



CALIDAD DE PLANTA PRODUCIDA EN LOS VIVEROS FORESTALES DE NAYARIT

QUALITY OF PLANTS PRODUCED IN FOREST NURSERIES OF NAYARIT

Agustín Rueda-Sánchez², Juan de Dios Benavides-Solorio¹, J. Trinidad Saenz-Reyez², Hipólito Jesús Muñoz Flores², J. Ángel Prieto-Ruiz³, Gabriela Orozco Gutiérrez²

RESUMEN

La supervivencia de una plantación forestal depende de diversos factores, entre los que destaca la calidad de planta. A pesar de su importancia, en México falta información respecto a este parámetro en los viveros forestales así como de los procedimientos necesarios para su evaluación. En el presente trabajo se determinó la calidad de planta en 11 especies arbóreas de climas tropical y templado, en siete viveros forestales del estado de Nayarit. Para la toma de datos se realizó un muestreo al azar de 0.15 % de los individuos producidos por vivero y taxón. La calidad de planta se clasificó como alta, media o baja con base en la altura, diámetro, biomasa seca aérea y radical, además de los contenidos de N, P, K, C y lignina. Los resultados indican que, en su mayoría, la planta producida en los viveros evaluados es de calidad media de acuerdo a los estándares sugeridos. Las variables mejor calificadas fueron el índice de robustez y los contenidos de fósforo, potasio y nitrógeno. Por otro lado, la relación biomasa aérea seca/biomasa radical seca recibió la menor calificación. Se recomienda continuar con la evaluación de calidad de producción en estos y otros viveros forestales, y dar seguimiento a las plantaciones ya establecidas con el fin de validar la información aportada por la evaluación de calidad de planta.

Palabras clave: Árboles tropicales, calidad de planta, parámetros morfológicos, plantación forestal, supervivencia de plántula, viveros forestales.

ABSTRACT

The survival of a forest plantation depends on several factors, among which the plant quality is outstanding. Despite its importance, in Mexico there is a lack of information about this parameter in the forest nurseries, as well as of the procedures for their assessment. In this paper the plant quality of 11 tree species in tropical and temperate climates was determined in seven nurseries of the state of Nayarit. For data collection a random sampling of 0.15 % of individuals produced by each nursery and taxon was performed. The plant quality was classified as high, medium or low, based on the height, diameter, shoot and root dry biomass, plus the contents of N, P, K, C and lignin. Results indicate that, for the most part, the plant produced in the assessed nurseries is of average quality according to the suggested standards. The variables that were better qualified were the robustness index and the phosphorus, potassium and nitrogen content. On the other hand, the dry biomass ratio / dry root biomass received the lowest rating. It is recommended further evaluation of production quality in these and other nurseries, and track established plantations in order to validate the information provided by the assessment of plant quality.

Key words: Tropical trees, plant quality, morphological parameters, tree planting, seedling survival, tree nurseries.

Fecha de recepción/ date of receipt: 18 de octubre de 2012; Fecha de aceptación/ date of acceptance: 22 de enero de 2013.

¹ Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, CIR-Pacífico Centro, INIFAP. Correo-e: rueda.agustin@inifap.gob.mx

² Campo Experimental Uruapan, CIR-Pacífico Centro, INIFAP.

³ Campo Experimental Valle de Guadiana, CIR-Norte Centro, INIFAP.

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores principales que influyen en el establecimiento y desempeño inicial de las plantaciones forestales es la calidad de la planta utilizada (Birchler *et al.*, 1998; O'Reilly *et al.*, 2002; Mas, 2003). Concepto que se define como la capacidad que tienen los individuos para adaptarse y desarrollarse en las condiciones climáticas y edáficas del sitio donde se establecen (Rodríguez, 2008), la cual depende de las características genéticas del germoplasma, así como de las técnicas utilizadas para su reproducción (Prieto *et al.*, 2009).

Al igual que en otros estados, en Nayarit se han desarrollado programas de apoyo a productores con el objetivo de conservar y restaurar los suelos forestales (Pronare, 2003; Procoref, 2005, 2006, 2007). Sin embargo, son pocos los que realizan un control de calidad sobre las plantas que proveen para las plantaciones (Prieto *et al.*, 2003).

La evaluación de la calidad de planta en viveros forestales se remonta a 1917, cuando el Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América generó el primer manual de procedimientos para producción de planta forestal (Mexal and Landis, 1990; Sánchez y Murillo, 2004). No obstante, fue hasta las décadas de los 30 y 40 que se definieron los primeros criterios de valoración, basados en el diámetro del cuello de la raíz y la altura (Mexal and Landis, 1990). En la actualidad, existen métodos más sofisticados para determinar la calidad de la planta, fundamentados en las características morfológicas y fisiológicas de las plántulas (Torral, 1997; Haase, 2007).

En México, a partir de 2001, con la creación de la Comisión Nacional Forestal (Conafor) se ha dado un fuerte impulso al establecimiento de plantaciones forestales con propósitos comerciales para el desarrollo de la industria maderera, así como con fines de restauración ecológica. Sin embargo, la calidad de planta utilizada para su establecimiento es uno de los elementos que interfiere en su éxito, pues ocasiona una baja supervivencia del arbolado (UACH, 2007, 2010; Colpos, 2008; UANL, 2009).

Al utilizar planta de calidad en las plantaciones, se incrementa su probabilidad de éxito (Villar *et al.*, 2000). Por lo tanto, conocer los elementos morfológicos y fisiológicos que influyen en la que es producida en vivero debe ser una prioridad de los agentes involucrados en los programas relacionados con el establecimiento de plantaciones forestales. En la presente investigación se evaluó la calidad de planta durante el año 2008 en siete viveros forestales del estado de Nayarit, con el propósito de ponderar su producto forestal.



INTRODUCTION

One of the major factors that affect the establishment and initial behavior of forest plantations is the quality of plant that is used (Birchler *et al.*, 1998; O'Reilly *et al.*, 2002; Mas, 2003). This concept is defined as the individuals' ability for adapting and developing in the climatic and edaphic condition of the site where they are established (Rodríguez, 2008), which depends on the genetic composition of germ plasm and the techniques used for their reproduction (Prieto *et al.*, 2009).

As in other states, in Nayarit support programs to forest producers have been carried out with the aim of preserving and restoring forest soils (Pronare, 2003; Procoref, 2005, 2006, 2007). However, only a few perform an assessment to control the quality of the plants that they provide to plantations (Prieto *et al.*, 2003).

This assessment in forest nurseries was born in 1917, when the United States of America Department of Agriculture published a manual of procedures for forest plant production (Mexal and Landis, 1990; Sánchez and Murillo, 2004).

But it was until the '30s and '40s when the assessment criteria were formalized, based upon the diameter of the root neck and height (Mexal and Landis, 1990). At present, there are more sophisticated methods to determine the quality of the plant, based on the morphological and physiological elements of plants (Torral, 1997; Haase, 2007).

In Mexico, since 2001 with the National Forest Commission (Conafor, for its acronym in Spanish) a great impulse has been given to the forest plantations with commercial aims for the development of industry as well as for ecological purposes. However, the quality of plant used for its establishment is one of the elements that interferes in its success, as it causes a low survival of trees (UACH, 2007, 2010; Colpos, 2008; UANL, 2009).

When the right quality of plant is used in plantations, the probability of success increases (Villar *et al.*, 2000). Therefore, to know the morphological and physiological features that influence what is produced in the nursery must be a priority to those involved in the programs related to forest plantations. In this research study the quality of plant produced during 2008 in seven forest nurseries of the state of Nayarit were studied, in order to describe them.

MATERIALS AND METHODS

The forest nurseries that were considered in this study are found in five municipalities of the state: in *Jala*, the nursery of the same name; in *Rosa Morada*, *San Juan Bautista*; in *Santa María del Oro*, *San Agustín*; in *Santiago Ixcuintla*, that of the *Comisión Forestal de Nayarit* (Cofonay); and in *Tepec*, that of *Centro*

MATERIALES Y MÉTODOS

Los viveros forestales considerados se ubican en cinco municipios de la entidad: en el municipio Jala, el vivero del mismo nombre; en Rosa Morada, el de San Juan Bautista; en Santa María del Oro, el de San Agustín; en Santiago Ixcuintla, el de la Comisión Forestal de Nayarit (Cofonay); y en Tepic, los del Centro de Producción de Árboles Forestales (Cepraf), Camichín e Inverplantas. Todos ellos tienen una tecnificación media.

