

USO DE FERTILIZANTES DE LIBERACIÓN CONTROLADA EN PLANTAS DE TECA (*Tectona grandis*), EN LA ETAPA DE VIVERO

EFFECT OF CONTROLLED RELEASE FERTILIZERS ON GROWTH OF TEAK PLANTS (*Tectona grandis*) ON NURSERY

Nohemí Escamilla-Hernández¹, José J. Obrador-Olán^{1*}, Eugenio Carrillo-Ávila²
y David J. Palma-López¹

¹Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados. Periférico Carlos A. Molina S/N. 86500, H. Cárdenas, Tabasco, México. ²Campus Campeche, Colegio de Postgraduados. km 17.5 carr. Haltunchén-Edzná. 24450, Sihochac, Champotón, Campeche. México.

*Autor para correspondencia (obradoro@colpos.mx)

RESUMEN

La teca (*Tectona grandis* L. f.) ocupa 74 % del área plantada con maderas duras tropicales en el mundo y es la especie cultivada más importante en esta categoría. Existe interés de empresas mexicanas en propagar esta especie y competir en el mercado internacional; para lograrlo se requiere producir plantas de calidad. La fertilización es, después del riego, la práctica cultural que más directamente influye en el crecimiento de las plantas en el vivero. En este estudio se evaluó el crecimiento de plantas de teca mantenidas durante dos meses en tubetes de polietileno expandido de 310 cm³, con un sustrato de vermiculita, agrolita y "peat moss", el cual se mezcló con Basacote® (16N-8P-12K), Osmocote® (15N-9P-12K) y Multicote® (18N-6P-12K), en tres dosis cada uno: 10 (baja), 20 (media) y 30 kg m⁻³ (alta), más un testigo sin fertilización. Los tratamientos se compararon con un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones. Se midieron las variables: diámetro, altura del cuello, biomasa aérea y radical, índice de robustez (IR), relación biomasa aérea/radical (BA/BR) e índice de calidad de Dickson (ICD). Las plantas fertilizadas con Osmocote en las dosis media y alta presentaron el mayor crecimiento en todas las variables morfológicas; sin embargo, las plantas de mayor calidad en los índices IR, BA/BR e ICD, correspondieron a las fertilizadas con Basacote en todas sus dosis y a las fertilizadas con Osmocote en la dosis más baja.

Palabras clave: *Tectona grandis*, fertilizantes de liberación controlada.

SUMMARY

Teak (*Tectona grandis* L. f.) occupies 74 % of the area planted with tropical hardwoods in the world, and it is the most important cultivated species in this category. Mexican companies are interested in multiplying this species and compete in the international market by producing quality plants. Fertilization is, after irrigation, the cultural practice that most directly influences plant growth at the nursery. In this study, the growth of teak seedlings was evaluated when grown for two months in 310 cm³ containers filled with a mix of vermiculite, perlite and peat moss. The substrate mix included Basacote® Plus (16N-08P-12K) 9M, Osmocote® Plus 12M (15N-9P-12K) and Multicote® 8M (18N-6P-12K) in four dosages: 0 (control), 10 (low), 20 (medium) and 30 kg m⁻³. Treatments were compared under a completely randomized experimental design with three replications. Variables measured included shoot diameter, collar height, shoot and root biomass, robustness index (RI), ratio of aerial biomass to root biomass (BA/BR), and Dickson quality index (DQI). Seedlings fertilized with Osmocote at medium

and high dosages showed the highest increase in all morphological variables; however, the highest quality plants, according to the RI, BA/BR and DQI indexes, were those fertilized with Basacote at any of the three doses, and those fertilized with Osmocote at the lowest dose.

Index words: *Tectona grandis*, controlled release fertilizers.

INTRODUCCIÓN

El mercado de fertilizantes de liberación controlada (FLC) surgió de la necesidad para resolver problemas económicos y ecológicos de fertilización aplicada en hortalizas y frutales. Ante los buenos resultados, este mercado se ha expandido recientemente al sector forestal, y se aplica principalmente en especies adaptadas a zonas templadas de países desarrollados. En consecuencia, la información sobre FLC en especies forestales maderables tropicales es escasa (Rose *et al.*, 2004).

