

DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i49.156>

Artículo

## **Sustratos orgánicos en la germinación y crecimiento de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Roezl) Shaw en vivero**

### **Organic substrates in germination and growth of *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Roezl) Shaw at the nursery**

Bernardo López López<sup>1\*</sup>, Paula Gálvez Arce<sup>1</sup>, Beatriz Calleja Peláez<sup>2</sup>, Jorge Méndez González<sup>3</sup> y Juan Manuel Ríos Camey<sup>2</sup>

#### **Abstract:**

In the Region Mountain of *Guerrero*, access to commercial substrates is limited and expensive, so it is pertinent to generate alternatives in the production of seedlings with local materials that complement the forest soil. The present study evaluates the effect of three organic components —forest soil (fs), vermicompost (vc) and compost (cp)— on the nursery germination and growth of *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, in the locality known as *Plan de Guadalupe, Tlacoapa, Guerrero*. The seeds were sown in expanded polystyrene trays of 77 cavities, distributed on tables of racks under a fully random design with four treatments (T1, T2, T3 and T4) and a control (CT) with four repetitions. The evaluated variables were: germination percentage (%), germination in time (days), basal diameter of the stem (mm) and height of the plants (cm). The results of the variance analysis were statistically significant ( $p < 0.05$ ) for all the variables analyzed. To obtain the highest germination of *P. ayacahuite*, the use T1 (50 % fs + 50 % vc) is recommended; however, the maximum growth in diameter, height and slenderness index is attained by using the substrate composed of 50 % fs + 20 % vc + 30 % cp (T4). In conclusion, it is advisable to use different plants at each stage of nursery plant production, so as to ensure a high germination, but also good growth resulting in high quality plants for establishment in the field.

**Keywords:** Compost, development, substrate mix, *Pinus ayacahuite* Ehrenb. ex Schiltl., plant production, forest soil.

#### **Resumen:**

En la región Montaña de Guerrero el acceso a sustratos comerciales es limitado y costoso, por lo que resulta pertinente generar alternativas para la producción de plántulas con materiales locales que complementen a la tierra de monte. En el presente estudio se evaluó el efecto de tres componentes orgánicos: tierra de monte (tm), lombricomposta (lc) y composta (cp) en la germinación y crecimiento de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* en vivero, en la localidad Plan de Guadalupe, Tlacoapa, Guerrero. Las semillas se depositaron en charolas de poliestireno expandido de 77 cavidades, distribuidos sobre mesas portacharolas bajo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y T4) y un testigo (TG) con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación (%), germinación en tiempo (días), diámetro basal del tallo (mm) y altura de las plantas (cm). Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) para todas las variables analizadas. Para obtener la mayor germinación de *P. ayacahuite* se recomienda utilizar el T1 (50 % tm + 50 % lc); no obstante, el crecimiento en diámetro, altura e índice de esbeltez, se obtiene al emplear el sustrato compuesto por 50 % tm + 20 % lc + 30 % cp (T4). En conclusión, es posible usar diferentes sustratos en cada etapa de producción de planta en vivero, para asegurar alta germinación, y un buen crecimiento, lo que resulta en plantas de calidad para su establecimiento en campo.

**Palabras clave:** Composta, desarrollo, mezcla de sustrato, *Pinus ayacahuite* Ehrenb. ex Schiltl., producción de planta, tierra de monte.

Fecha de recepción/Reception date: 12 de diciembre de 2017

Fecha de aceptación/Acceptance date: 2 de agosto de 2018

<sup>1</sup>Universidad Intercultural del Estado de Guerrero. México. correo-e:lopez\_020986@hotmail.com

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

<sup>3</sup>Departamento Forestal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.

## Introducción

El tipo de sustrato utilizado en los viveros es uno de los factores que influyen en la calidad y costo de producción de una planta; por ello, resulta trascendental buscar opciones que reduzcan los costos y garanticen la calidad de planta (Arteaga *et al.*, 2003). Una manera de reducir los costos por el concepto de sustratos es llevar a cabo mezclas de diferentes materiales, que permitan mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Cruz-Crespo *et al.*, 2012).

