

## Nota técnica

# EVALUACIÓN DEL RESIDUO DE CÁSCARA DE NUEZ (*Juglans regia* L.) EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE *Pinus patula*, EN VIVERO

Omar Romero-Arenas<sup>1/</sup>\*, Romelia López Escobedo<sup>\*\*</sup>, Miguel Á. Damián Huato<sup>\*</sup>, Israel Hernández Treviño<sup>\*\*</sup>, José F. Parraguirre Lezama<sup>\*\*</sup>, Manuel Huerta Lara<sup>\*</sup>

**Palabras clave:** Sustrato, cáscara de nuez, subproducto, Peat Moss.

**Keywords:** Substrate, nutshell, product, Peat Moss.

Recibido: 05/01/12

Aceptado: 22/06/12

## RESUMEN

Para producir plantas de calidad en vivero, se utilizan sustratos comerciales como el Peat Moss, agrolita y vermiculita, cuyo costo es elevado y reduce significativamente los márgenes de utilidad; por lo anterior, se necesita buscar sustratos alternativos. La cáscara de nuez (*Juglans regia* L.) es un residuo sin aprovechamiento en producción; sin embargo, cuenta con importantes elementos nutritivos para ser aprovechados por los organismos vegetales. Se evaluó el crecimiento inicial de *Pinus patula* producido en vivero, con composta de cáscara de nuez con agrolita y vermiculita, mediante sustitución paulatina del Peat Moss. Con un diseño experimental completamente al azar, se estudiaron 4 tratamientos a base de cáscara de nuez + agrolita y vermiculita, en proporciones que variaron desde 0% hasta 80% de cáscara de nuez, y la mezcla de sustratos comerciales. A los 7 meses y medio, las plántulas que se desarrollaron en el tratamiento 1, mezcla testigo (Peat Moss 33% + vermiculita 33% + agrolita 33%) y el tratamiento 4 (Cáscara de nuez 33% + vermiculita 33% + agrolita 33%) presentaron valores más altos en las variables: altura,

## ABSTRACT

**Evaluation of residue of rind of nut (*Juglans regia* L.) in production of seedlings of *Pinus patula*, in pond.** To produce quality plants in the nursery, commercial substrates such as the Peat Moss, perlite and vermiculite, are used; their cost is high and significantly reduces profit margins; thus, there is a need to find alternative substrates. The shell of the walnut (*Juglans regia* L.) is a residue without use in production; yet it has important nutrients that can be used by plant organisms. This study evaluated the initial growth of *Pinus patula* produced in the nursery, using compost of walnut shell with vermiculite and perlite, gradually replacing the Peat Moss. A completely randomized design was used to compare 4 treatments based on nutshell + perlite and vermiculite, in proportions ranging from 0% to 80% walnut shell, and the mix of commercial substrates. At 7 and a half months of age, the seedlings that developed in treatment 1, control mixture (Peat Moss 33% + vermiculite 33% + perlite 33%) and treatment 4 (Nutshell 33% + vermiculite 33% + perlite 33%) showed higher values in the variables: height, diameter, shoot

1 Autor para correspondencia. Correo electrónico: bio1.ora@hotmail.com

\* Centro de Agroecología (CENAGRO-BUAP). México.

\*\* Escuela de Ingeniería Agroforestal Campus Tetela BUAP. México.

diámetro, peso seco aéreo, peso seco radicular y peso seco total. La relación aérea/raíz y el índice de esbeltez no presentaron diferencias entre los 4 tratamientos. El valor más alto del índice de calidad de Dickson fue para el testigo ( $0,25 \text{ g.cm}^{-1}$ ), seguido por el tratamiento 4 ( $0,24 \text{ g.cm}^{-1}$ ), sin diferencias estadísticas. La cáscara de nuez permite producir plántulas sanas, por lo que es útil como sustrato alternativo para la producción de plantas en vivero, lo que reduce los costos de producción además de contribuir con el sector productivo forestal.

dry weight, root dry weight and total dry weight. The relation shoot/root and the slenderness ratio did not differ among the 4 treatments. The highest value of the Dickson quality index was for the control ( $0.25 \text{ g.cm}^{-1}$ ), followed by treatment 4 ( $0.24 \text{ g.cm}^{-1}$ ), without statistical differences. The walnut shell allows to produce healthy seedlings, making it useful as an alternative substrate for production in nursery plants, reducing production costs and contributing to the forest production sector.

