

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE PLÁNTULAS DE DOS ESPECIES FORESTALES TROPICALES PROPAGADAS EN CONTENEDORES BIODEGRADABLES Y CHAROLAS STYROBLOCK

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SEEDLINGS OF TWO TROPICAL FOREST SPECIES PROPAGATED IN BIODEGRADABLE CONTAINERS AND STYROBLOCK TRAYS

H. Jesús Muñoz Flores¹, J. Jesús García Magaña¹, Víctor Manuel Coria Ávalos¹,
Gabriela Orozco Gutiérrez¹ y Yadira Yolanda Muñoz Vega²

RESUMEN

La función de los envases utilizados en la propagación de especies forestales es contener el sustrato que abastece a las raíces de agua, aire, nutrimentos minerales y provee de soporte físico a la planta durante su permanencia en el vivero. El objetivo de este trabajo fue evaluar la factibilidad técnica de utilizar contenedores biodegradables (de fibra de coco), en comparación con charolas *Styroblock* de 60 y 77 cavidades para la producción de *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea*. Se aplicó un diseño completamente al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones. A los tres meses de estancia en vivero, los individuos de *E. cyclocarpum* en los contenedores de fibra de coco lograron una altura de 24.8 cm, que fue significativamente superior ($P > F = <0.0001$) a los valores registrados cuando se usaron charolas de 60 y 77 cavidades (14.9 cm). El diámetro del cuello de la raíz de *T. rosea* y *E. cyclocarpum* en contenedores de fibra de coco mostraron diferencias significativas ($P > F = <0.0001$), que resultaron en dos grupos (Tukey $\alpha = 0.05$); el primero con los mayores diámetros (6.2 a 5.5 mm) para ambas especies en los envases biodegradables y el segundo que incluye las charolas de 60 y 77 cavidades (2.7 a 3.3 mm). En los dos taxa, la biomasa total (aérea y radical) fue superior en contenedores de fibra de coco, aunque los valores para *E. cyclocarpum* (4.69 g) fueron superiores significativamente respecto a los de *T. rosea* (3.66 g). Estos envases no contaminan y en ellos se producen plantas de alta calidad.

Palabras clave: Contenedores de poliestireno, contenedores de fibra de coco, *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., propagación de plantas, *Tabebuia rosea* (Bertol) DC., viveros forestales.

ABSTRACT

The function of any container for the propagation of forest species is to contain the substrate that supplies roots with water, air, mineral nutrients and provides physical support to the plant while it stays in the nursery. The aim of this study was to assess the technical feasibility of using biodegradable containers (made from coconut fiber) compared with trays of 60 and 77 Styroblock cavities for the propagation of two tropical forest species, *Enterolobium cyclocarpum* and *Tabebuia rosea*. A completely randomized design with six treatments and four repetitions was used. After three months in the nursery, the plants of *E. cyclocarpum* in coconut fiber containers reached a height of 24.8 cm, which was significantly higher ($P > F = <0.0001$) in regard to plants of the same species that were placed into trays of 60 and 77 cavities (14.9 cm). The diameter of the neck of the root of *T. rosea* and *E. cyclocarpum* in the first kind of containers showed significant differences ($P > F = <0.0001$), which resulted in two groups (Tukey $\alpha = 0.05$); the first one, with the largest diameters (6.2 to 5.5 mm) in the two species that were in the biodegradable containers and the second, which includes the trays of 60 and 77 cavities (2.7 to 3.3 mm). In both taxa the total biomass (aerial and root) was higher in coconut fiber containers, although the values obtained in *E. cyclocarpum* (4.69 g) were significantly higher compared to those of *T. rosea* (3.66 g). These containers do not pollute, and produce high quality plants.

Key words: Polystyrene containers, coconut fiber containers, *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., plants propagation, *Tabebuia rosea* (Bertol) DC, forest nursery.

Fecha de recepción: 22 de febrero de 2010.

Fecha de aceptación: 23 de diciembre de 2011.