El sur de México es una de las regiones con mayor vocación forestal (J. P. C., 2004), razón por la que existe un importante incremento de las áreas con plantaciones forestales, especialmente con especies maderables de rápido crecimiento o de alto valor por la calidad de su madera como *Tectona grandis* y *Gmelina arborea*, entre otras (CONAFOR, 2012). En estos casos, uno de los principales problemas a resolver es la producción de plantas vigorosas de alta calidad genética (Bebarta, 1999).

La madera de teca (*Tectona grandis* L. f.) es una madera dura de alto valor económico y de gran demanda por la calidad del duramen. En el mundo, el valor comercial de la madera de teca para aserrío por metro cúbico de plantación fue US\$ 717 en el año 2013 (De Camino y Pierre, 2013). Estos mismos autores mencionan que la teca representa el 74 % del área mundial plantada con maderas duras tropicales, por lo que es la especie cultivada más importante en esta categoría. La superficie plantada de teca en el mundo es de 5.9 millones de hectáreas, de las cuales 80 % corresponde a

Asia, 13 % a África y 7 % a América Latina y el Caribe. En México, esta especie fue introducida a finales de la década 1950; actualmente ocupa el 5° lugar, representa 9 % respecto al total de las demás especies maderables, y cubre una superficie cercana a 18,009 ha (CONAFOR, 2012) que se distribuye principalmente en los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche (CONAFOR, 2011).

El éxito de las plantaciones forestales depende de la calidad de las plantas producidas en vivero (Landis *et al.*, 2004). La fertilización es, después del riego, la práctica cultural que más directamente influye en la calidad de las plantas. El estado nutricional de éstas afecta procesos fisiológicos, como la regulación del crecimiento, el flujo de energía y la síntesis de los complejos orgánicos moleculares que las componen (Penuelas y Ocana, 1996; Escobar, 2007). El incremento de la fertilización puede producir plantas más desarrolladas, con mayor contenido de nutrientes y capacidad de producción de nuevas raíces (Van Den Driessche, 1992; Douglass *et al.*, 2005).

Las especies responden de manera diferente a la adición de nutrientes (Cai *et al.*, 2008), por lo que es necesario investigar la respuesta particular de cada una a las dosis de fertilizantes, antes de proceder a realizar aplicaciones a escalas mayores. Si bien existe abundante información sobre las técnicas de cultivo y propagación de plantas a raíz desnuda (González *et al.*, 1996; Donoso *et al.*, 1999), este tipo de conocimiento es escaso para la propagación en tubetes.

Entre los fertilizantes en uso en México, los de liberación controlada o lenta presentan ventajas con respecto a los fertilizantes hidrosolubles de rápida entrega (Aarnio *et al.*, 2003; Rose *et al.*, 2004; Akelah, 2013), pues su habilidad de suministrar nutrientes en forma gradual a las plantas en periodos más prolongados mediante una sola aplicación, reduce la probabilidad de causar toxicidad y disminuye la pérdida por lixiviación (Aarnio *et al.*, 2003; Albano *et al.*, 2006).

Rose *et al.* (2004) mencionan que los productores de *Pinus radiata* y *Eucalyptus* spp. de Brasil, Chile y Argentina aplicaron Osmocote® en la etapa de vivero con resultados exitosos. En Estados Unidos, Walker y Hunt (1992) reportaron un mejor desempeño en campo al aplicar Sierra 17N-6P-12K Agriform® a *Pinus jeffreyi* en la etapa de vivero. En Canadá, Haase *et al.* (2006) obtuvieron mayores incrementos en altura, diámetro basal, volumen del tallo y reservas internas de nutrientes en plantas de abeto (*Pseudotsuga menziesii*) al aplicar fertilizantes de lenta liberación, que al emplear fertilizantes solubles convencionales. En México, Mateo-Sánchez *et al.* (2011) reportaron un mayor crecimiento en altura, diámetro, biomasa aérea, biomasa radical e índices de calidad en cedro (*Cedrela odorata*) con

la aplicación de Osmocote® (15N-9P-12K).

