

EFFECTO DEL USO DE ABONO ORGÁNICO EN LA GERMINACIÓN Y CALIDAD DE PLANTA EN DOS ESPECIES DE ENCINO (*Quercus spp*)

EFFECT OF THE USE OF ORGANIC FERTILIZER ON THE GERMINATION AND QUALITY OF PLANT OF TWO OAK SPECIES (*Quercus spp*)

Yakin Acosta-García¹, María Eugenia Bahena-Galindo^{2*}, Rogelio Oliver-Guadarrama², Jorge Alberto Viana-Lases³

¹Maestría en Manejo de Recursos Naturales, Centro de Investigaciones Biológicas, E-mail: acosta.yakin@gmail.com. ²Laboratorio de Edafoclimatología. Departamento de Biología Vegetal, Centro de Investigaciones Biológicas, E-mail: bahenam@uaem.mx. ³Laboratorio de Hidrobotánica, Centro de Investigaciones Biológicas; Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos, México, E-mail: viana@uaem.mx

*Autor para correspondencia. E-mail: bahenam@uaem.mx

RESUMEN

La imperiosa necesidad de recuperar los ecosistemas, o parte de ellos, resulta un punto relevante en el momento actual ya que estos corren el riesgo de desaparecer por las graves alteraciones que han sido como resultado de las actividades humanas, siendo fundamental la realización de proyectos de restauración ecológica. En la producción de especie forestales, el uso de fertilizantes de origen químico genera impactos ambientales e incrementa los costos de producción, es por ello que el uso de abonos orgánicos surge como una alternativa en dicho proceso; en este sentido se consideraron dos especies de encinos con un registro limitado de investigaciones, con importancia ambiental y

económica en la región norte del estado de Morelos; es importante mencionar que ambas poseen la categoría de especies nativas en las zonas de serranía de nuestro país. En la presente investigación, se realizaron distintas mezclas con la función de sustrato para la evaluación de la germinación y calidad de planta del encino, estas mezclas usaron como materiales base: estiércol de ovino, aserrín y suelo forestal, siendo materiales de fácil acceso en la región. Dentro de los principales resultados destacan una germinación y calidad de planta similar y en algunos casos superior en comparación al sustrato regional que emplean en los viveros tecnificados.

Palabras Clave: *Abonos Orgánicos, Germinación, Calidad de Planta, Quercus.*

ABSTRACT

The urgent need to recover the ecosystems, or part of them, is a relevant point because they are in risk of disappearing due to the serious alterations that have suffered as a result of human activities, being essential the realization of ecological restoration projects, however, in the production of forest species, the use of chemical fertilizers generates environmental impacts and increases the production costs, before this series of problems the use of organic fertilizers arises as an alternative in this process, in this sense, two species of oak with limited research record, with environmental and economic importance in the northern region of Morelos State, it is also important to mention that they have the category of native species in the mountainous areas of our country. For these reasons, different mixtures were prepared which functioned as a substrate for the evaluation of the germination process and quality of the plant. The mixtures used were: sheep manure, sawdust and forest soil as base materials; materials which are being easily accessible in the region. Among the main results, a similar germination and quality of the plant stands out and superior, in some cases, compared to the regional substrate used in the technician nurseries.

Key Words: *Organic Fertilizers, Germination, Plant Quality, Quercus.*

INTRODUCCIÓN

La producción de especies forestales se caracteriza por el uso de fertilizantes de origen químico y elementos minerales como la agrolita, los cuales provocan un incremento en los costos de producción e influyen negativamente en el ambiente (Bossio *et al.*, 1998; Peña-Cabriales *et al.*, 2001; Sánchez-Córdova, *et al.*, 2008). Tales efectos están ligados a alteraciones de las características físicas, químicas y biológicas del suelo y agua (Bergströms y Brick, 1986), dentro de los que destacan, la disminución del porcentaje de materia orgánica, la

acidificación, la mineralización de elementos fundamentales para las plantas, la aparición de patógenos, la contaminación y eutrofización de cuerpos acuáticos (Alexander, 1987; Adesemoye *et al.*, 2009).

En contraparte, la adición de abonos orgánicos propicia una mejoría en las características del suelo, dentro de las más importantes están el aumento en la actividad microbiana, la cual conduce a un equilibrio dinámico entre las poblaciones, evitando así la presencia desmedida de patógenos; la liberación de la dosis necesaria de macro y micro nutrientes los cuales son determinantes para el desarrollo de las plantas, así mismo existe un cambio del pH y la humedad.