¹ Campo Experimental Uruapan, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, INIFAP. Correo-e: munoz.hipolitojesus@inifap.gob.mx

² Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez", Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

INTRODUCCIÓN

Para la propagación de especies forestales en vivero, se necesita contar con información que permita ubicar, dimensionar e implementar las acciones contenidas en los planes de trabajo que posibiliten el cumplimiento de los objetivos y metas planteados. Independientemente del tipo de germoplasma a propagar, una de las principales decisiones del viverista es la determinación del tipo del envase o contenedor a emplear, el cual se elegirá en función de la especie a propagar, así mismo deberán considerarse algunas características de tipo biológico y económico (Mexal *et al.*, 1993). Las primeras incluyen el tamaño de la semilla o estacuela, la altura final de la plántula y su calidad, así como, las condiciones ambientales del lugar definitivo de la plantación. Desde el punto de vista económico, se tomarán en cuenta el costo, la capacidad, posibilidad de reuso, disponibilidad en el mercado, densidad de plantas por unidad de superficie, facilidad de llenado, manejo y transporte (Fisher, 1992; Landis *et al.*, 1994; Ruano, 2002; Toral *et al.*, 2000). También son importantes el tipo y tamaño de envase, ya que si las plantas crecen muy juntas y se entrelaza su follaje son más susceptibles a daños por plagas o enfermedades. Esto se puede solucionar si se conoce el hábito de crecimiento de cada una de las especies, con la finalidad de manejar la densidad óptima, la cual incide en la lignificación de los tallos (Landis *et al.*, 1994; Peterson and Sutherland, 1989; Timmis and Tanaka, 1976).

El tipo y tamaño del contenedor tiene relación directa con la morfología radical y el desarrollo aéreo de las plantas en vivero, esta, a su vez influye enormemente en el éxito de la plantación (Burdett *et al.*, 1983; Landis *et al.*, 1994; Ritchie, 1984; Wenny *et al.*, 1988); por lo tanto los viveristas se asegurarán de emplear el tipo de contenedor apropiado, en cuanto a diseño, capacidad, espacio entre celdas, durabilidad, costo, dificultad de manejo en el vivero, transporte y operación de la plantación. Además, se integrarán, en la toma de decisiones, de acuerdo a su destino final: plantaciones forestales de conservación o comerciales (Fisher, 1992).

Las propiedades del contenedor ideal se han investigado desde la década de 1930 en Estados Unidos de América (Strachan, 1974) y aunque pueden ser comparados en distintas formas, la más apropiada es en relación a su funcionalidad.

La función primaria de cualquier envase es la de contener una cantidad de sustrato, que abastece a las raíces con nutrientes minerales y provee soporte físico a la planta mientras está en el vivero (Mexal *et al.*, 1993). El contenedor ideal es el que permite obtener la mejor calidad de plantas, en el menor tiempo posible (Liegel and Venator, 1987).

En Estados Unidos de América, los contenedores de mayor uso en los viveros son de poliestireno comprimido (51% del total nacional), plástico rígido 26%, tipo libro o funda

INTRODUCTION

In order to propagate forest species at the nursery it is necessary to have the information that allows to locate, measure and implement the actions in work-plans that make it possible to accomplish the considered aims and goals. Regardless of the kind of germ plasm that will be propagated, one of the most important decisions that the nursery-man will make is to determine the kind of container to use, which will be selected according to the species to be handled, as well as some biological and economic elements (Mexal *et al.*, 1993). The first include the size of the seed or cutting, the final height of the seedling and their quality, as well as the environmental conditions of the final plantation place. From the economic viewpoint, costs, capacity, reuse possibility, market availability, plant density per area, filling possibilities, handling and transportation (Fisher, 1992; Landis *et al.*, 1994; Ruano, 2002; Toral *et al.*, 2000). The kind and size of the container are important too, since if the plants grow very close to each other and their foliage mixes between them, they are more vulnerable to damages caused by plagues and diseases. This can be solved if the growth habits of each of the species are known, in order to manage the optimal density, which affects the lignifications of stems (Landis *et al.*, 1994; Peterson and Sutherland, 1989; Timmis and Tanaka, 1976).

The kind and size of the container has a direct relation with root morphology and the aerial development of plants in the nursery, which affects enormously the success of the plantation (Burdett *et al.*, 1983; Landis *et al.*, 1994; Ritchie, 1984; Wenny *et al.*, 1988), as well; thus, the nursery workers will make sure to use the right type of container in terms of design, capacity, space between cells, durability, cost, management difficulty at the nursery, transportation and operation of the plantation. In addition, they will be taken into account for decision making (Fisher, 1992), in regard to their final destination, commercial forest plantations or conservation.