## INTRODUCCIÓN

Los viveros han recobrado un papel relevante como depositarios y proveedores de plantas, sobre todo ahora que se reconoce su importancia para la conservación de la biodiversidad (Benítez et al. 2002).

Ante la actual necesidad de restituir la cobertura vegetal desaparecida, a través de programas de reforestación y restauración ecológica, especialmente con especies nativas, para la obtención de productos como la madera, leña, pulpa, resinas, semillas comestibles, además de bienes y servicios como lo son el agua, oxígeno, recreación, captura de carbono, etc., importantes para las comunidades rurales y mantener el equilibrio del ambiente (Wightman y Santiago 2003).

México es el país con el mayor número de especies de pinos (Greenpeace 2009), estos tienen gran importancia ecológica, económica y social (García y Gonzales 2003, Ramírez et al. 2005). *Pinus patula*. (Ocote, pino rojo, pino gacho), es una especie de gran importancia económica y ecológica debido a su potencial productivo y capacidad para adaptarse a diferentes condiciones climáticas y de suelos, es ampliamente utilizado para proyectos de reforestaciones y plantaciones forestales comerciales que tienen como finalidad la producción de madera de buena calidad por su

bajo contenido de resina, libre de nudos y fuste recto (Velázquez et al. 2004, Lázaro 2011). Hay aproximadamente 4230 ha plantadas con *P. patula* en México. Puebla terminó el 2010 en sexto lugar nacional en reforestación, por debajo de estados como Veracruz, Chiapas, Coahuila, Jalisco y San Luis Potosí. La superficie total plantada durante este cierre del 2010 equivale a 2427 ha para lo que se erogó una cantidad superior a los 16 millones de pesos en diversas regiones del estado. Para la producción de esta especie depende de ciertos factores como: la adecuada selección de los sustratos para la preparación de los medios de crecimiento, ya que una mezcla adecuada debe tener propiedades físicas y químicas que permitan la disponibilidad oportuna de los nutrientes y el agua (Bures 1997, Mateo 2002, Boby y Valdivia 2005, Martínez et al. 2009).

La preocupación de los viveristas radica en los costos alcanzados por la utilización de sustratos importados para la producción de las plantas en vivero, actualmente en México se usa como sustrato principal, en la producción de plantas en contenedores rígidos, una mezcla de turba (Peet Moss), agrolita y vermiculita principalmente en proporciones de 6:3:1, por ello se deben buscar opciones en la reducción de costos que garanticen la calidad de la planta (Bastida 2002, Arteaga et al. 2003).

Es necesaria la búsqueda de nuevos sustratos alternativos viables para la producción de planta en vivero, como es la cáscara de nuez de castilla (*Juglans regia* L.), que es un subproducto de la producción de nuez, la cual alcanza una producción mundial de aproximadamente 1 100 000 unidades; China y Estados Unidos constituyen los principales países productores, con alrededor del 45 y 30% del total, respectivamente. México se ubica en 13° lugar a nivel mundial en el 2001, 2002 y 2003, con una producción de 230 t. Puebla ocupa el tercer lugar a nivel nacional en producción de nuez de castilla, sólo por debajo de Tamaulipas y Jalisco. Los 3 principales municipios en donde se produce son: San Nicolás de los Ranchos, San Matías Tlalancaleca y San Salvador el Verde. El municipio de Tetela de Ocampo se ubica dentro de los 36 municipios productores importantes para la región, seguidos por Huejotzingo, Zacapoaxtla, Calpan, Teteles de Ávila Castillo, Tlatauquitepec, San Felipe Teotlalcingo, San Martín Texmelucan y Guadalupe Victoria (Secretaría de Desarrollo Rural 2010, Agenda de Innovación Tecnológica 2010).

El objetivo general de la investigación fue evaluar la composta de cáscara de nuez de castilla (*Juglans regia* L.), como sustituto de turba (Peat Moss) para la producción de plántulas de *Pinus patula* en condiciones de vivero en el Municipio de Tetela de Ocampo Puebla-México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en el vivero forestal Xaltatempa perteneciente a la asociación “Zempoaltekitini” que en náhuatl significa “Veinte Hombres Trabajando” ubicado en la comunidad de Xaltatempa de Lucas, perteneciente al municipio de Tetela de Ocampo. Las coordenadas geográficas donde se ubica el vivero son 19°53'06” de latitud Norte y 97°50'09” de longitud Oeste, a una altitud de 1583 msnm. El municipio se encuentra dentro de las zonas de climas templados, la temperatura del mes más frío se

encuentra entre -3 y 18°C; una precipitación media anual de 750 mm y la del mes más seco es mayor de 40 mm, el tipo de vegetación predominante es bosque de pino, mezclado con algunas especies de encino “bosque de pino-encino” (INEGI 2010).

