

Dinámica de crecimiento de plántulas de Vitex parviflora Juss en sustratos de compost de corteza de las especies Eucalyptus saligna Smith, y Eucalyptus pellita F. Muell en viveros forestales



Dynamics of seedling growth of Vitex parviflora Juss compost substrates bark of Eucalyptus saligna Smith and Eucalyptus pellita F. Muell in forest nurseries

***Revista Cubana de Ciencias Forestales
Año 2014, Volumen 2, número 2***

Noarys Pérez Díaz¹, Rafael David Chango Miranda², María Elena Fuego³, Iris de la C. Castillo⁴, Uvaldo Orea Igarza⁵, José A. Véliz Gutiérrez⁵

¹Dr. en Ciencias, Forestales, Departamento de Química Universidad de Pinar del Río. Calle Martí 270, Final, Pinar del Río. CP. 20100, teléf.: 48-779661). Correo electrónico: noarys@upr.edu.cu

RESUMEN

El éxito en la formación de altas producciones forestales depende, en gran parte, de la calidad de las plántulas que deben resistir las condiciones adversas encontradas en el campo y producir árboles con crecimiento volumétrico económicamente deseables. Evaluar la dinámica de crecimiento de plántulas de *Vitex parviflora* Juss. en sustratos de compost de corteza de las especies *Eucalyptus saligna* Smith, y *Eucalyptus pellita* F. Muell en viveros forestales, es el objetivo propuesto. Los sustratos en los que se desarrollaron las plántulas fueron elaborados a partir del compost de corteza de las especies *Eucalyptus saligna* Smith, y *Eucalyptus pellita* F. Muell, mezclados con turba en diferentes proporciones. A las plántulas se les evaluaron en viveros forestales sus características morfológicas; lo que permitió determinar su dinámica de crecimiento, así como los índices morfológicos que las caracterizan, lo cual demostró que existen, durante el crecimiento de plantas de *Vitex parviflora* Juss. en los sustratos estudiados en su etapa de vivero, una *Fase de establecimiento*, con un tiempo de duración, cerca de los 45 días después de la siembra; una *Fase de crecimiento rápido*, con una duración de 50 días aproximadamente, posterior a la fase de establecimiento, y una *Fase de endurecimiento* de 95 días, aproximadamente, después de la siembra. Y que los parámetros morfológicos de las plantas de *Vitex parviflora* Juss obtenidos no mostraron diferencias significativas entre ellas, aunque los mejores resultados fueron para las plantas desarrolladas en los sustratos de compost, elaboradas con corteza sin procesar.

Palabras clave: sustratos; eucalyptus; compost; viveros; *Vitex parviflora* Juss.

ABSTRACT

The successful formation of high forest production depends largely on the quality of seedlings, which must withstand the harsh conditions encountered in the field and produce economically desirable trees with volumetric growth. To evaluate the growth dynamics of *Vitex parviflora* Juss seedlings in bark compost substrates of *Eucalyptus saligna* Smith and *Eucalyptus pellita* F. Muell in nurseries is the objective. Substrates in which the seedlings were developed compost made from bark of *Eucalyptus saligna* Smith and *Eucalyptus pellita* F. Muell, mixed with peat in different proportions. The seedlings were evaluated in nurseries morphological characteristics; allowing to determine its growth dynamics and morphological indices that characterize them. Which demonstrated that there, during the growth of plants *Vitex parviflora* Juss in the substrates studied in the nursery stage an establishment phase, with duration, about 45 days after planting a rapid growth phase, with a duration of approximately 50 days, after the phase establishment and hardening phase approximately 95 days after planting and morphological parameters of plants obtained *Vitex parviflora* Juss showed no major significant differences between them although the best results were for plants grown in compost substrates without extracting.

Key words: substrates; eucalyptus; composting; greenhouses; *Vitex parviflora* Juss.

INTRODUCCIÓN

El éxito en la formación de altas producciones forestales depende, en gran parte, de la calidad de las plántulas, que deben resistir las condiciones adversas encontradas en el campo y producir árboles con crecimiento volumétrico económicamente deseables (Gómez, 2002, Negrero *et al.*, 2010). Constituyen, los viveros forestales, la primera etapa en cualquier programa de repoblación forestal (Cobas, 2001, Castillo, 2006 y Negreros *et al.*, 2010).