The properties of the ideal container have been investigated since the 1930's in the United States of America (Strachan, 1974) and in spite of being compared in many different ways, the most suitable considers its functional qualities.

The basic function of any container is to keep some amount of substrate, which provides mineral nutrients to roots and provides physical support to the plant while it is in the nursery (Mexal *et al.*, 1993). The ideal container favors to get the best quality of plants in the least time (Liegel and Venator, 1987).

In the United States of America, the most regularly used containers at the nursery are made of compressed polystyrene (51% of the total at national scale), 26% rigid plastic, 10% book or dustjacket type, 10% paper and 3% of different kind (Landis *et al.*, 1994). Those of polystyrene, once their life span has ended, become pollutant and those of rigid or flexible plastic

10%, de papel 10% y de otros tipos 3% (Landis *et al.*, 1994). Los de poliestireno, una vez terminada su vida útil representan materiales contaminantes y los de plástico rígido o flexible tardan 100 años o más en degradarse; ante este problema es necesario explorar otros materiales para su fabricación.

Los contenedores elaborados a base de fibra de coco se proponen como una tecnología alternativa, amable con el ambiente, cuyas características favorecen la producción de individuos de alta calidad en el vivero; además no es necesario eliminarlo durante el trasplante en campo, por lo que esta actividad se realiza en menos tiempo. En sitios donde ocurren temperaturas extremas y se dispone de escasa humedad, las paredes del contenedor protegen el sistema radical de las plántulas, lo que aumenta el porcentaje de sobrevivencia en la plantación definitiva.

Los envases empleados en la propagación de plantas en vivero, en general, se pueden clasificar en dos tipos: los que se dejan al plantar (*Paperpot*^{MR}, cartón asfaltado *Jiffy*^{MR} y pellets), y los que se remueven al momento del trasplante, algunos de estos (charolas de poliestireno comprimido, de plástico rígido, tipo libro, y los de polietileno negro) presentan restricciones después de la plantación (Barnett y McGilvray, 1981; Wright *et al.*, 1999).

Los contenedores de papel se usan ampliamente en el centro y este de Canadá, pero en el oeste se dejaron de utilizar porque las raíces tenían problemas para salir una vez que eran trasplantadas las plántulas, especialmente, en localidades frías y húmedas (Sims, 1988). Entre las ventajas que ofrecen estos envases es que están hechos de material biodegradable, lo que es importante si se considera que del 60 a 70% de las operaciones en el vivero se semi-mecanizan.

En zonas de baja precipitación se ha registrado que algunos permanecen casi intactos después de cuatro años de que la plantación se realizó, por lo que es recomendable romperlos al momento del trasplante (Mexal *et al.*, 1993). Las presentaciones varían en número de cavidades de 84 a 1,400 por metro cuadrado. Una desventaja importante es que no tienen una pared interna que evite el crecimiento de la raíz en espiral, lo que resulta en la formación de un anillo radical que limita el desarrollo del resto del sistema de soporte y de absorción de agua y nutrimentos.

En Canadá se empezó a emplear un nuevo sistema de producción de plantas de fácil manejo, denominado *Jiffy Pellets*, envase y sustrato a la vez, con el cual el uso, la compra o recolección de medios de crecimiento o sustratos se hacen innecesarios, así como la adquisición y llenado de envases. En consecuencia, su manipulación y plantación se realizan con facilidad y economía; no obstante, presenta desventajas, tales como, que una vez humedecidos, por ningún motivo debe

take 100 years or more to decompose; in order to face this problem, it is necessary to explore other materials for their manufacturing.

Containers made from coconut fiber are put forward as an alternative technology, eco-friendly, that favor the production of high quality individuals at the nursery; in addition, it is not necessary to destroy them while transplantation is carried out in the field, which reduces time. In places with extreme temperatures and low moisture, the container walls protect the roots of seedlings, which increases survival per cent in the final plantation.

In general, the containers used for the propagation of plants in the nursery, can be classified in two types: those left while planting (*Paperpot*TM, *Jiffy Asphalted Cardboard*TM and pellets) and those that are removed when transplanting is made, some of which compressed polystyrene trays, rigid plastic book-like and of black polyethylene) show some limitations after plantation (Barnett and McGilvray, 1981; Wright *et al.*, 1999).