En el caso del primero, dicha modificación está en función del origen del material y para la segunda, existe un incremento en la capacidad de retención de agua, teniendo implicaciones en la sobrevivencia y desarrollo vegetativo (Castellanos, 1982; Mäder *et al.*, 2002; Ed-Haun *et al.*, 2007). Siguiendo esta línea, por sus niveles de nutrientes y cualidades, los abonos de este tipo resultan benéficos ya que contribuyen a incrementar la calidad del suelo, por lo que el estiércol de conejos y ovinos son considerados como los mejores abonos orgánicos, sin embargo, solo son utilizados en actividades agrícolas, donde los rendimientos son similares en comparación a la agricultura convencional (Labrador-Moreno, 1996). Dado sus propiedades, el abono de ovinos podría ser una alternativa en la producción de algunas especies del género *Quercus*, las cuales corresponden a especies nativas del centro y norte de México (Martínez, 1948; Flores-Castorena y Martínez-Alvarado, 2010). Por lo tanto, al usar este abono se esperaría que los niveles de producción fueran iguales o superiores en comparación a los obtenidos con fertilizantes químicos. Para tal efecto se evaluó la germinación y la calidad de planta de dos especies *Quercus rugosa* y *Quercus laurina*, en seis mezclas a base de aserrín, suelo forestal y estiércol de ovinos, siendo

materiales disponibles y de bajo costo dentro del municipio de Huitzilac, Morelos, México.

El objetivo central de la presente investigación fue evaluar la germinación y calidad de la planta de dos especies del género *Quercus* (*Q. rugosa* y *Q. laurina*), con potencial de restauración ecológica local, en diferentes mezclas de sustrato a base de aserrín, suelo forestal y abonos orgánicos (estiércol de ovinos). Así mismo se analizaron las propiedades físicas y químicas de las diferentes mezclas generadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de la fase experimental, se contó con el apoyo del vivero de la escuela Preparatoria Comunitaria de Tres Marías. El vivero forestal de la Escuela Preparatoria Comunitaria se ubica en la comunidad de Tres Marías en el municipio de Huitzilac. El clima prevaleciente del área es de tipo templado con una temperatura media anual entre 8 y 12 °C y una precipitación de 1200 a 2000 mm. Es importante mencionar que el grado de tecnificación de este vivero es mínimo, ya que solo está protegido por maya sombra al 30% y el sistema de riego es directo, por lo que se procura en la medida de lo posible, evitar la modificación de las condiciones ambientales, a las cuales las especies propuestas están adaptadas.

Recolectas de germoplasma

Las semillas de *Q. laurina* y *Q. rugosa* se recolectaron directamente de los árboles en transectos de dos kilómetros, con una distancia mínima de 100 metros entre los organismos elegidos, con el fin de reducir problemas de parentesco genético (Palmborg, 1980). Las semillas fueron obtenidas en los meses de noviembre a enero del 2016-2017, en tres parajes del municipio de Huitzilac: 1. Volcán “El

Tezontle” ubicado en las coordenadas geográficas N 19.056075 y O -99.260068; 2. Bosque oriente de la cabecera Municipal localizado en las coordenadas geográficas N 19.027047 y O -99.239932; y 3. “Huertas de San Pedro” localizado en las coordenadas geográficas N 19.010712 y O -99.273731. Este proceso se llevó a cabo de acuerdo a la metodología propuesta por Hartman y Kester (1980); García (2002) y García de la Cruz *et al.* (2011), recolectándose un total de 30 kilogramos por especie.

Elaboración y esterilización de Tratamientos

Se elaboraron seis tratamientos (T1-T6) constituidos de aserrín, suelo forestal y estiércol de ovinos utilizando distintos porcentajes (Cuadro 1). Los materiales utilizados para la preparación de los tratamientos, fueron tamizados a diferentes medidas. Para el aserrín se utilizó una criba con malla de 1 cm, para el suelo forestal una malla de 5 mm y para el estiércol una malla de 1 cm (SEDAGRO y PROBOSQUE, 2007). Una vez mezclados los tratamientos se procedió a esterilizar con la técnica de la solarización o pasteurización solar durante un mes, de acuerdo a la metodología propuesta por Pullman *et al.* (1981) y Parra *et al.* (2014).