Se evaluaron las características morfológicas de la planta producida durante el ciclo 2007-2008. Las especies fueron en su mayoría latifoliadas de clima tropical (*Brosimum alicastrum* Sw., *Cedrela odorata* L., *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Eysehhardtia polystachya* (Ortega) Sarg., *Hura polyandra* Baill., *Roseodendron donnell-smithii* (Rose) Miranda, *Swietenia humilis* Zucc. y *Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A. DC.); una latifoliada de clima templado (*Fraxinus udhei* (Wenz.) Lingelsh) y dos coníferas (*Pinus devoniana* Lindl. y *P. douglasiana* Martínez).

La toma de datos se realizó a finales del ciclo de producción, previo a la salida de las plantas al campo entre julio y agosto de 2008; se utilizó un muestreo al azar de 0.15 % de la planta producida por vivero y especie. Dicha intensidad se definió mediante un pre-muestreo de las variables altura y diámetro, con una confiabilidad de 95 %. La información registrada en cada vivero fue altura (cm), diámetro del cuello de la raíz (mm) y biomasa (g) en húmedo y en seco de la parte aérea y de la raíz, para lo cual, se deshidrataron las plantas a 70 °C durante 72 horas. Asimismo, se calcularon la relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz (BSA/BSR), la relación altura (cm)/diámetro (mm), conocido como Índice de Robustez (IR), y el Índice de Calidad de Dickson (ICD), el cual reúne varios atributos morfológicos (altura, diámetro, peso seco y peso fresco) en un solo valor (Dickson *et al.*, 1960; Prieto *et al.*, 2003). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{altura (cm)}}{\text{diámetro (mm)}} + \frac{\text{peso seco de la parte aérea (g)}}{\text{peso seco de la raíz (g)}}}$$

A partir del análisis de muestras de tejido del tallo y del folioje, que se llevó a cabo en el laboratorio de bromatología del Campo Experimental "Tecomán" (INIFAP), Colima, se determinaron los contenidos porcentuales de nitrógeno (N), carbono (C), potasio (K), fósforo (P) y lignina. La cuantificación de N y de C se efectuó con equipo LECO *TruSpec*; la de K con espectrofotometría de absorción atómica; la de P, con el método colorimétrico de molibdovanadato de amonio; y la determinación de lignina, mediante la digestión de fibra detergente ácido (Prieto *et al.*, 2011).

de Producción de Árboles Forestales (Cepraf), Camichín e Inverplantas. All of them have a medium technification.

The morphological characteristics of the plants produced during the 2007-2008 cycle were assessed. The species were mostly broadleaves of tropical weather (*Brosimum alicastrum* Sw., *Cedrela odorata* L., *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Eysehhardtia polystachya* (Ortega) Sarg., *Hura polyandra* Baill., *Roseodendron donnell-smithii* (Rose) Miranda, *Swietenia humilis* Zucc. and *Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A. DC.); a mild weather broadleaf (*Fraxinus udhei* (Wenz.) Lingelsh) and two needleleaves (*Pinus devoniana* Lindl. and *P. douglasiana* Martínez).

Data collection was carried out at the end of the production cycle, before the plants went out to the field between July and August, 2008; a random sampling of 0.15 % of the plants produced in the nursery per species was used. Such intensity was determined through a pre-sampling, by using height and diameter as variables, with a 95 % reliability.

The recorded information in each nursery was height (cm), root-neck diameter (mm) and both, dry and wet aerial and root biomass (g), for which plants were dehydrated at 70 °C for 72 h. In addition, the dry aerial biomass/dry root biomass (BSA/BSR, for its acronym in Spanish), the height (cm)/diameter (mm) relation, known as robustness index (IR) and the Dickson Quality Index (ICD, for its acronym in Spanish), which gathers up several morphologic attributes (height, diameter, dry weight and fresh weight) in one single value (Dickson *et al.*, 1960; Prieto *et al.*, 2003). It is calculated with the following formula:

$$IC = \frac{\text{total dry weight (g)}}{\frac{\text{height (cm)}}{\text{diameter (mm)}} + \frac{\text{dry weight of the aerial part (g)}}{\text{root dry weight (g)}}}$$

After analyzing the stem and foliage tissue samples, in the bromatology laboratory at the Tecomán Experimental Station of INIFAP at Colima, the percentage contents of nitrogen (N), carbon (C), potassium (K), phosphorous (P) and lignin were obtained. The quantification of N and C was carried out by using a LECO *TruSpec* equipment; K was determined by atomic absorption spectrophotometry; P with the colorimetric method of ammonium molibdovanadate and lignin, through the acid detergent fiber digestion (Prieto *et al.*, 2011).

Moreover, the descriptive statistics, median and standard error, were calculated. The means for each variable were estimated with quality intervals, high (A), medium (M) and low (B), as proposed by Conafor (2009) and Sáenz *et al.* (2010) for conifer and broadleaf trees in temperate and tropical climates. Also, the plant quality parameters defined by

Cuadro 1. Intervalos de calidad para los atributos morfológicos y fisiológicos evaluados.

Variable	Tipo de planta	Calidad		
		Baja	Media	Alta
Altura (cm)	Conífera no cespitosa	< 100	100 - 11.9	≥ 120
	Conífera cespitosa	< 3.5	3.5 - 4.9	≥ 5.0
	Latifoliada	< 120	120 - 14.9	≥ 150
Diámetro (mm)	Conífera no cespitosa	< 2.5	2.5 - 3.9	≥ 4.0
	Conífera cespitosa	< 6.0		≥ 6.0
	Latifoliada	< 2.5	2.5 - 4.9	≥ 5.0
Índice de robustez	Conífera no cespitosa	≥ 8.0	7.9 - 6.0	< 6.0
	Conífera cespitosa	≥ 6.0		< 6.0
	Latifoliada	≥ 8.0	7.9 - 6.0	< 6.0
Relación BSA / BSR	Todas	≥ 2.5	2.4 - 2.0	< 2.0
Índice de Dickson	Todas	< 0.2	0.2 - 0.4	≥ 0.5
Nitrógeno (%)	Todas	< 1.0	1.0 - 1.2	≥ 1.3
Fósforo (%)	Todas	≤ 0.1		≥ 0.2
Potasio (%)	Todas	< 0.5	0.5 - 0.6	≥ 0.7
Carbono (%)	Todas	< 400	400 - 44.9	≥ 45.0
Lignina (%)	Todas	< 100	100 - 11.3	≥ 11.3

Modificado de Sáenz *et al.* (2010) con aportaciones de Santiago *et al.* (2007) y Conafor (2009).

Table 1. Quality intervals for the morphologic and physiological attributes assessed.

Variable	Type of plant	Quality		
		Low	Medium	High
Height (cm)	Non-grassy conifer	< 100	100 - 11.9	≥ 120
	Grassy conifer	< 3.5	3.5 - 4.9	≥ 5.0
	Broadleaf	< 120	120 - 14.9	≥ 150
Diameter (mm)	Non-grassy conifer	< 2.5	2.5 - 3.9	≥ 4.0
	Grassy conifer	< 6.0		≥ 6.0
	Broadleaf	< 2.5	2.5 - 4.9	≥ 5.0
Robustness index	Non-grassy conifer	≥ 8.0	7.9 - 6.0	< 6.0
	Grassy conifer	≥ 6.0		< 6.0
	Broadleaf	≥ 8.0	7.9 - 6.0	< 6.0
BSA / BSR relation	All	≥ 2.5	2.4 - 2.0	< 2.0
Dickson Index	All	< 0.2	0.2 - 0.4	≥ 0.5
Nitrogen (%)	All	< 1.0	1.0 - 1.2	≥ 1.3
Phosphorous (%)	All	≤ 0.1		≥ 0.2
Potassium (%)	All	< 0.5	0.5 - 0.6	≥ 0.7
Carbon (%)	All	< 400	400 - 44.9	≥ 45.0
Lignin (%)	All	< 100	100 - 11.3	≥ 11.3

Based on Sáenz *et al.* (2010) with contributions of Santiago *et al.* (2007) and Conafor (2009).