Paper containers (*Paperpot*TM) are widely used in Central and Eastern Canada, but they stopped to be used at the West since the roots had problems to come out once the seedlings were transplanted, specially in cold and moist locations (Sims, 1988). One advantage is that they are made-up by biodegradable material, which is important as 60 to 70% of the operations in the nursery are semi-mechanical.

In low-precipitation places, some keep almost intact after four years from the time the plantation was made, which makes it necessary to break them when transplanting takes place (Mexal *et al.*, 1993). Presentations vary in their number of cavities, from 84 to 1,400 m⁻². A problem with them is that they do not have an internal wall that avoids spiral root growth, which provokes the formation of a root ring that limits the development of the rest of the support system as well as of water and nutrient absorption.

A new system of plant production, easy to handle, has started to be used in Canada; it is known as *Jiffy Pellets*TM, which is a container and substrate at the same time, with which the use, purchase or collect of growing media or substrate become unnecessary, as well as buying and filling containers. Consequently, their handling and plantation are easier and cheaper; in spite of it, it has some limitations, such as, that once they get damp, they cannot lack water, which suggests a greater water expense; another is that the space to develop the radical system is small; in addition, species of grass habit and wide crown have some health problems and routines to provide specific nutriments to each taxon must be formulated.

The mostly used containers at the nurseries of Mexico are of black polyethylene, although they have been of incorrect

faltarles el suministro hídrico, lo que hace que se tenga un mayor gasto de agua; otra, es que el espacio para desarrollar el sistema radical es reducido; además, las especies de hábito cespitoso y copa amplia tienen problemas de sanidad y se deben desarrollar rutinas de aporte de nutrimentos específicos para cada taxón.

El tipo de envase que más se emplea en los viveros de México es el de polietileno negro, aunque han sido de dimensiones inapropiadas para la producción de plántulas vigorosas. En general, para la propagación de pinos se recomienda un tamaño de bolsa de 7×20 cm o 10×20 cm y para latifoliadas 10×23 cm, en ambos casos con fondo (Patiño y Marín, 1983). Entre sus principales desventajas están la dificultad para mecanizar las operaciones y el crecimiento de la raíz en espiral dentro del envase (González, 1995; Liegel y Venator, 1987).

Otro tipo de envases individuales son *Ray Leach* [MR], para pinos se recomienda el tamaño de 2.5×16 cm ($1,076$ celdas m^{-2}) o 3.8×20 cm (527 celdas m^{-2}). Estos tienen las siguientes ventajas: los espacios de crecimiento se utilizan eficientemente, se requiere menor cantidad de sustrato, son reutilizables y dependiendo del uso y exposición al sol duran de 8 a 10 años (Mexal *et al.*, 1993).

Los contenedores múltiples de tipo *Styroblock* [MR] o *Styrofoam blocks* [MR] son de diversas capacidades. En función del hábito de crecimiento de las plantas a propagar existen envases con características definidas; por ejemplo, los de diseño que permiten la poda radical (Stuewe, 2006). Para la propagación de coníferas se recomiendan celdas tamaño 3×22.9 cm (764 celdas m^{-2}) y 4.1×15.2 cm (441 celdas m^{-2}) y para latifoliadas de 6.1×15.2 cm (215 celdas m^{-2}) (Mexal *et al.*, 1993).

Para *Pinus pseudostrobus* Lindl., *P. douglasiana* Martínez y *P. herrerae* Martínez y en general para las especies que no tienen crecimiento inicial cespitoso se pueden utilizar mayores densidades por metro cuadrado. Por el contrario, para *P. michoacana* Martínez y *P. montezumae* Lamb, por sus características de crecimiento inicial, se usan densidades menores (García y Muñoz, 1993).

La característica principal de las plantas a considerar durante su producción en vivero es el desarrollo del sistema radical, del que depende la calidad de la planta y, en consecuencia su capacidad desde su sobrevivencia después del trasplante hasta las tasas de crecimiento inicial y de desarrollo subsecuente del árbol (Duryea y McClain, 1984; Ruano, 2002; Toral *et al.*, 2000).

Los fabricantes de contenedores siguen trabajando en el desarrollo de nuevos diseños, con el propósito de mejorar la morfología de las plantas (radical y aéreo), reducir

dimensiones para la producción de vigorosas plantas. En general, para la propagación de pinos es advisable a 7×20 cm o 10×20 cm bag and of 10×23 cm for broadleaves, in both cases with bottom (Patiño and Marín, 1983). Among their major limitations are the difficulties to make the operations mechanical and spiral root growth inside the container (González, 1995; Liegel and Venator, 1987).

