



Indicadores morfológicos de la calidad de cinco especies forestales producidos en vivero

Morphological indicators of the quality of five forest species produced in nurseries

Rosario M. Bernaola-Paucar^{1, *}; Gelly Clemente Archi²; Melina Luz Vilcapoma Paliza²

¹ Facultad de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, Universidad Amazónica de Madre de Dios. Puerto Maldonado, Madre de Dios, Perú.

² Estación Experimental Agraria Santa Ana, Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria, Huancayo, Junín 12007, Perú.

ORCID de los autores

R. M. Bernaola-Paucar: <https://orcid.org/0000-0003-0397-3898>

G. Clemente Archi: <https://orcid.org/0000-0003-2788-0418>

M. L. Vilcapoma Paliza: <https://orcid.org/0000-0002-4632-7207>

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar los indicadores morfológicos en vivero de cinco especies forestales (*Pinus radiata*, *Alnus acuminata*, *Escallonia resinosa*, *Buddleja coriacea* y *Polylepis incana*), en el vivero forestal de la estación experimental agraria "Santa Ana". Las plántulas fueron producidas durante siete meses en vivero siguiendo los protocolos establecidos en el vivero forestal de la Estación Experimental Agraria "Santa Ana", las variables morfológicas e índices de calidad de los plantones se analizaron mediante un diseño unifactorial. Los resultados presentaron un efecto significativo ($P \leq 0,05$) entre todas las variables evaluados. Además, la *Buddleja coriacea* presentó un mayor desarrollo en la altura, volumen foliar y peso seco foliar en comparación con las otras especies forestales, mientras el pino presentó un menor desarrollo en altura y diámetro. Los mejores valores de índice de Dickson, índice de contenedor raíz e el índice de robustez, se presentó en el quinal y el pino. Considerando que el índice de calidad predice en mayor exactitud el éxito de la plantación en campo.

Palabras clave: *Pinus radiata*; *Alnus acuminata*; *Escallonia resinosa*; *Buddleja coriacea*; *Polylepis incana*.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the morphological indicators in the nursery of five forest species (*Pinus radiata*, *Alnus acuminata*, *Escallonia resinosa*, *Buddleja coriacea* and *Polylepis incana*), in the forest nursery of the E.E.A. "Santa Ana". The seedlings were produced for seven months in a nursery following the protocols established in the forest nursery of the E.E.A. "Santa Ana", the morphological variables and quality indices of the seedlings were analyzed using a single-factor design. The results presented a significant effect ($P \leq 0.05$) among all the variables evaluated. In addition, *Buddleja coriacea* presented a greater development in height, leaf volume and leaf dry weight compared to the other forest species, while pine presented a lower development in height and diameter. The best values of the Dickson index, root container index and the robustness index, were presented in quinal and pine. Considering that the quality index predicts with greater accuracy the success of the plantation in the field.

Keywords: *Pinus radiata*; *Alnus acuminata*; *Escallonia resinosa*; *Buddleja coriacea*; *Polylepis incana*.

1. Introducción

La calidad de planta está relacionada con la capacidad que tienen las plantas en adaptarse y desarrollarse a las condiciones climáticas y edáficas del sitio de plantación, esto depende el tipo y tamaño de contenedor, sustrato usado, fertilización aplicada, precondicionamiento aplicado, afectan de manera significativamente la calidad de la especie (Bernaola-Paucar et al., 2021; Prieto et al., 2018;). Por otro lado, Ramírez y Rodríguez (2004) consideran a la calidad de la planta en términos de las características morfológicas y fisiológicas que se logran con la aplicación de diversos tratamientos durante su producción en vivero. Sin embargo, la calidad de una planta la determina su capacidad para desarrollarse adecuadamente una vez plantada y condicionada por su origen genético y por las fases de producción, desde la colecta de semilla y la germinación hasta su establecimiento en una plantación (Robles et al., 2017; Prieto et al., 2018). Por ello, el viverista debe procurar alcanzar atributos morfológicos que ideales a fin de obtener un planto de buena calidad y en campo un alto porcentaje de supervivencia (Bernaola et al., 2021; Pineda et al., 2020).