Además, se calcularon los estadísticos descriptivos: media y error estándar. Las medias se estimaron con intervalos de calidad alta (A), media (M) y baja (B) para cada variable, de acuerdo a lo propuesto por Conafor (2009) y Sáenz *et al.* (2010) para las coníferas y latifoliadas de clima templado y tropical. También, se tomaron en cuenta los parámetros de calidad de planta definidos por Santiago *et al.* (2007), en particular, para árboles tropicales. Los intervalos para calificar la calidad de la planta se muestran en el Cuadro 1.

La calidad de planta en los viveros se determinó con base en todos los parámetros evaluados de cada especie, de tal manera que, la calidad alta, se asignó cuando hubo ausencia absoluta de características indeseables; es decir, todas las variables se ubicaron en la categoría "A", aunque se consideraron aceptables hasta tres valores de calidad "M", pero ninguno de calidad "B". La media incluyó plantas con valores de calidad "A" en menor proporción y admitió una variable con calidad "B". Por último, como plantas de calidad baja, se clasificaron aquellas que presentaron más de un valor de calidad "B"; estas plantas no son aptas para su plantación en campo, porque no garantizan una buena supervivencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los viveros son medianamente tecnificados; es decir, la producción de la planta se hace en contenedor en un ambiente de cielo abierto. El tipo de sustrato utilizado y el sistema de riego fueron distintos entre ellos (Cuadro 2), así como en los criterios para fertilizar y controlar las plagas y enfermedades, ya que estas decisiones se basan en la experiencia de los viveristas y se realizan sin manejo ni registro alguno.

Cuadro 2. Tipo de riego y combinación de sustratos utilizados en los viveros evaluados en el estado de Nayarit durante el ciclo de producción 2008.

Table 2. Type of watering and combination of substrates used in the assessed nurseries in Nayarit state during the 2008 production cycle.

Vivero forestal	Tipo de riego	Agrolita (%)	Vermiculita (%)	Peat moss (%)	Corteza de pino (%)
Camichín	M	12.5	12.5	75	-
Cepraf	A	20	20	60	-
Cofonay	A	20	20	20	40
Inverplantas	A	-	40	60	-
Jala	M	-	72	28	-
San Agustín	A	-	40	60	-
San Juan Bautista	A	33	33	33	-

M= Riego manual con manguera; A= riego automático por microaspersión.

M= Hose watering by hand; A= Automatic watering by microspray.

Santiago *et al.* (2007), especially for tropical tree species, were considered. The intervals for assessing plant quality are displayed in Table 1.

Plant quality was determined by taking into account all the parameters that were assessed for each species, in such a way that the high quality was assigned from the absolute lack of undesirable characteristics, that is, all the assessed variables were disposed in category "A", although up to three "M" quality values were accepted, but no "B". Medium quality included plants with "A" quality values, in a lower proportion, and admitted one variable with "B" quality. Finally, low quality plants were those with over one "B" quality value; these were considered unfit for plantation, since they had no elements that guaranteed a good survival.

RESULTS AND DISCUSSION

All the nurseries are moderately technified, that is, plant production is made in containers under open sky. The kind of substrate and the watering system were different among them (Table 2), as well as the criteria to fertilize and control plagues and diseases, since these decisions are based on the expertise of the nursery workers and are made without any management or record at all.

Plants of medium quality were produced in most of the nurseries, due to the existence of one undesirable characteristic, of "B" quality, or, because in more than three cases the parameters were of "M" quality. Also, a high proportion of low quality, were observed, which is equivalent to 35% of the individuals by nurseries included in this study. Such result confirms what



En la mayoría de los viveros se produjo planta de calidad media, debido a la presencia de una característica indeseable, de calidad "B", o bien, porque en más de tres casos los parámetros fueron de calidad "M". Además se observó alta proporción de planta de calidad baja, equivalente a 35 % de los individuos por vivero incluidos en el estudio. Dicho resultado corrobora lo registrado en otros trabajos enfocados al establecimiento de plantaciones en México y su evaluación (UACH, 2007, 2010; Colpos, 2008; UANL, 2009).

Vivero Forestal Jala

La calidad de las especies fue baja (*Enterolobium cyclocarpum*) y media (*Pinus douglasiana* y *P. devoniana*) (Cuadro 3).

has been recorded in other research studies focused on the establishment of plantations in Mexico and their assessment (UACH, 2007, 2010; Colpos, 2008; UANL, 2009).

Jala Forest Nursery

The quality of the species was low (*Enterolobium cyclocarpum*) and medium (*Pinus douglasiana* and *P. devoniana*) (Table 3).

The *Jala* nursery was the only one in which *Pinus devoniana* of grassy habit and *P. douglasiana* were produced. In spite of having different growing habits, they had a similar quality for the assessed parameters (Table 3). The best qualified were height, robustness index and the concentration of phosphorous, lignin

Cuadro 3. Variables de calidad de planta producida en el vivero forestal Jala durante el ciclo 2008.
Table 3. Variables of the plant quality produced in *Jala* forest nursery during the 2008 cycle.

Variable	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb		<i>Pinus devoniana</i> Lindl.		<i>Pinus douglasiana</i> Martínez	
	2.5 meses, n= 73		7 meses, n= 94		7 meses, n= 55	
	Media ± E. E.	C	Media ± E. E.	C	Media ± E. E.	C
Altura (cm)	25.3 ± 0.4	A	6.3 ± 0.16	A	13.3 ± 0.81	A
Diámetro (mm)	3.6 ± 0.0	M	4.2 ± 0.1	M	3.3 ± 0.1	M
Índice de robustez	7.2 ± 0.2	M	1.6 ± 0.1	A	4.2 ± 0.3	A
Relación BSA/BSR	4.3 ± 0.5	B	3.7 ± 0.1	B	3.6 ± 0.2	B
Índice de Dickson	0.1 ± 0.0	B	0.5 ± 0.0	A	0.2 ± 0.0	M
Lignina (%)	7.0 ± 0.7	B	16.4 ± 1.6	A	18.4 ± 3.5	A
Carbono (%)	45.8 ± 0.3	A	46.0 ± 0.2	A	46.3 ± 0.1	A
Nitrógeno (%)	3.3 ± 0.0	A	1.2 ± 0.0	M	1.2 ± 0.0	M
Potasio (%)	1.1 ± 0.0	A	0.5 ± 0.1	M	0.5 ± 0.1	M
Fósforo (%)	0.2 ± 0.0	A	0.2 ± 0.0	A	0.2 ± 0.0	A

n= número de plantas muestreadas; E. E. = Error estándar; C= calidad del parámetro; A= alta; M= media; B= baja, BSA= biomasa seca de la parte aérea; BSR= biomasa seca radical.

n= number of sampled plants; E. E. = Standard error; C= quality of the parameter; A= high; M= medium; B= low; BSA= aerial part dry biomass; BSR= root dry biomass.

El vivero Jala fue el único en el que se produjeron *Pinus devoniana* de hábito cespitoso y *P. douglasiana*. No obstante que ambas especies tienen hábitos de crecimiento diferentes, resultaron con calidad muy similar para los parámetros evaluados (Cuadro 3). Los mejor calificados fueron la altura, el índice de robustez y la concentración de fósforo, lignina y carbono, características de una planta fuerte y resistente, tanto por su relación altura/diámetro, como por la constitución de sus tejidos (Prieto *et al.*, 2003; Zeiger, 2006; Orozco, 2010). Los valores de la relación BSA/BSR (Cuadro 3), indican una raíz poco desarrollada con respecto a la parte aérea, lo cual puede repercutir en la resistencia al estrés hídrico en el campo (Prieto *et al.*, 2009).

and carbon, characteristics of a strong and resistant plant, for their height/diameter relation and for their tissues (Prieto *et al.*, 2003; Zeiger, 2006; Orozco, 2010). The values of the BSA/BSR relation (Table 3) suggest a poorly developed root compared to the aerial part, which could have an effect on the water stress resistance in the field (Prieto *et al.*, 2009).

Enterolobium cyclocarpum was classified as a "B" quality plant from their BSA/BSR relation, to the Dickson quality index and to the amount of lignin (Table 3). These results not only suggest that the plant has a limited root development, but that it is poorly robust and lignified; therefore, it is poorly resistant to bending and to the damages caused by herbivory and

Enterolobium cyclocarpum se clasificó como planta de calidad "B" debido a la relación BSA/BSR, al índice de calidad de Dickson y a la cantidad de lignina (Cuadro 3). Estos resultados, no solo sugieren que la planta tiene un desarrollo radicular limitado, sino que es poco robusta y lignificada; por lo tanto, presenta baja resistencia al doblamiento y a los daños ocasionados por la herbivoría y el parasitismo (Toral, 1997; Prieto *et al.*, 2003; Prieto *et al.*, 2009). Es importante tomar en cuenta que los resultados obtenidos, probablemente, responden a la corta edad de la planta, por lo que esta podría mejorar sus características morfológicas y fisiológicas, si permaneciera por más tiempo en el vivero, antes de ser trasplantada.

