



DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i62.809>

Nota de investigación

Calidad de planta de seis especies del género *Pinus* producidas en bolsas de polietileno

Seedling quality from six *Pinus* species produced in polyethylene bag

Tomás Pineda Ojeda¹, Eulogio Flores Ayala¹, Andrés Flores^{*2}, Enrique Buendía Rodríguez¹,
Vidal Guerra de la Cruz³ y Fabián Islas Gutiérrez¹

Abstract

The restorers of degraded areas require high quality plants, with ideal morphological attributes to be able to establish successfully in the plantation sites, even if the site conditions are adverse. In order to know the plant quality of six pine species that will be used for reforestation and restoration of forest lands in the state of México, five morphological attributes based on the Mexican Norm NMX-AA-170-SCFI-2016 and a paper were assessed. At the *Héroes Bicentenario* Forest Nursery of *Tecámac*, seedling's basal diameter (at the root neck (DC)), height, from the base to the apical bud (Alt), slenderness index ($IE = Alt/DC$), aerial dry biomass and dry root biomass ratio (BSA/BSR) and Dickson's quality index (ICD) were determined. For DC, the results showed that all species except for *Pinus ayacahuite*, had high quality. In Alt, *P. greggii* and *P. leiophylla* had the best quality; while in IE, all the species except for *P. greggii*, showed high quality. For the BSA/BSR ratio, *P. cembroides*, *P. ayacahuite* and *P. hartwegii* were the best, and for ICD, *P. hartwegii* had the highest quality value. Considering all the morphological indicators together, it was concluded that *P. cembroides* and *P. greggii* had the best plant quality. This information is crucial to analyze the seedling's survival in the field and make timely decisions in land restoration management.

Key words: Morphological attributes, increased survival, *Probosque*, nursery plant production, reforestation, forest restoration.

Resumen

Los restauradores de áreas degradadas requieren de planta de calidad con atributos morfológicos ideales para lograr su establecimiento con éxito en el sitio de la plantación, aun cuando las condiciones del sitio sean adversas. Para conocer la calidad de seis especies de pino que serán empleadas durante la reforestación y restauración de terrenos forestales en el Estado de México, se realizó la evaluación de cinco atributos morfológicos con base en lo citado en la Norma Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016 y un artículo científico en el Vivero Forestal Héroes Bicentenario de *Tecámac*: diámetro al cuello de la raíz (DC), altura desde la base hasta la yema apical (Alt), índice de esbeltez ($IE=Alt/DC$), relación biomasa seca aérea y biomasa seca de raíz (BSA/BSR) e índice de calidad de *Dickson* (ICD). Para DC, los resultados mostraron que todas las especies, excepto *Pinus ayacahuite*, tuvieron calidad alta. En Alt, *P. greggii* y *P. leiophylla* tuvieron la mejor calidad; mientras que en IE, todos los taxones, menos *P. greggii*, presentaron alta calidad. Para la relación BSA/BSR: *P. cembroides*, *P. ayacahuite* y *P. hartwegii* fueron los mejores, y para ICD, *P. hartwegii* presentó el mayor valor de calidad. Al considerar todos los indicadores morfológicos juntos, se determinó que *P. cembroides* y *P. greggii* registraron la mejor calidad de planta. Esta información es clave para analizar la supervivencia esperada en campo y tomar decisiones oportunas en la gestión forestal.

Palabras clave: Atributos morfológicos, incremento de supervivencia, *Probosque*, producción de planta en vivero, reforestación, restauración forestal.

Fecha de recepción/Reception date: 27 de junio de 2020

Fecha de aceptación/Acceptance date: 30 de septiembre de 2020

¹Campo Experimental Valle de México, CIR-Centro, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México.

²Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México.

³Sitio Experimental Tlaxcala, CIR-Centro, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México.

*Autor por correspondencia; correo-e: flores.andres@inifap.gob.mx

Durante el proceso de reforestación en áreas degradadas es necesario utilizar plantas de calidad para que tengan mayor capacidad de establecerse, crecer y desarrollarse en los sitios de plantación (Muñoz *et al.*, 2015). Por consecuencia, su uso incrementa el porcentaje de supervivencia, ya que, una vez establecida en el terreno, logrará vivir y crecer, aun en sitios de baja productividad.