La lombricomposta es un sustrato orgánico con alto contenido de Nitrógeno, Potasio, Fósforo, Magnesio y micronutrientes (Ruiz, 2011); tiene gran capacidad de mezclarse con el suelo para liberar lentamente los elementos nutritivos y acelerar la producción de planta (Capistran *et al.*, 1999). La composta es un abono que se obtiene por un proceso de descomposición de diferentes productos orgánicos, por lo que sus características físicas y químicas varían (Burés, 1997), pero aporta elementos esenciales para la planta (Hicklenton *et al.*, 2001). En México, la tierra de monte es el sustrato que se emplea con mayor frecuencia en los viveros forestales que utilizan el sistema tradicional (Reyes-Reyes *et al.*, 2005).

*Pinus ayacahuite* Ehrenb. ex Schltl. es una de las especies de coníferas más importantes de México, tanto por su valor ecológico como económico (Munive *et al.*, 2008); lo que ha conllevado a una enorme presión antrópica sobre sus poblaciones (Musálem y Ramírez, 2003). El conocimiento ecológico y silvícola resulta trascendental en los programas de protección, conservación y fomento del taxón (Jasso, 2005).

Los estudios en *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Roezl) Shaw, se centran en la variación de conos y semillas entre poblaciones (Munive *et al.*, 2008); el efecto de la lombricomposta en *Pinus ayacahuite* (Altamirano, 2002).

En relación al empleo de sustratos alternativos, Mateo *et al.* (2011) evaluaron el efecto de diferentes dosis de aserrín en la producción de *Cedrela odorata* L.; Romero-Arenas *et al.* (2013) determinaron la capacidad germinativa en *Pinus patula* Schiede ex Schltl. & Cham. al emplear composta con residuos de cáscara de nuez

(*Juglans regia* L.); y Salleses et al. (2015) probaron composta a base de estiércol de gallina, en la producción de un híbrido de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden × *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

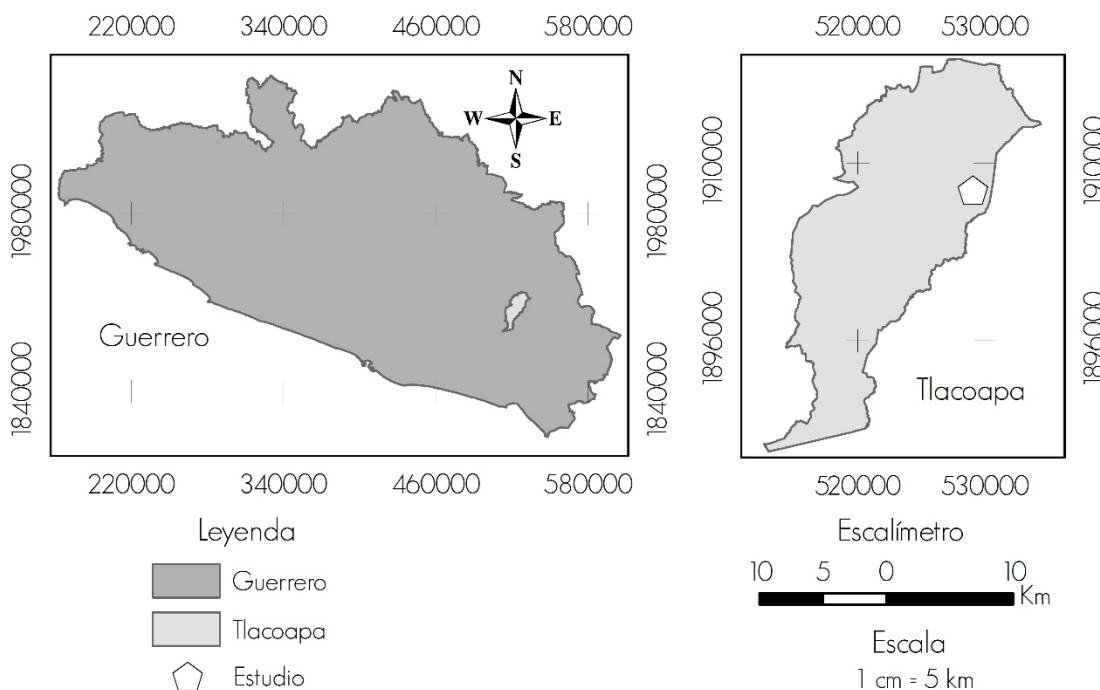
Para el estado de Guerrero y específicamente en la región de la Montaña las poblaciones de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* se reducen a individuos; por ello, se requiere implementar estrategias de reproducción y propagación que garanticen la continuidad de la especie.