La composta de cáscara de nuez (*Juglans regia* L.), empleada en la presente investigación, provino de cosechas de la comunidad de Zitlalcuaatla, población del municipio de Tetela de Ocampo. Para obtener la cáscara blanda se realizó el descortezado de forma manual para separar la semilla contenida en el fruto y la cáscara de nuez de castilla. La elaboración de la composta fue realizada en zanjas de 1 m de profundidad, donde se depositó y homogenizó 80% cáscara de nuez de castilla con 20% tierra de monte; posteriormente se cubrió con plástico de color negro para incrementar la temperatura a 75°C, durante las primeras 2 semanas de composteo. La cáscara de nuez de castilla se torna de color verde a negro en un lapso no mayor a 6 meses, durante el proceso para la elaboración de la composta. Se realizaron 3 riegos por día para mantener la humedad a 60% a través de movimientos oscilatorios realizados cada 2 semanas, al finalizar el proceso, se obtuvo una mezcla de color negro y olor agradable. Por último se tamizó para obtener una fina arenilla que será utilizada posteriormente en la preparación de los tratamientos. La composición química de la composta de cáscara de nuez elaborada por el Laboratorio Nacional de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ubicado en Guanajuato, cuenta con los elementos necesarios para la nutrición vegetal de plántulas, dicha determinación incluye macro nutrientes (N, P, K,) como micro nutrientes (Cu, Zn, Mn, Ca, Mg, Fe) de gran importancia para el desarrollo inicial, así como la composición de materia orgánica donde se encontró un valor 6,99%, pH de 7,95, conductividad eléctrica (CE) de 1,85 dS/m-1 en la cáscara de nuez (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición química de la cáscara de nuez de castilla (*Juglans regia* L.).

Determinación	Rango de fertilidad							Unidades
	Muy bajo	Bajo	Mod. bajo	Mediano	Mod. alto	Alto	Muy alto	
Materia orgánica (MO)							6,99	%
Nitrógeno (N)	2,82							ppm
Fosforo (P)							219	ppm
Potasio (K)							1761	ppm
Calcio (Ca)				1978				ppm
Magnesio (Mg)	27,8							ppm
Sodio (Na)							905	ppm
Hierro (Fe)							71,5	ppm
Zinc (Zn)							10,3	ppm
Manganeso (Mn)					13,8			ppm
Cobre (Cu)			0,61					ppm

\*ppm=Partes por millón.

### Trasplante a charolas portacontenedores

Se prepararon las mezclas y se le aplicó al sustrato un fertilizante de liberación lenta Osmocote Plus de fórmula 15-9-12 con duración 5-6 meses además de proporcionar magnesio, hierro y otros micronutrientes de forma secundaria homogenizado con nitrógeno (N), fosforo (P) y potasio (K), en una dosis de 5 kg por metro cubico. Las plántulas se tomaron del almacigo y se colocaron en un recipiente con agua limpia durante 20 min, para evitar el contacto con el aire y rayos solares los cuales puedan provocarles daños. Se trasplantaron a tubetes estériles de polipropileno estabilizador ultra violeta, de 137 cm<sup>3</sup>, cuyas dimensiones fueron: largo 16,7 cm diámetro superior 4,6 cm y diámetro inferior 2,8 cm. El trasplante se realizó con humedad adecuada para poder insertar el sembrador (estaca de madera con una punta). La plántula se tomó en la base del tallo para colocar la raíz derecha en el orificio hecho por el sembrador en el sustrato del tubete; se cubrió la raíz con el cuidado de no dejar espacios con aire entre la raíz y el sustrato, el sustrato se dejó lo más nivelado posible.