Vivero Forestal Camichín

Enterolobium cyclocarpum y *Brosimum alicastrum* se calificaron con calidad media, ya que en general, sus características fueron aceptables para su establecimiento en campo. *Fraxinus udhei* y *Hura poliandra* se definieron de calidad baja (Cuadro 4).

parasitism (Toral, 1997; Prieto *et al.*, 2003; Prieto *et al.*, 2009). It is important to take into account that the obtained results, probably, are a response to the short age of the plant, which means that it could improve its morphologic and physiological characteristics, if it remained longer in the nursery before it is transplanted.

Camichín Forest Nursery

Enterolobium cyclocarpum and *Brosimum alicastrum* were graded with medium quality, since, in general terms, they showed acceptable features for their establishment at the field. *Fraxinus udhei* and *Hura poliandra* were defined of low quality (Table 4).



Cuadro 4. Variables de calidad de planta producida en el vivero forestal Camichín en el ciclo 2008.

Table 4. Variables of the plant quality produced in Camichín forest nursery during the 2008 cycle

Variable	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.		<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.		<i>Fraxinus udhei</i> (Wenz.) Lingelsh		<i>Hura poliandra</i> Baill.	
	3 meses, n= 108		3 meses, n= 80		2.5 meses, n= 91		3 meses, n= 74	
	Media ± E. E.	C	Media ± E. E.	C	Media ± E. E.	C	Media ± E. E.	C
Altura (cm)	19.6 ± 0.3	A	15.6 ± 0.1	A	17.5 ± 0.4	A	43.0 ± 1.0	A
Diámetro (mm)	3.8 ± 0.1	M	4.3 ± 0.1	M	3.0 ± 0.0	M	8.3 ± 0.1	A
Índice de robustez	3.9 ± 0.1	A	3.8 ± 0.1	A	6.0 ± 0.1	M	5.2 ± 0.1	A
Relación BSA/BSR	2.3 ± 0.1	M	2.9 ± 0.5	B	6.5 ± 0.3	B	4.4 ± 0.1	B
Índice de Dickson	0.2 ± 0.0	M	0.5 ± 0.0	A	0.1 ± 0.0	B	0.5 ± 0.0	A
Lignina (%)	7.9 ± 0.5	B	17.1 ± 0.9	A	7.8 ± 0.8	B	4.9 ± 0.6	B
Carbono (%)	42.8 ± 0.2	M	44.1 ± 0.1	M	44.0 ± 0.8	M	44.9 ± 0.8	M
Nitrógeno (%)	3.5 ± 0.0	A	4.1 ± 0.0	A	2.3 ± 0.0	A	3.6 ± 0.1	A
Potasio (%)	0.8 ± 0.0	A	0.9 ± 0.0	A	0.9 ± 0.0	A	1.5 ± 0.1	A
Fósforo (%)	0.2 ± 0.0	A	0.2 ± 0.0	A	0.2 ± 0.0	A	0.7 ± 0.0	A

n= número de plantas muestreadas; E. E. = Error estándar; C= calidad del parámetro; A= alta; M= media; B= baja; BSA= biomasa seca de la parte aérea; BSR= biomasa seca radical.

n= number of sampled plants; E. E. = Standard error; C= quality of the parameter; A= high; M= medium; B= low; BSA= aerial part dry biomass; BSR= root dry biomass.

La robustez se mantuvo dentro del intervalo óptimo sugerido por Santiago *et al.* (2007), Conafor (2009) y Sáenz *et al.* (2010), así como los contenidos de nitrógeno, potasio y fósforo, nutrientes indicadores de una planta vigorosa (Zeiger, 2006) (Cuadro 1). Aun cuando la concentración de potasio, elemento que favorece la lignificación de las plantas (Zeiger, 2006), fue buena, la calidad de los tejidos definida por el contenido de carbono y lignina no resultó óptima (evaluados como "M" y "B" de forma respectiva), con excepción de *E. cyclocarpum*, que tuvo una buena concentración de lignina (Cuadro 4). En el caso de *Hura polyandra*, el contenido de este compuesto fue más bajo (Cuadro 4).

In general, robustness kept within the optimal range suggested by Santiago *et al.* (2007), Conafor (2009) and Sáenz *et al.* (2010), as well as nitrogen, potassium and phosphorus contents, nutrients that suggest a vigorous plant (Zeiger, 2006) (Table 1). Even though the potassium concentration, element that favors the lignification of plants (Zeiger, 2006), the quality of tissues defined by the contents of carbon and lignin, did not result as optimal (assessed as "M" and "B", respectively), except for *E. cyclocarpum*, which showed a good lignin concentration (Table 4). In the case of *Hura poliandra*, the content of this element was lower (Table 4).

La variable morfológica con menor calidad fue la biomasa aérea/radical que, a su vez, afectó el Índice de Calidad de Dickson de *B. alicastrum* y *F. udhei*. Esta última especie, una de las más jóvenes, presentó el menor diámetro y la relación el mayor desequilibrio entre la biomasa aérea y la radical, así como uno de los LCD más bajos (Cuadro 4); por lo tanto, no reunió las características necesarias para garantizar su supervivencia en campo (Prieto *et al.*, 2009). Sin embargo, es probable que si se mantuviera en condiciones de vivero hasta los cuatro meses mejorarían sus características.

Vivero Forestal Centro de Producción de Árboles Forestales (Cepraf)

Se evaluaron *Tabebuia rosea* y *Swietenia humilis*, las cuales obtuvieron registros muy similares en los parámetros analizados y su calidad se definió como "B", debido a un escaso contenido de lignina y al desequilibrio entre la biomasa aérea y la radical (Cuadro 5). No obstante, ambas especies mostraron una calidad óptima en términos del diámetro, robustez, contenidos de nutrientes y de concentración de carbono (Cuadros 5), aunque no fueron suficientes para constituir plantas de buena calidad.

The morphological variable with less quality was the aerial/root biomass, which also affected the Dickson quality index of *B. alicastrum* and *F. udhei*. The latter species, one of the younger, showed the smallest diameter and the most unbalanced relation between the aerial and the root biomass, as well as one of the lowest LCD (Table 4); therefore, it did not accomplish the necessary profile to guarantee its survival at the field (Prieto *et al.*, 2009). However, probably if it were kept under the nursery conditions up to four months, its general characteristics could improve.

Centro de Producción de Árboles Forestales (Cepraf) Forest Nursery

In this nursery *Tabebuia rosea* and *Swietenia humilis* were assessed, which got very similar records in the analyzed parameters and their quality was defined as "B", due to a scarce content of lignin and the unbalance between aerial and



Cuadro 5. Variables de calidad de planta producida en el vivero forestal Cepraf en el ciclo 2008.

Table 5. Variables of the plant quality produced in Cepraf forest nursery during the 2008 cycle

Variable	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A. DC.		<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	
	4 meses, n= 128		4.5 meses, n=143	
	Media ± E. E.	C	Media ± E. E.	C
Altura (cm)	20.2 ± 0.4	A	18.1 ± 0.4	A
Diámetro (mm)	5.0 ± 0.1	A	5.5 ± 0.1	A
Índice de robustez	4.1 ± 0.1	A	3.3 ± 0.1	A
Relación BSA / BSR	48 ± 0.4	B	3.4 ± 0.3	B
Índice de Dickson	0.2 ± 0.0	M	0.4 ± 0.0	M
Lignina (%)	8.9 ± 0.7	B	8.6 ± 0.8	B
Carbono (%)	45.6 ± 0.4	A	45.0 ± 0.8	A
Nitrógeno (%)	2.5 ± 0.1	A	2.7 ± 0.2	A
Potasio (%)	1.1 ± 0.2	A	1.2 ± 0.8	A
Fósforo (%)	0.3 ± 0.1	A	0.3 ± 0.01	A

n= número de plantas muestreadas; E. E. = Error estándar; C= calidad del parámetro; A= alta; M= media; B= baja; BSA= biomasa seca de la parte aérea; BSR= biomasa seca radical.

n= number of sampled plants; E. E. = Standard error; C= quality of the parameter; A= high; M= medium; B= low; BSA= aerial part dry biomass; BSR= root dry biomass.