Hoy existen múltiples investigaciones que se dedican al estudio de técnicas de producción de plantas en envase, teniendo en cuenta las diferentes ventajas de su uso, (Cobas, 2001, Castillo, 2006, Pérez, 2007, Chango, 2009, Alonso, 2013 y Lucia *et al.*, 2013, en las que se presta especial interés al tipo de sustrato a utilizar.

La calidad de los sustratos es un factor importante para el cultivo con éxito de las plantas en contenedores. La búsqueda de sustratos económicos y ecológicos, que reúnan las características fisicoquímicas y biológicas adecuadas, encaminadas a mejorar la calidad de la plántula en condiciones de vivero, que permitan un adecuado comportamiento y desarrollo en la plantación, es un aspecto de gran interés para el productor de plantas. En aras de elaborar un adecuado sustrato para el estudio de técnicas de producción de plantas en envase, se han evaluado diferentes compost por varios autores como Vento *et al.* (2010) y Lucia *et al.* (2013), los cuales han obtenido excelentes resultados cuando el compost se utiliza como constituyente medio.

Por otro lado, la madera de roble (*Vitex Parviflora* Juss) se emplea en construcciones de primera calidad, construcción naval, traviesa, pisos tallados, muebles, puertas, ventanas y otros trabajos que requieran resistencia y durabilidad. Es también una importante planta melífera, es una de las más grandes productoras de néctar del mundo. (Bonilla, 2006), citada por Chango, (2009).

Teniendo en cuenta lo antes expuesto, se plantea como objetivo evaluar la dinámica de crecimiento de plántulas de *Vitex parviflora* Juss en sustratos de compost de corteza de las especies *Eucalyptus saligna* Smith, y *Eucalyptus pellita* F. Muell en viveros forestales.

MATERIAL Y MÉTODO

Esta investigación se realizó en el umbráculo del organológico de la Universidad de Pinar del Río, donde se utilizó la tecnología de tubetes.

Las semillas utilizadas durante la investigación son provenientes de la base de semillas del municipio de Pinar del Río.

Se empleó como material de cubierta aserrín de pino fresco. El riego utilizado fue manual, diario, dos veces al día, a los 50 días se pasó a un riego diario.

Durante la fase de establecimiento se empleó un cobertor, que posteriormente fue retirado. El agua utilizada para el riego cumplía con los parámetros de calidad establecidos para su utilización. No se fertilizó durante toda la estancia de las plantas en el vivero. Después de cumplido los 60 días, se procedió a una fase de adaptación en condiciones ambientales normales antes de la plantación.

Se utilizó un tubete plástico de color negro con forma de pirámide de base cuadrada (3,5x3, 5 cm.), altura de 10,5 cm con una relación altura radio igual a 3, y un volumen total de 90 cm³.

Los sustratos utilizados para el llenado de los tubetes se muestran en la Tabla I

Estos materiales fueron:

- Turba, extraída de la turbera del municipio San Luís, Pinar del Río.
- Compost, elaborados a partir de mezclas de corteza de *E. pellita* y *E. saligna* procesada y sin procesar, más gallinaza.

Tabla 1. Composición de los sustratos utilizados en la producción de plantas de *Eucalyptus saligna* Smith en tubetes año 2007.

Sustratos	Abreviatura	Composición (%)
Turba+Compost (Corteza procesada)	6E	40+60
Turba+Compost (Corteza procesada)	3E	70+30
Turba+Compost (Corteza sin procesar)	6S	40+60
Turba+Compost (Corteza sin procesar)	3S	70+30

Fuente: Elaboración propia.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con 4 tratamientos y 50 réplicas en cada uno, para un total de 200 tubetes.

Para la caracterización química de los componentes orgánicos y sus mezclas, se tomaron muestras de cada uno de los componentes orgánicos utilizados (compost y

turba) y de los sustratos obtenidos a partir de las mezclas de los componentes orgánicos antes mencionados.

Se les determinó macronutrientes primarios y secundarios, tales como: Nitrógeno, Potasio, Calcio y Magnesio; también se le realizaron otras determinaciones como, pH, conductividad, y contenido de materia orgánica.

