

Diagnóstico de la calidad de planta en el vivero forestal El Campanario, Tuxtla Chico, Chiapas

Plant quality diagnosis in the El Campanario forestry nursery, Tuxtla Chico, Chiapas

Jorge Reyes-Reyes*

Grupo de Investigación en Recursos Forestales, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Chiapas. Entronque carretera costera y Pueblo de Huehuetán, Chiapas, México.
Escuela de Doctorado Internacional, Universidad de Santiago de Compostela, 27002, Lugo, España.

Juan Alberto Rodríguez-Morales
Dorian de Jesús Pimienta de la Torre

Grupo de Investigación en Recursos Forestales, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Chiapas. Entronque carretera costera y Pueblo de Huehuetán, Chiapas, México.

Mario Alonso Fuentes Pérez

Escuela de Ciencias y Procesos Agropecuarios Industriales, Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Arriaga-Tapanatepec km 01, Arriaga, Chiapas.

Juan Francisco Aguirre Medina

Grupo de Investigación en Recursos Forestales, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Chiapas. Entronque carretera costera y Pueblo de Huehuetán, Chiapas, México.

Agustín Merino García

Escuela de Doctorado Internacional, Universidad de Santiago de Compostela, 27002, Lugo, España.

*Autor para correspondencia: jorge.reyes@rai.usc.es

Resumen

La producción de planta de calidad en los viveros forestales garantiza el éxito en el establecimiento de plantaciones forestales comerciales y en los programas de reforestación. La calidad de planta se refiere a las características morfológicas y fisiológicas adecuadas de las plantas para sobrevivir y crecer satisfactoriamente bajo las condiciones ambientales y ecológicas del lugar donde serán plantadas. El objetivo del presente trabajo fue conocer y describir las principales prácticas culturales y evaluar los parámetros de calidad de plantas de Primavera (*Tabebuia donnell-smithii* Rose), Roble (*Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.) y Cedro (*Cedrela odorata* L.) que se producen con fines de comercialización en el vivero forestal El Campanario que se ubica en la Primera Sección de Izapa, municipio de Tuxtla Chico, Chiapas. Las variables evaluadas fueron altura total, diámetro del tallo, biomasa total, así como la relación parte aérea/raíz, el índice de esbeltez, índice de lignificación e índice de calidad de Dickson. Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva y se compararon con resultados de otros estudios realizados en México. De los resultados obtenidos se establece que las prácticas culturales que se aplican en el vivero son las adecuadas, lo que permite obtener plantas de especies forestales de buena calidad. En términos de altura y diámetro las tres especies forestales están dentro del rango establecido para ser plantadas en campo. Las limitaciones presupuestales, hacen difícil incrementar la productividad, pero sin duda, disponer de los recursos económicos a tiempo y suficientes por las ventas de las plantas en tiempo, permitirá planear mejor las distintas actividades y evitar retrasos en la producción.

Palabras clave: Especies tropicales, índices de calidad, plantaciones forestales, prácticas culturales, vivero.

Abstract

Quality plant production in forest nurseries guarantees success in the establishment of commercial forest plantations and reforestation programs. Seedling quality refers to the appropriate morphological and physiological characteristics of plants to survive and grow satisfactorily under the environmental and ecological conditions of the place where they will be planted. The objective of this work was to know and describe the main cultural practices and evaluate the quality parameters of plants of Primavera (*Tabebuia donnell-smithii* Rose), Roble (*Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.) and Cedro (*Cedrela odorata* L.) that are produced for marketing purposes in the El Campanario forest nursery located in the First Section of Izapa, municipality of Tuxtla Chico, Chiapas. The variables evaluated were total height, stem diameter, total biomass, as well as the shoot- root ratio, the sturdiness quotient, lignification index and Dickson quality index. The results were analyzed using descriptive statistics and compared with the

results of other studies carried out in Mexico. From the results obtained, it is established that the cultural practices that are applied in the nursery are adequate, which allows obtaining plants of good quality forest species. In terms of height and diameter, the three forest species are within the established range to be planted in the field. Budget constraints make it difficult to increase productivity, but without a doubt, having the economic resources on time and sufficient for the sales of the plants on time, will allow better planning of the different activities and avoid delays in production.

