

DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.245>

Artículo

Supervivencia y crecimiento de *Pinus pseudostrobus* Lindl., y *Pinus montezumae* Lamb. en diferentes fechas de plantación**Survival and growth of *Pinus pseudostrobus* Lindl. and *Pinus montezumae* Lamb. on different planting dates**Rubén Barrera Ramírez¹, Ricardo López Aguillón^{1*} y Hipólito Jesús Muñoz Flores²**Abstract:**

Mortality in forest plantations for restoration purposes in the last decade (2007 to 2017) has varied from 40 to 60 % per year after established at the national level. The survival and development of pine and broad-leaved species have been affected by the combined effect of the date of planting, the preparation of the land and the quality of the plant, in addition to its late introduction. The objective of the study here described was to assess the survival, development and initial growth of *Pinus pseudostrobus* and *Pinus montezumae* established on different planting dates in the *Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán*. The plantation was established in 2013 and was replicated in 2015 under a randomized complete block design, with five planting dates (treatments) from July 1st to August 30th and each treatment with four replications. During three years, survival, growth in height and diameter at the base of the plant were evaluated; the analysis of variance showed significant differences ($p \leq 0.05$) in height and diameter. The plantation carried out on July 1st, 15th and 30th showed greater growth in both variables, in addition to 70 % survival in the two species. The success or failure of a plantation is the result of integrating a correct planting date, good plant quality and land preparation, together with favorable environmental conditions.

Key words: Growth, development, planting dates, *Pinus pseudostrobus* Lindl, *Pinus montezumae* Lamb., survival.

Resumen:

La mortalidad en plantaciones forestales con fines de restauración en la última década (2007 a 2017) ha variado de 40 a 60 % al año de establecida a nivel nacional. La supervivencia y desarrollo de especies de pino y latifoliadas se han afectado por el efecto combinado de la fecha de plantación, la preparación del terreno y la calidad de planta, además de su introducción tardía. El objetivo del estudio que se describe consistió en evaluar la supervivencia, el desarrollo y el crecimiento inicial de *Pinus pseudostrobus* y *Pinus montezumae* establecidas en diferentes fechas de plantación en la *Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán*. La plantación se estableció en 2013 y se replicó en 2015 bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con cinco fechas de plantación (tratamientos) del 1 de julio al 30 de agosto y cada tratamiento con cuatro repeticiones. Durante tres años se evaluó la supervivencia, el crecimiento en altura y el diámetro a la base de la planta; el análisis de varianza presentó diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en la altura y el diámetro. La plantación realizada los días 1, 15 y 30 de julio mostró mayor crecimiento en ambas variables, además de 70 % de supervivencia en las dos especies. El éxito o fracaso de una plantación es resultado de integrar una fecha de plantación correcta, buena calidad de planta y preparación del terreno, junto a condiciones ambientales favorables.

Palabras clave: Crecimiento, desarrollo, fechas de plantación, *Pinus pseudostrobus* Lindl., *Pinus montezumae* Lamb., supervivencia.

Fecha de recepción/Reception date: 16 de marzo de 2018

Fecha de aceptación/Acceptance date: 18 de mayo de 2018

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. Correo-e: aguillon84@hotmail.com²Campo Experimental Uruapan-CIR-Pacífico Centro. INIFAP. México.

Introducción

El éxito o fracaso de las plantaciones en México está ligado fuertemente al clima (Muñoz *et al.*, 2011; Sáenz *et al.*, 2011) y a otras condiciones adversas como la calidad deficiente de la planta, fallas en el proceso de plantación y la fecha inapropiada de plantación (UANL, 2009; UACH, 2010; Semarnat, 2013). Los factores climáticos difícilmente se pueden controlar, pero los componentes técnicos pueden ser manipulados. Sin embargo, a nivel nacional la mortalidad en plantaciones forestales en la última década (2007 a 2017) ha pasado de 40 a 60 % al año de establecimiento (UACH, 2007 y 2010; UANL, 2009; Semarnat, 2011a; Conafor, 2017).

Navarro y Palacios (2004) y Palacios (2016) señalan que la supervivencia de especies de pino y encino es afectada por el efecto combinado de la fecha de plantación, la preparación del terreno y la calidad de la planta; la primera es importante en la supervivencia final del primer año de establecimiento (Royo *et al.*, 2000; Navarro y Palacios, 2004). En trabajos realizados con especies mediterráneas (*Pinus pinea* L. y *Pinus halepensis* Miller.), se reconoce que las plantaciones en fechas tempranas, después de haberse definido la época de lluvias para la región, aseguran el éxito de la supervivencia hasta 90 %, pero un retraso excesivo en tal momento, compromete la supervivencia final (Royo *et al.*, 2000; Corchero *et al.*, 2002; Navarro *et al.*, 2004; Jinks *et al.*, 2006).