Selección y tratamiento pregerminativo de la semilla

La selección del germoplasma ocurrió en dos fases; la primera consistió en seleccionar aquellas semillas sin daños visibles y apariencia saludable; en la segunda, 48 horas antes a la siembra, por medio de la técnica de flotación en agua, se excluyeron aquellas semillas que no presentaron embrión (Bonner, 2003; SEDAGRO y PROBOSQUE, 2007). Respecto a los tratamientos pregerminativos empleados fueron la escarificación y el remojo (Díaz-Portones y Reyes-Jaramillo, 2009).

Cuadro 1. Porcentaje de los materiales utilizados para elaborar los tratamientos del experimento para determinar el efecto del uso de abono orgánico en la germinación y calidad de planta de encino (*Quercus* spp).

SUSTRATO	PORCENTAJES (%) (volumen/volumen)		
	Aserrín	Suelo de bosque	Estiércol
T1	30	50	20
T2	30	40	30
T3	30	30	40
T4	30	20	50
T5	0	100	0
T6 (control)	50	“Tierra negra” 50%	Osmocote 1.5 kg/ 0.5 m ³

Siembra y evaluación de la germinación

Este proceso se llevó a cabo en el mes de marzo del 2017 y la técnica empleada en siembra fue la propuesta por SEDAGRO y PROBOSQUE, 2007, empleando para tal efecto, charolas de plástico con diferentes diámetros de cavidad; para la especie *Q. laurina* esta medida fue de 4 cm y para la especie *Q. rugosa* la medida fue de 6 cm, ya que existe una diferencia notable entre los tamaños de ambas semillas. Se aplicó un diseño experimental con un arreglo completamente al azar de 3 repeticiones, con 90 semillas de cada especie en los seis tratamientos. Se aplicaron riegos diarios hasta que inicio la emergencia de las plántulas, considerándose ésta como una semilla

germinada, posteriormente se aplicaron riegos cada tercer día (Altamirano y Aparicio, 2002).

Las variables a analizar durante el proceso germinativo fueron: a) porcentaje total de emergencia y b) velocidad de emergencia al 75% según la metodología de Camacho-Morfin (1994) y Snedecor y Cochran (1971) para los tratamientos empleados.

De cada uno de los tratamientos elaborados, se realizaron los análisis físicos y químicos (Cuadro 2) con el fin de evaluar y/o relacionar estos parámetros con los resultados finales de germinación y calidad de planta de las dos especies.

a) Capacidad germinativa o Porcentaje de germinación final (CG)

$$CG = \frac{(A \times 100)}{M}$$

Donde:

Ae = Germinación acumulada hasta la última evaluación.

M = Muestra evaluada, lo que corresponde al total de semillas sembradas.

b) Días a un porcentaje dado (D%).

$$D\% = d + \frac{(D - d)(E - a)}{A - a}$$

Dónde:

A = valor de A mayor más cercano a E.

a = valor de A menor más cercano a E.

D = días requeridos para alcanzar A.

d = días requeridos para alcanzar a.

E = emergencia.

Cuadro 2. Análisis físicos y químicos realizados a los tratamientos empleados en el experimento para determinar el efecto del uso de abono orgánico en la germinación y calidad de planta de encino (*Quercus* spp).

Parámetro	Método	Referencia
Porosidad Total %	Volumen de contenedores	Landis <i>et al.</i> , (1990)
Porosidad de Aireación%	Volumen de contenedores	Landis <i>et al.</i> , (1990)
Porosidad de Retención %	Volumen de contenedores	Landis <i>et al.</i> , (1990)
Materia Orgánica %	Método de combustión húmeda de Walkley y Black	Jackson (1982)
Nitrógeno%	Kjendahl (Digestión acida y oxido-reducción)	Kjendahl (1883)
Carbono %	Constante de Jackson (a partir de la materia orgánica)	Jackson (1982)
pH	Potenciómetro (relación 1:2.5 con agua destilada y KCL.)	Goijberg y Aguilar (1987)
Fósforo	Colorimetría (Bray 1)	Bray y Kurtz (1945)
Potasio	Flamometría	Wander (1942); Barnes <i>et al.</i> , (1945)