Puesto que no se encontraron estudios de fertilizantes de liberación lenta aplicados en teca, el presente trabajo tuvo por objetivo cuantificar el efecto de tres productos de fertilizantes de liberación controlada (Basacote®, Osmocote® y Multicote®) en tres dosis cada uno, en el crecimiento de la planta *Tectona grandis* cultivada en tubetes en vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el vivero de la empresa Agropecuaria Santa Genoveva S. A. P. I., ubicado en el Valle de Edzná, Municipio de Campeche (19° 31' 12" N y 90° 01' 47" O), donde prevalece un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano; la precipitación anual varía de 800 a 1100 mm (AGSA, 2007).

Se utilizó semilla certificada procedente del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). La germinación de la semilla se efectuó en invernadero hasta la etapa cotiledónea (plantines) y, posteriormente, se trasplantó a tubetes de polietileno de 310 cm³ con sustrato previamente preparado. El sustrato fue una mezcla de vermiculita, agrolita, peat moss (1:1:2), fertilizante biológico (micorrizas) (0.09 g por tubete) y fertilizante químico (liberación controlada); se utilizó una máquina mezcladora con una capacidad de 0.75 m³.

Hubo diez tratamientos, nueve de los cuales resultaron de la combinación factorial de tres fertilizantes de liberación controlada: Basacote® Plus (16-8-12) 9M, Osmocote® Plus 12M (15-9-12) y Multicote® 8M (18-6-12), a tres concentraciones o dosis (10, 20 y 30 kg m⁻³) cada uno, más un testigo sin fertilización. Cada producto se referirá ocasionalmente en el texto con las letras B, O y M respectivamente. Se tuvieron tres repeticiones por tratamiento, con 15 plantas por repetición. El experimento se inició en mayo del año 2013.

Se registraron las siguientes variables en plantas de dos meses de edad: 1) Altura, con una regla graduada en milímetros, desde la base del tallo hasta el ápice; 2) Diámetro del cuello de la raíz, en milímetros, con un calibrador digital vernier serie QL-V de 0-150 mm/0-6 in, resolución 0.01 mm, y exactitud de ± 0.02 mm; 3) Biomasa aérea (hoja y tallo) y radical (raíces), en gramos, y cada parte se colocó en bolsas de papel estraza y éstas se colocaron en un horno Shel® Mod. CE5F de circulación forzada por 72 h; después se pesó cada parte en una balanza analítica Ohaus® Mod. Ext 124 con una precisión de 0.0001 g. Además, se estimaron los índices de robustez (IR), la relación biomasa aérea y radical (BA/BR) y el índice de calidad de Dickson (ICD), cuyos valores se clasificaron en alto, medio y bajo (Cuadro

1). El cálculo de los índices y su clasificación se basó en lo indicado por Sáenz *et al.* (2010):

$$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro cuello de la raíz (mm)}}$$

$$BA/BR = \frac{\text{Biomasa seca aérea (g)}}{\text{Biomasa seca radical (g)}}$$

$$ICD = \frac{\text{Peso seco total de la planta (g)}}{\frac{A \text{ (cm)}}{DCR \text{ (mm)}} + \frac{BA \text{ (g)}}{BR \text{ (g)}}}$$

donde: A es la altura, en cm; BA es la biomasa seca aérea; DCR es diámetro del cuello de la raíz; BR es biomasa seca radical.

Cuadro 1. Valores que califican la calidad de planta con crecimiento normal en vivero forestal (Sáenz *et al.*, 2010).