El estado de Michoacán ocupa el tercer lugar en producción de madera a nivel nacional, el primero en producción de resina y quinto lugar en biodiversidad (Cofom, 2016). En la entidad se promueve el desarrollo de plantaciones forestales de *Pinus*, *Eucalyptus* y *Cupressus*, con objetivos de conservación y restauración o para la planeación y ejecución de planes de manejo (Semarnat, 2011a, 2011b; Semarnat, 2013). La extensión forestal de la entidad es equivalente a 3 % del territorial nacional; de la cual 2.2 millones de ha⁻¹ corresponden a bosques de clima templado-frío y selvas tropicales medianas y bajas donde se estima que se han perdido más de 700 mil ha⁻¹ en los últimos 20 años (Cofom, 2016). La Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich. tiene una superficie de 18 138 ha⁻¹, de ellas 10 870 ha⁻¹ son arboladas y el resto dedicadas a otros usos.

En la actualidad, *P. pseudostrobus* Lindl. y *P. montezumae* Lamb. son las especies más apreciadas en la industria forestal de la región; por lo tanto, es conveniente estudiar el efecto combinado de los factores previamente indicados al momento de hacer plantaciones con dichas especies. En este contexto, se planteó como objetivo evaluar la supervivencia, desarrollo y crecimiento inicial en plantas de dichos taxones establecidos en cinco diferentes fechas de plantación en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El área de estudio se ubica en los parajes El Tejamanil y Huiramo de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP), Michoacán, entre las coordenadas 19°24'16.7" latitud norte y 102°14'12.7" longitud oeste, a una altitud media de 2 735 m; forma parte del Eje Neovolcánico Transversal, región hidrológica RH: 18 (río Balsas) y subcuenca G (río Cupatitzio) (Inafed, 2018).

El clima es templado húmedo con lluvias en verano C (m) (w) big (Köppen modificado por García, 1973), y un porcentaje de lluvia invernal menor a 5 %.

El suelo dominante es de tipo Andosol húmico (INEGI, 2009; UNDP, 2012). La pendiente media en los parajes es de 5 %, y estuvieron destinados al uso agrícola y al pastoreo de ganado bovino. La vegetación aledaña a los sitios de plantación está conformada, principalmente, por bosques mixtos de pino-encino; y sus especies de coníferas más representativas son *P. pseudostrobus* y *P. montezumae*, ambas de gran valor comercial en la región de la sierra Purhépecha.



Características de la planta

La planta se produjo en el vivero forestal El Durazno de la CINSJP. La planta de *P. pseudostrobus* fue producida en bolsa de polietileno negro (1+1) de 5 × 20 cm y con una capacidad de volumen 393 mL, la altura y diámetro a la base de la planta inicial fue de 35.81 cm y 10.01 mm, respectivamente, para la plantación de *P. montezumae*, se utilizaron plantas de un año (1+0) producidas en charolas de poliestireno de 77 cavidades y una capacidad de volumen de 170 mL, de al menos 4 cm de altura y 4 mm de diámetro a la base de la planta. El sustrato en los envases de polietileno negro fue 60 % de tierra de encino (hojarasca en descomposición) y 40 % de tierra colorada (topure-suelo andosol) y para la planta producida en charolas de poliestireno fue una mezcla de *peatmoss Sunshine* (40 %), agrolita (20 %), vermiculita insulex (20 %) y Osmocote® (18-6-12) (10 %).

Se hicieron dos plantaciones con ambas especies, la primera en 2013 y una réplica en 2015, al inicio de la temporada de lluvias (julio-agosto) en la región de la CINSJP. Los ejemplares se establecieron con el sistema de cepa común 40 × 40 × 40 cm, con un diseño a marco real, a espaciamiento de 2 m entre plantas e hileras.

Diseño experimental y variables evaluadas

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en la plantación de 2013 y en la réplica de 2015. Se trabajó con cinco tratamientos (cinco fechas de plantación) y cuatro repeticiones (bloques) por taxon. Cada unidad experimental estaba compuesta por 25 plantas, con un total de 100 individuos por tratamiento y 500 por especie, en una superficie total para ambas plantaciones de 5 200 m². Las fechas de plantación fueron el 1 de julio (F1), el 15 de julio (F2), el 30 de julio (F3), el 15 de agosto (F4) y el 30 de agosto de 2013 (F5).

Las variables evaluadas fueron la altura total de la planta (cm), medida con un estadal modelo *Apex* (cm); el diámetro de la base de la planta (mm), con un vernier digital tipo *Neiko*; y la supervivencia (vivo o muerto), por conteo directo.

En El Tejamanil, para cada fecha de plantación y especie se hicieron tres mediciones, la primera de ellas fue al cabo de su establecimiento y posteriormente, al año, dos años y tres años de plantación; en Huiramo solo se hizo una evaluación al año de haberse establecido.

Análisis de los datos

Con la altura total y diámetro a la base de la planta se realizó un análisis de varianza en el programa *STATISTICA* versión 13 (Statsoft, 2017), para determinar diferencias estadísticas junto con los datos de supervivencia, que se transformaron a logaritmo natural; como variable de agrupación se consideró la fecha de plantación (F1, F2, F3, F4 y F5). El modelo matemático utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = M + A_i + B_j + A_i*B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable aleatoria que representa el valor de la respuesta en la j -ésima observación del i -ésimo tratamiento

M = Constante que representa la respuesta media de la variable Y

A_i y B_j = Efectos del tratamiento i (i = Fecha: 1, 2, 3, 4 y 5) y del tiempo j (j = 1, 2 y 3 años)

A_i*B_j = Efecto de la interacción del tratamiento i por el tiempo j

E_{ij} = Error experimental (Norman *et al.*, 1996)

Los análisis de varianza simples se aplicaron únicamente cuando el efecto tratamiento del modelo anterior fue significativo. El método de comparaciones múltiples usado para la clasificación de las medias fue el de *Tukey* con límites de confianza de 95 %.