Evaluación de la calidad de la planta

Posterior a dos meses de la emergencia de las plántulas, éstas se trasplantaron a bolsas de polietileno de calibre 400 con medidas de 10x20 cm, empleando los tratamientos propuestos, con lo cual se mantuvieron por 10 meses bajo malla sombra al 30% con riegos cada tres días. Para evaluar el proceso, se tomaron 10 individuos completamente al azar de cada tratamiento a los que se midió la altura de porción aérea de la planta (cm) el diámetro del tallo (mm) y peso seco de la porción aérea y raíz (g), con el fin de calcular los siguientes índices: a) De calidad de Dickson *et al.* (1960), b) índice de esbeltez de Schmid-Vogt (1980) y c) la relación raíz-parte Aérea. Donde:

~ La altura total de la planta: Distancia desde el cuello de la raíz hasta la yema apical.

~ El diámetro: punto de referencia la base del tallo.

~ El peso seco de la parte aérea y radical: Ambas partes se guardaron en bolsas de papel y se sometieron al secado en una estufa a una temperatura de 70°C, hasta alcanzar un peso constante. Para ser pesadas en una balanza analítica y aplicar las fórmulas del Cuadro 3:

Por último, esta calidad se evaluó de acuerdo con la metodología propuesta por CONAFOR, 2009; Sáenz *et al.*, 2010; Rueda-Sánchez *et al.*, 2013, en la cual se calculó el promedio y la desviación estándar, con el promedio se estimaron rangos de calidad (ALTA, MEDIA Y BAJA) en cada variable de las especies evaluadas (Cuadro 4). Una vez estimados los parámetros se definió la calidad de acuerdo al Cuadro 5.

Cuadro 3. Fórmulas para calcular la calidad de la planta en el experimento para determinar el efecto del uso de abono orgánico en la germinación y calidad de planta de encino (*Quercus* spp).

a)	Índice de Calidad de Dickson	$ICD = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{altura tallo (cm)}}{\text{diámetro (mm)}} + \frac{\text{peso seco tallo (g)}}{\text{peso seco raíz}}}$
b)	Índice de Esbeltez	$(IE) = \frac{\text{diámetro tallo (mm)}}{\frac{\text{altura tallo}}{10} + 2}$
c)	Relación parte aérea-raíz	$RPA-R = \frac{\text{Peso seco del tallo (g)}}{\text{Peso seco de la raíz (g)}}$

Cuadro 4. Rangos de calidad para las variables morfológicas evaluadas (Adaptado Rueda-Sánchez *et al.*, 2013) en el experimento para determinar el efecto del uso de abono orgánico en la germinación y calidad de planta de encino (*Quercus* spp).

Variable	Tipo de planta	Calidad		
		Baja	Media	Alta
Altura (cm)	Conífera no cespitosa	<10.0	10.0-11.9	≥12.0
	Latifoliada	<12.0	12.0-14.9	≥15.0
Diámetro (mm)	Conífera no cespitosa	<2.5	2.5-3.9	≥4.0
	Latifoliada	<2.5	2.5-4.9	≥5.0
IE	Todas	≥8.0	7.9-60	<6.0
RPA-R	Todas	≥2.5	2.4-2.0	<2.0
ICD	Todas	<0.2	0.2-0.4	≥0.5

IE= Índice de esbeltez; RPA-R= Relación parte aérea-raíz; ICD= Índice de Calidad de Dickson

Cuadro 5. Categorías de calidad de planta de acuerdo a los parámetros evaluados en del experimento para determinar el efecto del uso de abono orgánico en la germinación y calidad de planta de encino (*Quercus* spp).

CALIDAD	Valores de alta calidad	Valores de media calidad	Valores de baja calidad
Alta (A)	Todos	Hasta 3	Ninguno
Media (M)	Mayor proporción	Menor proporción	uno
Baja (B)	Mayor proporción	Menor proporción	dos

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Evaluación de la germinación