Another type of individual containers are *Ray Leach* [TM]. For pines are recommended those of 2.5×16 cm ($1,076$ cells m^{-2}) or 3.8×20 cm (527 cells m^{-2}). They are convenient because their spaces are efficiently used, a smaller amount of substrate is necessary, they can be used again, and according to the use they have had and their exposure to sunlight, they can last for 8 to 10 years (Mexal *et al.*, 1993).

The *Styroblock* [TM] o *Styrofoam blocks* [TM] multiple containers have different capacities. According to growth habits of plants that will be propagated, there are containers with specific characteristics; for example, those for radical pruning (Stuewe, 2006). For conifers, 3×22.9 cm (764 cells m^{-2}) and 4.1×15.2 cm (441 cells m^{-2}) cells are recommended and of 6.1×15.2 cm (215 cells m^{-2}) for broadleaves (Mexal *et al.*, 1993).

For *Pinus pseudostrobus* Lindl., *P. douglasiana* Martínez and *P. herrerae* Martínez as well as for species that do not have a grass-like initial growth, greater densities per square meter. On the other hand, for *P. michoacana* Martínez and *P. montezumae* Lamb, lower densities are used (García and Muñoz, 1993).

The main characteristic of plants to take into account during their production at the nursery is the development of the radical system, from which the quality of plant depends and, consequently, their ability to survive after transplanting up to the initial growth rates and the subsequent development of the tree (Duryea and McClain, 1984; Ruano, 2002; Toral *et al.*, 2000).

The manufacturers of containers are still working in the development of new designs in order to improve the morphology of plants (root and air), reduce efforts both in operation at the nursery as well at the time of transplanting, and at the same time, to consider the possibilities of reusing the container, costs, and adjustments in the nursery and irrigation, among other situations (Cuny, 1996).

The aim of this study was to assess the technical feasibility of the use of containers made from coconut-fiber, compared to two types of expanded polystyrene trays for the propagation of two tropical forest species at the nursery.

esfuerzos tanto en la operación en el vivero, como al momento del trasplante y al mismo tiempo considerar posibilidades de reuso del contenedor, costos, adecuaciones en el vivero e irrigación, entre otros (Cuny, 1996).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la factibilidad técnica del uso de contenedores elaborados a base de fibra de coco, en comparación con dos tipos de charolas de poliestireno expandido para la propagación en vivero de dos especies forestales de clima tropical.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo del 15 de abril al 15 de julio de 2008 en el vivero forestal del patronato de la Escuela Nacional Forestal de Uruapan, Michoacán A.C. ubicado en las instalaciones del Centro de Educación y Capacitación Forestal 01-CONAFOR, en la ciudad de Uruapan.

Las especies utilizadas fueron *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb (Leguminosae) y *Tabebuia rosea* (Bertol) DC (Bignoniaceae).

Los frutos de *E. cyclocarpum* y *T. rosea* se recolectaron en la región de Nuevo Urecho, Mich., de árboles adultos y sanos. El material se secó a la sombra y se le extrajeron los embriones, mismos que se limpiaron de impurezas y se desinfectaron en una solución compuesta por tres partes de hipoclorito de sodio y siete de agua, en la que se sumergieron durante 10 min; se enjuagaron en agua y se secaron a la sombra. Los embriones cigóticos de *E. cyclocarpum* se escarificaron manualmente, con el propósito de acelerar la germinación. La siembra se realizó en almácigos, 1000 semillas, que contenían 50% de turba de musgo de pantano y 50% de agrolita. Del total de semillas germinadas se seleccionaron las plantas más vigorosas y de tamaño uniforme; se extrajeron e inmediatamente se sometieron a un riego abundante.

Durante toda la etapa de vivero se aplicó diariamente una lámina de agua de aproximadamente 1 cm, de lunes a sábado. El control de malezas se realizó en forma manual, al ejecutar la revisión diaria de las plantas. No se presentaron daños por plagas o enfermedades.

El sustrato consistió de una mezcla de 50 % de *Peat moss* (turba de musgo de pantano) + 25 % de Agrolita + 25 % de Vermiculita, complementada con fertilizante sólido de liberación lenta: Osmocote (18-6-12) a razón de 5 kg por metro cúbico de sustrato (Mexal *et al.*, 1993).