Índice de calidad	Alto	Medio	Bajo
IR	< 6.0	6.0 a 8.0	> 8.0
BA/BR	1.5 a 2.0	2.0 a 2.5	> 2.5
ICD	> 0.5	0.2 a 0.5	< 0.2

IR = índices de robustez; BA/BR = biomasa aérea y radical; ICD = índice de calidad de Dickson.

Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) con base en un diseño factorial para los nueve tratamientos resultantes de la combinación de los fertilizantes y dosis, y otro ANOVA con base en un diseño completamente al azar para los diez tratamientos (incluyen al testigo). Ambos ANOVAs se hicieron mediante el programa INFOSTAT; y la comparación múltiple de medias fue mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los fertilizantes evaluados y sus dosis influyeron signifi-

cativamente ($P \leq 0.05$) en las variables relacionadas con el crecimiento y desarrollo de las plantas (altura, diámetro y biomasa), con excepción de la biomasa radical (Cuadro 2). En promedio de las tres dosis, los mayores valores se obtuvieron con la aplicación de Osmocote, seguido de Basacote; en contraste, las plantas fertilizadas con Multicote presentaron los menores valores de altura, diámetro y biomasa. Por lo que respecta a las dosis de aplicación, en promedio de los tres productos, las tres variables fueron significativamente mayores ($P \leq 0.05$) al aplicarles la mayor dosis (30 kg m⁻³), y disminuyeron conforme la dosis de fertilizante fue menor.

Los efectos de Osmocote y Basacote en la biomasa radical fueron estadísticamente iguales, y ambos mayores que los producidos al aplicar el fertilizante Multicote (Cuadro 2). Contrariamente a lo observado en el resto de variables morfológicas, todas las dosis de fertilización condujeron a valores similares y estadísticamente iguales en la biomasa radical de las plantas (Cuadro 2). Oliet *et al.* (1999) mencionan el mismo efecto en la producción de biomasa radical plantas de *Pinus halepensis* al aplicar fertilizantes de lenta liberación (Osmocote 9N-13P-18K y Osmocote 16N-8P-9K) a distintas concentraciones, aunque sí hubo diferencias significativas para la biomasa aérea.

Las plantas de teca fertilizadas con Osmocote en dosis de 20 y 30 kg m⁻³ fueron más altas (23.4 y 23.9 cm), con mayor diámetro (7.1 y 7.3 mm), biomasa aérea (6.7 y 7.8 g) y biomasa total (9.3 y 9.8 g), que la mayoría de los demás tratamientos (Cuadro 3). Con respecto a la biomasa radical, los valores más altos ($P \leq 0.05$) se presentaron en las plantas de cuatro tratamientos: Basacote en dosis de 20 y 30 kg m⁻³ (2.5 y 3.1 g) y Osmocote a 10 y 20 kg m⁻³ (3.2 y 2.6 g) (Cuadro 3). Las plantas testigo presentaron los menores valores de altura y diámetro (3.7 cm y 2.2 mm). La biomasa aérea y radical del testigo y de los tratamientos de Multicote fueron también los más bajos en un intervalo de 0.1 a 2.1 g y de 0.2 a 0.8 g, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 2. Promedios de productos y dosis de fertilizantes de acción prolongada aplicadas a plantas de teca de dos meses de edad, para los efectos principales (producto y dosis), resultado del análisis del experimento factorial.

Producto	Altura (cm) n = 45	Diámetro (mm) n = 45	Biomasa (g) n = 10		
			Aérea	Radical	Total
Multicote	7.7 a	4.0 a	1.2 a	0.4 a	1.6 a
Basacote	12.4 b	5.1 b	3.7 b	2.6 b	6.3 b
Osmocote	21.3 c	6.9 c	6.1 c	2.6 b	8.7 c
Dosis					
10	11.2 a	4.9 a	2.4 a	1.8 a	4.3 a
20	14.6 b	5.4 b	3.8 b	1.8 a	5.5 b
30	15.7 c	5.7 c	4.9 c	2.0 a	6.9 c

Medias con la misma literal en columna no son diferentes estadísticamente (Tukey, 0.05).