La germinación fue mayor en los tratamientos T1, T2, T3 y T4 para *Q. laurina* ($F_{(5,12)} = 6.5547$, $P < 0.05$) (Figura 1), lo cual sugiere que esta especie tolera diversos rangos de pH que van desde fuerte y ligeramente ácido a medianamente alcalino, este cambio en el pH se dio por la adición gradual del estiércol de ovinos, lo que a su vez modifica las características químicas, físicas y biológicas volviéndolas óptimas y propiciando un incremento en la germinación, puesto que las poblaciones de microorganismos no afectan a las plántulas emergidas (Binkley y Sollins, 1990; Landis et al., 1990; Bååth et al., 1995; Ed-Haun et al., 2007). La germinación mayor la obtuvo el tratamiento T5 (100% suelo forestal) para la especie *Q. rugosa* ($F_{(5,12)} = 3.7157$, $P > 0.05$), esto se atribuye a que el tratamiento presentó un pH ácido (5.25) que de acuerdo con Ansorena (1994) está en el rango óptimo para sustratos usados en la producción de

algunas especies forestales; no obstante, los tratamientos propuestos (T1-T4) obtienen un número considerable de plántulas germinadas con características aceptables. Para ambas especies el tratamiento T6 (tratamiento control) obtuvo una germinación reducida, atribuible a la presencia de Damping-off, problema común para esta mezcla, reportado por Landis et al. (1990) y SEDAGRO y PROBOSQUE (2007). Por último, los tratamientos propuestos surgen como una alternativa, ya que son similares al tratamiento T6 e incluso superiores en germinar plántulas saludables a un bajo costo.

Evaluación de la velocidad de germinación

La velocidad para alcanzar el 75% de germinación en las especies evaluadas no mostró diferencias significativas (Figura 2); sin embargo, los tratamientos propuestos surgen como una alternativa ya que igualan en velocidad y superan en germinación al tratamiento T6, considerado como sustrato regional.

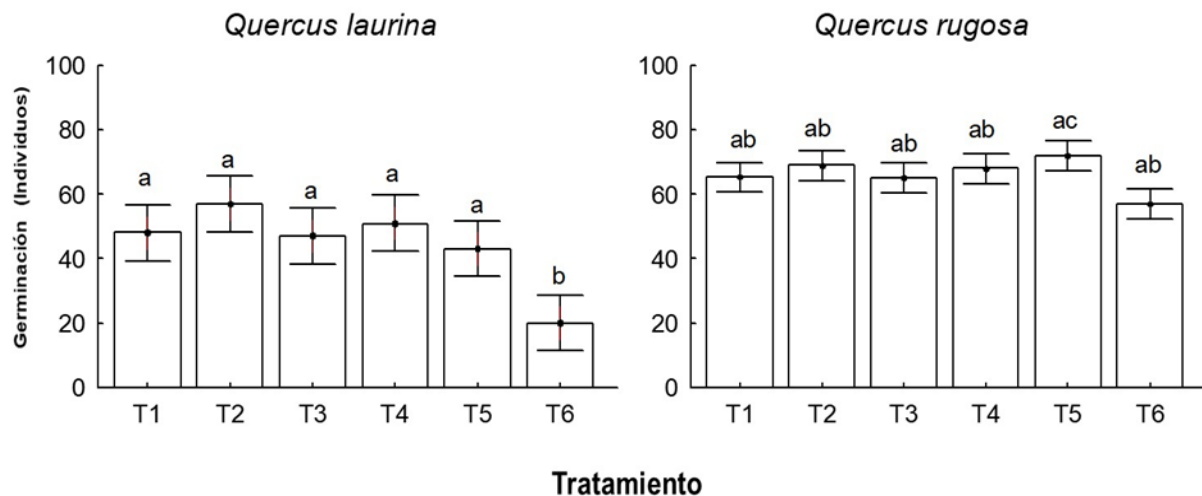


Figura 1. Comparación de promedios de germinación de *Q. laurina* y *Q. rugosa*, en el experimento para determinar el efecto del uso de abono orgánico en la germinación y calidad de planta. (Letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey)