Resultados y Discusión

Supervivencia

La supervivencia de *P. pseudostrobus* y *P. montezumae* en El Tejamanil y Huiramo no evidenció diferencias significativas relacionadas con la fecha de plantación ($p \geq 0.05$) en ningún periodo evaluado; aunque al primer año de plantación en el primer paraje, *P. pseudostrobus* registró 60 % de supervivencia para las plantas establecidas en julio y 65 % en las de agosto, diferencias que se mantuvieron durante el segundo año con 50 % a favor de las fechas tempranas (julio) y 54 % para las tardías (agosto); finalmente, en el tercer año de evaluación, el porcentaje de supervivencia fue de 35 % para las tardías y 30 % las tempranas. Esta disminución de la supervivencia se debió, principalmente, al ataque por la tuza michoacana (*Zygoeomys trichopus* Merriam, 1895), especie sujeta a protección (P) de acuerdo con la NOM-059-Semarnat-2010, que redujo hasta 35 % la supervivencia del primer y segundo año de plantación en las dos especies.

García y Aguilar (1996) citan que estos roedores son perjudiciales y uno de los principales problemas de mortandad en las plantaciones forestales establecidas en la sierra Purhépecha, Michoacán; llegan a causar importantes pérdidas económicas durante los primeros años en plantaciones forestales y cultivos agrícolas (Monroy *et al.*, 2005).

Para *P. montezumae* en El Tejamanil, se registró 70 % de supervivencia al año de evaluación en fechas tempranas y 60 % en fechas tardías; durante el segundo año, porcentaje que se mantuvo a favor de la plantación realizada en julio, con 60 %; en la última evaluación, ambos lapsos mostraron 45 % de supervivencia en promedio (Figura 1), porcentaje reducido como consecuencia del ataque de las tuzas.

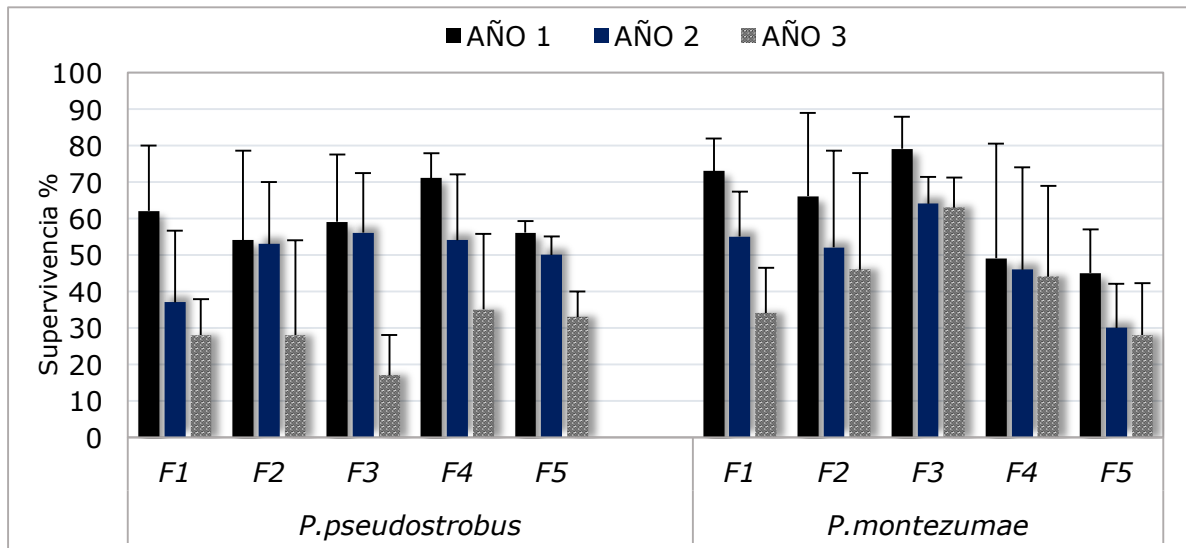


Figura 1. Supervivencia de *Pinus pseudostrobus* Lindl. y *Pinus montezumae* Lamb. en el paraje El Tejamanil a tres años de su establecimiento con cinco fechas de plantación (media \pm desviación estándar).

En la plantación de Huiramo, la supervivencia también fue de 70 % para ambas especies en el primer año de establecimiento, con mayor porcentaje en las fechas tempranas (julio), respecto a las tardías (agosto) (Figura 2). Sin embargo, no se confirmaron diferencias significativas atribuibles a dicha variable.