Vivero forestal Inverplantas, municipio Tepic

Las plantas fueron de mejor calidad (Cuadro 6). *Cedrela odorata* y *Roseodendron donell-smithii* se calificaron con calidad alta, por presentar cuatro variables evaluadas en esa categoría, razón por la cual no solo son apropiadas para su establecimiento en campo, sino que es altamente probable que sus plantaciones tengan éxito. Por su parte, *Eysenhardtia polystachya* alcanzó calidad media.

root biomass (Table 5). Nevertheless, both species showed an optimal quality in terms of diameter, robustness, nutrient contents, as well as carbon concentration (Table 5), but they were not enough to build up plants to be considered of good quality.



Cuadro 6. Variables de calidad de planta producida en el vivero forestal Inverplantas en el ciclo 2008.

Table 6. Variables of the plant quality produced in *Inverplantas* forest nursery during the 2008 cycle.

Variable	<i>Cedrela odorata</i> L. 3.5 meses, n= 128		<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg. 3.5 meses, n=102		<i>Roseodendron donell-smithii</i> (Rose) Miranda 3.5 meses, n= 121	
	Media ± E. E.	C	Media ± E. E.	C	Media ± E. E.	C
Altura (cm)	20 ± 0.2	A	29.2 ± 0.5	A	14.4 ± 0.2	M
Diámetro (mm)	5.9 ± 0.1	A	4.3 ± 0.1	M	4.4 ± 0.1	M
Índice de robustez	3.6 ± 2.6	A	7.0 ± 1.9	M	3.4 ± 2.8	A
Relación BSA / BSR	0.1 ± 0.1	A	0.1 ± 0.1	A	0.1 ± 0.1	A
Índice de Dickson	0.2 ± 0.0	M	0.2 ± 0.0	M	0.2 ± 0.0	M
Lignina (%)	12.9 ± 0.1	A	12.9 ± 1.6	A	15.4 ± 2.1	A
Carbono (%)	42.6 ± 0.2	M	45.2 ± 0.0	A	45.5 ± 0.1	A
Nitrógeno (%)	2.0 ± 0.0	A	2.6 ± 0.0	A	2.0 ± 0.0	A
Potasio (%)	0.6 ± 0.1	M	0.6 ± 0.0	M	0.9 ± 0.0	A
Fósforo (%)	0.2 ± 0.0	A	0.2 ± 0.0	A	0.2 ± 0.0	A

n= número de plantas muestreadas; E. E. = Error estándar; C= calidad del parámetro; A= alta; M= media; B= baja; BSA= biomasa seca de la parte aérea; BSR= biomasa seca radical.

n= number of sampled plants; E. E. = Standard error; C= quality of the parameter; A= high; M= medium; B= low; BSA= aerial part dry biomass; BSR= root dry biomass.

Las tres especies mostraron niveles óptimos en el contenido de nitrógeno y fósforo, similar a lo ocurrido en las plantas producidas en la mayoría de los viveros. La relación biomasa aérea/biomasa radical y el contenido de lignina también fueron aceptables (Cuadro 6); en cambio, estas variables resultaron de calidad baja para una gran parte de los ejemplares en otros viveros (cuadros 3 a 9), aunque el índice de robustez se clasificó en la calidad media (*E. polystachya*) a alta (*C. odorata* y *R. donell-smithii*), cuando se toma en cuenta que el promedio de las mediciones presentó suficiente dispersión de datos como para modificar su evaluación (Cuadro 7).

Inverplantas Forest Nursery, Tepic

The plants here produced were of better quality (Table 6). *Cedrela odorata* and *Roseodendron donell-smithii* were graded with high quality, as they showed four variables in this category; that is why they are not only convenient for their establishment at the field, but that it is highly probable that their plantations become successful. On the other hand, *Eysenhardtia polystachya* was rated with medium quality.

Vivero forestal San Agustín, municipio Santa María del Oro

Las tres especies incluidas en este vivero presentaron una calidad aceptable, con la mayoría de las variables ubicadas en la calidad "A". Sin embargo, su calificación global correspondió a la categoría media debido a que *Roseodendron donell-smithii* y *Tabebuia rosea* registraron alturas bajas en relación con los estándares empleados, mientras que *Swietenia humilis* tuvo una pobre lignificación (cuadros 1 y 7).

In general, the three species showed optimal levels in their contents of nitrogen and phosphorous, which is similar to what happened in the plants produced in most of the nurseries. The aerial biomass/root biomass relation and the lignin content were also acceptable (Table 6); in contrast, these variables were of low quality for a great part of the examples of other nurseries (tables 3 to 9), even if the robustness index was graded as medium (*E. polystachya*) to high (*C. odorata* and *R. donell-smithii*), when it is considered that the average of the measurements showed enough data dispersal as to change their evaluation (Table 7).

Cuadro 7. Variables de calidad de planta producida en el vivero forestal San Agustín en el ciclo 2008.
Table 7. Variables of the plant quality produced in *San Agustín* forest nursery during the 2008 cycle.

Variable	<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda		<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A. DC		<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	
	2 meses, n=100		2 meses, n= 109		3 meses, n= 115	
	Media ± E. E.	C	Media ± E. E.	B	Media ± E. E.	C
Altura (cm)	11.5 ± 1.1	B	11.0 ± 0.2	M	12.8 ± 0.2	M
Diámetro (mm)	3.8 ± 0.1	M	4.2 ± 0.1	A	4.9 ± 0.1	M
Índice de robustez	3.1 ± 0.3	A	2.7 ± 0.1	A	2.7 ± 0.1	A
Relación BSA/BSR	2.0 ± 0.1	A	2.3 ± 0.1	M	2.0 ± 0.1	A
Índice de Dickson	0.2 ± 0.0	M	0.2 ± 0.0	A	0.5 ± 0.0	A
Lignina (%)	10.6 ± 1.5	M	12.1 ± 0.4	M	8.0 ± 0.5	B
Carbono (%)	45.3 ± 0.2	A	42.3 ± 0.2	A	45.2 ± 0.1	A
Nitrógeno (%)	2.3 ± 0.0	A	1.8 ± 0.0	A	1.7 ± 0.0	A
Potasio (%)	0.8 ± 0.0	A	0.8 ± 0.0	A	0.7 ± 0.0	A
Fósforo (%)	0.3 ± 0.1	A	0.2 ± 0.0	M	0.1 ± 0.0	M

n= número de plantas muestreadas; E. E. = Error estándar; C= calidad del parámetro; A= alta; M= media; B= baja; BSA= biomasa seca de la parte aérea; BSR= biomasa seca radical.

n= number of sampled plants; E. E. = Standard error; C= quality of the parameter; A= high; M= medium; B= low; BSA= aerial part dry biomass; BSR= root dry biomass.

Estas plantas fueron unas de las más jóvenes evaluadas, por lo que de continuar con su desarrollo en vivero podrían mejorar sus atributos y aumentar la probabilidad de supervivencia en campo. A pesar de que no se hizo el análisis estadístico de las diferencias entre medias, se notó una tendencia de mejoría en la calidad de las variables altura y diámetro, así como del Índice de Dickson en los individuos con más edad (Cuadro 7), lo cual no se observó entre los contenidos de nutrientes, en los que la concentración de lignina, potasio y fósforo fueron más bajos en *S. humilis* que en los ejemplares de dos meses. Tanto el nitrógeno como el índice de robustez registraron valores óptimos en las tres especies.

Vivero Forestal San Juan, municipio Rosa Morada

Dos de las tres especies evaluadas, *Tabebuia rosea* y *Swietenia humilis*, resultaron con calidad media, mientras que *Roseodendron donnell-smithii* solo calificó como baja. En los tres taxa se advirtió una relación de la biomasa seca aérea y radical desequilibrada, que repercutió en un ICD medio (Cuadro 8).

San Agustín Forest Nursery, *Santa María del Oro* municipality

The three species included in the study of this nursery showed an acceptable quality in most of the variables in the "A" quality. However, their global grade was medium since *Roseodendron donnell-smithii* and *Tabebuia rosea* had low heights in regard to the standards used in this work, while *Swietenia humilis* had a poor lignification (tables 1 and 7).