Se utilizaron tres tipos de contenedores: a) contenedores elaborados con 65% de fibra del fruto de la palmera *Cocos nucifera* L., y 35% de látex natural de savia de *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A.Juss.) Müll. Arg. (árbol del hule),

MATERIALS AND METHODS

The study was carried out from April 15th to July 15th, 2008 at the forest nursery of the National Forest School board of Uruapan, Michoacán State located in the Education and Forest Training Center Number 1 of CONAFOR at Uruapan city.

The species that were tested were *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb (Leguminosae) and *Tabebuia rosea* (Bertol) DC (Bignoniaceae).

The fruits of these species were collected in the Nuevo Urecho region, Michoacán State, from healthy adult trees. The material was dried under shadow and the embryos were extracted from them, to which all impurities were removed and were disinfected with a compound solution of three parts of sodium hypochlorite by seven of water, in which they were immersed for 10 min; they were rinsed with water and were put to dry under shadow. The zygotic embryos of *E. cyclocarpum* were scarified by hand in order to make germination faster. Sowing of 1,000 seeds was made in a mixture of 50% Peat moss + 50% agrolite. Of the total germinated seeds were selected the most vigorous and uniform -size plants; they were extracted and immediately were given abundant watering.

During the whole stage at the nursery, about a 1 cm water plate was applied every day, from Monday to Saturday. Weed control was hand-made, and was carried out while the daily review of plants was made. No damages were found from plagues or disease.

Substrate was a mixture of 50 % *Peat moss* + 25 % Agrolite + 25 % Vermiculite completed by a solid fertilizer with slow liberation: Osmocote (18-6-12) at a rate of 5 kg/m³ of substrate (Mexal *et al.*, 1993).

Three types of containers were used: a) Containers made from 65% of fiber of *Cocos nucifera* L. palm and 35% of natural latex from *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A. Juss.) Müll. Arg. (rubber tree), with 314 cm³ and 205 plants m⁻²; b) 60 × 35 cm Styroblock (polystyrene) trays with 60 pots of 220 cm³ and 284 m⁻²cells (5.1 cm diameter and 12 cm deep; and c) 60 × 35 cm Styroblock (polystyrene) trays with 77 pots of 175 cm³ and 364 m⁻²cells (4.2 cm diameter and 11.7 cm long).

Treatments were allocated in a completely at random design with four replications; each unit was formed by 77 plants and consisted of a matrix species-type of container; they were the following: 1) *E. cyclocarpum* in cococut fiber container; 2) *T. rosea* in 77- pot tray; 3) *T. rosea* in 60 -pot tray; 4) *E. cyclocarpum* in -pot tray; 5) *T. rosea* in cococut fiber container and 6) *E. cyclocarpum* in 60 -pot tray. The statistical model to analyze the resulting information was proposed by Martínez (1988).

con una capacidad de 314 cm³ y densidad de 205 plantas m⁻²; b) charolas *Styroblock* (poliestireno) con dimensiones de 60 x 35 cm, con 60 cavidades de 220 cm³ y una capacidad de 284 celdas m⁻², (5.1 cm de diámetro y 12 cm de profundidad); y c) charola de *Styroblock* (poliestireno) con dimensiones de 60 x 35 cm, con 77 cavidades de 175 cm³ y una capacidad de 364 celdas m⁻², (4.2 cm de diámetro y 11.7 cm de longitud).

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, cada unidad estuvo compuesta por 77 plantas, y consistieron en una matriz especie-tipo de contenedor; fueron los siguientes: 1) *E. cyclocarpum* en contenedor de fibra de coco, 2) *T. rosea* en charola de 77 cavidades, 3) *T. rosea* en charola de 60 cavidades, 4) *E. cyclocarpum* en charola de 77 cavidades, 5) *T. rosea* en contenedor de fibra de coco y 6) *E. cyclocarpum* en charola de 60 cavidades.

El modelo estadístico para el análisis de la información fue el propuesto por Martínez (1988).

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Variable respuesta
- μ = Promedio general que considera las diferentes fuentes de variación
- T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento
- ϵ_{ij} = Error aleatorio ij

Se hizo un análisis de varianza con el paquete Statistical Analysis System (SAS, 2004) mediante el procedimiento PROC GLM. Cuando se observaron diferencias entre tratamientos ($p < 0.05$), se aplicaron pruebas de comparación de medias de Tukey. Se evaluó la supervivencia, altura, diámetro del cuello de la raíz, las biomásas secas total, aérea y radical; además del volumen y número de raíces primarias.