Las propiedades físicas estudiadas fueron las siguientes: densidad real, densidad aparente, porosidad total y tamaño de las partículas.

La metodología utilizada fue la propuesta por Ansorena, (1994) citada por Romero *et al.* (2012) y Alonso, (2013)

La altura se comenzó a medir a partir de los 30 días. Este parámetro se midió desde el cuello de raíz hasta el extremo de la yema apical, utilizándose una regla graduada de 30 cm.

Para la medición del diámetro del cuello de la raíz se utilizó el pie de rey, con un error de 0,05 mm.

El peso seco aéreo es la masa seca del tallo más la masa seca de las hojas.

El peso seco total comprende la masa seca aérea más la masa seca de la raíz. Para el secado de las muestras se utilizó la estufa, a 100°C, inicialmente por una hora, después a 75°C por 48 horas hasta peso constante.

El área foliar se determinó por el método gravimétrico y aplicando la fórmula:

$$A_f = \frac{1dm^2 * P_f}{P_p} \quad (1)$$

Donde:

P_f - peso de la forma de la hoja (g).

P_p - peso de un decímetro cuadrado de papel (g).

El largo de la raíz principal fue medido con una regla graduada de 30cm, desde el cuello hasta el ápice. Para ello se halló el peso seco total del sistema radical, después fueron separadas las raíces finas de las raíces gruesas, y se determinó el porcentaje sobre el total de cada una de ellas.

Índices morfológicos

El Índice de Dickson (I.D.) (Dickson *et al.*, 1960, citado por Olivo y Buduba, 2006, Romero *et al.*, 2012 y Alonso, 2013), combina parámetros morfológicos de longitud y masa, y es posible calcularlo por la siguiente fórmula:

$$QI = \frac{Pst}{\frac{h}{d} + \frac{Psa}{Psr}}$$

Donde:

Pst- masa seca total (g).

h- altura (cm)

Psa- masa seca aérea (g)

d- diámetro (mm).

Psr- masa seca de la raíz (g).

Índice de Esbeltez (H: D) (Pineda-Ojeda *et al.* 2004)

Se determina a través de la relación:

$$H/D = \frac{h}{d}$$

h = altura (cm),

d = diámetro (mm).

Relación parte aérea / parte radical (PA/PR) (Thompson, 1985, Benedetti y Delard, 2005, Romero *et al.*, 2012 y Alonso, 2013)

Es la producción de materia seca concentrada en las raíces respecto al total de la planta y es determinada de la forma siguiente:

$$PA/PR = \frac{PSA}{PSR} \quad (3.7)$$

PSA = peso seco aéreo (g).

PSR = peso seco radical (g).

Balance hídrico de la planta (BAP). Grossonickle y Major, 1991, citado por Oliet, 2000 y Alonso, 2013).

Establece la relación existente entre la parte aérea de la planta, la parte radical y el diámetro del cuello de la raíz. De esta forma el BAP se determina mediante la siguiente fórmula:

$$BAP = \frac{PSA}{Diam * PSR}$$

Donde:

PSA = peso seco aéreo (g).

Diam = diámetro en el cuello de la raíz (mm).

PSR = peso seco radical (g).

Índice tallo raíz (ITR) (Iverson 1984, citado por Olivo y Buduba, 2006 y Pérez *et al.*, 2012).

$$ITR = \frac{PST}{PSR} \quad (3.9)$$

PST = peso seco tallo (g).

PSR = peso seco radical (g).

Análisis estadístico

Se utilizó la prueba de comparación de medias de Duncan para las variables que cumplieran con una distribución normal. Se realizó un análisis de regresión curvilínea por estimación.

Para la realización de estos análisis se utilizó el paquete estadístico SPSS para Windows Versión 11.5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades Químicas de los sustratos utilizados en el llenado de los tubetes

En la Tabla 2 se aprecian las propiedades químicas de los sustratos utilizados para el llenado de los tubetes.

El rango de pH recomendado por Abad *et al.*, (2001), se encuentra entre 5,2 y 6,3, pues es donde se desarrolla mejor la mayoría de los cultivos. Los sustratos 6E y 6S presentan valores de pH, aunque cercanos, un poco por encima del rango óptimo de pH. Entre los mismos no existen diferencias significativas, pero si, entre los restantes sustratos. Los valores de pH disminuyen con el incremento del contenido de turba, la cual presenta un pH ácido (3.24).