Algunos estudios han abordado la influencia de este factor en la supervivencia y crecimiento con taxa del género *Pinus*, cuyos resultados han sido desiguales. Royo *et al.* (2000) y Ariza *et al.* (2008) refieren que no existen diferencias significativas de supervivencia al comparar distintas fechas de plantación para *P. halepensis* Miller., con una tendencia lógica a disminuir de 100 % inicial, hasta alcanzar 80 % al final del primer año.

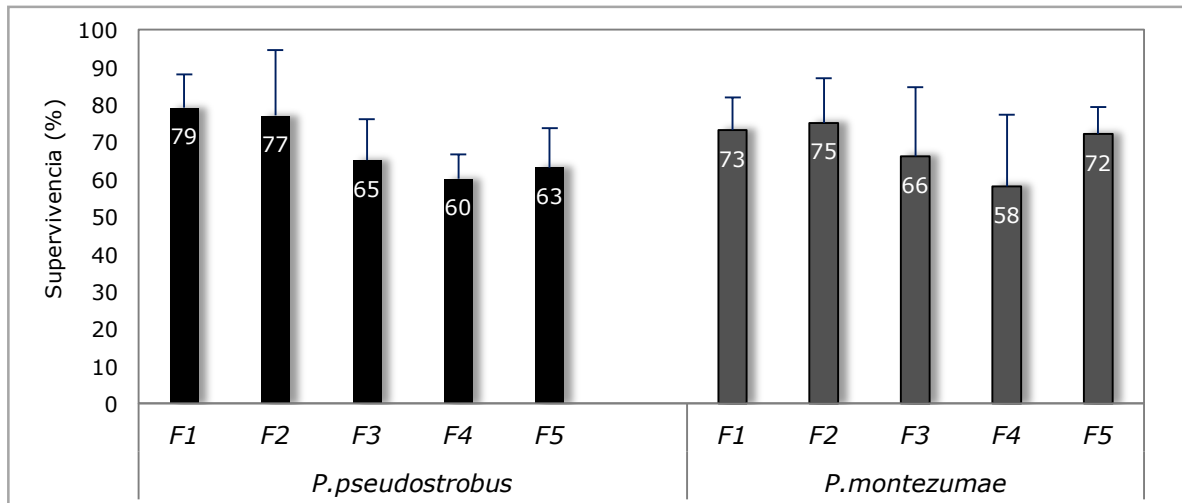


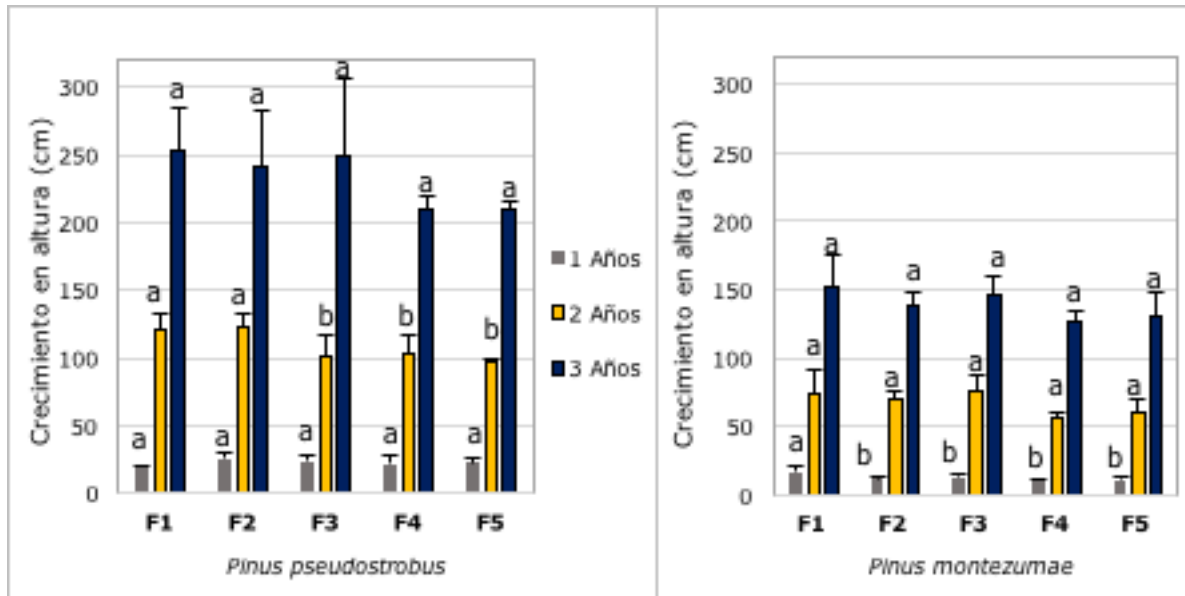
Figura 2. Supervivencia de *Pinus pseudostrobus* Lindl. y *Pinus montezumae* Lamb. en el paraje Huiramo a un año de su establecimiento con cinco fechas de plantación (media \pm desviación estándar).

Sin embargo, los resultados se distinguen de los obtenidos por Rodríguez (2013), pues en un ensayo con dos especies de pino identificó diferencias significativas entre los tratamientos, que se explicaron por la fecha de plantación. Royo *et al.* (2000) y Navarro *et al.* (2004) demostraron la importancia de esta variable, incluso la señalan como la de mayor influencia en el desarrollo, crecimiento y supervivencia posterior a la plantación.