Keywords: Tropical species, quality indices, forest plantations, cultural practices, nursery.

Introducción

Uno de los principales problemas por los que atraviesa nuestro país es la constante degradación y disminución de los recursos naturales. Dentro de ésta, destaca la alteración y destrucción de los recursos forestales, lo que ha traído, como consecuencia, la eliminación de especies de flora y fauna silvestre, cambios climáticos y fuertes modificaciones edafológicas.

En los últimos años ha surgido la necesidad de estimular programas de reforestación y de plantaciones forestales comerciales para cumplir con la demanda de productos forestales y de servicios ambientales (CONAFOR, 2012) y recuperar áreas sin vegetación, como consecuencia del grave problema de la deforestación que provoca el cambio de uso del suelo (CONAFOR, 2011).

El establecimiento de plantaciones forestales ha sido utilizado para resolver problemas económicos, sociales y ambientales, ya que se pueden utilizar con fines comerciales, agroforestales, escénicos, recreativos, urbanos, de reforestación y restauración (Rodríguez, 2008). Todas las especies presentan prácticas culturales similares en el vivero, pero difieren en sus objetivos.

Los viveros forestales, representan una opción para enfrentar diversos problemas del sector forestal en el aspecto económico, productivo, ambiental y social (Cano y Cetina, 2004; Ramírez *et al.*, 2012). El concepto de calidad de planta se basa principalmente en las características morfológicas y fisiológicas (Rodríguez, 2008; Prieto *et al.*, 2009). Estos criterios permiten definir las características que tiene la planta la cual genera una supervivencia y crecimiento inicial adecuado en función de las características del sitio donde se vaya a plantar.

La utilización de plantas de calidad contribuye a

garantizar un mayor éxito en las plantaciones forestales y en los programas de reforestación (Prieto y Sáenz, 2011). Para conseguir lo anterior, es importante tener un control adecuado del proceso de producción de plantas en vivero (Reyes *et al.*, 2005) y contar con un sustrato adecuado y apropiado (Pastor, 2000). Dado que el volumen de un contenedor es limitado, el sustrato y sus componentes deben poseer características físicas y químicas que, combinadas con un programa integral de manejo, permitan un crecimiento óptimo (que reduzcan los costos de producción), que garanticen la calidad de la planta.

En el estado de Chiapas, pero en especial en la región del Soconusco, a pesar de existir programas de reforestación y un fomento al establecimiento de plantaciones forestales comerciales, la preocupación por la producción de plantas y su establecimiento ha sido insuficiente. Es imprescindible emprender acciones que reviertan esta situación, por lo que se propone investigar e innovar tecnológicamente para disponer de suficientes plantas en términos cualitativos y cuantitativos de especies forestales adaptadas a los correspondientes sitios.

Por lo anterior, se realizó el siguiente trabajo de investigación con el objetivo de conocer y describir las principales prácticas culturales y evaluar los parámetros morfológicos de calidad de plantas de primavera (*Tabebuia donnell-smithii* Rose), roble (*Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.) y cedro (*Cedrela odorata* L.) que se producen con fines de comercialización en el vivero forestal El Campanario.

Materiales y Métodos

Localización del vivero forestal

El vivero forestal El Campanario se ubica en la Primera Sección de Izapa, municipio de Tuxtla

Chico, Chiapas, en las coordenadas geográficas 14° 54' 56" latitud norte y 92° 10' 11" de longitud oeste, con una altitud de 250 m. El municipio de Tuxtla chico se ubica en la región económica X Soconusco y limita al norte con el municipio de Cacahoatán, al este con la República de Guatemala, al sur con Metapa de Domínguez y Frontera Hidalgo y al oeste con el municipio de Tapachula.

Periodo y manejo del estudio

La obtención de las muestras en el vivero, así como la toma de datos se llevó a cabo en el periodo comprendido entre los meses de febrero a octubre de 2019. En el vivero se producen plantas de primavera (*Tabebuia donnell-smithii* Rose), roble (*Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.) y cedro (*Cedrela odorata* L) con fines de ser comercializadas.