Según Landis *et al.*, (2000) citado por Pérez *et al.* (2012), las especies forestales toleran un intervalo relativamente amplio de valores de pH. Las coníferas crecen mejor en un pH alrededor de 5,5, mientras las latifolias prefieren valores relativamente mayores, alrededor de 6,5. Symonds *et al.*, (2001) citado por Castillo (2006), Pérez (2007), Fuego (2008) y Chango (2009) que estudiaron 35 especies del *Eucalyptus* en viveros con un sustrato compuesto por turba más caliza y dolomita en una proporción de 1:1 para proporcionar un rango del pH experimental de 5,1-8,9 donde se obtuvo un crecimiento mayor para valores de pH comprendidos entre 5,1 y 5,6.

Los incrementos de compost en los sustratos aumentan los contenidos de nutrientes, o sea, que los mayores valores de estos elementos esenciales se corresponden con los sustratos 6E y 6S. (Tabla 2)

Tabla 2. Características químicas físicas de los sustratos utilizados para el llenado de los tubetes.

En una misma columna letras desiguales difieren significativamente para $p < 0,05$. Prueba de comparación de medias de Duncan

Sust.	pH	Cond. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	MO	Ca	Mg	K	N
			(%)				
6E	6.9a	936a	35.60c	3.24a	0.20b	0.72a	1.54a
3E	5.6c	891b	37.01b	2.67b	0.15b	0.35b	0.77c
6S	6.9a	520c	41.17a	2.24c	0.30a	0.30c	1.42b
3S	5.9b	515d	36.78b	1.63d	0.15b	0.13d	0.71c

Fuente: Elaboración propia.

Propiedades Físicas de los sustratos utilizados en el llenado de los tubetes

Se presentan los resultados de los análisis físicos de los diferentes sustratos utilizados, donde se observan los valores de densidad real dentro de los rangos sugeridos por Abad, *et al.*, 2004 citado por Pérez *et al.*, 2012. (Tabla 3)

Tabla 3. Características físicas de los sustratos utilizados para el llenado de los tubetes.

En una misma columna letras desiguales difieren significativamente para $p < 0,05$. Prueba de comparación de medias de Duncan.

Sustratos	dr	da	Pt
6E	2.47	0.52	78.95
3E	2.39	0.43	80.66
6S	2.38	0.44	81.51
3S	2.30	0.40	82.60

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 3, los valores obtenidos de densidad aparente son mayores que $0,4 \text{ g}/\text{cm}^3$, Abad *et al.* (2004) citado por Pérez *et al.*, (2012), que recomienda niveles óptimos de densidad aparente menores que $0.4 \text{ g}/\text{cm}^3$ y sin embargo, Castillo, (2006) y Pérez, *et al* (2012), con densidades aparentes similares a las aquí obtenidas, lograron plántulas de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus saligna* de buena calidad.

Los valores obtenidos de porosidad en estos sustratos son menores que los recomendados por Abad *et al.* 2004 citado por Pérez *et al.*, (2012), el cual sugiere niveles óptimos de porosidad mayores que un 85%, aunque los valores obtenidos son algo menores que los de Castillo, (2006) que obtiene plántulas de *Eucalyptus grandis* de buena calidad con valores de porosidad que oscilan entre un 50 y un 70 %. Trigueiro y Guerreni, (2003) citados por Pérez *et al.*, (2012), el que estudió el crecimiento y desarrollo de plántulas de eucalipto, e hizo uso de sustratos con una porosidad total entre un 64.79 y un 74.03%.