Crecimiento en altura

En el paraje El Tejamanil, durante los tres años de evaluación, las diferencias estadísticas de crecimiento entre fechas de plantación fueron altamente significativas ($p < 0.0001$), tanto para *P. pseudostrobus* como para *P. montezumae*. Las plantaciones establecidas el 1º y el 15 de julio de 2013 (F1 y F2, respectivamente) tuvieron mayor crecimiento en altura, en comparación con las demás fechas; desde el primer año en *P. montezumae* se identificaron diferencias significativas ($p \leq 0.01$), ya que el crecimiento en altura fue de 17.26 ± 5.34 cm del 1º al 15 de julio y de 13.91 ± 2.39 cm del 1º al 30 de agosto; en relación al crecimiento en la altura inicial

de 4 cm, existieron diferencias de hasta 13.26 cm a favor de F1 y F2. En cambio, para *P. pseudostrobus* solo en el segundo año de evaluación, la altura mostró diferencias entre tratamientos ($p \leq 0.02$), en F1 y F2 con un crecimiento de 24.7 cm más ante F3, F4 y F5 (Figura 3).



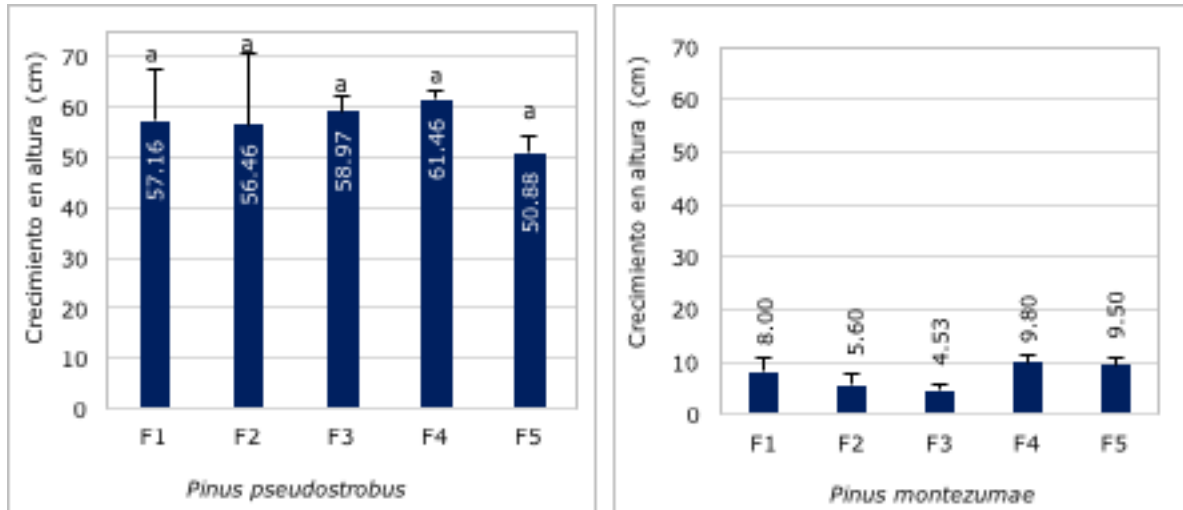
Letras distintas indican diferencias significativas *Tukey* 95 %; media \pm desviación estándar.

Figura 3. Crecimiento en altura de *Pinus pseudostrobus* Lindl. y *Pinus montezumae* Lamb. en el paraje El Tejamanil a tres años de su establecimiento en cinco fechas de plantación.

Las diferencias de crecimiento en cada periodo de evaluación señalan que la fecha de plantación tuvo un efecto significativo en el crecimiento en altura en las dos especies y se atribuye a que la plantación se estableció en fechas tempranas (inicio de lluvias en julio).

En la plantación de Huiramo, al año de evaluación (2016), *P. montezumae* presentó diferencias significativas ($p \geq 0.003$) en el crecimiento en altura; en las fechas tardías,

F4 y F5, la especie tuvo la mejor respuesta, lo que contrasta con los resultados obtenidos en El Tejamanil, durante la misma evaluación (Figura 4).



Letras distintas indican diferencias significativas *Tukey* 95 %; media \pm desviación estándar.

Figura 4. Crecimiento en altura de *Pinus pseudostrobus* Lindl. y *Pinus montezumae* Lamb. en el paraje Huiramo al año de su establecimiento en cinco fechas de plantación.

Resultados similares los dio a conocer Taylor (2007) con *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, después de evaluar ocho fechas de plantación establecidas a partir de agosto de 2005 a enero de 2006 en una localidad de Oregon, Estados Unidos de América; concluyó que el crecimiento en altura de la fecha de la plantación de octubre de 2005 (fecha temprana para la zona) fue más alto respecto a las fechas sucesivas del mes de noviembre del mismo año y de enero de 2006.