No obstante, es difícil obtener planta adecuada para cada sitio. Los atributos que determinan su calidad se refieren a cualidades morfológicas y fisiológicas (Mexal y Landis, 1990). Los primeros se relacionan con la estructura de la planta; mientras que, los fisiológicos a las respuestas que tiene esta al momento de ser plantada (Rose *et al.*, 1990). Los morfológicos son más utilizados que los fisiológicos para evaluar la calidad de planta (Haase, 2008).

Los principales atributos morfológicos son la altura de tallo, diámetro de cuello, sistema radical, relación altura-diámetro (índice de robustez), biomasa, área foliar y presencia de micorrizas (Escobar-Alonso y Rodríguez, 2019). En cuanto a los fisiológicos, los empleados son la concentración de carbohidratos, estatus nutricional, potencial hídrico, conductividad eléctrica, conductividad estomática, asimilación de CO₂ y fluorescencia de la clorofila (Escobar-Alonso y Rodríguez, 2019).

A pesar de que se registran trabajos sobre evaluación de los parámetros de calidad de planta en especies forestales mexicanas, la gran variabilidad en condiciones y procesos de producción en los viveros hace que el conocimiento aún sea limitado, por lo que es necesario realizar más investigaciones al respecto. Por lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la calidad de planta en vivero de seis especies del género *Pinus* producidas en bolsa de polietileno.

En el Vivero Forestal Héroes Bicentenario ubicado en Tecámac, Estado de México (administrado por la Protectora de Bosques del Estado de México), se eligieron al azar 90 plantas de seis especies del género *Pinus* (15 plantas por especie), producidas en sustrato tierra de monte y bolsas de polietileno (10 × 24 cm). La edad del material vegetal fue diferente: *Pinus greggii* Engelm. ex Parl. y *P. leiophylla*

Schiede ex Schltdl. & Cham., 7 meses; *P. pseudostrobus* Lindl., 10 meses; *P. ayacahuite* Ehrenb. ex Schltdl., 12 meses; *P. hartwegii* Lindl., 14 meses; y *P. cembroides* Zucc., 15 meses.

A cada individuo se le evaluó su calidad de planta mediante la medición del diámetro (mm) al cuello de la raíz (DC) con vernier digital *Mitutoyo* 500 – 196 - 30, y la altura (cm) desde la base hasta la yema apical (Alt) con regla graduada (*Westcott* H-6560); los datos de ambas variables se usaron para el cálculo del Índice de Esbeltez ($IE = \text{Alt}/\text{DC}$). Se removió el sustrato de todas las plantas y se seccionaron en tallo y raíz.

El material vegetal (parte aérea y raíz) se colocó por separado en bolsas de papel, secado en estufa *Novatech HS35-AIA* (50 °C, 9 días) y pesado en balanza de dos platos (*Ohaus, Harvard Trip*®) para estimar biomasa seca aérea (BSA, g), biomasa seca de raíz (BSR, g), biomasa seca total (BST, g), relación BSA/BSR e índice de calidad de *Dickson* [$ICD = \text{BST}/(\text{IE} + \text{BSA}/\text{BSR})$] (*Dickson et al.*, 1960).

Para determinar la calidad de las plantas (alta, media o baja), los valores obtenidos de DC y Alt se compararon con los indicadores morfológicos de calidad de planta en vivero que se estipulan en la Norma Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016 (Secretaría de Economía, 2016); mientras que IE, BSA/BSR e ICD con los intervalos citados por *Rodríguez-Ortiz et al.* (2020) (Cuadro 1).



Cuadro 1. Valores e intervalos de indicadores morfológicos de calidad de planta.

