



DOI: 10.29298/rmcf.v17i95.1618

Nota de investigación

Relación entre la magnitud de las heridas de poda y la localización del corte en árboles urbanos

Relationship between the size of pruning wounds and the location of the cut in urban trees

Eduardo Alanís-Rodríguez¹, Ernesto Alonso Rubio-Camacho², Samuel Alberto García-García^{3*}, Joel Rascón-Solano³, José Israel Yerena Yamalle¹, Pablo Antúnez⁴

Fecha de recepción/Reception date: 19 de noviembre de 2025.

Fecha de aceptación/Acceptance date: 27 de abril de 2026.

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

²Campo Experimental Altos de Jalisco, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. México.

³Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. México.

⁴División de Estudios de Posgrado, Instituto de Estudios Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez. México.

*Autor para correspondencia; correo-e: alberto_Garcia23@outlook.com

*Corresponding author; e-mail: alberto_Garcia23@outlook.com

Resumen

La poda de árboles urbanos es una práctica clave para mantener su estabilidad estructural, funcionalidad y longevidad; sin embargo, la localización inadecuada del corte puede generar heridas extensas que afectan la integridad estructural del árbol y favorece su vulnerabilidad a la entrada de hongos patógenos y otros microorganismos. El método Hamburgo establece que los cortes deben realizarse después del collar de la rama y la arruga de la corteza, para preservar los tejidos responsables de la compartimentación, mecanismo fisiológico que limita la propagación del deterioro interno. No obstante, en el manejo del arbolado urbano de diversas ciudades aún son frecuentes los cortes al ras del fuste. En este estudio se evaluó el efecto de la localización del corte de poda (poda correcta y al ras) en la magnitud de la herida en 10 especies arbóreas utilizadas en el noreste de México. Para ello, se midieron dos diámetros por herida para calcular su área y se aplicaron pruebas estadísticas para determinar diferencias entre especies y tipo de corte. Los resultados indicaron que las podas al ras producen heridas significativamente mayores, con un incremento promedio de 73 %, respecto a las podas realizadas después del collar de la rama y arruga de la corteza, con valores que oscilaron entre 54 y 99 % según la especie. Estas diferencias confirman que la localización del corte de poda influye directamente en la magnitud de la herida y en la capacidad de compartimentación de los árboles.

Palabras clave: Arbolado urbano, bosque urbano, compartimentación, heridas de poda, método Hamburgo, poda urbana.

Abstract

Pruning urban trees is a key practice for maintaining their structural stability, functionality and longevity; however, improper cut location can generate extensive wounds that compromise the tree's structural integrity and increase its vulnerability to pathogenic fungi and other microorganisms. The Hamburg method stipulates that cuts should be made after the branch collar and the bark wrinkle, preserving the tissues responsible for compartmentalization, a physiological mechanism that limits the spread of internal decay. However, in the management of urban trees in various cities, cutting trees flush with the stem is still a common practice. This study evaluated the effect of pruning cut location (correct and flush pruning) on wound size in ten tree species used in Northeastern Mexico. To this end, two diameters per wound were measured to calculate its area, and statistical tests were applied to determine differences between species and cut type. Results indicated that flush pruning produces significantly larger wounds, with an average increase of 73 % compared to pruning done after the branch collar and bark wrinkling, with values ranging from 54 to 99 % depending on the species. These differences confirm that the location of the pruning cut directly influences the size of the wound and the tree's ability to compartmentalize.

Keywords: Urban trees, urban forest, compartmentalization, pruning wounds, Hamburg method, urban pruning.

Desarrollo del tema

Localización del corte de poda en árboles urbanos

Las ramas de los árboles urbanos se podan con diferentes objetivos: por razones culturales, históricas, estéticas, funcionales y técnicas (Drénou, 2000). Estas podas generan heridas que provocan decoloración y si son mal aplicadas, descomposición de la madera expuesta, así como pérdida de integridad estructural (Purcell, 2015). Cuando las heridas son amplias o se localizan en zonas estructuralmente vulnerables, favorecen la entrada de hongos xilófagos y otros patógenos, acelerando los procesos de degradación del tejido y el deterioro general del árbol (Morris et al., 2020), los cuales están muy ligados a la habilidad del individuo para compartimentar el daño generado por la poda (Shigo & Marx, 1977; Shigo, 1984).