Sistema de muestreo

Se realizó un muestreo previo para definir la intensidad del muestreo y el tamaño de la muestra utilizando el muestreo sistemático. Con los resultados del premuestreo determinó una intensidad de 0.15% con el fin de tener un error de muestreo sobre el estimador del $\pm 5\%$, y una confiabilidad del 95%. Se utilizó la metodología que utilizaron Prieto y Sáenz (2011) donde evaluaron los indicadores de calidad de planta en viveros forestales de la Sierra Madre Occidental.

La distribución de la muestra se realizó por cada mesa porta charolas y en cada una se seleccionaron charolas las cuales contenían 77 cavidades, y de cada charola seleccionada se extrajeron tres plantas aleatoriamente. Este procedimiento se realizó en cada una de las tres especies establecidas en el vivero.

El número de charolas a seleccionar por platabanda se determinó con la siguiente relación (Prieto y Sáenz, 2011):

$$Np = \frac{E * C * 0.0015}{3}$$

Donde:

Np = número de charolas a seleccionar de la platabanda.

E = número de contenedores o cavidades que tiene la charola.

C = total de charolas en la platabanda.

La constante 0.0015 representa la intensidad de muestreo.

La constante tres representa el número de plantas a extraer por charola.

Las tres plantas seleccionadas se extrajeron cuidadosamente de las cavidades de las charolas en donde les sacudió para que se desprendiera el sustrato adherido sin causar daños al sistema radical y que estuviera completo. Se les aplicó agua para eliminar el exceso de sustrato y posteriormente fueron expuestas al sol para eliminar el exceso de humedad. Las plantas se colocaron en bolsas de papel etiquetadas con información del vivero, especie, mesa porta charola y número de planta.

Características morfológicas

Las variables medidas fueron la altura de total de la planta que se midió con una regla graduada en centímetros desde la base del tallo hasta la yema apical previo. El diámetro del tallo se midió en milímetros en la base del tallo con un vernier digital previos a la salida de la planta a campo. La biomasa total se obtuvo al separar la parte aérea y radical de cada planta muestreada con unas tijeras de podar y el peso se determinó con una báscula digital a una precisión de centésimas de gramo; posteriormente la parte aérea y el sistema radical se empacaron en bolsas de papel, mismas que se colocaron durante 72 horas a 70 °C en una estufa de secado en el Laboratorio de Ciencias Forestales de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Después de este periodo se obtuvo el peso de cada parte de la planta en una báscula digital.

La relación parte aérea/raíz se estimó como el cociente entre el peso seco aéreo (g) y el peso seco radical (g). El índice de esbeltez se obtuvo de dividir la altura total (cm) entre el diámetro del tallo (mm) (Thompson, 1985). El índice de lignificación resulta de dividir el peso seco total (g) con el peso total húmedo (g) para determinar el porcentaje (%) de contenido de agua en las plantas (Prieto *et al.*, 2004). El índice de Calidad de Dickson (ICD) resultó de integrar los valores de biomasa total, biomasa en seco de la parte aérea y radical y el índice de esbeltez, donde los valores

grandes del índice indican plantas de mejor calidad (Dickson *et al.*, 1960). Se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de calidad de Dickson (ICD)} = \frac{\text{peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{peso seco parte aérea (g)}}{\text{peso seco raíz (g)}}}$$

Análisis Estadístico

Los datos se organizaron por medio de tablas en Microsoft Office Excel ©2010 por especie. Para el análisis morfológico se consideró a la planta como unidad muestral, con el cual se obtuvieron los siguientes estimadores:

Media

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

Donde:

\bar{y} = Media estimada por unidad de muestreo
 y_i = Medida de la unidad i-ésima de muestreo
 n = Total de unidades de muestreo medidas

Varianza

$$S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n}}{(n-1)}$$

Dónde: S_y = Varianza de los valores individuales de y

Error estándar de la media

$$S_{\bar{y}} = \sqrt{\frac{S_y^2}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}$$

Donde:

$S_{\bar{y}}$ = Error estándar de la media
 N = Total de unidades de muestreo en toda la población