Los tubetes se colocaron en charolas fabricadas de polipropileno con un 30% de fibra de vidrio, cuyas dimensiones son 37,0; 34,0 y 18,4 cm de largo, ancho y alto respectivamente. Cada charola contiene 49 cavidades, donde se colocaron las plántulas correspondientes a cada uno de los tratamientos (Cuadro 2) y sus respectivas repeticiones, hasta un total de 784 plántulas en 16 charolas con una distribución completamente al azar en condiciones de vivero.

### Manejo de plántulas de *Pinus patula* en vivero

Los riegos se realizaron cada tercer día por la mañana durante 6 meses, el deshierbe cada 30 días y para la fertilización se siguieron las prácticas realizadas comúnmente por el personal del vivero forestal Xaltatempa donde se realizó el experimento, mediante el mismo manejo para todas las plántulas. La única variación se realizó en la composición de los sustratos. Durante el desarrollo inicial de las plántulas en vivero se realizaron fertilizaciones en 3 etapas, constituidas con nitrógeno (N), fosforo (P) y potasio (K): iniciador, crecimiento y endurecimiento. El iniciador estaba constituido por (9-45-15) y

Cuadro 2. Proporciones de los componentes a probar con cáscara de nuez como sustituto del Peat Moss.

Tratamientos	Componentes para las mezclas en %				Total
	Cáscara de nuez	Peat Moss	Agrolita	Vermiculita	
T1*		33,3	33,3	33,3	
T2	80		10	10	
T3	50		25	25	100
T4	33,3		33,3	33,3	

T1\*=Testigo, mezcla utilizada comúnmente en el vivero forestal de Xaltatempa.

las proporciones utilizadas fueron 0,83 g.l<sup>-1</sup> (75 ppm), en la etapa de crecimiento se utilizó (20-10-20) con una proporción de 0,60 g.l<sup>-1</sup> (120 ppm) y endurecimiento con (4-25-35) 1,25 g.l<sup>-1</sup> (50 ppm). Como preventivo para el ataque de algún hongo se utilizó la aplicación de fungicidas: Captan®, Tecto®, Previcur®, Derosal®, y Foley® para el control de plagas.

### Evaluación de las variables

Para la determinación de atributos morfológicos se tomaron en cuenta 4 mediciones con respecto al periodo de abril-julio 2011, de las cuales sólo se tomó una muestra representativa de 25 plántulas por charola de manera sistemática (Reyes et al. 2005). La primera medición se llevó a cabo el 10 de abril de 2011, donde se evaluaron los parámetros de altura y diámetro. Así consecutivamente hasta julio para observar el comportamiento en el desarrollo inicial del *Pinus patula* en los diferentes tratamientos. Al cabo de 180 días transcurridos del experimento se procedió a determinar los índices de calidad de las plántulas y para ello se tomaron datos de diámetro a la base del tallo, altura de la planta y biomasa aérea y radical. La altura se midió en cm desde la base del tallo hasta la yema apical (regla graduada), el diámetro se midió (mm) en la base del tallo (vernier). Para evaluar la biomasa seca se extrajeron las plántulas de los contenedores, y se les quito cuidadosamente todo el sustrato adherido a la raíz. Para obtener peso de la parte aérea y radicular las muestras se colocaron en bolsas

de papel por separado la parte aérea y la radical, con sus respectivas identificaciones y se secaron en estufa de aire forzado en el laboratorio de la Unidad Regional Tetela a 70°C, hasta obtener un peso contante (48 h); transcurrido este periodo, se pesaron en una balanza digital con aproximación a 0,01 g (Rodríguez 2008, Lázaro 2011). A partir de variables altura, diámetro, peso seco aéreo y radicular de la planta, se estimó la relación parte aérea/raíz, el índice de esbeltez y el índice de calidad de Dickson. La relación parte aérea/raíz se estimó como el cociente entre el peso seco aéreo (g) y el peso seco radical (g) (Thompson 1985). El índice de esbeltez se calculó mediante el coeficiente de la altura y el diámetro del tallo (Toral 1997).

El índice de calidad de Dickson (ICD) resulto de integrar los valores de peso seco total, e índice de esbeltez y la relación parte aérea/raíz (Dickson et al. 1960).

$$\text{Índice de calidad de Dickson} = \frac{PST}{A/D + PSA/PSR}$$

Dónde:

PST: Peso seco total de la planta (g).

PSA: Peso seco de la parte aérea de la planta (g).

PSR: Peso seco de la parte radical de la planta (g).

A: Altura de la planta (cm).