Los objetivos de esta investigación fueron: a) evaluar el efecto de diferentes combinaciones de componentes orgánicos en la germinación de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, b) identificar el mejor sustrato que influya en el crecimiento de la especie (altura y diámetro), y c) determinar el Índice de Esbeltez.

## Materiales y Métodos

El experimento se llevó a cabo en el vivero forestal del grupo “Unión Campesina Independiente de Protectores de Bosques”, ubicado en las coordenadas geográficas 17°15'20.98" LN y 98°43'35.18" LO, a una altitud de 1 830 m en la comunidad Plan de Guadalupe, Tlacoapa, Guerrero (Figura 1). El clima corresponde al A(C)w<sub>2</sub>(w), semicálido subhúmedo (INEGI, 2008). El tipo de suelo predominante es Regosol éutrico con textura gruesa (INEGI, 2014). La vegetación corresponde, principalmente, a selva baja caducifolia y bosque de encino-pino (Inegi, 2016).





**Figura 1.** Ubicación del área de estudio.

## Germoplasma y sustrato

El germoplasma de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* se adquirió en el banco de semillas de la Protectora de Bosques del Estado de México (Probosque), cuya procedencia corresponde al paraje La Ciénega, Santa Cruz Pueblo Nuevo, Tenango del Valle, Estado de México, con número de lote: 216104914 GC- 2015 colectada el 3 y 4 de abril 2014. El porcentaje de germinación al salir del banco fue de 93.33 a 99.86 %.

La composta se elaboró con cuatro meses de anticipación, a base de paja, arvenses, estiércol de chivo, hojas verdes y secas; la lombricomposta consistió en estiércol de ganado bovino de un rancho ganadero, ubicado en la ciudad de Tlapa de Comonfort, Guerrero; y la tierra de monte se recolectó en un bosque de pino-encino de Xocoapa, Tlacoapa, Guerrero, ocho días antes de la siembra. Se emplearon contenedores *copperblok* de poliestireno expandible, con 77 cavidades, de 60 cm de largo, 35 cm de ancho y 16 cm de alto, con un volumen de 170 cm<sup>3</sup>.

## Siembra y riego

El sustrato se regó a capacidad de campo 12 horas antes de la siembra, la cual se efectuó el 20 de octubre 2015; para ello, se colocó de forma manual una semilla por cavidad a 1 cm de profundidad (Musálem y Ramírez, 2003). El primer riego se aplicó el día de la siembra, después de la emergencia de la plántula se hizo cada tercer día (Romero-Arenas et al., 2013), con un sistema de aspersión instalado en el vivero.

## Diseño del experimento

El diseño experimental fue completamente al azar, con cuatro tratamientos más un testigo, cada uno con cuatro repeticiones; cada una consistió en una charola de 77 cavidades en la fase germinativa para un total de 20 unidades experimentales. La mezcla por tratamiento se formuló con base en tres componentes: tierra de monte (tm), lombricomposta (lc) y composta (cp); TG (100 % tm); T1 (50 % tm + 50 % lc); T2 (50 % tm + 50 % cp); T3 (50 % tm + 30 % lc + 20 % cp); y T4 (50 % tm + 20 % lc + 30 % cp). En la fase de crecimiento se seleccionaron, de manera aleatoria, 120 plántulas por tratamiento y 30 por charola, se consideró la más baja supervivencia a los 174 días.