Coefficiente de variación

El coeficiente de variación (CV) se calculó con el objetivo de comparar la variación existente entre las especies del mismo vivero, el CV se expresa en porcentaje y se calculó con la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{s}{\bar{y}} (100)$$

Donde:

CV = Coeficiente de variación
 s = Desviación estándar
 \bar{y} = Media

Resultados y discusión

Descripción de las prácticas culturales del vivero

La producción de planta en vivero es el proceso mediante el cual se le brinda a la semilla los cuidados y tratamientos necesarios para su buena germinación y un crecimiento adecuado a las plantas con la finalidad de que se logren altas tasas de sobrevivencia y favorecer su crecimiento al plantarla en campo. De esta manera, el manejo de las plantas en vivero es determinante en la obtención de plantas de calidad para obtener el éxito deseado en la plantación, ya sea una plantación forestal comercial o en programas de reforestación o restauración ecológica.

Por ello es importante realizar en tiempo y forma cada una de las actividades culturales en el vivero con el objetivo de producir plantas de calidad para diferentes usos. En la presente investigación se llevó un registro de las actividades de manejo. En Cuadro 1 se describen las prácticas culturales que realizan en el vivero forestal El Campanario.

Cuadro 1. Principales prácticas culturales que realizan en el vivero forestal El Campanario.

Actividad o insumo	Descripción
Tipo de envase	Las charolas utilizadas en el vivero son de poliestireno expandido de 77 cavidades de 160 cm ³ . Es importante considerar la profundidad de los contenedores y la textura del sustrato o mezclas de sustratos que se utilice en la propagación de plantas de especies forestales.
Sustrato	En el vivero se utiliza una mezcla de cachaza de caña en un 30% mezclado con cascabillo de café con un 70%.
Deshierbe	Se realiza cada 20 días de forma manual.
Riego	Por aspersión es el más común y utilizado en el vivero. La cantidad de los riegos depende de la época del año, en los meses de mayo a septiembre que son época de lluvia no se utiliza.
Plagas y enfermedades	La enfermedad más común y que afecta a las plantas es la pudrición en las raíces provocada por <i>Fusarium</i> spp. Para prevenir enfermedades se realizó la aplicación preventiva de Cupravit®, Captan® y Ridomil®.
Procedencia de la semilla	En el vivero se producen plantas de primavera (<i>Tabebuia donnell-smithii</i> Rose), roble (<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.) y cedro (<i>Cedrela odorata</i> L.). Se extrae la semilla de árboles semilleros con buenas características fenotípicas que se ubican en parcelas cercanas al vivero.
Fecha de colecta de la semilla	Semilla de primavera se colectó el 7 de febrero de 2019 Semilla de cedro el 3 de febrero de 2019 Semilla de roble se colectó el 19 de febrero del 2019.
Prueba de germinación	A los siete días germinó el 85% de las semillas de primavera. A los nueve días germinó el 70% de las semillas de cedro. A los seis días germinó el 70% de las semillas de roble.
Fecha de siembra	Se realizó del 22 al 30 de marzo del 2019 directamente en las charolas. Dichas charolas se dispusieron sobre bases por encima del suelo.
Fertilización	Se aplicó Osmocote® granular en la mezcla de sustrato y posteriormente se realizaron aplicación de fertilizante foliar con Bayfolan Forte® en una dosis de 10 ml por l de agua.
Problemas o riesgos	Un problema que se presenta en el vivero es que el viento que provoca daños físicos a las plantas que se encuentran en la periferia del vivero, además de que el exceso de humedad provoca enfermedades fúngicas.

Rodríguez (2010) menciona que las prácticas de manejo para producir plantas de calidad en determinado vivero, consta de variar la concentración de elementos nutricionales que necesita la planta, el espaciamiento entre riegos, la cantidad de agua por riego, el porcentaje de las mezclas de sustratos, el volumen de los envases y la densidad de planta por metro cuadrado. En este sentido, el mismo autor argumenta que el productor de plantas en vivero, desde su aplicación práctica conoce todas las actividades que comprende la producción de planta en vivero, con los diferentes sistemas de producción de plantas y siempre procura los cuidados y manejo de la plántula para producir plantas de calidad para los diferentes ambientes.