Variable / Especie	Calidad de planta [¶]		
	B = Baja	M = Media	A = Alta
DC [†] (mm)			
<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb. ex Schltdl.	-	-	≥ 4
<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	-	-	≥ 4
<i>Pinus greggii</i> Engelm. ex Parl.	-	-	≥ 4
<i>Pinus hartwegii</i> Lindl.	-	-	≥ 4
<i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.	-	-	≥ 4
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	-	-	≥ 4
Alt [†] (cm)			
<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb. ex Schltdl.	20	-	30
<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	15	-	25
<i>Pinus greggii</i> Engelm. ex Parl.	25	-	30
<i>Pinus hartwegii</i> Lindl.	N/A	N/A	N/A
<i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.	20	-	25
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	25	-	30
IE [†]	≥ 8.0	(8.0 a 6.0)	< 6.0
BSA/BSR [‡]	> 2.5	(2.0 a 2.5)	< 2.0
ICD [‡]	< 0.2	(0.2 a 0.5)	> 0.5

¶B = Plantas que presentan dos o más valores de calidad B, plantas que tendrán baja supervivencia y reducido desarrollo en los sitios de plantación; M = Acepta hasta tres valores de calidad M y una variable con calificación de calidad B; A = Plantas con mínima presencia de características indeseables, y que puede aceptar hasta dos valores con calidad M, pero en ningún caso valores con calidad B (Rodríguez-Ortiz *et al.*, 2020); [†] = Norma Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016 (Secretaría de Economía, 2016); [‡] = Intervalos de calidad (Rodríguez-Ortiz *et al.*, 2020).

En cuanto al DC, todas las especies, a excepción de *P. ayacahuite*, registraron valores superiores a los que se indican en la NMX-AA-170-SCFI-2016 (Secretaría de Economía, 2016), por lo que se consideraron de alta calidad; en particular, *P. hartwegii* fue el mejor de todos, ya que excedió en más del doble el valor señalado en la Norma (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores promedio de tallas y calidades de planta de seis especies de pino producidas en el Vivero Forestal Héroes Bicentenario.

Especie	DC[¶]	Alt	IE	BSA/BSR	ICD
<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb. ex Schltldl.	3.7	16.2	4.4	1.9	0.9
<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	4.6	15.9	3.5	1.5	1.1
<i>Pinus greggii</i> Engelm. ex Parl.	5.0	36.5	7.5	4.6	0.7
<i>Pinus hartwegii</i> Lindl.	9.2	18.4	2.0	2.6	2.2
<i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltldl. & Cham.	-	28.4	3.8	5.0	0.9
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	4.8	20.7	4.4	8.3	0.5

[¶]DC = Diámetro del cuello (mm); Alt = Altura (cm); IE = Índice de esbeltez; BSA = Biomasa seca aérea; BSR = Biomasa seca de la raíz; ICD = Índice de Calidad de *Dickson*.

Los resultados sugirieron que cinco especies de pino evaluadas tuvieron potencial para establecerse en campo, puesto que las dimensiones del diámetro indican sistemas radicales bien desarrollados, resistencia a daños físicos, torceduras, tolerancia a los causados por animales y a las altas temperaturas en la superficie del suelo (Mexal y Landis, 1990; Birchler *et al.*, 1998; Muñoz *et al.*, 2015).

Al comparar la producción de estas pináceas con la registrada en otros viveros, se aprecia su superioridad; por ejemplo, en *P. greggii* y *P. pseudostrobus* se consigna una calidad media [3.5 y 3.4 mm, respectivamente] (Rueda *et al.*, 2012).

Con relación a la Alt, *P. greggii* y *P. leiophylla* estuvieron por arriba del valor sugerido en la Norma, *P. cembroides* presentó valores dentro del intervalo propuesto; no obstante, *P. ayacahuite* y *P. pseudostrobus* tuvieron una altura menor a la aconsejable (Cuadro 2). Para *P. hartwegii* en la NMX-AA-170-SCFI-2016 no se incluyen un valor máximo ni uno mínimo, por ser una especie cespitosa; sin embargo, el registro que se obtuvo fue, considerablemente, mayor al documentado por Bernaola-Paucar *et al.* (2015) (4.3 cm) en árboles de 12 meses de edad.

En general, la altura en los pinos es una variable que tiene poco valor como indicador de calidad, e incluso no se correlaciona, o lo hace de forma negativa con la supervivencia en campo (Birchler *et al.*, 1998). Aunque, esta característica combinada con otras variables, como el diámetro del cuello (Índice de Esbeltez), adquiere mayor importancia.