## Germinación, crecimiento e Índice de esbeltez

La germinación en *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* tuvo una duración de 30 días, a efecto de llevar un mejor control del experimento se realizaron cuantificaciones periódicas a los 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días. El crecimiento de las plántulas se evaluó el 11 de abril del 2016, a los 174 días de realizada la siembra. La altura se midió con una regla de aluminio ACME DR30 graduada en centímetros (cm) desde el nivel del sustrato hasta el ápice de la plántula; el diámetro se obtuvo desde la base

del tallo con un vernier digital *Mitutoyo CD-6"CSX* en milímetros (mm). El índice de esbeltez se calculó mediante el cociente de la altura en cm entre el diámetro del tallo en mm (Mateo *et al.*, 2011).

## Análisis estadístico

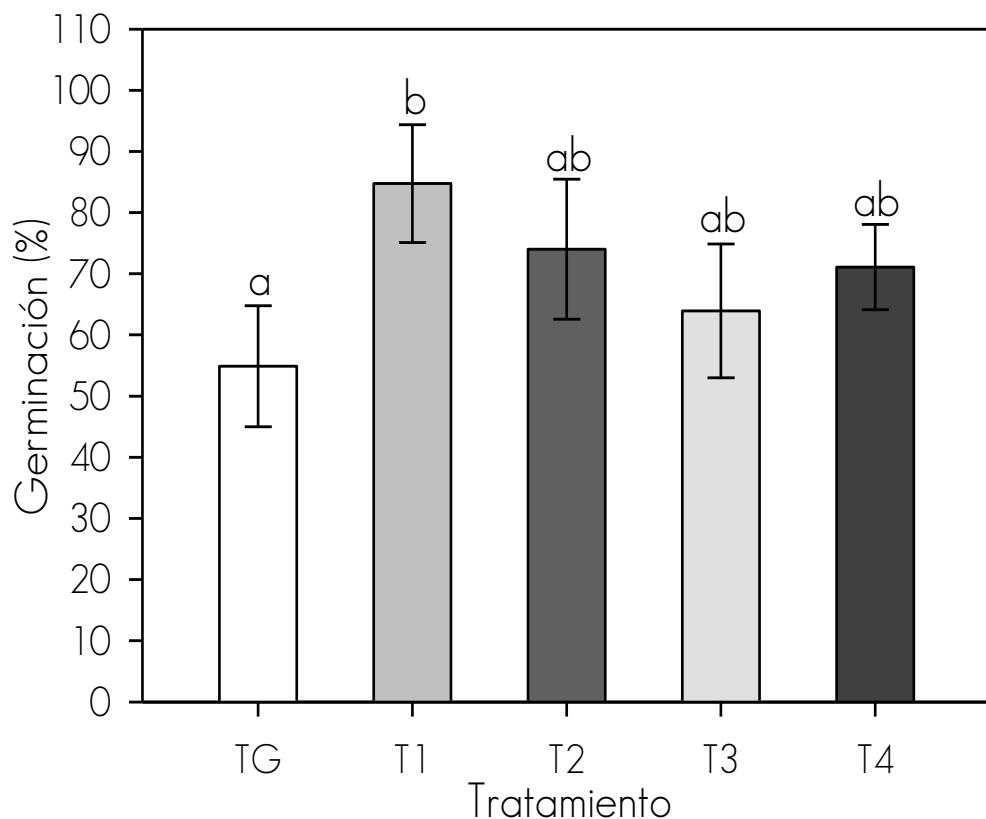
Se hicieron análisis de varianza para las variables germinación (%), diámetro del tallo (mm), altura (cm) e Índice de Esbeltez. Cuando se observaron diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ), se efectuó una comparación de medias de Tukey (Steel y Torrie, 1980). En todos los análisis se usó el programa IBM SPSS Statistics versión 20 (SPSS, 2011).