D: Diámetro de la planta (mm).

Los datos obtenidos se procesaron en el paquete estadístico SPSS Statistics versión 17 (Statistical Package for the Social Sciences) para

realizar el análisis de varianza (ANOVA) y posteriormente se aplicó la prueba de comparación múltiples de Tukey ( $p < 0,05$ ), para determinar diferencias entre los tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo inicial de plántulas de *Pinus patula* en vivero, presentó la mayor altura (20,30 cm) y diámetro (3,19 mm) en las plántulas desarrolladas en el tratamiento testigo compuesto por Peat Moss 33% + vermiculita 33% + agrolita 33%. La menor altura (18,09 cm) se presentó en el tratamiento 2, donde las plántulas desarrollaron menor diámetro (2,78 mm) con diferencias estadísticas significativas con respecto al tratamiento 1 (3,19 mm), mientras que los tratamientos 3 y 4 no presentaron diferencias estadísticas significativas con el tratamiento testigo. El tratamiento compuesto por la mezcla de Peat Moss 33% + vermiculita 33% + agrolita 33% alcanzó el mayor peso seco aéreo (1,08 g) seguido de la mezcla cáscara de nuez 33% + vermiculita 33% + agrolita 33% (1,02 g) con respecto al tratamiento 4, sin ser estadísticamente diferentes entre ambas. El valor más bajo para esta variable lo presentó la mezcla

compuesta por el tratamiento 2 (0,89 g) altamente significativo, en relación con el tratamiento testigo. Para el peso seco radicular, nuevamente la mezcla de Peat Moss 33% + vermiculita 33% + agrolita 33% presentó el mayor valor, con (0,86 g) seguido de la mezcla cáscara de nuez 33% + vermiculita 33% + agrolita 33% (0,82 g), sin presentar diferencias estadísticas. El menor valor para esta variable (0,67 g) se presentó en la mezcla compuesta por el tratamiento 2. Con respecto a peso seco total de la planta el mayor peso (1,95 g) se obtuvo del tratamiento 1 seguida del tratamiento 4 sin presentar diferencias estadísticas (1,85 g). El tratamiento 2 fue el que presentó el menor peso total de la planta (1,56 g), (Cuadro 3).

De las variables de crecimiento evaluadas se considera que, en general, estas fueron aceptables en las 3 mezclas de inclusión de cáscara de nuez (33, 50 y 80%), así, la altura final quedó en un rango de 15 a 25 cm, recomendada por Prieto et al. (1999) para las coníferas de México. Mexal y Landis (1990) indican que cuando el diámetro está entre 5 y 6 mm es posible que se logren tasas de supervivencia superiores al 80%. En este experimento el diámetro en todos los tratamientos, fue menor a los 5 mm por lo tanto están propensas a heladas y viento. Dentro de las variables

Cuadro 3. Comparación de Medias en respuesta a los tratamientos para el crecimiento inicial de *Pinus patula*.

Comparación de Medias								
Tratamientos	ALT (cm)	DIAM (mm)	PSA (g)	PSR (g)	PST	RPA/R	IE	ICD
1*	20,30a	3,19a	1,08a	0,86a	1,95a	1,25a	6,35abc	0,25a
2	18,09a	2,78b	0,89c	0,67c	1,56c	1,32a	6,48ac	0,20b
3	18,63a	3,10a	0,97b	0,74b	1,72b	1,31a	6,01ab	0,23c
4	19,79a	3,12a	1,02ab	0,82a	1,85a	1,23a	6,32abc	0,24a

Altura (ALT), diámetro (DIAM), peso seco de la parte aérea (PSA) y peso seco de la raíz (PSR), relación parte aérea-raíz (RPA/R), índice de esbeltez (IE) e índice de calidad de Dickson (ICD), T1\* testigo (Peat Moss 33%, vermiculita 33% y agrolita 33%), T2 (Cáscara de nuez 80%, vermiculita 10% y agrolita 10%), T3 (Cáscara de nuez 50%, vermiculita 25% y agrolita 25%), T4 (Cáscara de nuez 33%, vermiculita 33% y agrolita 33%). Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey=0,05).

indicadoras de calidad de planta, el valor más alto de la relación parte aérea/raíz (1,32 g) se presentó en plántulas que se desarrollaron en el tratamiento 2 que supera a la mezcla testigo (Cuadro 3). Dicha variable no presentó diferencias estadísticas para los 4 tratamientos probados. Los valores promedio del índice de esbeltez muestra el desbalance entre la parte aérea y la raíz. El mayor índice de esbeltez (6,48) se presentó en plántulas desarrolladas en el 80% de cáscara de nuez + 10% vermiculita + 10% agrolita y el más bajo (6,01) en el tratamiento 3, estadísticamente presenta diferencias en ambos tratamientos. Este índice relaciona la resistencia de la planta con la capacidad fotosintética de la misma (Torral 1997, Sánchez et al. 2008).