El *Pinus radiata* se reproduce por semillas, es de rápido crecimiento y es una especie exótica que tiene una distribución entre los 400 a 3700 msnm (Escobar-Alonso, & Rodríguez, 2019; Limache, 1985). Mientras las demás especies de ecosistemas andinas: El *Alnus acuminata* se reproduce por semillas y estacas, el crecimiento en sustrato compuesto (tierra negra, tierra agrícola, turba y ceniza) alcanza unos 17 cm de altura en 6 meses, se distribuye entre los 400 y los 3 800 msnm, mientras la *Escallonia resinosa* se reproduce por semillas y estacas, tiene distribución altitudinal oscila entre 1500 y 3800 msnm, la *Buddleja coriacea* se reproduce por medio de semillas, acodos y esquejes, en Tintaya-Cusco se han registrado crecimientos en vivero de 60 cm de altura en 5 meses en plántula instaladas bajo protección (empircados o guarecidas en recodos del terreno), tiene una distribución altitudinal oscila entre los 2300 a 4100 msnm y finalmente el *Polylepis incana* se reproduce por semillas y estacas, se desarrollan en altitudes entre 1 800 a 5 000 msnm (Reynel y Marcelo, 2009).

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la calidad morfológica de cinco especies forestales (*Pinus radiata*, *Alnus acuminata*, *Escallonia resinosa*, *Buddleja coriacea* y *Polylepis incana*),

en el vivero forestal de la estación experimental agraria "Santa Ana". Por lo mencionado, surge la necesidad de evaluar la calidad de planta de las especies forestales y predecir su porcentaje de supervivencia en campo.

2. Material y métodos

Área de estudio

El presente experimento se realizó en el "Vivero Forestal de la EEA "Santa Ana", ubicado en el anexo de Hualahoyo-Saños Grande, Tambo, Junín, Perú; a 3295 msnm de altitud, clima sub-húmedo templado, con humedad relativa promedio anual de 67,00 mm, con temperaturas promedio anual de 4,05 – 20,23 °C y una precipitación anual de 813,20 mm (SENAMHI y INIA, 2020).

Materiales

Se produjeron cinco especies forestales: *Pinus radiata* (pino), *Alnus acuminata* (aliso), *Escallonia resinosa* (chachacomo), *Buddleja coriacea* (colle) y *Polylepis incana* (quinual), en bolsas de 9" x 5", los cuales fueron cultivados siguiendo los protocolos establecidos vivero durante 7 meses (octubre del 2019 a abril del 2020), con sustrato preparado a base de tierra negra y solo para la producción del pino se agregó al sustrato un 30% de arena.

Caracterización de plantas

Se realizó una caracterización química de los sustratos utilizados en laboratorio de suelos de la Estación Experimental Agraria "Santa Ana" (tabla 4).

En el mes de mayo del 2020 se evaluó mediante un diseño experimental completamente al azar, las variables morfológicas de 10 plantas por cada especie:

Altura (cm), se medirá con una regla graduada, desde el cuello de la raíz hasta la yema de la planta.

Diámetro del cuello de la raíz (mm), se obtendrá con un vernier digital con precisión hasta décimas de milímetros.

Biomasa en húmedo y en seco de la parte aérea (g), se separarán ambas partes con unas tijeras de podar y el peso se determinará con una balanza analítica. Primero se registrará el peso en húmedo y posteriormente se colocarán dentro de bolsas de papel estraza en una estufa de secado, durante 72 horas a 70 °C y finalmente se evaluará el peso en seco de cada parte de la planta.

Con los datos obtenidos se calculó el índice de Dickson (IQ) que es la relación entre la altura, diámetro, peso seco y peso fresco, el índice de robustez (IR) relaciona la altura de planta con el diámetro cuello de raíz, el índice de contenedor raíz (ICR) relaciona el volumen de contenedor y volumen radicular, y finalmente el índice tallo raíz (ITR) es la relación entre peso seco de la parte aérea entre peso seco radical (Dickson et al., 1960; Bernaola et al., 2015).

Caracterización del sustrato

Se realizó caracterización química de los sustratos utilizados en laboratorio de suelos de la Estación Experimental Agraria "Santa Ana" (Tabla 1).