## Resultados y Discusión

### Germinación

A nivel general, *P. ayacahuite* var. *veitchii* completó su germinación a los 30 días. El análisis de varianza indicó diferencia entre tratamientos  $p = 0.009$  (Cuadro 1). El T1 (50 % tm + 50 % lc) registró la mayor germinación, con 84.73 % (Figura 2); valor similar a lo citado por Villagómez y Carrera (1985), con 80 %. El resultado que registraron Romero-Arenas *et al.* (2013), al emplear 50 % compostada de cáscara de nuez + 25 % de agrolita + 25 % de Vermiculita en la germinación de *Pinus patula* fue de 84.25 %. En contraste, Quiroz *et al.* (2008) obtuvieron 73.2 % de germinación en *Pinus pinea* L., cuando utilizaron corteza de pino compostado.

Por el contrario TG apenas alcanzó 54.70 % de germinación; contrario a lo señalado por Aparicio *et al.* (1999), quienes consignan valores altos de germinación, con 100 % tierra de monte, en *Pinus patula* (92 %), *Pinus montezumae* Lamb. (82 %) y *Pinus pseudostrobus* Lindl. (78.2 %). Para T2 (50 % tierra de monte + 50 % compostada) tuvo 74.03 %, respecto a 95 % de germinación en *Jatropha* spp. (Martíñón y Aragón, 2014).



Las líneas verticales representan la desviación estándar; letras distintas en las barras corresponden a diferencias estadísticas ( $p \leq 0.05$ ).

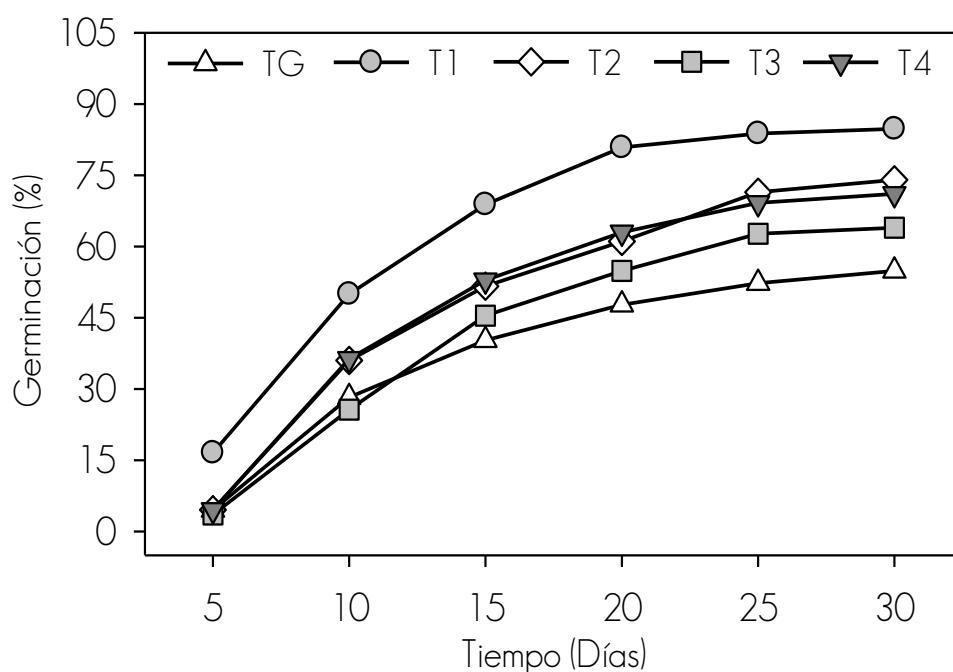
**Figura 2.** Germinación de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Roezl) Shaw a los 30 días.

El análisis de varianza por tiempo indicó diferencias significativas, solamente, a los 5 días ( $p < 0.05$ ), para el resto del tiempo la germinación fue estadísticamente igual (Cuadro 1); y fue muy evidente el mayor porcentaje de germinación en T1 (16.56 %) por arriba de la media de los otros tratamientos, con apenas 6.57 % a los 5 días (Figura 3).

**Cuadro 1.** Resultado del análisis de varianza para la germinación en intervalos de tiempo y en general para *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Roezl) Shaw.