Entre los aspectos primordiales que deben cuidarse para la producción de plantas forestales están la recolección de semilla, su procesamiento y manejo. En el vivero forestal el Campanario las semillas son colectadas en rodales semilleros, posteriormente se les proporciona el manejo postcolecta y se realiza la siembra directa en los contenedores. No se tiene el conocimiento de la densidad y profundidad de siembra para cada especie, a pesar de que existe desde hace tiempo información para algunas especies (Durán *et al.*, 2000).

Altura de total de las plantas

En el Cuadro 2 se presentan los valores estadísticos calculados para la variable altura total de la planta de las tres especies medidas en el vivero. La altura promedio de las plántulas de roble fue de 37.30 cm con una varianza de 33.32 y una desviación estándar de 5.77. Por su parte, las especies de primavera y cedro presentaron valores de 41.30 cm y de 51.43 cm respectivamente. Se hace la aclaración que por tratarse de especies distintas los resultados no son estadísticamente comparables. Las plantas de primavera alcanzaron una altura promedio de 41.30 cm. Este valor es mayor de lo que recomiendan Santiago *et al.* (2007) quienes mencionan que el rango de altura de plantas de esta especie debe ser de 25 a 30 cm. Las plantas de cedro mostraron mayor altura con respecto a primavera y roble. La altura proporciona una some-

ra aproximación del área fotosintética, sin importar la arquitectura del tallo (Thompson, 1985). Es importante argumentar que para obtener plantas con mejores características morfológicas (como la altura) es necesario el desarrollo de técnicas culturales desde el vivero. Cabe hacer mención que, aunque la altura de la planta se utiliza para su calificación, diversos estudios indican que la altura inicial no se correlaciona con la supervivencia; es decir, por si sola es de valor limitado, pero combinada con otras variables como el diámetro, influye de manera importante (Prieto y Sáenz, 2011).

Diámetro del tallo de las plantas

El diámetro promedio del tallo de las plantas se obtuvo previo a su salida a campo. Se observa que el diámetro del tallo en primavera presentó el valor más bajo con 3.07 mm, el roble superó los 4 mm y en cedro el diámetro promedio de las plantas fue ligeramente superior a 3 mm (Cuadro 2). Las plantas en contenedor requieren de un balance morfológico para su supervivencia en campo, pero también el tamaño de envase define el espacio de crecimiento de las plantas (Bainbridge, 1994).

Cuadro 2. Parámetros estadísticos de altura total, diámetro del tallo y biomasa total de tres especies forestales en el vivero forestal El Campanario.

Parámetro estadístico	Altura de total de las plantas (cm)		
	<i>Tabebuia rosea</i>	<i>Tabebuia donell-smithii</i>	<i>Cedrela odorata</i>
Media	37.30	41.30	51.43
Varianza	33.32	50.70	80.60
Desviación estándar	5.77	7.12	8.98
	Diámetro del tallo de las plantas (mm)		
	<i>Tabebuia rosea</i>	<i>Tabebuia donell-smithii</i>	<i>Cedrela odorata</i>
Media	4.13	3.07	3.87
Varianza	0.26	0.27	1.63
Desviación estándar	0.51	0.52	0.79
	Biomasa total (g)		
	<i>Tabebuia rosea</i>	<i>Tabebuia donell-smithii</i>	<i>Cedrela odorata</i>
Media	4.04	2.37	2.73
Varianza	1.66	0.70	0.36
Desviación estándar	1.29	0.83	0.60

Landis *et al.* (2004) menciona que el diámetro del tallo de las plantas representa un atributo que pronostica con mayor precisión la supervivencia y el crecimiento en el lugar definitivo donde se establecerá. Plantas con diámetros mayores a 5 mm son más resistentes al doblamiento y toleran los daños por plagas y fauna nociva, aunque esto varía de acuerdo con la especie (Mexal y Landís, 1990),

cabe hacer mención que no en todos los ambientes las plantas de mayor diámetro tienen mayor supervivencia (Rodríguez, 2008).