Barber (1989), por su parte, registró que la altura total de las plántulas de *Larix occidentalis* Nutt (arce occidental) fue 43 % mayor para las plantadas en el otoño (fechas tempranas), en comparación con las de primavera (fechas tardías). Ariza *et al.* (2008) describen que para *P. halepensis*, el crecimiento en altura fue más grande en las plantas establecidas en noviembre (fechas tempranas), respecto a las de enero (fechas tardías) y al final del período de medición las diferencias mantuvieron la misma tendencia, al igual que en este trabajo. Moraga *et al.* (2000) coinciden con lo

anterior sobre el crecimiento en altura; ya que, al concluir el primer verano, la diferencia entre la plantación de mayor crecimiento de *P. halepensis* (enero) y la de menor (febrero) fue de 8 cm. Como lo ocurrido para *P. pseudostrobus* y *P. montezumae*, las diferencias del crecimiento en altura aumentaron en el segundo año y llegaron a superar los 40 cm, entre fechas de plantación para ambas especies.

Larcher (2003) indica que el crecimiento en altura se atribuye a la disponibilidad de agua al momento de la plantación. La ausencia de diferencias significativas para el crecimiento en altura de alguno de los años evaluados es indicativa de la poca disponibilidad hídrica. El análisis de los datos demostró que el crecimiento en altura de un año a otro es altamente significativo ($p \leq 0.0000$), por lo que se debe considerar que una plantación forestal en sus primeros años, depende de un gran número de factores, tanto climáticos como técnicos; los primeros difícilmente son controlables por el hombre (Sigala *et al.*, 2015) y es ahí donde radica, principalmente, la elección de la fecha adecuada de plantación.

Diámetro a la base de la planta

Las diferencias del diámetro a la base de la planta entre fechas de plantación fueron significativas ($p \geq 0.0001$) en El Tejamanil para cada año evaluado en ambas especies. En todas las mediciones, el patrón de crecimiento en diámetro fue el mismo; las fechas del 1º y 15 de julio (F1 y F2) presentaron un crecimiento significativamente superior al de agosto. En el primer año de medición, las diferencias entre las fechas de plantación de mayor crecimiento (julio) y las de menor (agosto) fue de 3 mm en los dos taxones, mismas que aumentaron en el segundo año de evaluación (30 mm) y así, hasta el tercero cuando superaron los 30 mm de un año a otro (Cuadro 1). Solo en el segundo se obtuvieron diferencias significativas ($p \leq 0.03$) del diámetro a la base de la planta de *P. pseudostrobus*, por lo que el crecimiento de las fechas tempranas de julio está relacionado con la altura registrada en las mismas fechas, para esta especie.

Cuadro 1. Valor medio de crecimiento (desviación estándar) en diámetro a la base de la planta (mm) de *Pinus pseudostrobus* Lindl. y *Pinus montezumae* Lamb. a tres años de su establecimiento en cinco fechas de plantación.

Especie	Fecha de plantación en 2013 y 2015	Parajes			
		El Tejamanil			"Huiramo"
		Año de evaluación			
		Año 1 (2014)	Año 2 (2015)	Año 3 (2016)	Año 1 (2016)
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl	1 de julio (F1)	17.8 (1.2)	*40.9(2.1)	71.3(4.1)	16.5 (1.2)
	15 de julio (F2)	17.5 (1.8)	*39.9 (1.5)	65.8(9.6)	15.1 (3.6)
	30 de julio (F3)	16.4 (0.6)	37.8 (2.3)	68.3(4.3)	15.3 (0.5)
	15 de agosto (F4)	15.4 (2.7)	38.8 (1.6)	66.1(3.9)	14.6 (2.5)
	30 de agosto (F5)	14.5 (1.3)	37.6 (2.2)	65.1(4.3)	12.5 (0.5)
<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	1 de julio (F1)	11.4 (0.5)	33.6 (2.6)	62.5 (4.2)	12.2 (0.3)
	15 de julio (F2)	10.6 (0.4)	32.8 (1.3)	59.0 (3.2)	9.9 (0.8)
	30 de julio (F3)	*12.0(0.6)	32.8 (1.6)	60.7 (1.2)	10.8 (3.6)
	15 de agosto (F4)	11.2 (0.5)	30.4 (5.2)	52.3 (3.6)	12.2 (0.6)
	30 de agosto (F5)	*12.9(1.1)	33.0 (4.0)	56.5 (9.9)	12.2 (1.1)

*Significativo con un valor de $p \leq 0.05$.

En el primer año, *P. montezumae* también presentó diferencias estadísticas ($p \leq 0.002$), ya que el crecimiento de la fecha del 30 de agosto (fecha tardía) superó a la del mes de julio, pero la tendencia en años sucesivos se mantuvo a favor de las fechas tempranas (Cuadro 1).