<b>Tiempo</b> <b>(días)</b>	<b>Estadísticos</b>	
	<b>Valor F</b>	<b>P</b>
5	3.531	0.032*
10	1.651	0.213
15	0.950	0.462
20	0.577	0.375
25	1.142	0.375
30	0.897	0.490
General	5.088	0.009*

\* = Significativo ( $p \leq 0.05$ ).



**Figura 3.** Germinación acumulada en *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Roezl) Shaw a los 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días.

Como se aprecia en la Figura 3, a los 10, 15 y 20 días fue el periodo más activo en la fase germinativa; mientras que, a los 25 y 30 se estabiliza y ocurren las últimas germinaciones para completar el proceso en 30 días. Las primeras germinaciones ocurrieron a partir del tercer día, contrario a lo documentado por Villagómez y Carrera (1985), quienes registraron las primeras germinaciones a los 5 y 6 días, para el mismo taxón.

El T1 se mantuvo como el mejor tratamiento en toda la fase del experimento, mientras TG comenzó ligeramente arriba del T3 a los 5 y 10 días, para ser superado a los 15, 20, 25 y 30 días por T3; finalmente, TG terminó por debajo de los demás tratamientos (Figura 3).

### **Diámetro, altura e Índice de Esbeltez**

A nivel general, *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* registró un crecimiento en diámetro de 2.07 mm, una altura de 5.096 cm e Índice de Esbeltez de 1.865; a los 174 días se obtuvieron diferencias entre tratamientos para las tres variables, acorde con el análisis de varianza (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Resultados del análisis de varianza para las variables evaluadas en el crecimiento de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Roezl) Shaw a los 174 días.

<b>Variable</b>	<b>Estadísticos</b>		
	<b>Media</b>	<b>Valor F</b>	<b>P</b>
Diámetro	2.072±0.3672 mm	16.259	< 0.001
Altura	5.096±1.5432 cm	16.092	< 0.001
Índice de Esbeltez	1.865±0.4814	6.031	<0.001

En la prueba de comparación de medias de Tukey destacó T4 con 2.85 mm en diámetro, seguido por T3 con 2.78 mm, mientras que T2, T1 y TG fueron estadísticamente iguales, con apenas 2.71, 2.66 y 2.58 mm, respectivamente (Cuadro 4); los valores en T4 son similares a lo citados por Chávez *et al.* (2014), con 2.9 mm a los 10 meses en *Pinus patula* con un sustrato de corteza de pino compostado; por el contrario, Altamirano (2002), registró el mayor crecimiento (3.46 mm), con 30 % arena de mina + 20 % suelo de bosque + 50 % lombricomposta, a siete meses del trasplante de *Pinus ayacahuite*. Por último, Sáenz *et al.* (2010) indicaron valores de 5.2 a 5.6 mm en ciclos de producción anual (75 % tierra de monte + 25 % composta) para *Pinus ayacahuite*; la diferencia es que en dicha investigación se aplicó fertilización y la producción se realizó en bolsas de polietileno negro de 10 × 20 cm de ancho y largo respectivamente.

Al T4 (50 % tm + 20 % lc + 30 % cp), le correspondió la mayor altura con 5.73 cm; en contraste con las medias más bajas en T1 y TG, con apenas 4.82 y 4.58 cm (Cuadro 4). Altamirano (2002) documenta 15.68 cm con 30 % arena de mina + 20 % suelo de bosque + 50 % lombricomposta, a siete meses del trasplante de *Pinus ayacahuite* en bolsas negras de 18 × 25 cm. En el presente estudio, TG resultó menor a lo citado por Altamirano (2002), al evaluar el crecimiento inicial de *Pinus oaxacana* Mirov. y *Pinus rufa* Endl. con 6 y 5.16 cm, respectivamente. Para el ciclo de producción anual en *Pinus ayacahuite* se citan valores de 20.88 a 24.34 cm de altura, cuando se aplica una fertilización de 18-46-00 y 46-00-00 en dosis de 4 kg cada uno 200 L<sup>-1</sup> de agua, quincenalmente de enero a mayo (Sáenz *et al.*, 2010).