La cicatrización entre especies puede variar según su capacidad para compartimentar el daño: mecanismo que aísla los tejidos afectados y limita la propagación de patógenos dentro del tejido leñoso (Purcell, 2015; Morris *et al.*, 2020).

En este contexto, es necesario reforzar el conocimiento sobre el efecto de las prácticas de poda en árboles utilizados en las zonas urbanas de México; información fundamental para inferir y promover mejores prácticas en el manejo del arbolado. Comprender las diferencias entre una poda correcta y una incorrecta es esencial para desarrollar protocolos técnicos que garanticen la salud, longevidad y estabilidad estructural de los árboles urbanos.

La publicación de las investigaciones de podas en árboles urbanos inició a finales de las décadas de 1970 y 1980 (Shigo *et al.*, 1979; Neely, 1988). A pesar de que desde finales del siglo XX se había documentado científicamente la importancia de evitar los cortes al ras del tronco (Shigo, 1984), esta práctica persistió en la arboricultura urbana y en diversos manuales técnicos durante años posteriores (Dujesiefken & Stobbe, 2002; Van der Zanden *et al.*, 2008). Aunque la compartimentación del daño y los procesos de pudrición ya habían sido descritos por Shigo (1984), el estudio de Dujesiefken y Stobbe (2002) en Hamburgo proporcionó evidencia empírica que permitió formalizar y difundir recomendaciones de poda basadas en el respeto al collar de la rama. Dicho método, conocido como Hamburgo, se convirtió en un referente internacional y se ha adoptado en los manuales de arboricultura moderna en Europa y Norteamérica (Dujesiefken & Stobbe, 2002).

La poda al ras del fuste tiene dos desventajas: deja una herida más amplia y elimina los tejidos encargados de la compartimentación y protección química natural (Shigo, 1984; Dujesiefken & Stobbe, 2002). En cambio, la poda después del collar de la rama y la arruga de la corteza deja una herida de menor tamaño, se mantienen los tejidos encargados de la compartimentación y la protección química natural, además protegen la herida contra hongos y otros patógenos (Shigo, 1984; Dujesiefken & Stobbe, 2002; Van der Zanden *et al.*, 2008; Morris *et al.*, 2020).

Si bien, el método Hamburgo fue publicado hace más de dos décadas, las podas incorrectas continúan en numerosas ciudades. Esto ocurre incluso en contextos en

los que existen normas técnicas que regulan la poda del arbolado urbano, lo que sugiere que la problemática radica menos en la ausencia de lineamientos y más en su aplicación, supervisión y capacitación del personal operativo.

El objetivo de esta investigación fue cuantificar la magnitud de la herida de poda en función de la localización del corte en ramas de 10 especies arbóreas utilizadas en entornos urbanos del noreste de México. La pregunta de investigación se plantea en términos cuantitativos: ¿Cuál es la magnitud del incremento en el área de la herida asociada a la localización del corte de poda (después del collar de la rama vs. al ras del fuste) y cómo varía entre especies arbóreas urbanas?

Responder esta pregunta permite sustentar con evidencia cuantitativa recomendaciones técnicas para el manejo del arbolado urbano, más allá de apreciaciones visuales o descriptivas.