These plants were some of the younger that were assessed, which means that if they continue their development in the nursery, they could improve their attributes and increase their probability of survival in the field. In spite of having made the statistical analysis of the differences among the means, a tendency of improvement in the quality of the height and diameter variables, as well as of Dickson index in the elder individuals of each species became evident (Table 7), which was not observed among the nutrient contents, in which the lignin, potassium and phosphorous concentration were lower in two months old samples of *S. humilis*. Both, nitrogen and the robustness index recorded optimal values in the three species.



Cuadro 8. Variables de calidad de planta producida en el vivero forestal San Juan en el ciclo 2008.

Table 8. Variables of the plant quality produced in San Juan forest nursery during the 2008 cycle.

	<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda		<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A. DC		<i>Swietenia humilis</i> Zucc.	
	3.5 meses, n= 100		3 meses, n= 54		3.5 meses, n= 75	
	Media ± E. E.	C	Media ± E. E.	C	Media ± E. E.	C
Altura (cm)	11.5 ± 1.1	B	148 ± 0.3	M	20.1 ± 0.7	A
Diámetro (mm)	3.8 ± 0.1	M	4.4 ± 0.1	M	3.6 ± 0.1	M
Índice de robustez	3.1 ± 0.3	A	3.5 ± 0.1	A	5.9 ± 0.3	A
Relación BSA / BSR	3.1 ± 0.2	B	4.3 ± 0.3	B	5.1 ± 0.4	B
Índice de Dickson	0.2 ± 0.0	M	0.2 ± 0.0	M	0.2 ± 0.0	M
Lignina (%)	9.3 ± 0.1	B	43.1 ± 0.2	A	20.5 ± 1.6	A
Carbono (%)	44.5 ± 0.0	M	59.7 ± 14.9	A	44.5 ± 0.1	M
Nitrógeno (%)	3.1 ± 0.1	A	2.7 ± 0.6	A	1.9 ± 0.0	A
Potasio (%)	1.9 ± 0.1	A	1.4 ± 0.0	A	0.7 ± 0.0	A
Fósforo (%)	0.2 ± 0.0	A	0.1 ± 0.0	M	0.2 ± 0.0	A

n= número de plantas muestreadas; E. E. = Error estándar; C= calidad del parámetro; A= alta; M= media; B= baja; BSA= biomasa seca de la parte aérea; BSR= biomasa seca radical.

n= number of sampled plants; E. E. = Standard error; C= quality of the parameter; A= high; M= medium; B= low; BSA= aerial part dry biomass; BSR= root dry biomass.

En *Roseodendron donnell-smithii*, la altura y el contenido de lignina estuvieron por debajo de lo recomendado en la literatura (Santiago *et al.*, 2007; Conafor, 2009; Sáenz *et al.*, 2010). Únicamente la robustez y los contenidos de nitrógeno y potasio fueron correctos. En *T. rosea* resultaron notables los altos porcentajes de carbono y lignina, los cuales superaron considerablemente lo registrado para cualquier otro taxón analizado, incluso de mayor edad (cuadros 3, 5 y 8).

Vivero Forestal de la Comisión Forestal de Nayarit (Cofonay)

El vivero Cofonay fue uno de los dos que produjeron planta de calidad alta (*Cedrela odorata* y *Swietenia humilis*). Al igual que en el Inverplantas, no se obtuvieron diferencias sobresalientes en el método de cultivo respecto al resto, salvo que fue el único que empleó corteza de pino como sustrato, además de la mezcla de vermiculita, agrolita y peat moss (Cuadro 2).

También se produjo planta con calidad media, como el caso de *Tabebuia rosea*, y baja como para *Enterolobium cyclocarpum* y *Roseodendron donnell-smithii* (Cuadro 8), mientras que en *E. cyclocarpum* la relación BSA/BSR, el Índice de Dickson y el contenido de lignina presentaron menor calidad; para *Roseodendron donnell-smithii* fueron la altura y el contenido de lignina, las cuales probablemente mejoren si se mantienen en el vivero por más tiempo.



San Juan Forest Nursery, Rosa Morada municipality

Two out of three of the assessed species in the San Juan nursery, *Tabebuia rosea* and *Swietenia humilis*, got medium quality, while *Roseodendron donnell-smithii* graded as of low quality. In the three species was found an aerial dry biomass and root dry biomass unbalanced relation, which reflected as a medium ICD in all cases (Table 8)

Height and lignin content of *Roseodendron donnell-smithii* were beneath the recommendations in literature (Santiago *et al.*, 2007; Conafor, 2009 and Sáenz *et al.*, 2010). Only the robustness index and the nitrogen and potassium content were right in the three species. In *T. rosea*, carbon and lignin per cent are outstanding, which were considerably higher than what has been in record for any other analyzed taxon, even elder plants (tables 3, 5 and 8).

Comisión Forestal de Nayarit (Cofonay) Forest Nursery

Cofonay nursery was one of the two which produce high quality plant (*Cedrela odorata* and *Swietenia humilis*). As in Inverplantas nursery not outstanding differences in the cultivation method in regard to the rest were obtained, except for being the only one that used pine bark as substrate, as well as a mix of vermiculite, agrolite and peat moss (Table 2).

Also medium quality plant was produced, as in the case of *Tabebuia rosea*, and low, as for *Enterolobium cyclocarpum* and *Roseodendron donnell-smithii* (Table 8), while for *E. cyclocarpum*, the BSA/BSR relation, Dickson index and lignin content were of lower quality; for *Roseodendron donnell-smithii* they were height

Cuadro 9. Variables de calidad de planta producida en el vivero forestal Cofonay en el ciclo 2008.
Table 9. Variables of the plant quality produced in forest Cofonay nursery during the 2008 cycle.

Variable	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Criseb.		<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda		<i>Swietenia humilis</i> Zucc.		<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A. DC			
	3.5 meses, n= 144		4 meses, n= 50		3.5 meses, n= 51		4 meses, n=90		4 meses, n= 130	
	Media ± E. E.	C	Media ± E. E.	C	Media ± E. E.	C	Media ± E. E.	C	Media ± E. E.	C
Altura (cm)	16.1 ± 0.5	A	28.3 ± 0.8	A	10.9 ± 0.4	B	15.8 ± 0.5	A	21.3 ± 0.4	A
Diámetro (mm)	5.6 ± 0.2	A	4.2 ± 0.0	M	4.8 ± 0.2	M	5.5 ± 0.1	A	4.7 ± 0.1	M
Índice de robustez	2.9 ± 0.1	A	6.8 ± 0.2	M	2.4 ± 0.1	A	3.0 ± 0.1	A	4.6 ± 0.1	A
Relación BSA/BSR	1.8 ± 0.1	A	3.8 ± 0.2	B	2.4 ± 0.3	M	1.8 ± 0.1	A	1.5 ± 0.0	A
Índice de Dickson	0.2 ± 0.0	M	0.1 ± 0.0	B	0.4 ± 0.0	M	0.7 ± 0.0	A	0.3 ± 0.0	M
Lignina (%)	12.0 ± 0.5	A	7.7 ± 0.4	B	7.8 ± 0.8	B	14.9 ± 2.0	A	10.2 ± 0.3	M
Carbono (%)	42.1 ± 0.1	M	45.5 ± 0.2	A	44.5 ± 0.1	M	45.0 ± 0.2	A	43.8 ± 0.1	M
Nitrógeno (%)	1.1 ± 0.0	M	1.1 ± 0.0	M	1.5 ± 0.0	A	3.2 ± 0.1	M	1.2 ± 0.0	M
Potasio (%)	1.1 ± 0.1	A	0.9 ± 0.1	A	1.1 ± 0.1	A	1.8 ± 0.0	A	0.9 ± 0.0	A
Fósforo (%)	0.5 ± 0.2	A	0.2 ± 0.0	M	0.4 ± 0.1	A	0.2 ± 0.0	M	0.3 ± 0.0	A

n= número de plantas muestreadas; E. E. = Error estándar; C= calidad del parámetro; A= alta; M= media; B= baja; BSA= biomasa seca de la parte aérea; BSR= biomasa seca radical.

n= number of sampled plants; E. E. = Standard error; C= quality of the parameter; A= high; M= medium; B= low; BSA= aerial part dry biomass; BSR= root dry biomass.