Índices morfológicos

En la Figura 1 se observa la dinámica de crecimiento en altura, para plantas de *Vitex parviflora* Juss. en los diferentes sustratos estudiados. En la misma se observa la presencia de tres fases:

I. Fase de establecimiento, con un tiempo de duración, aproximado de 45 días después de la siembra.

II. Fase de crecimiento rápido, con una duración cerca de 50 días, posterior a la fase de establecimiento.

III. Fase endurecimiento, comienza a los 95 días aproximadamente después de la siembra.

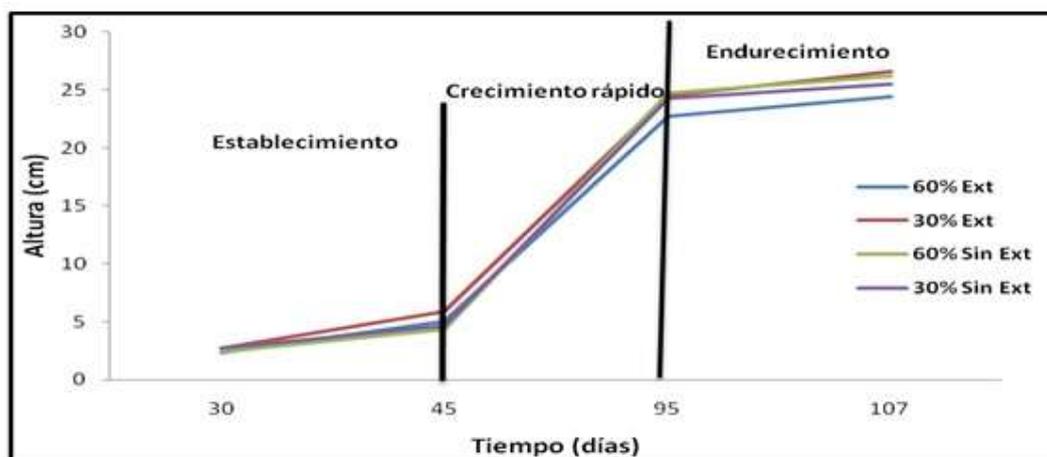


Fig. 1. Esquema de las fases de crecimiento obtenido para plantas de *Vitex parviflora* Juss. en los sustratos estudiados.

Fuente: Elaboración propia.

También, en la figura se puede observar que, en cuanto a crecimiento, se tienen los mejores comportamientos en los sustratos 60 % sin extraer (6S) y 30% extraídos (3E) y los más bajos para el sustrato 60% extraídos (6E). La duración tan prolongada de la fase de crecimiento rápido está muy vinculada con las características químicas del sustrato, sobre todo, por los altos contenidos de nitrógeno que presentan, que permite alargar la estancia de las plantas en volúmenes tan pequeños de sustratos, como es el caso de los contenedores.

La fase de endurecimiento no debe exceder los 75 días, ya que la duración del periodo de endurecimiento no incrementa más la capacidad de ajuste osmótico. Villar *et al.* (1997); citado por Fuego (2008).

Gómez *et al.* (2002) citado por Pérez *et al.*, (2012), estudia la calidad de los parámetros morfológicos para la evaluación de plantas de *Eucalyptus grandis* con tubetes de diferentes volúmenes y demuestra que a los 90 días las plantas comienzan a disminuir su velocidad de crecimiento, incrementan el crecimiento diamétrico, y la producción de materia seca, y promueven un mayor endurecimiento.

Modelos matemáticos utilizados para la descripción del incremento en altura de los diferentes sustratos

La utilización de modelos matemáticos para la descripción del comportamiento de diferentes parámetros de la planta, durante su desarrollo en el vivero, resulta de utilidad para predecir el tiempo en que esta alcanza el momento óptimo para la plantación (Tabla 4).

Tabla 4. Parámetros de las ecuaciones de regresión de dinámica de crecimiento en plantas de *Vitex parviflora* Juss. en los diferentes sustratos.

Sustratos	R ²	b1	b2	b3	b4
6E	0,987	-0,015	0,378	0,445	2,827
3E	0,992	-0,018	0,428	0,438	3,220
6S	0,996	-0,033	0,671	1,295	3,246
3S	0,992	-0,032	0,705	1,953	4,573

Fuente: Elaboración propia.

Se probaron diferentes modelos de crecimiento, y se llegó, finalmente, a establecer una ecuación polinómica del tipo: $y = b1t^3 + b2t^2 - b3t + b4$

El grado de significación fue menor de 0,05% en todos los casos, donde se encontraron los valores del coeficiente de determinación (R²) entre 0,987 y el 0,996. El resultado de las constantes b1, b2, b3, b4, en función del tiempo, se refleja tal como se muestra en la Tabla 4.