Biomasa total

Esta variable se cuantifica pesando las plantas en una báscula analítica para obtener el peso seco, después de ponerlas en una estufa de secado. En el Cuadro 2, se observa que el valor más alto de biomasa total y que superó a las otras dos especies evaluadas fue el roble con un promedio de 4.04 g. El valor más bajo de esta variable fue para primavera con un promedio de 2.37 g.

Vera (1995) y Prieto *et al.* (2003), señalan que la biomasa de las plantas tiene una gran correlación con la supervivencia en campo y sugiere que para una mayor consistencia en los resultados se deben de emplear los valores del peso seco, debido a que el peso en verde tiene gran variación de agua en los tejidos dentro de una misma especie, lo cual se corroboró en el presente trabajo. El peso seco también es un indicador efectivo cuando se relaciona la parte aérea con el sistema radicular (Rodríguez, 2008). Aunque cabe hacer mención que la biomasa total es un indicador efectivo cuando se relaciona la parte aérea con el sistema radicular.

Índices de calidad

Para las variables que son consideradas como indicadores de calidad de planta, la relación parte aérea/raíz es de mucha importancia ya que refleja el desarrollo que las plantas alcanzaron en el vivero. En el Cuadro 3, podemos observar que la primavera presentó el valor más bajo de la relación parte aérea/raíz con un promedio de 3.82. El valor más alto fue para la especie cedro con un promedio de 8.74. Al respecto Prieto *et al.* (2003) mencionan que de forma general la producción de biomasa producida por la parte aérea supera a la producción de la parte radical, por lo cual se considera que, en sitios con precipitación escasa, dicha relación no debe ser mayor a 2.5. Las plantas con una relación mayor a 2.5 deben establecerse preferentemente en sitios que tengan condiciones ambientales favorables o donde exista la posibilidad de aplicar riegos durante la fase de establecimiento, es decir

que las plantas producidas en el vivero forestal El Campanario pueden ser establecidas, debido a que en la región Soconusco del estado de Chiapas, la precipitación es abundante. Santiago *et al.* (2007) recomienda que mientras menor valor se obtenga en las relaciones altura/diámetro para especies tropicales, existirá mayor vigor en la planta.

Para el índice de esbeltez, se observa en el Cuadro 3 valores altos para las tres especies evaluadas. Para esta variable lo que se requieren son valores bajos, ya que los valores altos indican un desbalance en el crecimiento de las plantas. Según Thompson (1985), valores bajos indican una planta de poca altura y robusta, mientras que valores altos, representan plantas con mucha altura y delgadas, que es lo que se presentó en la evaluación de las tres especies, esto se debió por el tamaño del contenedor que se utilizó para la producción de plantas, en donde se obtuvieron plantas con buenos crecimientos en alturas, pero con valores de diámetros menores, es decir plantas delgadas de tallo. El valor más bajo del índice de esbeltez que se registró para las tres especies evaluadas fue para el roble, con un promedio de 9.15, con este valor y de acuerdo con la clasificación de calidad de plantas de especies forestales elaborado por Prieto y Sáenz (2011), se considera de calidad baja. Aunque cabe hacer mención que los valores óptimos varían de acuerdo con cada especie y a demás dependerán del lugar donde se plante (Cuevas, 1995).

Respecto al índice de lignificación, la cual expresa su preacondicionamiento. En el Cuadro 5, se observa que las tres especies presentan un promedio por arriba de 25% de contenido de agua. En la actualidad es un parámetro de calidad que tiene mucha importancia para evaluar a las plantas antes que salgan al lugar definitivo de su plantación. Se debe considerar que durante el periodo de preacondicionamiento se requiere retirar la malla sombra para que la luz del sol les llegue directamente a las plantas además de disminuir el suministro de agua, esto con el objetivo de estresar a las plantas para reducir el crecimiento en altura promover la aparición de la yema apical y aumentar el crecimiento en diámetro (Prieto *et al.*, 2004).

Cuadro 3. Parámetros estadísticos de índices de calidad de tres especies forestales en el vivero forestal El Campanario.