En Huiramo no se confirmaron diferencias estadísticas ($p \geq 0.05$) en ninguna de las dos especies, pero se advierte que hay una tendencia de mayor crecimiento en las fechas tempranas (mes de julio) respecto a las de agosto, con más 4 mm a favor de

las primeras. En ambos parajes se observa que el crecimiento del diámetro a la base de la planta de un año al otro es 45 % más en los ejemplares de julio frente a las de agosto. En términos de crecimiento, el desarrollo de las plantas está determinado en gran medida, por la evolución de las condiciones climáticas después de su establecimiento (Palacios *et al.*, 2008; 2009); por lo tanto, son condiciones que no se pueden manipular (Sigala *et al.*, 2015). El suministro hídrico fue adecuado para las plantas establecidas en fechas tempranas (F1 y F2) pues en la región, la temporada de lluvias inicia en julio.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Mateos *et al.* (2008) al comparar dos fechas de plantación de *P. halepensis*; cuyas diferencias de crecimiento en altura y diámetro fueron significativas ($p < 0.05$), ya que el crecimiento en diámetro fue superior en la plantación de noviembre (fechas tempranas), respecto a la de enero (fechas tardías). Rodríguez (2013), en condiciones de invernadero, señala que la siembra tardía con *P. patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. y *P. greggii* Engelm., puede alcanzar diferencias significativas en las mismas variables. Sin embargo, existen casos contrarios en los que las diferencias significativas de la fecha de plantación, tanto temprana como tardía, alcanzan su máximo desarrollo siempre y cuando las condiciones climáticas sean favorables, durante el primer año de su establecimiento, como lo muestran, en este caso las evaluaciones realizadas durante los tres años.

Conclusiones

La fecha de plantación de ambos parajes y para las condiciones ensayadas, no presentan ningún efecto significativo sobre la supervivencia de la plantación con *Pinus pseudostrobus* y *Pinus montezumae*, aunque existe tendencia de mayor porcentaje de plantas vivas en fechas tempranas de plantación (F1 y F2) respecto a la plantación tardía de agosto (F4 y F5).

Las plantas establecidas los días 1, 15 y 30 de julio exhiben mayor influencia significativa en el crecimiento en altura y diámetro a la base en ambas especies; en

las primeras fechas de plantación, las condiciones meteorológicas de la localidad favorecieron su desarrollo.

Se confirma que el éxito o fracaso de una plantación es el resultado de integrar factores como la fecha de plantación, la calidad de la planta y la preparación del terreno, sin olvidar las condiciones ambientales que ejerzan influencia; al realizar plantaciones futuras con estas especies en la CINSJP se debe considerar que en fechas tempranas de plantación, el porcentaje de supervivencia es más alto, además de que el crecimiento tanto en altura, como en diámetro de la base de la planta, están relacionados con fechas de plantación temprana para esta localidad.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dirección Técnica de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich., por el apoyo en la consecución del terreno, cercado, plantas, así como al personal de campo de la misma, que participó durante el establecimiento de la plantación. De igual forma, al Campo Experimental Uruapan del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, por el trabajo conjunto de coordinación y desarrollo del experimento.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución por autor

Rubén Barrera Ramírez: planeación de la investigación, levantamiento de datos en campo, análisis de la información y redacción del texto; Ricardo López Aguillón e Hipólito Jesús Muñoz Flores: planeación de la investigación, análisis de la información y revisión del manuscrito.

Referencias

- Ariza M., D., R. Ma. Navarro C., A. D. Del Campo, A. J. Ibáñez L. y J. V. Jorrín. N. 2008. Influencia de la fecha de plantación al establecimiento de *Pinus halepensis* Mill. Aplicación de la proteómica estudios de Ecofisiología en campo. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 28: 111-117.
- Barber, Jr., H. W. 1989. A comparison of stocktypes and season of planting in northeast Washington. Tree Plant Notes 40 (4): 20-24.
- Comisión Forestal del Estado de Michoacán (Cofom). 2016. Inventario Estatal Forestal y de Suelos Michoacán de Ocampo. Morelia, Mich., México. 372 p.
- Comisión Nacional Forestal (Conafor). 2017. Meta sexenal en reforestación. <https://www.gob.mx/conafor/prensa/alcanza-conafor-58-1porcientodelametalsexenalenreforestacion?idiom=es> (22 de septiembre de 2017).
- Corchero de la T., S., M. Gozalo C.; P. Villar S. y J. L. Peñuelas R. 2002. Crecimiento radical en campo de *Pinus halepensis* y *Quercus ilex* plantados en diferentes momentos. Montes 68: 5-11.
- Jinks, R. L., I. Willoughby and C. Baker. 2006. Direct seeding of ash (*Fraxinus excelsior* L.) and sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.): the effects of sowing date, pre-emergent herbicides, cultivation, and protection on seedling emergence and survival. Forest Ecology and Management 237(1-3): 373-386.
- García de M., E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. UNAM. México, D. F., México. 71 p.
- García M., J. J. y J. M. Aguilar C. 1996. Comportamiento de cuatro especies de pino establecidos en cuatro espaciamientos en Capacuaro, Michoacán. CIRPAC. INIFAP. Folleto Técnico Núm. 6. Uruapan, Mich., México. 26 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal, Nuevo Parangaricutiro, Michoacán de Ocampo Clave geoestadística16058. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/16/16058.pdf> (15 de enero de 2018).

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo (Inafed). 2018. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de Michoacán de Ocampo. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16058a.html> (9 de febrero de 2018).

Larcher, W. 2003. Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups. Springer Science & Business Media Springer-Verlag. Berlin, Germany. 513 p.