Al comparar el desempeño de plantas de una misma especie en diferentes viveros se observó que *Cedrela odorata* fue evaluada con calidad alta en los dos viveros en los que estuvo presente: Inverplantas y Cofonay (cuadros 6 y 9). En ambos, el riego se realizó por microaspersión (Cuadro 2) y las plantas tenían 3.5 meses al momento del estudio.

Los individuos de *Enterolobium cyclocarpum* se evaluaron a dos meses y medio, tres y cuatro meses de edad en los viveros Jala, Camichín y Cofonay, respectivamente (cuadros 3, 4 y 9). Su calidad se calificó como baja en los viveros Jala y Cofonay, y media en el Camichín. En general, en los tres viveros la altura, así como la concentración de potasio y fósforo se consideraron buenos, mientras que la relación BSA/BSR fue desequilibrada.

Roseodendron donnell-smithii se clasificó con calidad alta en el vivero Inverplantas, media en el San Agustín y baja en Cofonay y San Juan (cuadros 6, 7, 8 y 9). La edad de la planta al momento del estudio tenía dos meses, en el vivero San Agustín y tres meses y medio, en los demás viveros. A pesar de las diferencias observadas en la calificación global, *R. donnell-smithii* se ubicó con una calidad idéntica en las variables: diámetro, robustez, ICD y los porcentajes de nitrógeno y potasio.

En los viveros Cepraf, San Agustín, San Juan y Cofonay se produjo planta de *Tabebuia rosea* y *Swietenia humilis* (cuadros 5, 7, 8 y 9). La calidad de *T. rosea* resultó media en San Agustín, San Juan y Cofonay, y en Cepraf su calificación global fue baja. No se observó consistencia entre las variables evaluadas con calidad baja. La mejor calidad en los cuatro viveros comprendió

and lignin content, which could probably improve if the plants are kept in the nursery for a longer time.

When comparing the behavior of plants of one species in different nurseries, it was observed that *Cedrela odorata* was assessed with high quality in the two nurseries where it existed, Inverplantas and Cofonay (tables 6 and 9). In both, watering was supplied by microspray (Table 2) and the plants were 3.5 months old at the time of the study.

The seedlings of *Enterolobium cyclocarpum* were assessed at 2 and a half, 3 and 4 months old in the Jala, Camichín and Cofonay nurseries, respectively (tables 3, 4 and 9). The quality of this species was graded as low in Jala and Cofonay and medium in Camichín. In general, height, as well as potassium and phosphorous concentration were considered good in the three nurseries, while the BSA/BSR relation was unbalanced in the three cases.

Roseodendron donnell-smithii was classified with high quality in Inverplantas nursery, medium in San Agustín and low in Cofonay and San Juan (tables 6, 7, 8 and 9). The age of the plants at the time of the study was 2 months old in San Agustín and of 3 and a half in the rest of the nurseries. In spite of the observed differences in the global grade, *R. donnell-smithii* have an identical quality in terms of diameter, robustness, ICD and nitrogen and potassium per cent.

al Índice de Robustez. La altura, diámetro y robustez tuvieron valores altos en los viveros con planta de mayor edad (cuatro meses). Este patrón no se obtuvo entre los contenidos de nutrimentos, cuya máxima concentración se alcanzó a los tres meses.

S. humilis presentó una calidad alta en el vivero Cofonay, calidad media en San Agustín, así como San Juan y baja en Cepraf. La menor calidad entre variables se obtuvo para el contenido de lignina (Cepraf y San Agustín) y la relación BSA/BSR (viveros Cepraf y San Juan). La relación entre la edad de las plantas y la calidad de sus variables no fue evidente.

Los parámetros evaluados con mejor calidad en los siete viveros resultaron ser el Índice de Robustez y los contenidos de fósforo, nitrógeno y potasio, ninguno de los cuales se consideró de calidad baja. Este resultado indica que la planta producida es en su mayoría robusta, con tallos vigorosos (Bello, 1998; Prieto *et al.*, 2003), y demuestra que, no obstante, la ausencia de un método estandarizado para la aplicación de fertilizantes en los viveros, se están cubriendo los requerimientos nutricionales de las plantas (Ritchie y Landis, 2000). La altura también, en general, se calificó como alta; sin embargo, algunos autores consideran que dicha variable no se correlaciona con la supervivencia, por lo que es necesario probar su efectividad como parámetro para evaluar la calidad de planta (Cortina *et al.*, 1997; Orozco *et al.*, 2010).

La variable con menor calidad en los siete viveros fue la relación BSA/BSR, cuyos valores, en su mayoría fueron superiores a 2.5, lo que evidencia una desproporción y que el sistema radical es insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta, además de limitar su capacidad para adaptarse a los ambientes estresantes (Pace *et al.*, 1999; Goncalves *et al.*, 2001; Prieto *et al.*, 2009).

CONCLUSIONES

Aunque los viveros analizados están medianamente tecnificados presentaron diferencias en las condiciones de sus sistemas de producción, lo que aunado a las características genéticas de la semilla utilizada contribuyó a la gran variabilidad de resultados que se observó en las plantas producidas.

De acuerdo a la evaluación realizada en siete viveros del estado de Nayarit, la planta producida en el ciclo 2007-2008, se consideró, en su mayoría, de calidad media, por lo que posee características suficientes para establecerse en campo con buenas perspectivas de éxito, excepto 23 % que no reunió el perfil necesario para asegurar su supervivencia en el campo.

La variable con la menor calidad fue la relación entre la

In Cepraf, San Agustín, San Juan and Cofonay nuserie, plants of *Tabebuia rosea* and *Swietenia humilis* (tables 5, 7, 8 and 9) were produced. The quality of *T. rosea* was medium in San Agustín, San Juan and Cofonay, while in Cepraf its global grade was low. There was no consistency observed in the assessed variables with low quality. The best quality in the four nurseries included the robustness index. Height, diameter and robustness had high values with elder plants (four months old). This pattern was not found in the nutrient contents, whose maximum concentration was reached when the seedlings had three months.

S. humilis showed high quality in Cofonay nursery, medium quality in San Agustín and San Juan and low in Cepraf. The lowest quality in the variables was found in the lignin content (Cepraf and San Agustín) and the BSA/BSR relation (Cepraf and San Juan). The relation between the age of the plants and the quality of their variables was not apparent in this species.

In general, the parameters assessed with the best quality in the seven nurseries were the robustness index and the contents of phosphorous, nitrogen and potassium, non- of which was rated as of low quality. This result means that the plants produced in the assessed nurseries were, mostly robust, with strong stems (Bello, 1998; Prieto *et al.*, 2003), and it proves that, in spite of the absence of standard methods for the application of fertilizers in the nurseries, the nutrition demands of plants are being solved (Ritchie and Landis, 2000). Height, also, was rated as of high quality; however, some authors consider that this variable is not correlated with survival, which makes it necessary to prove its effectiveness as a parameter to assess the quality of the plant (Cortina *et al.*, 1997; Orozco *et al.*, 2010).

The variable with less quality in the seven nurseries was the BSA/BSR relation, whose values were mostly over 2.5, which highlights a disproportion and that the root system is not enough to provide energy to the aerial part of the plant, as well, as to limit its ability to adapt to stressing environments (Pace *et al.*, 1999; Goncalves *et al.*, 2001; Prieto *et al.*, 2009).

CONCLUSIONS

Even though the assessed nurseries are somehow technified, they showed differences in the state of its production system, which, in addition to the genetic characteristics of the used seed, helped to have a great variability in the results that was observed in the evaluated plants.

According to an assessment made to seven nurseries of Nayarit state, the 2007-2008 plant that was produced, was mostly, of medium quality, which means that it has characteristics that could offer rather good perspectives of having a successful establishment; however, 23 % did not have the quality to guarantee their survival at the field.



biomasa aérea seca y la biomasa radical seca, mientras que las de mejor calidad correspondieron a los contenidos de nutrientes.

Los viveros con producción de planta de mejor calidad fueron *Inverplantas* con *C. odorata* y *R. donell-smithii* evaluadas con calidad alta y *Cofonay*, también con dos especies de calidad alta: *C. odorata* y *S. humilis*.