Cuadro 3. Efecto de fertilizantes de liberación controlada en los atributos morfológicos de *Tectona grandis* cultivada en vivero durante dos meses.

Tratamiento	Altura n(cm) n = 45	Diámetro (mm) n = 45	Biomasa (g) n = 10		
			Aérea	Radical	Total
Testigo	3.7 a	2.2 a	0.1 a	0.2 a	0.3 a
M-10	7.9 bc	4.0 b	0.8 ab	0.2 a	1.0 ab
M-20	7.2 b	3.9 b	0.8 ab	0.2 a	1.0 ab
M-30	8.1 bc	4.1 bc	2.1 bc	0.8 a	2.8 bc
B-10	9.2 c	4.5 c	2.5 cd	2.2 b	4.7 cd
B-20	13.1 d	5.2 d	3.7 de	2.5 bc	6.2 de
B-30	14.9 de	5.6 d	5.0 e	3.1 c	8.1 ef
O-10	16.6 e	6.3 e	4.0 e	3.2 c	7.1 e
O-20	23.4 f	7.1 f	6.7 f	2.6 bc	9.3 f
O-30	23.9 f	7.3 f	7.8 f	2.0 b	9.8 f

Medias con la misma literal en columna no son diferentes estadísticamente (Tukey, 0.05). M = Multicote; B = Basacote, O = Osmocote.

En cuanto a los índices de calidad (Sáenz *et al.*, 2010) el IR varió entre 1.7 a 3.3, rango que corresponde a plantas de alta calidad en todos los tratamientos, aunque haya habido diferencias estadísticas entre ellos (Cuadro 4). Esto indica que las plantas presentan una buena resistencia a la desecación por viento, supervivencia y crecimiento en sitios secos, como reportaron Prieto *et al.* (2003, 2009). Para el BA/BR las plantas de alta calidad correspondieron a los tratamientos: testigo, B-10, B-20, B-30 y O-10 (BA/BR de 1.2 a 1.6) (Cuadro 4), los cuales presentan una proporción balanceada entre la parte aérea y radical; esto es, que el sistema radical es suficiente para proveer de energía a la parte aérea (Rodríguez, 2008). Las plantas de baja calidad para este índice fueron las de los tratamientos M-10, M-20, M-30, O-20 y O-30, con valores entre 2.6 y 5.3 (Cuadro 4).

Las plantas de alta calidad de acuerdo al ICD (aquellas con valores mayores de 0.5) resultaron de los tratamientos M-30, y las tres dosis de Basacote (B-10, B-20 y B-30) y Osmocote (O-10, O-20 y O-30); mientras que los tratamientos de baja calidad (con valores menores a 0.2) corresponden al testigo y a los tratamientos M-10 y M-20 (Cuadro 4).

El diámetro de las plantas está relacionado con la supervivencia de la planta en campo; el valor mínimo sugerido es de 5 mm para especies latifoliadas (Sáenz *et al.*, 2010). En ese sentido, los tratamientos B-20 y B-30, así como las tres dosis de Osmocote produjeron plantas aptas para su trasplante en campo, con valores de 5.2 a 7.3 mm (Cuadro 4). Sin embargo, una selección más cuidadosa debe considerar el grado de robustez (IR) y el balance entre la parte aérea y radical (BA/BR e ICD); de acuerdo con ello, los tratamientos que producen plantas de mayor vigor y calidad son las tres concentraciones de Basacote (10, 20 y 30 kg m⁻³) y la

menor dosis de Osmocote (10 kg m⁻³) (Cuadro 4).

El fertilizante Osmocote, a diferencia del resto de los fertilizantes, libera los nutrientes más rápidamente en la primera etapa de su proceso de liberación, además de ser menos sensible a la temperatura (Adams *et al.*, 2013). Quizás por ello, al aumentar el aporte de nitrógeno (tratamientos O-20 y O-30) hubo un mayor crecimiento en la parte aérea que provocó un desbalance entre la parte aérea y radical. De manera similar, la aplicación del fertilizante Multicote generó plantas de mala calidad, de acuerdo con las categorías por Sáenz *et al.* (2010).