Supervivencia. Se consideró como el número de plantas vivas. Para efectos de comparación analítica, la variable se expresó en porcentaje.

Altura. Se midió desde el cuello de la raíz hasta la yema terminal, medida con una regla en centímetros.

Diámetro del cuello de la raíz. Esta dimensión se tomó en la parte baja del epicótilo, para lo cual se utilizó un vernier Scala modelo 222a en milímetros con aproximación de una décima.

Biomasa seca total. Se determinó con la materia húmeda del total de la planta colocada en una estufa de secado MAPSA

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Where:

- Y_{ij} = Response variable
- μ = General average that takes into account the different sources of variation
- T_i = Effect of the i-esim treatment
- ϵ_{ij} = ij Random error

An analysis of variance was performed with the Statistical Analysis System (SAS, 2004) through PROC GLM. When differences between treatments were observed ($p < 0.05$) Tukey's mean tests were applied. Survival, height, diameter of the root neck, total, aerial and root dry biomass, as well as volume and number of primary roots, were assessed.

Survival. The number of live plants were considered. For analytical comparison endings, the variable was expressed in per cent.

Height. It was taken from the neck of the root to the terminal bud, measured by a ruler (cm).

Diameter of root neck. This size was taken in the lower part of the epicotyl with a 222a Model Scala vernier caliper (mm), with 1/10th approach.

Total dry biomass. It was determined with the moist material of the whole plant that was placed into a MAPSA HDT-27 kiln for 72 h at 70 °C until a constant weight was obtained, in grams with 1/100th approach.

Aerial dry biomass. The aerial part of the plant, from the terminal bud to the neck where it joins to the root; as the total dry biomass, it was placed into a MAPSA HDT-27 kiln for 72 h at 70 °C until a constant weight was obtained, in grams with 1/100th approach.

Root dry biomass. The root was taken to a constant weight as it was placed, too, into a MAPSA HDT-27 kiln for 72 h at 70°C until a constant weight was obtained, in grams with 1/100th approach.

Number of primary roots. Only those over 0.5 mm were counted.

Volume estimator. $d^2 h$ was used as an estimator for the volume of plants in the six treatments. This is a combined variable that comes from the square of the value of the diameter of the root neck in cm (d^2) and such value is multiplied by height in cm (h).

Data were taken from 308 plants by treatment: height was determined every two weeks during the three months that their cultivation lasted; the diameter of the neck, the aerial total dry matter, as well as the aerial and root, the volume variable and

HDT-27, durante 72 h a 70 °C hasta obtener un peso constante, en gramos con una aproximación de una centésima.

Biomasa seca aérea. La parte aérea de la planta, desde la yema terminal hasta el cuello donde se une con la raíz, se colocó en una estufa de secado MAPSA HDT-27, durante 72 h a 70 °C, hasta obtener un peso constante, en gramos y con una aproximación de una centésima.

Biomasa seca radical. La raíz se llevó a peso constante en una estufa de secado MAPSA HDT-27, durante 72 h a 70 °C, las unidades fueron en gramos con una aproximación de una centésima.

Número de raíces primarias. Se contabilizaron aquéllas que presentaron un diámetro mayor a 0.5 mm.

Estimador del volumen. Se empleó la expresión $d^2 h$ como estimador del volumen de las plantas en los seis tratamientos. Esta es una variable combinada que resulta de elevar al cuadrado el valor del diámetro del cuello de la raíz en cm (d^2) y dicho valor se multiplica por la altura en cm (h).

La toma de datos se llevo a cabo en 308 plantas por tratamiento: la altura se determinó cada quince días durante los tres meses de cultivo; el diámetro de cuello, la materia seca aérea total, aérea y radical, la variable volumen y el número de raíces primarias se evaluaron al final de la etapa de cultivo en el vivero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del experimento se resumen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados de la evaluación de las variables consideradas y prueba de separación de medias de Tukey.
Table 1. Results of the assessments of variables and Tukey's mean separation test.