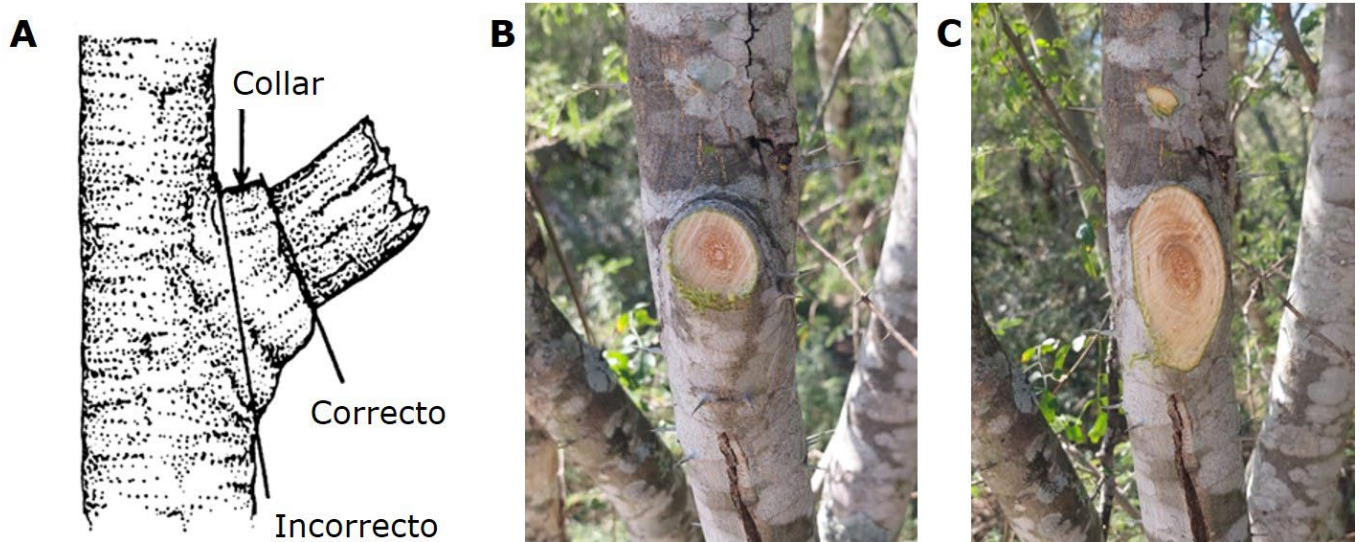
Información de campo

En el invierno del año 2024 se seleccionaron 10 especies de árboles, tres introducidas y siete nativas del noreste de México, ubicadas en las áreas verdes de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Cuadro 1). Los taxa arbóreos se seleccionaron porque son abundantes en las áreas urbanas de la zona (Alanís et al., 2014; Leal-Elizondo et al., 2018; Canizales-Velázquez et al., 2020).

Cuadro 1. Especies utilizadas en la investigación.

Nombre científico	Nombre común	Origen
<i>Caesalpinia mexicana</i> A. Gray (sinonimia de <i>Erythrostemon mexicanus</i> (Rose) Gagnon & G. P. Lewis)	Árbol del potro	Nativa
<i>Diospyros texana</i> Scheele	Chapote manzano	Nativa
<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J. W. Grimes	Ébano	Nativa
<i>Fraxinus americana</i> L.	Fresno	Introducida
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	Tenaza	Nativa
<i>Helietta parvifolia</i> Benth.	Barreta	Nativa
<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	Trueno	Introducida
<i>Neltuma laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose	Mezquite	Nativa
<i>Quercus rubra</i> L.	Encino rojo	Introducida
<i>Quercus virginiana</i> Mill.	Encino siempre verde	Nativa

Se midieron 20 ramas por especie, con diámetros de 3 a 10 cm al cuello, con una cinta diamétrica *Forestry Suppliers*® 283D. Las ramas seleccionadas correspondieron a copas funcionales, bien desarrolladas y sin daño visible, representativas de podas de formación y mantenimiento en arbolado urbano. En cada rama, se escogieron dos secciones donde se realizaría la poda: una correcta de acuerdo con el método Hamburgo (Figura 1B), y una incorrecta, al ras del fuste principal (Figura 1C). Con un flexómetro digital *Koiss*® K519, a cada sección de la poda se le midieron dos diámetros (Figura 1A y 1B): el diámetro más largo de la herida (d_{mayor}) y el diámetro perpendicular al diámetro mayor, que suele ser el diámetro menor (d_{menor}).



A = Esquema que muestra el collar de la rama y el trazo de una poda correcta mediante el método Hamburgo, así como una poda incorrecta al ras del fuste principal (Imagen tomada de Van der Zanden et al. [2008]). B = Fotografía de la herida resultante de una poda realizada con el método Hamburgo. C = Fotografía de la herida generada por una poda al ras del fuste principal.