El índice de calidad de Dickson combina la información de los índices anteriores y los ajusta por el efecto del tamaño de la planta, por lo que un aumento en el índice representa plantas de mejor calidad, lo cual implica que por una parte el desarrollo de la planta es grande y que al mismo tiempo las fracciones aérea y radicular están equilibradas (Lázaro 2011).

El valor más alto del índice de calidad de Dickson ( $0,25 \text{ g.cm}^{-1}$ ) fue para el testigo, seguido por el tratamiento 4 los cuales no presentaron diferencias estadísticas ( $0,24 \text{ g.cm}^{-1}$ ) (Figura 1). Los valores obtenidos se pueden comparar con



Fig. 1. Comparación de tratamientos con sustitución de Peat Moss por cáscara de nuez.

los obtenidos por Maldonado (2010), en la producción de *Pinus greggii* Engelm, que van de  $0,20$  a  $0,28 \text{ g.cm}^{-1}$ . Mateo et al. (2011) en *Cedrela odorata* L., con valores que van de  $0,17$  a  $0,30 \text{ g.cm}^{-1}$  para el índice de calidad de Dickson; pero menores a los encontrados por Reyes et al. (2005).

## CONCLUSIONES

La composta elaborada de cascara de nuez de castilla (*Juglans regia* L.) en sustitución al 33% de Peat Moss, como sustrato alternativo promueve más del 80% de producción de plántulas *Pinus patula* en condiciones de vivero.

A mayor proporción de cascara de nuez de castilla (*Juglans regia* L.) en la composición del sustrato, se pierde la compactación y reduce la formación del cepellón.

La sustitución del Peat Moss al 33% con composta de cascara de nuez de castilla (*Juglans regia* L.) reduce el 32% los costos de producción en los sustratos convencionales.

## AGRADECIMIENTOS

Al vivero forestal Xaltatempa perteneciente a la asociación “Zempoaltekitini”, por ofrecer las facilidades para llevar a cabo el trabajo de investigación en sus instalaciones. Al Maestro Israel Mora Herrera como presidente de la asociación “Zempoaltekitini”, en especial a los encargados directos del Vivero Forestal Xaltatempa al C. Raibel Pérez Portillo y Sr. Wulfrano Hernández Huerta por compartir su experiencia.

## LITERATURA CITADA

- AGENDA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA 2010. Análisis estratégico de transferencia de tecnología e innovación en las cadenas prioritarias para el Estado de Puebla. Fundación Produce Puebla. A.C. Puebla, México. pp. 209-214.
- ARTEAGA B., LEÓN S., AMADOR C. 2003. Efecto de la mezcla de sustratos y fertilización sobre el crecimiento de *Pinus durangensis* Martínez en vivero. Foresta Veracruzana 5(2):9-16.
- BASTIDA T.A. 2002. Sustratos hidropónicos. Serie de Publicaciones Agribot. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 72 p.