Para el IE todas las especies, a excepción de *P. greggii* presentaron un valor menor a seis (Cuadro 2), lo que indica que las plantas son más robustas, de mejor calidad, que pueden mostrar resistencia al maltrato por efecto de las maniobras de traslado al sitio de plantación, a la desecación por el viento, daños por heladas y tienen más posibilidades de supervivencia y crecimiento en sitios con limitaciones de agua (Haase, 2008; Escobar-Alonso y Rodríguez, 2019). Para el caso de *P. greggii*, se observó un crecimiento excesivo en altura (36.5 cm), a pesar de que su diámetro correspondió con la NMX-AA-170-SCFI-2016 (>4 cm); esta relación se mejoraría con una menor densidad en la cama de crecimiento durante la fase de producción en el vivero, o con la aplicación de poda a la parte aérea previo a su salida a campo (Muñoz *et al.*, 2015).

En la relación BSA/BSR, *P. cembroides*, *P. ayacahuite* y *P. hartwegii* registraron las proporciones más bajas (Cuadro 2); ello indicó alta calidad, por un buen balance

entre la biomasa de la parte aérea y la raíz (Haase, 2008), así como mayores posibilidades de éxito al plantarse en sitios con baja precipitación (Thompson, 1985).

En cambio *P. pseudostrobus*, *P. leiophylla* y *P. greggii* tuvieron las relaciones más altas (Cuadro 2), lo que sugirió que deben plantarse en sitios donde no haya problemas de disponibilidad de agua; porque al tener una estructura radical poco desarrollada, será limitada su capacidad de absorción de nutrientes y agua para abastecer las necesidades de la parte aérea (o de la planta) (Escobar-Alonso y Rodríguez, 2019). Esto puede conducir a estrés por falta de humedad en sitios secos antes de que se establezcan las raíces, y con ello ocurra el abastecimiento de agua y nutrimentos a la parte aérea de la planta.

Para el ICD, *P. hartwegii* presentó el mayor valor; mientras que, a *P. greggii* y *P. pseudostrobus* les correspondieron los menores; *P. cembroides*, *P. ayacahuite*, y *P. leiophylla* tuvieron valores intermedios. Se determinó que todas las especies, salvo *P. pseudostrobus*, evidencian alta calidad, ya que su ICD fue > 0.5 (Rodríguez-Ortiz *et al.*, 2020).

Al conjuntar los valores de las diferentes variables evaluadas, cuatro especies: *P. hartwegii*, *P. cembroides*, *P. leiophylla* y *P. ayacahuite* presentaron la mayor calidad de planta, con lo cual se puede predecir que tendrán mayores posibilidades de desarrollo, si se establecen en sitios cuyas condiciones son desfavorables para estas.

Parte del éxito de la reforestación de áreas degradadas reside en la utilización de plantas de calidad, con características morfológicas que les permitan sobrevivir y crecer, aun en sitios no idóneos. Sin embargo, el uso de los valores de referencia, así como la evaluación de los atributos morfológicos de las especies producidas en vivero, todavía son limitados en el país (Rueda *et al.*, 2014). Los resultados del presente trabajo mostraron que *P. cembroides* y *P. greggii* tienen calidad de planta alta; *P. ayacahuite*, calidad baja; *P. hartwegii*, *P. leiophylla* y *P. pseudostrobus*, calidad media. Esta información es clave para analizar la sobrevivencia que se obtendrá en campo, en función de las características de cada sitio, y permitirá tomar decisiones oportunas en la gestión forestal de las áreas de reforestación en las que se destinen los lotes de producción de planta de las especies evaluadas.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al INIFAP por financiar este trabajo a través del proyecto fiscal N°2-1.6-1175934783-F-M.2-1 "Incremento de sobrevivencia y crecimiento inicial en plantaciones forestales con fines de recuperación, mediante la aplicación de antitranspirantes, en especies del género *Pinus*", y a la Protectora de Bosques del Estado de México (Probosque) por haber proporcionado las plantas de las seis especies para realizar la evaluación de calidad de planta.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución por autor

Tomás Pineda Ojeda: planeación de la investigación, supervisión de trabajos, estructuración y redacción del manuscrito; Eulogio Flores Ayala: evaluación de variables, redacción y discusión del manuscrito; Andrés Flores: análisis de la información y redacción del manuscrito; Enrique Buendía Rodríguez: planeación del trabajo y evaluación de variables; Vidal Guerra de la Cruz: supervisión de trabajos, evaluación de variables; Fabián Islas Gutiérrez: evaluación de variables.

