade, G. and R. Westerfield. 2009. Basic principles of pruning woody plants. Bulletin 949. University of Georgia Extension. GA, USA. 6 p.
https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%20949_5.PDF
(16 de octubre de 2019).

Wilson, B. F. 2000. Apical control of branch growth and angle in woody plants. *American Journal of Botany* 87 (5): 601-607. Doi: 10.2307/2656846.

Zida, D., M. Tigabu, L. Sawadogo and P. C. Odén. 2008. Initial seedling morphological characteristics and field performance of two Sudanian savanna species in relation to nursery production period and watering regimes. *Forest Ecology and Management* 255 (7): 2151-2162. Doi: 10.1016/j.foreco.2007.12.029.



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales** –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional)*, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.