- BENÍTEZ G., EQUIHUA M., PULIDO M.T. 2002. Diagnóstico de la situación de los viveros oficiales de Veracruz y su papel para apoyar programas de reforestación y restauración. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente (8)1:5-12.
- BOBY F.B., VALDIVIA M.A. 2005. Evaluación del comportamiento de tres especies forestales a nivel de vivero en el municipio de Telica, departamento de León. Universidad Nacional Agraria. Facultad de recursos naturales y del ambiente. Managua, Nicaragua. 65 p.
- BURÉS S. 1997. Sustratos. Ediciones Aero-técnicas, Madrid, España. 342 p.
- DICKSON A., LEAF A.L., HORSEN J.F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. For. Chron. 36(1):10-13.
- GARCÍA A.A., GONZÁLEZ M.S. 2003. Pináceas de Durango. Instituto de Ecología. A.C. Comisión Nacional Forestal. México. 187 p.
- GREENPEACE MÉXICO. 2009. La destrucción de México. La realidad ambiental del país y el cambio climático. 16 p. Consultado el 5/10/2011 en: [http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2009/6/destruccion\\_mexico.pdf](http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2009/6/destruccion_mexico.pdf)
- INEGI 2010. Síntesis geográfica del Estado de Puebla, México. Libro electrónico, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado el 15/11/11 en: [http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM\\_Puebla](http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_Puebla)
- LÁZARO M.O. 2011. Fertilización NPK en árboles de *Pinus patula*. Colegio de Posgraduados, Montecillos, Texcoco, Estado de México. 56 p.
- MARTÍNEZ G.A., ORTIZ Y.D., URRESTARAZU M., SALAS M.C., ESCAMIROSA C. 2009. La rotación de cultivos y las propiedades de la cáscara de almendra como sustrato. Revista Fitotecnia Mexicana 32:135-142.
- MATEO J.J. 2002. Potencial de aserrín como alimento para rumiantes y sustrato para plantas. Tesis de doctorado. Colegio de Posgraduados. Montecillos, México. 92 p.
- MATEO J.J., BONIFACIO-VÁZQUEZ R., PÉREZ-RÍOS S.R., MOHEDANO-CABALLERO L., CAPULÍN-GRANDE J. 2011. Producción de (*Cedrela odorata* L.), en sustrato a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Tecpan de Galeana, Guerrero, México. Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol. 7, N°. 1. Universidad Autónoma Indígena de México, Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 123-132.
- MALDONADO K.R. 2010. Sustratos alternativos para la producción de *Pinus greggii* Engelm. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo Texcoco, Edo. de México. 103 p.
- MEXAL J.G., LANDIS T.D. 1990. Target seedling concepts: height and diameter, pp. 17-35. In: R. Rose, S.J. Campbell and T.D. Landis (eds.). Target Seedling Symposium: Proceedings Combined Meeting of the Western Forestry Nursery Associations. USDA Forest Service Oregon.
- PRIETO J.A., VERA C.G., MERLIN E. 1999. Factores que influyen en la calidad de los brizales y criterios para su evaluación en vivero. Folleto técnico N°. 12. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, México. 23 p.
- RAMÍREZ C., VARGAS J.J., LÓPEZ J. 2005. Distribución y conservación de las poblaciones naturales de *Pinus greggii*. Acta botánica mexicana 72:1-16.
- REYES J., ALDRETE A., CETINA V.M., LÓPEZ J. 2005. Producción de plántulas de *Pinus pseudostrabus* var. *Alpulsensis* en sustrato a base de aserrín. Revista Chapingo 11(2):105-110.
- RODRÍGUEZ T.D.A. 2008. Indicadores de la calidad de planta forestal. Universidad Autónoma de Chapingo. Mundi-Presa. México. 156 p.
- SÁNCHEZ T., ALDRETE A., CETINA V.M., LÓPEZ J. 2008. Caracterización de medios de crecimiento compuestos por corteza de pino y aserrín. Maderas y bosques 14(2):41-49.
- SECRETARÍA DE DESARROLLO RURAL, GOBIERNO DEL ESTADO DE PUEBLA. 2005-2011. Cadena Productiva de Oleaginosas. Cultivos del Estado de Puebla. Puebla, México. pp. 553-576.
- THOMPSON B.E. 1985. Seedling morphological evaluation. What can you tell by looking, pp. 59-65. In: M.L. Duryea (ed.). Evaluating Seedling Quality: Principles, procedures and predictive abilities of major test. Forestry Research Laboratory. Oregon State University.
- TORAL L.M. 1997. Concepto de la calidad de plantas en viveros forestales. Documento técnico 1. Programa de Desarrollo Forestal Integral de Jalisco. SEDER. Fundación Chile. Consejo Agropecuario de Jalisco. México. 26 p.
- VELÁZQUEZ M.A., ÁNGELES P.G., LLANDERAL O.T., ROMÁN J.A.R., REYES V. 2004. Monografía de *Pinus patula*. Colegio de Posgraduados-Comisión Nacional Forestal. México. 124 p.
- WIGHTMAN K., SANTIAGO B. 2003. La cadena de reforestación y la importancia en la calidad de las plantas. Forestal Veracruzana 5(1):45-51.