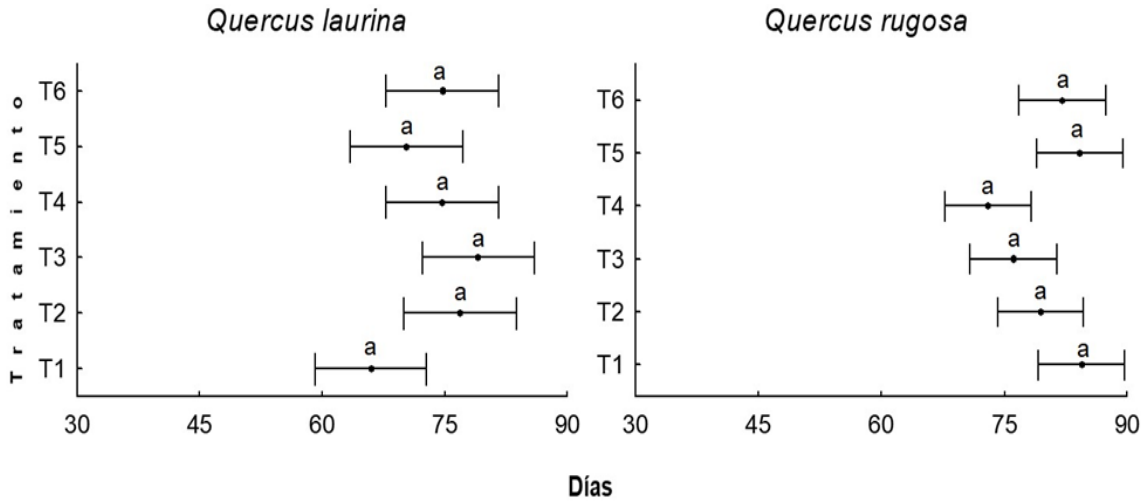


Figura 2. Comparación de promedios de velocidad al 75% de germinación de *Q. laurina* y *Q. rugosa*, en el experimento para determinar el efecto del uso de abono orgánico en la germinación y calidad de planta. (Letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey).

Calidad de Planta

La calidad Alta en la especie *Q. laurina* se alcanzó en los tratamientos T1, T2, T3 y T5 (Cuadro 6) no obstante, el tratamiento T2 presenta los valores mayores en cada variable evaluada, con respecto a los tratamientos restantes, de modo que es el que mayormente se recomienda para la producción de esta especie. Por el contrario, en el tratamiento T4 la calidad de planta fue Media, teniendo plantas con coloración amarillenta producto de la modificación del pH, lo cual indica que no se desarrollan de forma normal (Ansorena, 1994), por esta razón, se recomienda el uso limitado de este sustrato en la producción de la citada especie.

En el caso de la especie *Q. rugosa*, la calidad Alta se presentó en todos los tratamientos; sin embargo, de acuerdo a los valores promedio de las variables evaluadas, los tratamientos T2 y T4 son los más recomendables para llevar a cabo este proceso, puesto que en 10 meses se pueden producir plantas con características aptas para ser llevadas a campo con una inversión

de producción de bajo costo. Los resultados donde la calidad de planta es Alta para este género, fueron similares e incluso superiores a los propuestos por Birchler *et al.*, (1998) y a los considerados como de calidad alta por Ramírez-Contreras y Rodríguez-Trejo (2004).

CONCLUSIONES

En las especies evaluadas, a pesar de no haber diferencias significativas en relación al porcentaje y velocidad de germinación entre las mezclas propuestas, consideramos que cualquiera de los tratamientos experimentados, resultan efectivos en este proceso, ya que se producen plántulas con calidad Alta, a un bajo costo y en periodos cortos de tiempo.

La calidad alta se alcanzó en la mayoría de los tratamientos propuestos (T1 a T4); de estos, el tratamiento T2 es el más recomendable, ya que es el que mostró los valores más elevados en las variables evaluadas.

Cuadro 6. Calidad de las variables evaluadas en el experimento para determinar el efecto del uso de abono orgánico en la germinación y calidad de planta de encino (*Quercus* spp).