Figura 1. Heridas causadas por el tipo de poda en árboles urbanos

Análisis de la información

Para estimar el diámetro de la poda correcta se estimó el diámetro promedio de las dos mediciones, se utilizó la siguiente fórmula (Branthomme, 2004):

$$\bar{d} = \frac{(d_{mayor} + d_{menor})}{2} \quad (1)$$

Donde:

\bar{d} = Diámetro promedio de la herida

d_{mayor} = Diámetro más largo de la herida

d_{menor} = Diámetro perpendicular al diámetro mayor, que suele ser el diámetro menor

El área de la herida se calculó mediante la siguiente fórmula (Alanís-Rodríguez *et al.*, 2020):

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right) d^2 \quad (2)$$

Donde:

A = Área de la herida

π = Valor constante de 3.14

d = Diámetro promedio de la herida

Dado que la herida incorrecta al ras del fuste principal tiene forma de elipse se utilizó la siguiente fórmula (Branthomme, 2004):

$$A = a \times b \times \pi \quad (3)$$

Donde:

A = Área de la herida

a = Radio menor

b = Radio mayor

π = Constante de 3.14

Para comparar la magnitud de la herida de corte se realizaron pruebas estadísticas paramétricas. En primer lugar, para probar la hipótesis de igualdad de medias, se comparó el promedio del área de corte para cada una de las especies utilizando la *t* de *Student* con la adaptación de *Welch* para varianzas desiguales (Welch, 1947). Posteriormente, se realizó un análisis de varianza para comparar el tamaño del área expuesta, solo para el tratamiento de podas al ras. Se verificó el supuesto de normalidad, observándose una distribución asimétrica de los datos. Dado que el área de la herida es una variable continua y positiva, se aplicó una transformación logarítmica natural para aproximar la normalidad y estabilizar varianzas, lo que permitió realizar un análisis de varianza y comparaciones múltiples mediante la prueba *post-hoc* de *Tukey*. Los análisis estadísticos se realizaron con el *software* de licencia libre *R* (R Core Team, 2021) en su versión 4.1 con apoyo de la librería *ggplot2* (Wickham, 2010) para realizar los gráficos.

Los resultados confirman la hipótesis de que la poda al ras del fuste principal produce heridas de mayor tamaño que la poda correcta. En promedio, con base en las 10 especies, el incremento en el área expuesta del corte fue de 73 ± 15 %. A nivel especie, *Diospyros texana* Scheele mostró el incremento más alto (99 %), mientras que *Quercus virginiana* Mill., el más bajo (54 %). Esta variación se asocia, principalmente, con el ángulo de inserción de las ramas respecto al fuste; aunque la arquitectura de la copa también está condicionada por factores ambientales, de manejo y de ubicación del árbol.

Las podas al ras forman cortes elipsoidales que exponen una mayor superficie de tejido vascular, mientras que las podas después del collar producen heridas más pequeñas y circulares que facilitan la formación de barreras protectoras y la compartimentación. Las diferencias entre especies fueron estadísticamente significativas ($p < 0.001$) de acuerdo con la prueba de *Tukey HSD* posterior al ANOVA en todos los casos (Cuadro 2), lo cual validó el efecto consistente del tipo de corte sobre el tamaño de la herida.

Cuadro 2. Comparación del área promedio de la cicatriz por especie y tipo de poda.

Nombre científico	Área expuesta (DE)		Diferencia (%)	GL	Valor de t	Valor de p
	PR	PC				
<i>Caesalpinia mexicana</i> A. Gray (sinonimia de <i>Erythrostemon mexicanus</i> (Rose) Gagnon & G. P. Lewis)	18.10 (4.68)	9.82 (3.23)	84	33.73	6.50	<0.001
<i>Diospyros texana</i> Scheele	32.41 (15.81)	16.25 (9.18)	99	30.50	3.95	<0.001
<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J. W. Grimes	14.86 (4.42)	8.69 (1.75)	71	24.84	5.81	<0.001
<i>Fraxinus americana</i> L.	14.66 (4.69)	9.09 (2.24)	61	27.25	4.80	<0.001
<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose	16.14 (3.75)	10.18 (2.43)	59	32.59	5.97	<0.001
<i>Helietta parvifolia</i> Benth.	17.25 (2.83)	10.53 (2.81)	64	38.00	7.52	<0.001
<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	25.32 (8.08)	13.25 (5.20)	91	32.42	5.62	<0.001
<i>Neltuma laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose	21.77 (7.60)	12.60 (5.45)	73	34.44	4.38	<0.001
<i>Quercus rubra</i> L.	16.48 (4.60)	9.34 (1.99)	76	25.89	6.38	<0.001
<i>Quercus virginiana</i> Mill.	30.39 (10.41)	19.76 (8.00)	54	39.39	3.80	<0.001

DE = Desviación estándar; PR = Poda al ras; PC = Poda correcta; GL = Grados de libertad.