Tabla 1

Caracterización física y química del sustrato en vivero

| Caracterización del sustrato a base de tierra negra (100%) | | | | |
|---|--------|-------|---------|---------|
| pH | MO (%) | N (%) | P (ppm) | K (ppm) |
| 5,6 | 16,9 | 0,84 | 15,4 | 122 |
| Caracterización del sustrato a base de tierra negra (70%) y arena (30%) | | | | |
| pH | MO (%) | N (%) | P (ppm) | K (ppm) |
| 7 | 6,06 | 0,30 | 28,90 | 305 |

*Materia orgánica (MO), Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K).

Análisis estadístico

Los datos se organizaron en el Programa Excel de Microsoft office 2007 y se les paso una prueba de normalidad (Estadístico W de Shapiro-Wilk). Posteriormente los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) siguiendo el modelo unifactorial en el software R, versión 3.6.3. (P -valor $\leq 0,05$).

3. Resultados y discusión

El análisis de varianza de todas las variables evaluados fue estadísticamente significativo ($p \leq 0,05$), lo cual se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

p -valor del análisis de varianza de las variables evaluados en cinco especies evaluados en vivero

| Variables | p -valor |
|------------------------------------|------------|
| Altura (cm) | 0,00* |
| Diámetro (mm) | 0,00* |
| Volumen aéreo (cm ³) | 0,00* |
| Peso seco aéreo (g) | 0,00* |
| Volumen radical (cm ³) | 0,02* |
| Peso seco radical (g) | 0,02* |

En la Figura 1 se muestra un mayor desarrollo de altura (97,75 cm), volumen foliar (70,5 ml) y peso seco foliar (23,91 g) en la producción del colle, en este sentido García (2013), mencionan que la *B. coriacea* alcanzó una mayor altura (24,27 cm) a los 4 meses después de haber sido repicados en un sustrato compuesto (bokashi de estiércol, arena y turba). Esto se debe a una mayor disponibilidad de nutrientes que aporta el sustrato. Se recomienda alturas mayores a 15 cm en especies de crecimiento cespitoso (Prieto et al., 2009).

En la Figura 1 se muestra el crecimiento del diámetro fue mayor en la producción del chachacomo y quinal (9,8 mm y 9,7 mm respectivamente), los plantones con diámetros mayores a 5 mm son más resistentes al doblamiento y toleran mejor al daño por plagas y fauna, aunque esto varía con la especie (Prieto et al., 2009), al respecto Mexal & Landis (1990) mencionan que los diámetros entre 5 y 6 mm logran tasas de supervivencia superiores al 80%. Además, el mayor desarrollo en el volumen radical y peso seco radical se dio en las especies de aliso, chachacomo y colle. Mientras Villar-Salvador et al. (2004) mencionan que en *Quercus ilex* Lam., se presentó un mayor desarrollo de la biomasa radical en condiciones de riego continuo durante la etapa de precondicionamiento. Algunos autores señalan que un mayor volumen de contenedor permite un mayor desarrollo radical, tanto en el peso seco de la raíz como en el de la parte aérea, así como una mayor altura de la planta, sin que se afecte la relación parte aérea/raíz (Bernaola et al., 2015).

En la Figura 2 se muestra en el quinal presentó el mayor índice de Dickson (2,29), considerando que todas las especies evaluadas presentaron valores de índices superiores a 0,5 (Dickson et al., 1960). Estos bajos valores se comparan con los obtenidos por Sánchez et al. (2008) de 0,17 a 0,30. Los resultados obtenidos son lógicos puesto que refleja un mayor equilibrio en el crecimiento de la altura, diámetro, peso seco y peso fresco (Figura 1).

El mayor índice de contenedor raíz se presentó el quinal y el pino (155 y 142, respectivamente), Bernaola et al. (2015), reportaron ITR de 68 y 284,64 en *Pinus hartwegii*, obteniendo un porcentaje de supervivencia a los 12 meses en campo un porcentaje de supervivencia del 43% y 96%, respectivamente.