Índices morfológicos

En la Tabla 5 se muestran los resultados del análisis estadístico que incluyen los índices morfológicos: Esbeltez, Relación parte aérea/parte radical (PA/PR), Índice Dickson (QI) y Balance hídrico de la planta (BAP).

La Esbeltez establece una relación entre la altura de la planta y su diámetro en el cuello de la raíz. Una menor relación en este parámetro se asocia con plantas más robustas y, por tanto, potencialmente, más resistentes al estrés provocado por el trasplante. Las plantas más robustas son las obtenidas en los sustratos (6E), (3E) y (6S). Índices de esbeltez semejantes, a los obtenidos con estos sustratos, fueron encontrados por Trigueiro y Guerrini (2003); citados por Pérez *et al.*, (2012).

La relación parte aérea/parte radical (PA/PR) proporciona una información importante en relación con las posibilidades de la planta de desarrollarse en sitios secos. Las plantas desarrolladas en el sustrato (3E), como en el (3S), poseen las mayores relaciones entre la parte aérea/parte radical y alejado, además, de los valores recomendados por Quiroz *et al.* (2001), citados por Pérez *et al.*, (2012), de 1,5. Los valores que posee este índice en las plantas, que crecen en los diferentes sustratos de forma general, no presentan diferencias significativas.

Tabla 5. Índices morfológicos de plantas de *Vitex parviflora* Juss. a los 107 días en diferentes sustratos. En una misma columna letras desiguales difieren significativamente para $p < 0,05$. Prueba de comparación de medias de Duncan.

Sustratos	Esbeltez	PA/PR	BAP	QI	ITR
6CE	5.39±0.539 b	1.97±0.578 a	0.49±0.147 a	0.27±7.694 a	0.97±0.298 a
3CE	6.61±0.938 a	2.33±0.812 a	0.64±0.271 a	0.27±8.758 a	1.06±0.411 a
6CSE	7.05±0.891 a	1.45±0.466 a	0.44±0.154 a	0.27±6.760 a	0.66±0.236 a
3CSE	7.07±0.792 a	2.01±0.638 a	0.57±0.204 a	0.21±3.421 a	0.91±0.289 a
Dev. Std.	1.0196	0.6671	0.1995	6.6893	0.3267

Fuente: Elaboración propia.

El índice de calidad de Dickson (QI) integra los aspectos de masa total de la planta: Esbeltez (diámetro del cuello, de la raíz y altura de la planta) y el peso seco de la raíz, con el objetivo de explicar la potencialidad de las plantas tanto para sobrevivir,, como para crecer (Oliet, 2000; Dickson *et al.*, 1960; citado por Olivo y Buduba, 2006, Pérez *et al.*, 2012 y Alonso 2013), en su estudio sobre la influencia de seis sustratos en el crecimiento de *Pinus ponderosa*, producido en contenedores bajo condiciones de invernáculo, plantea que, mientras mayor es el índice de calidad de Dickson, mayor es la calidad de la planta.

En la Tabla 5 se puede observar que existe una ligera diferencia entre los valores del índice de Dickson (QI), en los diferentes sustratos, pero que los mismos no son significativos estadísticamente para todos los casos.

Estudios realizados por Castillo (2006) y Fuego (2008) reportaron valores de este índice menores que los aquí mostrados (0.03 y 0.12) para *el Eucalyptus saligna Smith* producidos en contenedores.

Otros autores como Malavasi, (2006) y Buduba *et al.* (2006); citados por Fuego, (2008), Pérez *et al.*, (2012) y Alonso, (2013), entre otros, demuestran la calidad de sus plantas a través de este índice.

El balance hídrico en la planta (BAP), según Grossonickle y Major, (1991), citado por Oliet, (2000) y Pérez, (2007) puede venir expresado en términos de masa aérea y radical, en el que interviene también el diámetro del cuello de la raíz, como indicador del desarrollo total de la planta.

También se observa en la Tabla 5, que los menores valores de balance hídrico de la planta (BAP), son para los sustratos 60 % de compost extraído (6E) y 60% de compost sin extraer (6S), por la relación inversa que tiene este índice con el peso seco total de las raíces. Esta última es la que mayor masa de raíces secas presenta.