Los resultados ratifican los fundamentos del método Hamburgo, evidenciando que la localización del corte de poda influye directamente en el tamaño de la herida y, por ende, en la capacidad del árbol para compartimentar y cerrar el tejido expuesto. En todas las especies analizadas, las podas al ras del fuste principal generaron heridas significativamente mayores que aquellas efectuadas después del collar de la rama y la arruga de la corteza, en concordancia con lo citado por Dujesiefken y Stobbe (2002), Van der Zanden et al. (2008) y Martínez-Trinidad e Islas-Rodríguez (2010).

El incremento promedio de 73 % en el área expuesta observado en este estudio tiene implicaciones fisiológicas relevantes, ya que heridas de mayor tamaño prolongan el tiempo de cierre del tejido y aumentan la vulnerabilidad del árbol a la entrada de patógenos xilófagos y procesos de pudrición interna (Martínez-Trinidad & Islas-Rodríguez, 2010; Smiley et al., 2017; Morris et al., 2020). Estos resultados destacan la importancia de respetar el collar de la rama y la arruga de la corteza para promover la compartimentación natural del tejido como mecanismos que reducen el deterioro interno y favorecen un cierre de la herida (Martínez-Trinidad & Islas-Rodríguez, 2010; Purcell, 2015; Pietzarka, 2016).

El estudio confirma que la localización del corte de poda influye significativamente en el tamaño de la herida, validando la eficacia del método Hamburgo al realizar cortes después del collar de la rama y la arruga de la corteza para minimizar el daño estructural. En este sentido, se recomienda reforzar la aplicación y actualización de los manuales municipales de manejo del arbolado urbano, muchos de los cuales ya incorporan lineamientos basados en estándares de arboricultura reconocidos internacionalmente, como los promovidos por arboristas certificados por la Sociedad Internacional de Arboricultura (*ISA*). Asimismo, es fundamental fortalecer los programas de capacitación continua, dirigidos a técnicos y personal operativo, con el fin de asegurar la correcta implementación de estas normas, para reducir el deterioro estructural y sanitario del arbolado urbano derivado de prácticas de poda inadecuadas, tanto en el noreste de México como en regiones con condiciones similares.

Agradecimientos

Al personal técnico por su apoyo en las actividades de campo.

Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses. Eduardo Alanís-Rodríguez declara no haber participado en ninguna etapa del proceso editorial del manuscrito.

Contribución por autor

Eduardo Alanís-Rodríguez: conceptualización, desarrollo de la metodología, análisis de resultados, redacción y preparación del manuscrito; Ernesto Alonso Rubio-Camacho: validación experimental, gestión de datos y análisis de resultados; Samuel Alberto García-García: gestión de datos, análisis de resultados y administración del proyecto; Joel Rascón-Solano: validación experimental, redacción y preparación del manuscrito; José Israel Yerena Yamallel: validación experimental; Pablo Antúnez: redacción y preparación del manuscrito.

Referencias

- Alanís, E., Jiménez, J., Mora-Olivo, A., Canizales, P., & Rocha, L. (2014). Estructura y composición del arbolado urbano de un campus universitario del noreste de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1(7), 93-101. https://www.researchgate.net/publication/271271778_Estructura_y_composicion_d_el_arbolado_urbano_de_un_campus_universitario_del_noreste_de_Mexico
- Alanís-Rodríguez, E., Mora-Olivo, A., & Marroquín-de la Fuente, J. S. (2020). *Muestreo ecológico de la vegetación*. Universidad Autónoma de Nuevo León. <https://libros.uat.edu.mx/index.php/librosuat/catalog/view/221/182/537>
- Branthomme, A. (Comp.). (2004). *National forest inventory. Field manual template* (Working Paper 94/E). Food and Agriculture Organization.