Mateos, D. A., M. N. Cerrillo R., A. del Campo G., I. Lloris, y J. J. Novo. 2008. Influencia de la fecha de plantación al establecimiento de *Pinus halepensis* Mill. Aplicación de la proteómica a estudios de ecofisiología en campo. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 28: 111-117.

Monroy, V. O., A. M. Ortega y A. Velásquez. 2005. Dieta y abundancia relativa del coyote: un dispersor potencial de semillas. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F., México. <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/420/veintiseis.html> (13 agosto del 2017).

Moraga, A. R., L. G. Sánchez y J. P. Carrión. 2000. Efecto de la fecha de plantación sobre la supervivencia y el crecimiento del pino carrasco. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 10: 57-62.

Muñoz F., H. J., G. Orozco G., V. M. Coria Á., J. J. García S., Y. Y. Muñoz V. y G. S. Cruz. 2011. Evaluación de *Pinus pseudostrobus* Lindl., y *Pinus greggii* Engelm., con dos densidades de plantación en Michoacán, México. Foresta Veracruzana 13(1): 29-35.

- Navarro C., R. Ma., R. Maldonado R. y D. Ariza M. 2004. Fluorescencia de la clorofila en cinco procedencias de *Pinus halepensis* Mill y su respuesta a estrés hídrico. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 17: 69-74.
- Navarro C., R. Ma. y G. Palacios P. 2004. Efecto de la calidad de planta, el procedimiento de preparación y la fecha de plantación en la supervivencia de una repoblación de *Pinus pinea* L. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 17: 199-204.
- Norman, G. R., D. L. Streiner y J. T. Freixenet 1996. Bioestadística. Madrid, España. 260 p.
- Palacios R., G., Navarro C. R. Ma. y A. del Campo G. 2008. Calidad de planta, procedimiento de preparación y la fecha de plantación en el crecimiento de *Pinus pinea* L. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 28: 43-48.
- Palacios, G., R. M. Navarro C., A. del Campo and M. Toral. 2009. Site preparation, stock quality and planting date effect on early establishment of Holm oak (*Quercus ilex* L.) seedlings. Ecological Engineering 35(1): 38-46.
- Palacios R., G. 2016. Influencia de la fecha de plantación, la preparación del terreno y la calidad de planta en repoblaciones forestales de pino piñonero (*Pinus pinea* L.) y encina (*Quercus ilex* L.) en ámbito mediterráneo. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. Ravanales, Córdoba, España. 168 p.
- Rodríguez M., C. 2013. Efecto de la fecha de siembra y tamaño de contenedor en el crecimiento de dos especies de pino en vivero. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx., México. 66 p.
- Royo, A., L. Gil y J. A. Pardos. 2000. Efecto de la fecha de plantación sobre la supervivencia y el crecimiento del pino carrasco. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 10: 57-62.

- Sáenz R., J. T., H. J. Muñoz F. y A. Rueda S. 2011. Especies promisorias de clima templado para plantaciones forestales comerciales en Michoacán. Libro Técnico Núm. 10. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Mich., México. 213 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2011a. Producción de plantas para reforestación (1993-2009). http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadísticas/compendio2010/archivos/01_rforestales/d3_Rforesta09_05.pdf (22 de febrero de 2018).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2011b. Superficie reforestada (1993-2009). http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadísticas/compendio2010/archivos/01_rforestales/d3_Rforesta09_06.pdf (23 de febrero de 2016).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2013. Producción de plantas para reforestación (1993-2009). http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadísticas/compendio2010/archivos/01_rforestales/d3_Rforesta09_05.pdf (2 de marzo de 2018).
- Sigala R., J. Á., M. A. González T. y J. Á. Prieto R. 2015. Supervivencia en plantaciones de *Pinus pseudostrobus* Lindl. en función del sistema de producción y preacondicionamiento en vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 6(30): 20-31. <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/forestales/article/view/203> (19 de enero de 2018).
- Statsoft Inc. 2017. Statistica for Windows. Computer program manual. StatSoft, Inc. <http://statistica.software.informer.com/13.0/> (5 de enero de 2018).
- Taylor, M. M. 2007. Effect of plant date on subsequent seedling field performance (Doctoral dissertation) Corvallis, OR USA. 128 p.
- Universidad Autónoma Chapingo (UACH). 2007. Evaluación externa de los apoyos de reforestación, obras y prácticas de conservación de suelos y sanidad forestal- Categoría Reforestación. Ejercicio Fiscal 2006. Conafor-Semarnat. http://148.223.105.188:2222/gif.snif_portal/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=20 (25 de enero de 2018).

Universidad Autónoma Chapingo (UACH). 2010. Informe de evaluación externa de los apoyos de reforestación. Ejercicio Fiscal 2009. CONAFOR-SEMARNAT.
http://148.223.105.188:2222/gif.snif_portal/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=20 (26 de febrero de 2018).

Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). 2009. Reforestación. Evaluación externa fiscal 2008. CONAFOR-SEMARNAT.
http://148.223.105.188:2222/gif.snif_portal/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=20 (19 de febrero de 2018).

United Nations Development Programme (UNDP). 2012. Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, México.
https://www.equatorinitiative.org/wpcontent/uploads/2017/05/case_1_1363201559.pdf (2 de marzo de 2018).