El Índice de Esbeltez entre tratamientos osciló de 1.72 a 2.00, con una marcada diferencia estadística en T1 y T4 (Cuadro 3), lo que sugiere un mayor porte y calidad de plántula en T4; esto es similar a lo señalado por Salleses *et al.* (2015) con 2.01, sustrato de composta de estiércol de gallina al 100 %, para el híbrido de *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus camaldulensis*. En contraste, Sáenz *et al.*, (2010), citan valores altos de 4.16 a 4.18 en la producción anual de *Pinus ayacahuite*, con los fertilizantes 18-46-00 y 46-00-00, cada quince días.

**Cuadro 3.** Prueba de comparación de medias del diámetro, altura e Índice de Esbeltez en *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Roezl) Shaw.

<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Variables</b>			<b>Índice de esbeltez</b>
		<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Altura (cm)</b>		
TG	120	2.58 a	4.82 ab		1.83 ab
T1	120	2.66 ab	4.58 a		1.72 a
T2	120	2.71 ab	5.22 bc		1.92 bc
T3	120	2.78 bc	5.12 b		1.84 abc
T4	120	2.85 c	5.73 c		2.00 c

Letras distintas indican diferencias significativas.

## Conclusiones

Es factible utilizar 50 % tm + 50 % lc para la germinación de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, ya que el resultado fue satisfactorio con respecto a los demás tratamientos lo que aseguró cierta uniformidad en dicha fase.

En el crecimiento la mezcla con 50 % tm + 20 % lc + 30 % cp generó mejores valores de diámetro, altura e índice de esbeltez, características esenciales para el establecimiento en campo de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*.



## Agradecimiento

A la Dirección General de Educación Superior Universitaria de la Subsecretaría de Educación Superior perteneciente a la Secretaría de Educación Pública, por financiar la publicación del presente artículo mediante el Convenio: 2017-12-006-159; Proyecto: 2017-03-C1-12-006-342 a través del Programa de Apoyo al Desarrollo de la Educación Superior y al grupo “Unión Campesina Independiente de Protectores de Bosques” por las facilidades brindadas durante el desarrollo de la investigación.

## Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

## Contribución por autor

Bernardo López López: elaboración del manuscrito y desarrollo de la investigación; Paula Gálvez Arce: desarrollo de la investigación y ejecución del trabajo de campo; Beatriz Calleja Peláez: apoyo en campo y elaboración de mapas; Jorge Méndez González: revisión y corrección del manuscrito; Juan Manuel Ríos Camey: revisión del manuscrito y análisis estadístico.

## Referencias

Altamirano Q., M. T. 2002. Efecto de la lombricomposta como sustrato alterno en el crecimiento inicial de *Pinus ayacahuite* Ehrenb, *Pinus oaxacana* Mirov, *Pinus rufida* End., y *Pinus hartwegii* Lindl. Tesis de maestría. Instituto de Genética Forestal, Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver., México. 61 p.

- Aparicio R., A., H. Cruz J. y J. Alba L. 1999. Efecto de seis sustratos sobre la germinación de *Pinus patula* Sch. et Cham., *Pinus montezumae* Lamb. y *Pinus pseudostrobus* Lindl. en condiciones de vivero. Revista Foresta Veracruzana 1 (2): 31-36.
- Arteaga M., B., S. León y C. Amador. 2003. Efecto de la mezcla de sustratos y fertilización sobre el crecimiento de *Pinus durangensis* Martínez en vivero. Revista Foresta Veracruzana 5 (2): 9-16.
- Burés S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas. Madrid, España. 341p.
- Capistran, F., E. Aranda y J. C. Romero. 1999. Manual de Reciclaje, Compostaje y Lombricompostaje. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver., México. 150 p.
- Chávez, D., G. Pereira y Á. Machuca. 2014. Estimulación del crecimiento en plántulas de *Pinus radiata* utilizando hongos ectomicorrícos y saprobios como biofertilizantes. Bosque 35(1): 57-63.
- Cruz-Crespo, E., A. Can-Chulim, M. Sandoval-Villa, R. Bugarín-Montoya, A. Robles-Bermúdez y P. Juárez-López. 2012. Sustratos en horticultura. Revista Bio-Ciencias 2 (2): 17-26.
- Hicklenton, P. R., V. Rodd and P. R. Warman. 2001. The effectiveness and consistency of source-separated municipal solid waste and bark compost as components of container growing media. Scientia Horticulturae 91(3-4): 365–378.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). 2008. Conjunto de datos vectoriales Unidades Climáticas Escala 1:1 000 000. n/p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). 2014. Conjunto de datos vectoriales Perfiles de suelos. Escala 1:1 000 000. n/p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). 2016. Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación. Serie VI. (Capa Unión). Escala 1:250 000. n/p.
- Jasso, M. J. 2005. Reseña de "Monografía de *Pinus ayacahuite*" de Miguel Ángel Musálem y Álvaro Ramírez Luis. Ra Ximhai 1(3):649-651.