Variable	<i>Quercus laurina</i>					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	C	C	C	C	C	C
Altura (cm)	15.6 ± 2.2 A	18.8 ± 3.1 A	13.1 ± 1.8 M	7.8 ± 1.1 B	13.5 ± 2.9 M	24.2 ± 3.9 A
Diámetro (mm)	3.2 ± 0.6 M	4.2 ± 0.9 M	3.9 ± 0.6 M	3.8 ± 1.9 M	3.5 ± 0.7 M	5.5 ± 1.3 A
Índice de Esbeltez	0.9 ± 0.2 A	1.1 ± 0.2 A	1.2 ± 0.2 A	1.4 ± 0.6 A	1.0 ± 0.2 A	1.2 ± 0.3 A
Relación PA-R	0.5 ± 0.1 A	0.6 ± 0.1 A	0.5 ± 0.1 A	0.4 ± 0.2 A	0.4 ± 0.1 A	0.9 ± 0.4 A
Índice de Dickson	0.4 ± 0.0 A	0.7 ± 0.0 A	0.3 ± 0.0 M	0.7 ± 0.0 A	0.5 ± 0.0 A	1.0 ± 0.8 A
<i>Quercus rugosa</i>						
Altura (cm)	16.2 ± 1.9 A	23.7 ± 3.6 A	19.7 ± 6.7 A	25.7 ± 5.0 A	19.2 ± 4.4 A	32.5 ± 5.5 A
Diámetro (mm)	6.8 ± 1.3 A	5.9 ± 1.1 A	5.8 ± 1.8 A	6.3 ± 1.5 A	5.1 ± 2.0 A	5.7 ± 0.7 A
Índice de Esbeltez	1.9 ± 0.4 A	1.3 ± 0.2 A	1.5 ± 0.5 A	1.4 ± 0.3 A	1.3 ± 0.4 A	1.1 ± 0.1 A
Relación PA-R	0.6 ± 0.2 A	0.7 ± 0.2 A	0.8 ± 0.2 A	0.8 ± 0.2 A	0.6 ± 0.2 A	1.0 ± 0.2 A
Índice de Dickson	1.7 ± 0.0 A	1.2 ± 0.0 A	1.0 ± 0.0 A	1.7 ± 0.0 A	0.9 ± 0.0 A	1.4 ± 0.0 A

\bar{X} = Promedio; σ = Desviación estándar; C= calidad de la variable: A= alta, M=media, B= baja; PA-R= parte aérea-raíz

AGRADECIENTOS

Los autores agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo recibido a través de la beca otorgada al primer autor para la realización de la presente investigación.

LITERATURA CITADA

Adesemoye, A., A. Torber, J.W. Kloepper. 2009. Plant growth-promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers. *Microb Ecol* 58: 921-929.

Alexander, M. 1987. Introduction to soil microbiology. AGT Editor. USA. 483 pp.

Altamirano, M., T., y A. Aparicio. 2002. Efecto de la lombricomposta como sustrato alternativo en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus oaxacana* Mirov. Y *Pinus rudis* Endl. *Foresta Veracruzana* 4(1): 35-40.

Ansorena, J. 1994. Sustratos Propiedades y Caracterización. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 169 pp.

Bååth, E., Å. Frostegård, T. Pennanen, H. Fritze. 1995. Microbial community structure and pH response in relation to soil organic matter quality in wood-ash fertilized, clear-cut or burned coniferous forest soils. *Soil Biol. Biochem.* 21(2): 229-240.

Barnes, R., D. Richardson, J. Berry, R. Hood. 1945. Flame Photometry: A rapid analytical procedure. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* 17: 605.