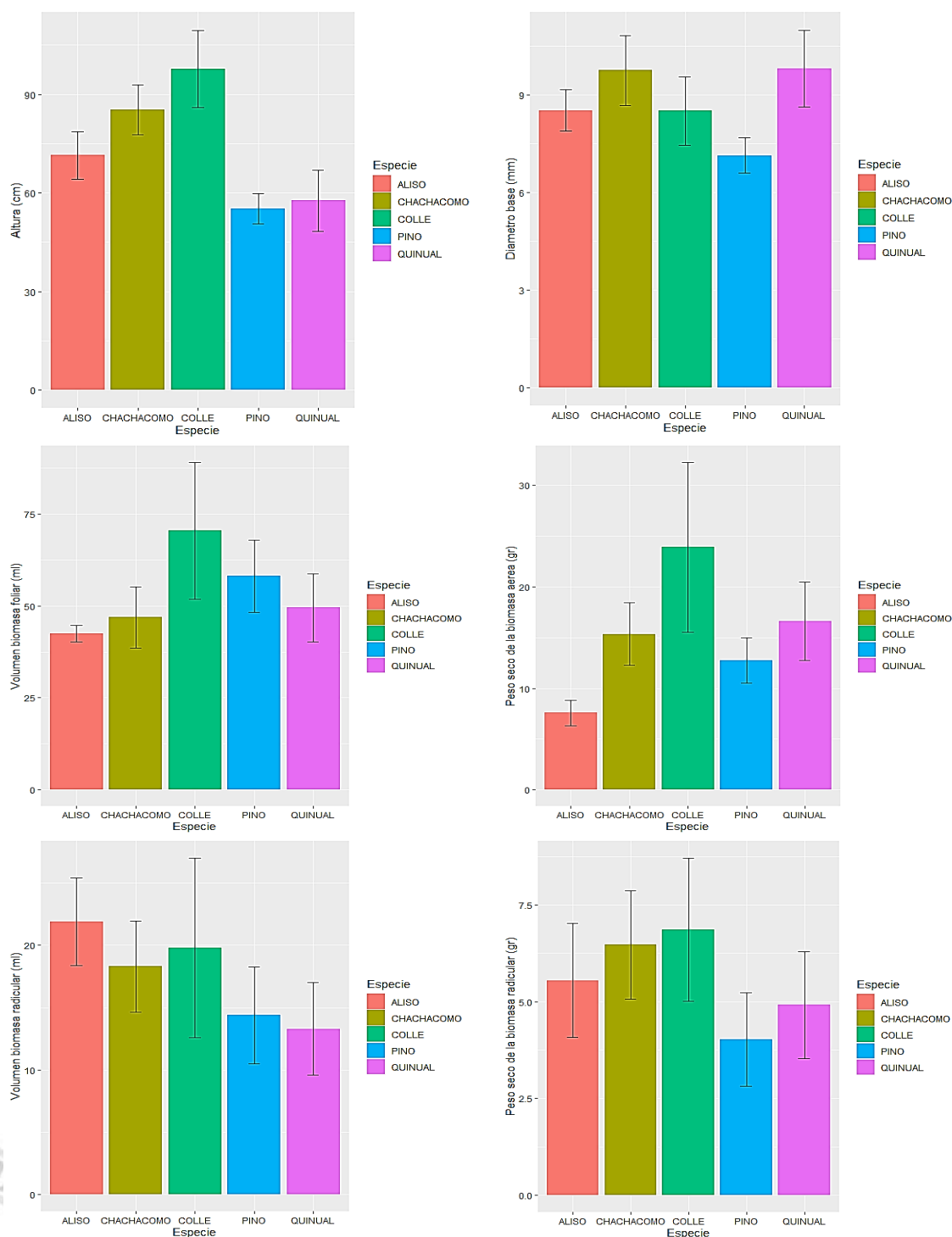


Figura 1. Evaluación del diámetro base, altura, volumen de biomasa foliar y peso seco de la biomasa aérea de cinco especies forestales en vivero. P -valor $\leq 0,05$.

Mientras el quinal y el pino presentaron una calidad media los plántones (0,05 y 1,30 respectivamente) según el índice de robustez, para especies latifoliadas y coníferas de buena calidad recomiendan un IR menor a seis (Sáenz et al., 2010). Finalmente, el aliso y el chachacomo presentaron el mejor índice tallo raíz (1,47 y 2,47, respectivamente), donde se evidencia un balance adecuado entre el peso seco aéreo y el peso seco

radical (PSA/PSR ≈ 1), por lo que se recomienda que este índice no debe exceder a 2,5, en especial cuando las plantas se van a llevar a sitios con escasa precipitación (Thompson, 1985). Los índices morfológicos de calidad de las especies forestales son atributos morfológicos ideales para obtener en campo un alto porcentaje de supervivencia (Bernaola et al., 2021; Pineda et al., 2020).