Parámetro estadístico	<i>Tabebuia rosea</i>			
	Relación parte aérea/raíz	Índice de esbeltez	Índice de lignificación	Índice de Calidad de Dickson
Media	4.37	9.15	27.13	0.31
Varianza	1.24	3.46	182.29	0.01
Desviación estándar	1.11	1.86	13.50	0.12
	<i>Tabebuia donell-smithii</i>			
	Relación parte aérea/raíz	Índice de esbeltez	Índice de lignificación	Índice de Calidad de Dickson
Media	3.82	13.74	25.34	0.14
Varianza	3.30	7.46	160.18	0.004
Desviación estándar	1.82	2.73	12.66	0.07
	<i>Cedrela odorata</i>			
	Relación parte aérea/raíz	Índice de esbeltez	Índice de lignificación	Índice de Calidad de Dickson
Media	8.74	13.83	27.40	0.13
Varianza	37.38	9.51	3.75	0.002
Desviación estándar	6.11	3.08	1.94	0.05

El parámetro que integra todos los valores de biomasa total, el índice de esbeltez y la relación parte área/raíz es el índice de calidad de Dickson. Al integrar esos valores, podemos observar en el Cuadro 3, que las plantas de roble presentaron un promedio de 0.31, las de primavera 0.14 y las de cedro 0.13. El valor más alto para este parámetro indica que la planta es de mejor calidad. Con los valores obtenidos y de acuerdo con la metodología de Sáenz *et al.* (2010) se consideraría que sólo las plantas de roble cumplen con los valores de calidad alta. Por su puesto, es importante argumentar que para obtener plantas con mejores características morfológicas y fisiológicas es necesario el desarrollo de prácticas culturales desde el vivero. Las prácticas que van desde la mezcla de sustrato, el tipo de envase utilizado, el cuidado en la elección de la semilla y un buen manejo en la aplicación de riego, tanto en cantidad como en la frecuencia; estas prácticas culturales son los elementos principales para obtener plantas de calidad y resultados económicamente satisfactorios al vender plantas que cumplan los estándares deseados por el comprador.

Conclusiones

Las prácticas culturales que se aplican en el vivero son las adecuadas, lo que permite obtener plantas de especies forestales de buena calidad. En términos de altura y diámetro las tres especies forestales están dentro del rango establecido para ser plantadas en campo. Las limitaciones presupuestales, hacen difícil incrementar la productividad, pero sin duda, disponer de los recur-

sos económicos a tiempo y suficientes por las ventas de las plantas en tiempo, permitirá planear mejor las distintas actividades y evitar retrasos en la producción.

Recomendaciones

Realizar evaluaciones de las plantaciones forestales con las plantas producidas en el vivero para generar modelos mediante el ajuste de funciones recíprocas entre la supervivencia y el diámetro, esto con el objetivo de pronosticar desde su producción el éxito del trasplante en función de la variable diámetro del cuello de las plantas. Establecer una mayor coordinación entre los productores beneficiarios de los programas de plantaciones forestales comerciales y de reforestación, con el fin de que las prácticas culturales en el vivero respondan a los requerimientos de la producción de planta.