- Bergström, L., N. Brink. 1986. Effects of differentiated applications of fertilizer N on leaching losses and distribution of inorganic N in the soil. *Plant Soil* 93: 333-345.
- Binkley, D., y P. Sollins. 1990. Factors Determining Differences in Soil pH in Adjacent Conifer and Alder-Conifer Stands. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:1427-1433.
- Birchler, T., R. Rose, A. Royo, M. Pardos. 1998. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Invest. Agr. Sist. Rec. For.* 7(1):109-121.
- Bonner, F.T. 2003. Collection and care of acorns: A practical guide for seed collectors and nursery managers. USDA. 28 pp.
- Bossio, D.A., K.M. Scow, K.J. Gunapala. 1998. Determinants of soil microbial communities: effects of agricultural management, season, and soil type on phospholipid fatty acid profiles. *Microbial Ecol* 36: 1-12.
- Bray, R.H. y L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Sci* 59: 39-45.
- Camacho-Morfín, F. 1994. Fisiología de la germinación. *Semillas Forestales* 2: 12-31.
- Castellanos, R. 1982. La importancia de las condiciones físicas del suelo y su mejoramiento mediante la aplicación de estiércoles. *Seminarios Técnicos* 7(8): 32.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2009. Criterios técnicos para la producción de especies forestales de ciclo corto (rápido crecimiento), con fines de restauración. CONAFOR. Guadalajara, Jal. México. 9 pp.
- Díaz-Pontones, D., & I. Reyes-Jaramillo. 2009. Producción y almacenamiento de bellotas de *Quercus hintonii* Warburg (Fagaceae) de la Depresión del Balsas, México. *Polibotánica* 27: 131-143.
- Dickson, A., A.L. Leaf, J.F. Hosner. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle* 36: 10-13.
- Ed-Haun, C., C. Ren-Shih, T. Yuong-How. 2007. Effect of different application rates of organic fertilizer on soil enzyme activity and microbial population, *Soil Science and Plant Nutrition* 53(2): 132-140.
- Flores-Castorena, A. y D. Martínez-Alvarado. 2010. Biodiversidad, conservación y manejo en el corredor biológico Chichinautzin, condiciones actuales y perspectivas (Sinopsis florística). Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigaciones Biológicas, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, Gobierno del Estado de Morelos. México. pp 79-97.
- García, J. 2002. Manual de repoblaciones forestales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Fundación Conde del Valle de Salazar. Vol. I, Madrid. 749 pp.
- García de la Cruz, Y., J.M. Ramos-Prado, J. Becerra. 2011. Semillas forestales nativas para la restauración ecológica. *CONABIO. Biodiversitas* 94:12-15.
- Goijberg, R. y S. Aguilar. 1987. pH del suelo y necesidades de cal. SMCS Publicación No. 1. México.
- Hartman, H.T. y D.E. Kester. 1980. Propagación de plantas: principios y prácticas. CECSA. 760 pp.
- Jackson, M. L. 1982. Análisis químico del suelo. Editorial Omega. Barcelona, España. 622 pp.
- Kjeldahl, J. 1883. Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern, *Z. Anal. Chem* 22: 366-382.
- Labrador-Moreno, J. 1996. La materia orgánica en los agroecosistemas. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación.

- Editorial MUNDI-PRENSA. España. pp 19-20 y 93.
- Landis, T.D., R.W. Tinus, S.E. McDonald, J.P. Barnett. 1990. Containers and growing media. Vol. 2. The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbook 674. USDA. Forest Service. Washington, DC. EUA. 88 pp.
- Mäder, P., A. Fliebbach, D. Dubois, L. Gunst, P. Fried, U. Niggli. 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296 (5573):1694-1697.
- Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos. Segunda edición. Ediciones Botas. México. 361 pp.
- Peña-Cabriales, J.J., O.A. Grageda-Cabrera, J. Vera-Núñez. 2001. Nitrogen Fertilizer Management in Mexico: Use of Isotopic Techniques. *Terra* 20: 51-56.
- Ramírez-Contreras, A. & D. Rodríguez-Trejo. 2004. Efecto de calidad de planta, exposición y micrositio en una plantación de *Quercus rugosa*. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente* 10(1): 5-11.
- Rueda-Sánchez, A., J. Benavides-Solorio, J. Sáenz-Reyes, H. Muñoz, J. Prieto-Ruiz, G. Orozco. 2013. Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit. *Rev. Mex. Cien. For.* 5(22): 58-73.
- Sáenz, T., F. Villaseñor, J. Muñoz, A. Rueda, J. Prieto. 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Mich. México. 50 pp.
- Sánchez-Córdova, T., A. Aldrete, V.M. Cetina-Alcalá, J. López-Upton. 2008. Caracterización de medios de crecimiento compuestos por corteza de pino y aserrín. *Madera y Bosques* 14(2): 41-49.
- Palmberg, C. 1980. Selection and management of seed stand: hardwoods. *FAO Forestry papers* 20: 122-123.
- Pullman, G.S., J.E. DeVay, R.H. Garber. 1981. Soil solarization and thermal death: A logarithmic relationship between time and temperature for soilborne plant pathogens. *Phytopathology* 72(9): 959-964.
- Parra, M., M. Sobrero, M. Pece. 2014. Solarización: una alternativa de control de malezas para viveristas. *Foresta Veracruzana* 17(1): 9-16.
- Schmidt-Vogt, H. 1980. Characterization of plant material, IUFRO Meeting 1: 05-04.
- SEDAGRO y PROBOSQUE. 2007. Manual de Producción de Planta Forestal, Clima Templado. Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Protectora de los Bosques. 106 pp.
- Snedecor, G y W. Cochran. 1971. Métodos estadísticos. Tr. J.A. Reinosa Fuller. CECSA. México. Pp 156-174.
- Wander, P. S. 1942. Photometric determination of potassium. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* 14: 471.