CONCLUSIONES

Las tres dosis del producto Basacote y la dosis menor de Osmocote produjeron plantas de *Tectona grandis* de alta calidad, las cuales presentaron mejor balance entre las partes aérea y la radical, así como en equilibrio entre el diámetro y altura del tallo.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Agropecuaria Santa Genoveva S.A.P.I., por las facilidades, apoyo en materiales, equipo y personal para la realización de la presente investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Aarnio T., M. Rätty and P.J. Martikainen (2003) Long-term availability of nutrients in forest soil derived from fast and slow-release fertilizers. *Plant and Soil* 252:227-239.
- Adams C., J. Frantz and B. Bugbee (2013) Macro- and micronutrient-release characteristics of three polymer-coated fertilizers: Theory and measurements. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 176:76-88.

Cuadro 4. Efecto de los fertilizantes de lenta liberación en los índices de calidad de *Tectona grandis* cultivada en vivero durante dos meses.

Tratamientos	(n = 45)	BA/BR (n = 10)	ICD (n = 10) IR	Calidad (Sáenz <i>et al.</i> , 2010)		
				BA/BR	ICD	
Testigo	1.7 a	0.7 a	0.2 a	Alta	-	Baja
M-10	2.0 ab	5.3 d	0.1 a	Alta	Baja	Baja
M-20	1.9 ab	4.9 d	0.2 a	Alta	Baja	Baja
M-30	2.0 ab	2.6 bc	0.6 a	Alta	Baja	Alta
B-10	2.1 b	1.2 ab	1.5 b	Alta	Alta	Alta
B-20	2.5 c	1.5 ab	1.7 bc	Alta	Alta	Alta
B-30	2.7 c	1.6 ab	2.2 c	Alta	Alta	Alta
O-10	2.7 c	1.3 ab	1.9 bc	Alta	Alta	Alta
O-20	3.3 ± c	2.6 bc	1.6 b	Alta	Baja	Alta
O-30	3.3 ± c	4.0 cd	1.4 b	Alta	Baja	Alta

Medias con la misma literal en columna no son diferentes estadísticamente (Tukey, 0.05). M = Multicote; B = Basacote, O = Osmocote. IR = índices de robustez; BA/BR = biomasa aérea y radical; ICD = índice de calidad de Dickson.

Akelah A. (2013) Functionalized Polymeric Materials in Agriculture and the Food Industry. Springer. New York, USA. 367 p.

Albano J. P., D. J. Merhaut, E. K. Blythe and J. P. Newman (2006) Nutrient release from controlled-release fertilizers in a neutral-pH substrate in an outdoor environment: II. Leachate calcium, magnesium, iron, manganese, zinc, copper, and molybdenum concentrations. *Hort Science* 41:1683-1689.

AGSA, Agropecuaria Santa Genoveva S.A.P.I (2007) Registro diario de precipitación en AGSA a partir de 2004. Área de riego.

Bebarta K. C. (1999) Teak: Ecology, Silviculture, Management and Profitability. International Book Distributors. Dehra Dun, India. 380 p.

Cai Z. Q., L. Poorter, Q. Han and F. Bongers (2008) Effects of light and nutrients on seedlings of tropical Bauhinia lianas and trees. *Tree Physiology* 28:1277-1285.

CONAFOR, Comisión Nacional Forestal (2011) Situación Actual y Perspectivas de las Plantaciones Forestales Comerciales en México. Informe de Plantaciones Comerciales. PRODEPLAN, México. 472 p.

CONAFOR, Comisión Nacional Forestal (2012) Programa de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales a 15 años de su creación. México. 152 p.

De Camino R. y J. Pierre (2013) Las Plantaciones de Teca en América Latina: Mitos y Realidades. Serie Técnica, Informe Técnico Número 397. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 392 p.