Literatura citada

- Bainbridge, D. A. (1994). Container optimization- field data support container innovation. In: Landis, T.D., and R.K. Dumroese (tech. coords.). Gen. Tech. Rep. RMGTR-257. Fort Collins, Co. USDA. Forest Service. pp.: 99-104.
- Cano P. A. y V. M. Cetina A. (2004). Calidad de planta en vivero y prácticas que influyen en su producción. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 12. Coahuila, México. 24 p.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2011). Situación actual y perspectivas de las plantaciones forestales comerciales en México. Comisión Nacional Forestal-Colegio de Posgraduados. México, D. F. México. 472 p.
- Comisión Nacional Forestal. (CONAFOR) (2012). Programa de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales, a 15 Años de su Creación. A. Fierros G. M. CONAFOR. Zapopan, Jalisco, México. 152 p.
- Cuevas R., R. A. (1995). Calidad de planta. In: Viveros Forestales. Publicación Especial No. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. México. pp: 108-119.
- Dickson A, AL Leaf, IE Hosner. (1960). Quality appraisal of white spruce and white in seedlings stock in nurseries. Forest Chronicle 36: 10-13.
- Durán G., R., A. Dorantes, P. Simá y M. Méndez. (2000). Manual de propagación de plantas nativas de la Península de Yucatán. Vol. II. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. 105 p.
- Landis, T. D., R. W. Tinus, S. E. Mc Donald, and J. P. Barnett. (1994). The Container Tree Nursery Manual. Vol. 1. Nursery planning, development and management. Agric. Handbook 674. Washington, DC: USDA, Forest Service. 188 p.
- Mexal, J. G. and T. D. Landis. (1990). Target seedling concepts: height and diameter. In: R. Rose, S.J. Campbell, and T.D. Landis (eds.). Target Seedling Symposium: Proceedings,
- Combined Meeting of the Western Nursery Associations, August 13-17, 1990, Roseburg, Or. USDA, Forest Service. Gen. Tech. Rep. RM-200. Fort Collins, CO. pp: 17-35.
- Pastor N., S. (2000). Utilización de sustratos en vivero. Terra Latinoamericana 17(3):231-235.
- Prieto R., J. A., G. Vera C., y E. Merlín B. (2003). Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. Folleto Técnico Núm. 12. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, Durango. México. 24 p.
- Prieto, R. J. A.; García R. J. L.; Mejía B. J. M.; Huchín A. S. y Aguilar V. J. L. (2009). Producción de planta del género Pinus en vivero en clima templado frío. Publicación Especial Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana INIFAP-SAGARPA. Durango, Dgo. México. 48 p.
- Prieto, R. J., Cornejo, O. E., Calleros, D. P., Návar, C. J., Marmolejo, M. J., y Jiménez, P. J. (2004). Estrés hídrico en Pinus engelmannii Carr., producido en vivero. Forest Systems 13(3). 443-451.
- Prieto, R. J. A. y J. T. Sáenz R. (2011). Indicadores de calidad de planta en viveros forestales de la sierra madre occidental. Libro Técnico Núm. 3. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, Durango. México. 210 p.
- Ramírez M. N., A. Luna G., H. E. Castañeda O., M. Martínez I., S. C. Holz., A. Camacho C. y M. González E. (2012). Guía de propagación de árboles nativos para la recuperación de bosques. El Colegio de la Frontera sur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 95 p.
- Reyes, R. J., A. Aldrete, V. M. Cetina, A. y J. López U. (2005). Producción de plántulas de Pinus pseudostrobus Var. apulencis en sustratos a base de aserrín. Revista Chapingo: Serie ciencias forestales y del ambiente 11(2): 105 – 110.
- Rodríguez, L. R. (2010). Manual de Prácticas de Viveros Forestales. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Área Académica de Ingeniería Forestal. 52 p.

- Rodríguez T., D. A. (2008). Indicadores de calidad de planta forestal. Mundi-Prensa. México, D.F. 156 p.
- Sáenz R. J. T., Muñoz F. H. J., Villaseñor R. F., S. J. T. Saenz R., y G. Orozco G. (2010). Calidad de planta en los viveros forestales de Jalisco y Nayarit. Libro técnico Núm. 2. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. CIRPAC. INIFAP. Guadalajara, Jalisco. 167 p.
- Santiago, O., T; Sánchez, Monsalvo V. Monroy R. C., García S. G. (2007). Manual de producción de especies forestales tropicales en contenedor. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental El Palmar. Folleto técnico Núm. 44. Veracruz, México. 73 p.
- Thompson, B. (1985). Seeding morphological evaluation. What can you tell by looking. In: Evaluating seeding quality: principles, procedures and predictive abilities of major test. M. L. Durges. Forest Research Laboratory. Oregon State University. 59-65.
- Vera, C, J. A.G. (1995). The influence of antidesiccants on field performance and physiology of 2+0 ponderosa pine (*Pinus ponderosa* Dougl.) seedlings. Ph.D. Thesis. Oregon State University. 134 p.