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/614a9eed-25cf-4c10-a6b7-7f85611565ef/content>

Canizales-Velázquez, P. A., Alanís-Rodríguez, E., Holguín-Estrada, V. A., García-García, S., & Collantes-Chávez-Costa, A. (2020). Caracterización del arbolado urbano de la ciudad de Montemorelos, Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(62), 111-135. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i62.768>

Drénou, C. (2000). *La poda de los árboles ornamentales: del por qué al cómo*. Mundi-Prensa Libros. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=143550>

Dujesiefken, D., & Stobbe, H. (2002). The Hamburg tree pruning system—a framework for pruning of individual trees. *Urban Forestry & Urban Greening*, 1, 75-82. https://trees.umn.edu/sites/trees.umn.edu/files/files/media/hamburg_tree_pruning_system.pdf

Leal-Elizondo, C. E, Leal-Elizondo, N., Alanís-Rodríguez, E., Pequeño-Ledesma, M. Á., Mora-Olivo, A., & Buendía-Rodríguez, E. (2018). Estructura, composición y diversidad del arbolado urbano de Linares, Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(48), 252-270. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i48.129>

Martínez-Trinidad, T., & Islas-Rodríguez, L. (2010). Biología y compartimentación del árbol. *ArbolAMA*, (3), 21-29. https://www.researchgate.net/publication/344156016_BIOLOGIA_Y_COMPARTIMENTACION_DEL_ARBOL

Morris, H., Hietala, A. M., Jansen, S., Ribera, J., Rosner, S., Salmeia, K. A., & Schwarze, F. W. M. R. (2020). Using the CODIT model to explain secondary metabolites of xylem in defence systems of temperate trees against decay fungi. *Annals of Botany*, 125(5), 701-720. <https://doi.org/10.1093/aob/mcz138>

Neely, D. (1988). Closure of branch pruning wounds with conventional and "Shigo" cuts. *Journal of Arboriculture*, 14(11), 261-264. <https://doi.org/10.48044/jauf.1988.062>

Pietzarka, U. (2016). Tree pruning: methods and parameters. In A. Roloff (Edit.), *Urban Tree Management for the sustainable development of green cities* (pp. 154-168). John Wiley & Sons, Ltd. <https://content.e-bookshelf.de/media/reading/L-4159854-2e383bc4f1.pdf>

- Purcell, L. (2015). Lo esencial para la poda de árboles. *Forestry and Natural Resources*, 506, 1-18. <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/FNR/FNR-506-S-W.pdf>
- R Core Team. (2021). *R: A Language and Environment for Statistical Computing* (Version 4.1) [Software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Shigo, A. L. (1984). Compartmentalization: a conceptual framework for understanding how trees grow and defend themselves. *Annual Review of Phytopathology*, 22, 189-214. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.22.090184.001201>
- Shigo, A. L., & Marx, H. G. (1977). *Compartmentalization of decay in trees* (Agriculture Information Bulletin No. 405). United States Department of Agriculture. <https://research.fs.usda.gov/download/treesearch/5292.pdf>
- Shigo, A. L., McGinnes, Jr., E. A., Funk, D. T., & Rogers, N. (1979). *Internal defects associated with pruned and nonpruned branch stubs in Black Walnut* (Forest Service Research Paper NE-440). United States Department of Agriculture. <https://research.fs.usda.gov/treesearch/14974>
- Smiley, E. T., Matheny, N., & Lilly, S. (2017). *Best management practices: Tree risk assessment* (2nd ed.). International Society of Arboriculture. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20183082467>
- Van der Zanden, A. M., Cogger, C., Sullivan, D. M., Kropf, J. A., Bobbitt, V., Fox, R., Kennell, H., Moulton, H., Pinyuh, G., Robson, M., Patterson, P., Maleike, R., Olsen, J., Azarenko, A., Strik, B., Antonelli, A. L., Stanke, G., Adams, E. B., Collman, S. J., ... Wingate, M. (2008). *Sustainable Gardening: The Oregon-Washington Master Gardener Handbook*. Oregon State University. <https://extension.oregonstate.edu/catalog/pub/em-8742-sustainable-gardening-oregon-washington-master-gardener-handbook>
- Welch, B. L. (1947). The generalization of Student's problem when several different population variances are involved. *Biometrika*, 34(1-2), 28-35. <https://doi.org/10.1093/biomet/34.1-2.28>
- Wickham, H. (2010). A layered grammar of graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 19(1), 3-28. <https://doi.org/10.1198/jcgs.2009.07098>



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 \(CC BY-NC 4.0 Internacional\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.