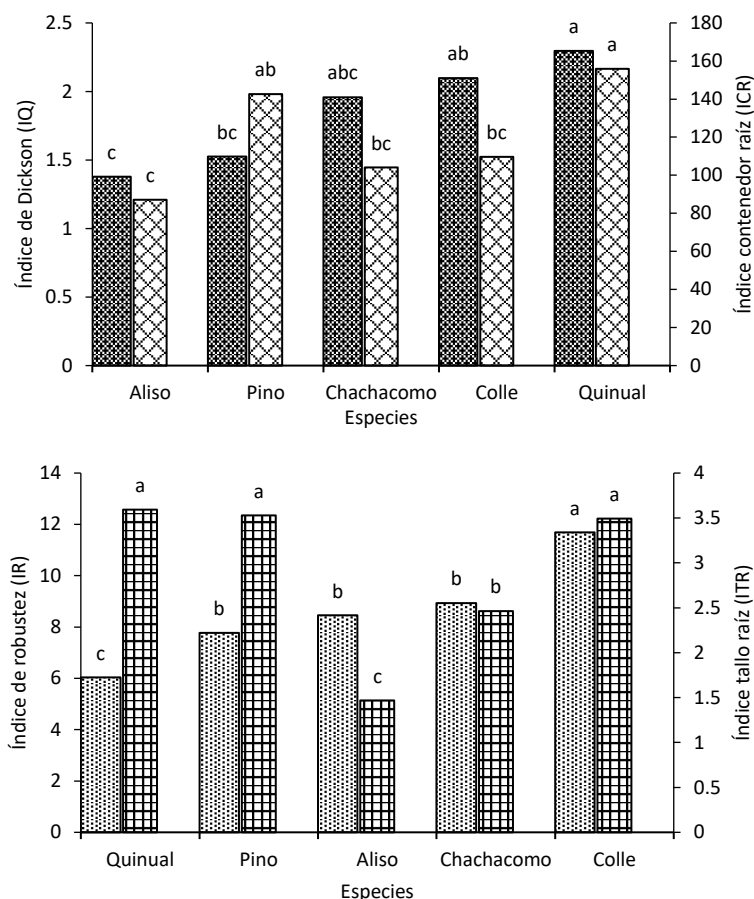


Figura 5. Índices de calidad de cinco especies forestales en vivero, P -valor $\leq 0,05$. (*) Significancia con un nivel de confianza del 95.0%, LSD (Promedio \pm SD).

4. Conclusiones

En conclusión, la *Buddleja coriácea* presentó un mayor desarrollo en la altura, volumen foliar y peso seco foliar en comparación con las otras especies forestales, mientras el pino presentó un menor desarrollo en altura y diámetro. El quinual y el pino, presentaron los mejores índices (índice de Dickson, índice de contenedor raíz e el índice de robustez), por ello se considera que alcanzaran una supervivencia mayor al 50%. Pero, se sugiere continuar con la evaluación en campo, a fin de identificar que índice de calidad que predice en mayor exactitud el éxito de la plantación en campo según cada especie.

Agradecimientos

A INIA Santa Ana, por el apoyo para la realización de la presente investigación y a todo el personal por las facilidades brindadas.

Referencias bibliográficas

Bernaola-Paucar, R., Pimienta, E., Gutiérrez, P., Ordaz, V., Alejo, G., & Salcedo, E. (2015). Volumen del contenedor en calidad y supervivencia de *Pinus hartwegii* Lindl en sistema doble-trasplante. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 6(28), 174-187.

Bernaola-Paucar, R., Zanabria, Y., & Clemente, G. (2021). Efecto del poliácido de sodio (PANa) en la fase de precondicionamiento del *Pinus radiata* en vivero. *Agroindustrial Science*, 11(2), 135-139.

Dickson, A., Leaf, A. & Hosner, J. (1960). Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forest Chronicle*, 36, 10-13.