En la calificación general se observa que la planta de menor edad, particularmente, de dos y dos meses y medio, fue de calidad media y baja, mientras que la planta de cinco y siete meses tuvo más características deseables. 🌱

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo económico otorgado con los fondos fiscales del INIFAP, a través del proyecto: Producción y productividad de los viveros y plantaciones forestales en la Sierra Madre Occidental; así como a la Comisión Nacional Forestal (Conafor) y a los productores de planta forestal en viveros del estado de Nayarit por el valioso apoyo en la proporción de información y autorización de ingreso a sus instalaciones. Se agradece también a Jimena Sánchez Battenberg por la revisión del manuscrito.

REFERENCIAS

- Bello L, A. 1998. Calidad de planta. *In: Segunda Reunión Nacional sobre producción de planta en contenedores*. 27-30 de octubre de 1998, Guadalajara, Jal. México. p. 13.
- Birchler, T., R. W. Rose, A. Royo y M. Pardos. 1998. La planta ideal: Revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Inv. Agr. Sis. Re. For.* 7 (1, 2):109-121.
- Comisión Nacional Forestal (Conafor). 2009. Criterios técnicos para la producción de especies forestales de ciclo corto (rápido crecimiento), con fines de restauración Conafor. Guadalajara, Jal. México. 9 p.
- Colegio de Postgraduados (Colpos). 2008. Reforestación. Evaluación Externa. Ejercicio Fiscal 2007. Conafor-Semarnat. http://148.223.105.188:2222/gif.snif.portal/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=20. (19 de septiembre 2011).
- Cortina, J., A. Valdecantos, P. Seva J., A. Vilagrosa, J. Bellot y R. Vallejo V. 1997. Relación tamaño-supervivencia en plantaciones de especies arbustivas y arbóreas mediterráneas producidas en vivero. *In: Actas del 2º Congreso Forestal Español*. Pamplona, España. pp. 159-164.
- Dickson, A., A. L. Leaf and J. F. Hosner. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *For. Chron.* 36:10-13.
- Goncalves F., R. E. Fernandez T. y F. Ferreira F. 2001. Distribuição de matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 36 (1):79-88.
- Haase, D. L. 2007. Morphological and physiological evaluations of seedling quality. *In: Riley, L. E.; R. K. Dumroese and T. D. Landis (coords).* National proceedings: Forest and conservation nursery associations. 2006. USDA Forest Service. Fort Collins, CO. USA. 3-8 pp.
- Mas P., J. 2003. Guía práctica para la producción de planta en un vivero. Comisión Forestal del Estado de Michoacán. Boletín Técnico Núm. 5 Vol. 1. Morelia, Mich. México. 37 p.
- Mexal, J. G. and D. T. Landis. 1990. Target seedling concepts: height and diameter. *In: Rose R., S. J. Campbell and T. D. Landis (eds).* Target Seedling Symposium: Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations. USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Fort Collins, CO. USA. pp. 17-35.
- O'Reilly C., M. Keane and N. Morrissey. 2002. The importance of plant size for successful forest plantation establishment. COFORD Connects, Reproductive Material Note. 5. Belfield, Dublin, Ireland. 9 p.
- Orozco G., G., H. J. Muñoz F., J. T. Sáenz R., F. Villaseñor R., J. A. Sigala R. y J. A. Prieto R. 2010. Diagnóstico de calidad de planta en los viveros forestales del estado de Colima. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC- Campo Experimental Uruapan. Folleto Técnico Núm. 1. Uruapan, Mich. México. 50 p.
- Pace, P. F., T. H. Galle, H. M. Sherif, J. El-Halawany, T. Cothren and S. A. Senseman. 1999. Drought-induced changes in shoot and root growth of young cotton plants. *J. Cot. Sci.* 3:183-187.
- 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. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAP-SAGARPA. Folleto Técnico Núm. 12. Durango, Dgo. México. 24 p.
- Prieto R., J. A., J. L. García R.; J. M. Mejía B.; S. Huchin A. y J. L. Aguilar V. 2009. Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frío. Campo Experimental Valle del Guadiana. Centro de Investigación Regional Norte Centro. INIFAP. Publicación Especial Núm. 28. Durango, Dgo. México. 47 p.
- Prieto R., J. A., J. T. Sáenz R., M. Alarcón B., A. Rueda S. y J. D. Benavides S. 2011. Indicadores de calidad de planta en viveros forestales de la sierra madre occidental. Capítulo II Materiales y Métodos. Campo Experimental Valle del Guadiana CIRNOC. Libro técnico Núm. 3. Durango, Dgo. México. pp. 23-30.
- Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales (Procoref). 2005. Evaluación del Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales 2004. Tepic, Nay. México. 742 p.
- Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales (Procoref). 2006. Evaluación del Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales 2005. Tepic, Nay., México. 183 p.
- Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales (Procoref). 2007. Evaluación del Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales 2006. Tepic, Nay. México. 107 p.

The variable with less quality was the BSA/BSR relation, while the opposite occurred with nutrient contents.

The nurseries with best quality were *Inverplantas* with *C. odorata* and *R. donell-smithii* rated with high quality and *Cofonay*, also *C. odorata* and *S. humilis*.

In the general qualification it was observed that the younger plants, those of two and two and a half months in particular, were of medium and low quality, while the plant from five to seven months had desirable features. 🌱

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank for the economic support provided by the government funding of INIFAP, through the Project Producción y productividad de los viveros y plantaciones forestales en la Sierra Madre Occidental; as well as to the Comisión Nacional Forestal (Conafor) and to the producers of forest plants in nurseries of Nayarit state, for their valuable support as they provided information and let us get into their facilities. Our recognition to Jimena Sánchez Battenberg for having reviewed this paper before submission.

End of the English version

- Programa Nacional de Reforestación (Pronare). 2003. Evaluación del Programa Nacional de Reforestación. Informe final. México, D.F. México. 586 p.
- Ritchie, G. A. and T. D. Landis. 2000. Assessing plant quality. The container tree nursery manual: <http://www.rngr.net/publications/ctnm/volume-7/chapter2.pdf>. (10 de noviembre de 2011).
- Rodríguez T., D. A. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. Mundi-Prensa. México, D. F. México. 156 p.
- Sáenz R., J. T., H. J. Muñoz F., F. Villaseñor R., J. A. Prieto R. y A. Rueda S. 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Mich. México. 50 p.
- Sánchez, S. y O. Murillo. 2004. Desarrollo de un método para controlar la calidad de producción de plántulas en viveros forestales: estudio de caso con ciprés (*Cupressus lusitanica*). Agronomía Costarricense 28 (2):95-106.
- Santiago O., T., V. Sánchez M., R. Monroy C. y G. García S. 2007. Manual de producción de especies forestales tropicales en contenedor. INFAP-CIRGOC. Campo Experimental El Palmar. Tezonapa, Ver. México. Folleto Técnico Núm. 44, 73 p.
- Toral I., M. 1997. Conceptos de calidad de plantas en viveros forestales. Ciclo económico forestal. Programa de desarrollo forestal integral de Jalisco. Documento Técnico 1. Guadalajara, Jal. México. 28 p.
- Universidad Autónoma Chapingo (UACH). 2007. Evaluación externa de los apoyos de reforestación, obras y prácticas de conservación de suelos y sanidad forestal. Categoría Reforestación. Ejercicio Fiscal 2006. Gerencia de Servicios Profesionales. Conafor-Semarnat. http://148.223.105.188:2222/gif.snif.portal/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=20. (19 de Septiembre 2011).
- Universidad Autónoma Chapingo (UACH). 2010. Informe de evaluación externa de los apoyos de reforestación. Ejercicio Fiscal 2009. Conafor-Semarnat. Consultado en: http://148.223.105.188:2222/gif.snif.portal/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=20. (19 de Septiembre 2011).
- Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). 2009. Reforestación. Evaluación externa fiscal 2008. Informe Nacional. Conafor-Semarnat. http://148.223.105.188:2222/gif.snif.portal/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=20. (19 de Septiembre 2011).
- Villar S., P., L. R. Peñuelas J. y I. Carrasco M. 2000. Influencia del endurecimiento por estrés hídrico y la fertilización en algunos parámetros funcionales relacionados con la calidad de la planta de *Pinus pinea*. In: Actas del primer simposio sobre el pino piñonero. Valladolid, España. 1: 221-218.
- Zeiger, L. T. 2006. Fisiología vegetal. Vol.1. Colección Ciencias experimentales. Universitat Jaume. Castellón de la Plana, España. 549 p.