Fuego (2008), obtuvo valores de balance hídrico de la planta, entre 0.43 y 1.24 en la evaluación de la calidad de planta de *Eucalyptus saligna Smith* en 6 sustratos en tubetes de 100 cm³. Sus valores son algo mayores que los aquí presentados.

Según Grossonickle y Major (1991); citado por Castillo (2006) y Pérez *et al.*, (2012), plantean que este índice tiene un alto valor de predicción del potencial de evitación de la sequía en condiciones en que la absorción de agua, por las raíces, está dominada por la demanda.

Iverson (1984), citado por Olivo *et al.* (2006), señala que el valor del índice tallo raíz varía con la especie.

CONCLUSIONES

Existen durante el crecimiento de plantas de *Vitex parviflora* Juss. en los sustratos estudiados, en su etapa de vivero, una *Fase de establecimiento*, con un tiempo de duración, cerca de los 45 días después de la siembra; una *Fase de crecimiento rápido*, con una duración de 50 días aproximadamente, posterior a la fase de establecimiento, y una *Fase de endurecimiento* 95 días, aproximadamente, después de la siembra.

Los parámetros morfológicos y fisiológicos de las plantas de *Vitex parviflora* Juss obtenidas no mostraron diferencias significativas entre ellas, aunque los mejores resultados fueron para las plantas desarrolladas en los sustratos de compost sin extraer.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, L., M. R. *Influencia del sustrato en atributos morfofisiológicos de la especie Talipariti elatum (Sw.) Fryxell*. Tesis de maestría inédita en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, 2013.
- CASTILLO, I. *Efecto de diferentes sustratos y del endurecimiento por riego en la calidad de las plantas de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden en contenedores en Pinar del Río, Cuba*. Tesis doctoral inédita en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, 2006.
- CHANGO, M., D. *Influencia de diferentes sustratos obtenidos a partir del compostaje de corteza de Eucalyptus sp en la calidad de las plántulas de Vitex parviflora*. Tesis de maestría inédita en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, 2009.
- DE LUCIA, B. et al. Nursery Growing Media: Agronomic and Environmental Quality Assessment of Sewage Sludge-Based Compost. *Applied and Environmental Soil Science*, 2013, Volume, Article ID 565139, 10 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/565139>
- FUEGO, M. *Influencia de diferentes sustratos obtenidos del compostaje de corteza de Eucalyptus sp en la calidad de plántulas de Eucalyptus saligna Smith y su desarrollo en plantación*. Tesis de maestría inédita en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, 2008.
- MALAVASI, U., C. Y MALAVASI, M., (). *Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de cordiatrichotoma (vell.) arrab. ex steud e jacaranda micranta cham. Ciência Florestal, Santa Maria, 2006, 16(1), 11-16 11. ISSN: 0103-9954.*
- NEGREROS, C., P., APODACA, -M., M Y MIZE. C., W. *Efecto de sustrato y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble. Madera y Bosques, 2010, 16(2), 7-18.*
- OLIVO, V., B., Y BUDUBA, C., G., (2006) *Influencia de seis sustratos en el crecimiento de Pinus ponderosa producido en contenedores bajo condiciones de invernáculo. Bosque (Valdivia), 27(3), 267-271. ISSN: 0717-9200.*
- PÉREZ, N. (2007) *Compostaje de corteza de las especies Eucalyptus saligna Smith, y Eucalyptus pellita F. Muell en la obtención de compost como fuente de sustrato para viveros forestales. Pinar del Río, Cuba*. Tesis doctoral inédita en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, 2007.
- PÉREZ, D., N. et al. *Evaluación de los sustratos obtenidos a partir del compost de corteza de las especies Eucalyptus sp. en plántulas de Vitex parviflora Juss. en viveros forestales. Revista Baracoa, 2012, SIMFOR.*

Recibido: 11 de diciembre de 2014.

Aceptado: 19 de febrero de 2015.

Noarys Pérez Díaz. Dr. en Ciencias, Forestales, Departamento de Química
Universidad de Pinar del Río. Calle Martí 270, Final, Pinar del Río. CP. 20100, teléf.:
48-779661). Correo electrónico: noarys@upr.edu.cu