Duryea, M. (1985). Evaluating seedling quality: importance to reforestation. In: Duryea, M. L. (ed.) *Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests*. Corvallis, OR, USA. pp. 1-4.

Escobar-Alonso, S. & Rodríguez, D. (2019). State of the art of the research on seedling quality of the genus *Pinus* in Mexico. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 10(55), 1-38.

García Chura, T. (2013). *Evaluación de tres tipos de sustrato y dos dosis de purín en la primera fase de desarrollo en *Kiswara (Buddleja coriácea)* en Achocalla*, La Paz. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 111p.

Limache, A. (1985). *Ensayo de micorrización de *Pinus radiata* D. Don en los viveros forestales del Dpto. de Cuzco*. Tesis Ing. For. UNCP. Huancayo-Perú.

Landis, T., Tinus, R., McDonald, S. & Barnett, J. (1990). *Containers and growing media*, Vol. 2, The container tree nursery manual. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 88p.

Mexal, J. & Landis, T. (1990). Target seedling concepts: height and diameter. In: Rose, R., S. J. Campbell and T. D. Landis (eds.). Target seedling symposium: Proceedings of the combined meeting of the Western Forest nursery associations. USDA Forest Service. Roseburg, OR, USA. GTR: RM-200. pp. 17-34.

Pineda, T., Flores A., Flores-Ayala, E., Buendía-Rodríguez, E., & Guerra-De la Cruz, V. (2020). *Indicadores morfológicos de calidad de especies de pino, y su implicación en la mitigación de*

- zonas degradadas. I^o Congreso Nacional Mitigación del daño Ambiental en el Sector Agropecuario y Forestal de Mexico. Vol 1. Núm. 1. ISSN 2448-7449.
- Prieto, J., García, J., Mejía, J., Huchin, S. & Aguilar, J. (2009). Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frío. Publicación Especial Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, Dgo. México. 47 p.
- Prieto R., J. Á., Duarte, A., Goche, J. R., González, M. M., & Pulgarín, M. A. (2018). Supervivencia y crecimiento de dos especies forestales, con base en la morfología inicial al plantarse. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(47), 151–168.
- Ramírez, A., & Rodríguez, D. (2004). Efecto de la calidad de planta, exposición y micrositio en una plantación de *Quercus rugosa*. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 10(1), 5-11.
- Reynel, C. & Marcelo, J. (2009). Árboles de los ecosistemas forestales andinos, Manual de identificación de especies. Serie Investigación y sistematización N° 9. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERACION, Lima.
- Robles, V. F., Rodríguez, T., & Villanueva, M. (2017). Calidad de planta y supervivencia en reforestación de *Pinus montezumae* Lamb. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 8(42), 55–76.
- Sáenz, J., Villaseñor, F., Muñoz, H., Rueda, A., & Prieto, J. (2010). Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Mich., México. Folleto Técnico Núm. 17. 48 p.
- Sánchez, T., Aldrete, A., Cetina, V., & López, J. (2008). Caracterización de medios de crecimiento compuestos por corteza de pino y aserrín. *Madera y Bosques*, 14(2), 41-49.
- Scmidt-Vogt, H. (1980). Characterization of plant material. IUFRO Meeting. S1.05-04. In Röhring E, Gussone HA. Waldbau. Zweiter band. Sechste Auflage, Neubearbeitet. Hamburg und Berlin, 1990. 314 p.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) & INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2020). Reporte diario de los datos meteorológicos de la EEA "Santa Ana" – Hualahoyo – Saños grande. Ubicado en la latitud 12°0'15" y la longitud de 75°13'15". Tambo, Junin, Perú.
- Thompson, B. (1985). Seedling morphological evaluation- what you can tell by looking In: Duryea, M. L. (eds.). Proceedings: Evaluation seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of mayor test. Oregon State University. Corvallis, OR, USA. pp. 59-71.
- Villar-Salvador, P., Planelles, R., Oliet, J., Peñuelas-Rubira, J., Jacobs, D. & González, M. (2004). Drought tolerance and transplanting performance of holm oak (*Quercus ilex* L.) seedlings after drought hardening in the nursery. *Tree Physiology*, 24, 1147-1155.