Martiñón M., A. S. y A. Aragón S. 2014. Evaluación de sustratos y genotipos en la germinación de *Jatropha* con potencial comestible (*Jatropha* spp.). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 5(7): 1179-1192.

Mateo-Sánchez, J. J., R. Bonifacio-Vázquez, S. R. Pérez-Ríos, S. R., L. Mohedano-Caballero y J. Capulín-Grande. 2011. Producción de (*Cedrela odorata* L.), en sustratos a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Tecpan de Galeana, Guerrero, México. Ra Ximhai 7(1): 123-132.

Munive M., E. Vázquez C., E. M. Zamora C., E. Fernández P. y E. García G. 2008. Variación de conos y semillas de *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw de dos procedencias del Estado de Tlaxcala. Foresta Veracruzana 10(1): 39-46.

Musálem, M. A. y A. Ramírez L. 2003. Monografía de *Pinus ayacahuite*. Libro Técnico Núm. 6. División Forestal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Chapingo, Edo. de Méx., México. 364 p.

Quiroz M., I., M. González O., E. García R. y G. Charlín D. 2008. Ensayos de germinación para semillas de *Pinus pinea* L. colectado en dos plantaciones de la comuna de Pichilemu. Ciencia e Investigación Forestal-Instituto Forestal/Chile 14 (2): 240-246.

Reyes-Reyes, J., A. Aldrete., V. M. Cetina-Alcalá y J. López-Upton. 2005. Producción de plántulas de *Pinus pseudostrobus* var. *apulcensis* en sustratos a base de aserrín. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 11 (2):105-110.

Romero-Arenas, O., J. A. Rivera T., J. F. López-Olguín, O. A. Villareal E. B., M. Huerta L. y C. Parraguirre L. 2013. Germinación de semillas de *Pinus patula* en residuos de cáscara de nuez (*Juglans regia* L.) en vivero. Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias 2(4):1-17.

Ruiz M., M. 2011. Taller de elaboración de lombricomposta: porque tener lombrices nos beneficia a todos. Universidad Iberoamericana. México, D.F., México. 23 p.

- Sallesses, L. F., P. F. Rizzo, N. Riera, V. Della T., D. E. Crespo y P. S. Pathauer. 2015. Efecto de compost de guano avícola en la producción de clones híbridos de *Eucalyptus granaia*s x *Eucalyptus camaldulensis*. Ciencia del Suelo 33(2): 221-228.
- Sáenz R., J. T., F. J. Villaseñor R., H. J. Muñoz F., A. Rueda S. y J. A. Prieto R. 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico Núm. 17. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Mich., México. 48 p.
- Statistical Package for the Social Science (SPSS). 2011. IBM SPSS Statistics for Windows. Version 20.0. IBM Corp. New York, NY USA. n/p.
- Steel, R. G. and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. 2<sup>nd</sup> ed. McGraw-Hill. New York, NY USA. 633 p.
- Villagómez A., Y. y M. S. Carrera G. 1985. Efectos de la estratificación de semillas en tres especies del género *Pinus*. Revista Ciencia Forestal en México 4(17): 31-51.