Referencias

Bernaola-Paucar, R. M., E. Pimienta B., P. Gutiérrez G., V. M. Ordaz C., G. Alejo S., G. y E. Salcedo P. 2015. Efecto del volumen del contenedor en la calidad y supervivencia de *Pinus hartwegii* Lindl. en sistema doble-trasplante. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 6(28): 174–187. Doi: 10.29298/rmcf.v6i28.275.

Birchler, T., R. W. 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): 109–121.

<https://recyt.fecyt.es/index.php/IA/article/view/2806> (17 de junio de 2020).

Dickson A., A. L. Leaf and J. F. Hosner. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling in nurseries. *The Forestry Chronicle* 36(1): 10-13.

<http://pubs.cif.ifc.org/doi/pdf/10.5558/tfc36010-1> (17 de junio de 2020).

Escobar-Alonso, S. y D. A. Rodríguez T. 2019. Estado del arte en la investigación sobre calidad de planta del género *Pinus* en México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 10(55): 4–38. Doi: 10.29298/rmcf.v10i55.558.

Haase, D. L. 2008. Understanding forest seedlings quality: Measurements and interpretation. *Tree Planter's Notes*, 52 (2): 24-30.

http://forestseedlingnetwork.com/media/15912/Understanding_Forest_Seedling_Quality_-_Measurements_and_Interpretation.pdf (17 de junio de 2020).

Mexal, J. G. and T. D. Landis. 1990. Target seedling concepts: height and diameter. *In*: Rose, R., S. J. Campbell and T. D. Landis (eds.). Target seedling symposium: proceedings, combined meeting of the western forest nursery associations. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Fort Collins, CO, USA. pp. 17–35.

Muñoz F., H. J., J. T. Sáenz R., V. M. Coria A., J. de J. García M., J. Hernández R. y G. E. Manzanilla Q. 2015. Calidad de planta en el vivero forestal La Dieta, Municipio Zitácuro, Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(27): 72–89. Doi: 10.29298/rmcf.v6i27.282.

Rodríguez-Ortiz, G., R. D. Aragón-Peralta, J. R. Enríquez-del Valle, A. Hernández-Hernández, W. Santiago-García y G. V. Campos-Angeles. 2020. Calidad de plántula de progenies selectas de *Pinus pseudostrobus* Lindl. var. *oaxacana* del sur de México. *Interciencia* 45(2): 96–101.

https://www.researchgate.net/publication/339750861_Calidad_de_plantula_de_progenies_selectas_de_Pinus_pseudostrobus_Lindl_var_oaxacana_del_sur_de_Mexico (17 de junio de 2020).

Rose, R., C. William and P. Morgan. 1990. The target seedling concept. *In*: Rose R., S. J. Campbell and T. D. Landis (eds.). Target seedling symposium: proceedings, combined meeting of the western forest nursery associations. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Fort Collins, CO, USA pp. 1–8.

Rueda S., A., J. de D. Benavides S., J. Á. Prieto R., J. T. Sáenz R., G. Orozco G. y A. Molina C. 2012. Calidad de planta producida en los viveros forestales de Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 3(14): 69–82. Doi: 10.29298/rmcf.v5i22.350.

Rueda S., A., J. de D. Benavides S., T. Sáenz R., H. J. Muñoz F., J. Á. Prieto R. y G. Orozco G. 2014. Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 5(22): 58–72. Doi: 10.29298/rmcf.v5i22.350.

Secretaría de Economía. 2016. Norma Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016. Certificación de la operación de viveros forestales. [http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/10 Material de Consulta/Normatividad Vigente/NMX-AA-170-SCFI-2016.pdf](http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/10_Material_de_Consulta/Normatividad_Vigente/NMX-AA-170-SCFI-2016.pdf) (13 de junio de 2020).

Thompson, B. E. 1985. Seedling morphological evaluation. What can you tell by looking? *In*: Duryea, M. L. (Ed.). Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major tests. Oregon State University. Corvallis, OR, USA. pp. 59–71.



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.