Donoso P., M. E. González, B. Escobar, I. Basso y L. Otero (1999) Vive- rización de raulí, roble y coigüe en Chile. *In: Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile*. C. Donoso y A. Lara (eds.). Editorial Universitaria. Santiago, Chile. pp:177-244.

Douglass J., K. Francis and J. R. Seifert (2005) Growth and nutritional response of hardwood seedlings to controlled-release fertiliza- tion at outplanting. *Forest Ecology and Management* 214:28-39.

Escobar R. (2007) Manual de Vive- rización en *Eucalyptus globulus* a Raíz Cubierta. Proyecto Innova Chile – INFOR. Instituto Forestal. Concepción, Chile. 229 p.

González M. E., C. Donoso y B. Escobar (1996) Efecto de distintos ré- gímenes de manejo radicular en el crecimiento de raulí a raíz desnuda. *Bosque* 17:29-56.

Haase D. L., R. Rose and J. Trobaugh (2006) Field performance of three stock sizes of Douglas-fir container seedlings grown with slow- release fertilizer in the nursery growing medium. *New Forests* 1:1-24.

J.P.C., Jaakko Pöyry Consultin (2004) Estudio de Prefactibilidad de la Cuenca Industrial Forestal del Golfo de México, Fase I y II. In- forme Final. CONAFOR, México. 126 p.

Landis, T. D., R. W. Tinus, S. E. MacDonald, J. P. Barnett, R. G. Nisley, D. T. Rodríguez, R. V. Sánchez y R. B. Aldana (2004) Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Con- tenedor. Dpto. de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio Forestal. Portland, Oregon, USA. 192 p.

Mateo-Sánchez J. J., R. Bonifacio-Vázquez, S. R. Pérez-Ríos, J. Capu- lín-Grande y L. Mohedano-Caballero (2011) Producción de (*Cedrela odorata* L.) en aserrín crudo con diferentes dosis de fertilización, en Tecpan de Galeana, Guerrero. *Ra Ximhai* 7:195-204.

Oliet J., M. L. Segura, F. M. Domínguez, E. Blanco, R. Serrada, M. Ló- pez y F. Artero (1999) Los fertilizantes de liberación controla- da lenta aplicados a la producción de plantas forestales de vi- vero. Efecto de dosis y formulaciones sobre la calidad de *Pinus halepensis* mil. *Sistemas y Recursos Forestales* 8:208-228.

Penuelas J. L. y L. Ocana (1996) Cultivo de once especies mediterráneas en vivero: implicaciones prácticas. *Revista Ecología* 15:213-223.

Prieto J. A., G. Vera y B. Merlin (2003) Factores que influyen en la ca- lidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. Folleto Técnico 12. Campo Experimental Valle de Guadiana- INIFAP-SAGARPA. Durango, Dgo. México. 24 p.

Prieto J. A., J. L. García, J. M. Mejía, S. Huchín y J. L. Aguilar (2009) Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima tem- plado frío. Publicación Especial. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, Dgo. México. 47 p.

Rodríguez D. A. (2008) Indicadores de Calidad de Planta Forestal. Uni- versidad Autónoma Chapingo. Ed. Mundi Prensa. México. 156 p.

Rose R., D. Haase y E. Arellano (2004) Fertilizantes de entrega controla- da: potencial para mejorar la productividad de la reforestación. *Bosque* 25:89-100.

Sáenz R. J. T., R. F. J. Villaseñor, F. H. J. Muñoz, S. A. Rueda y R. J. A. Prieto (2010) Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico Núm. 17. SAGARPA- INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Michoacán, México. 48 p.

Van Den Driessche R. (1992) Changes in drought resistance and root grow the capacity of container seedlings in response to nursery drought, nitrogen and potassium treatments. *Canadian Journal Forest Research* 22:740-749.

Walker R. F. and C. D. Huntt (1992) Controlled release fertilizer effects on growth and foliar nutrient concentration of container grown Jeffrey pine and singleleaf pinyon. *Western Journal of Applied Forestry* 7:113-117.