Tratamiento/Variable	Supervivencia (%)	Altura (cm)	Diámetro del cuello (mm)	Estimador del volumen (cc)	Número de raíces primarias	Materia seca radical (g)	Materia seca radical (g)	Materia seca radical (g)
1. Fibra de coco- <i>Enterolobium</i>	100	24.8 a	5.5 a	7.5 a	15.7 b	3.76 a	0.93 b	4.69 a
2. (77) <i>Cavidades-Tabebuia</i>	100	16.1 b	2.9 b	1.3 c	5.7 d	105 d	0.23 c	1.28 d
3. (60) <i>Cavidades-Tabebuia</i>	100	11.4 b	3.3 b	1.3 c	5.0 d	1.28 d	0.59 b	1.87 d
4. (77) <i>Cavidades-Enterolobium</i>	100	15.2 b	2.7 b	1.1 c	6.5 d	1.80 c	0.31 c	2.11 c
5. Fibra de coco- <i>Tabebuia</i>	100	12.0 b	6.2 a	4.7 b	18.7 a	2.17 b	1.49 a	3.66 b
6. (60) <i>Cavidades-Enterolobium</i>	100	14.9 b	3.2 b	1.5 c	8.7 c	1.74 c	0.28 c	2.02 c

En la separación de medias con la prueba de Tukey, los valores sin letras en común en las columnas difieren significativamente a un $\alpha = 0.05$.
In Tukey's mean separation test, values without common letters in the columns are significantly different at with $\alpha = 0.05$.

the number of primary roots were assessed at the end of the cultivation stage at the nursery.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the experiment are in Table 1.

Survival. After three month in the nursery, survival in both species was 100%, which means that this variable was not affected either by the type of container or the roughness of the selected species. Similar results were quoted by Fisher (1992) and Topic *et al.* (2006). The loss of plants at the nursery is generally related to the quality of seed, the lack of water supply, the overheating of containers, low temperatures (under 0 °C), hail, the drying wind, the lack or excess of minerals and the attack of plagues and diseases (Alvarado *et al.*, 2004; Barnett and McGilvray, 1997; James *et al.*, 1995; Mexal *et al.*, 1993; Ruano, 2002; Toral *et al.*, 2000) and in the actual study, seedlings were not exposed to adverse conditions during production.

Total height. One of the indicators of plant quality is height, which is correlated with the amount of foliage, which provides photosynthetic potential and transpiration area. The tallest plants have some advantages upon the vegetation with which they compete, but are in disadvantage in places with low moisture, since they are unbalanced individuals, difficult to plant and susceptible to wind damage (Haase, 2006). The height reaches by *E. cyclocarpum* and *T. rosea* in the nursery stage,

Supervivencia. Después de tres meses en el vivero, la supervivencia en ambas especies fue del 100%, lo que indica que esta variable no fue afectada por el tipo de contenedor, ni por la rusticidad de las especies estudiadas. Resultados similares fueron citados por Fisher (1992) y Topic *et al.* (2006). La pérdida de plántulas en vivero generalmente se relaciona con la calidad de la semilla, la falta de suministro hídrico, el sobrecalentamiento de los contenedores, las bajas temperaturas (por abajo de cero grados), las granizadas, el viento desecante, la falta o el exceso de minerales y el ataque de plagas y enfermedades (Alvarado *et al.*, 2004; Barnett y McGilvray, 1997; James *et al.*, 1995; Mexal *et al.*, 1993; Ruano, 2002; Toral *et al.*, 2000) y en el presente estudio las plántulas no estuvieron expuestas a condiciones adversas de producción.

Altura total. Uno de los indicadores de calidad de planta es la altura, que se correlaciona con la cantidad de follaje, el cual provee una capacidad fotosintética y es el área de transpiración. Las plantas más altas tienen ventajas sobre la vegetación con la que compiten, pero están en desventaja en sitios con baja humedad, ya que son individuos desbalanceados, difíciles de plantar y sujetos a daños por el viento (Haase, 2006). La altura alcanzada por *E. cyclocarpum* y *T. rosea* en la fase de vivero les permite ser competitivas al ser trasplantadas al lugar definitivo, donde la vegetación es agresiva, si se trata de plantaciones de conservación. Durante el periodo en el vivero, las especies *E. cyclocarpum* y *T. rosea* mostraron diferente altura por efecto del envase (Cuadro 1). Así en el contenedor de fibra de coco la de *E. cyclocarpum* fue mayor que la de *T. rosea* (Figura 1); así mismo, resultó significativamente superior ($P > F = <0.0001$) en relación con las alturas en las charolas de poliestireno de 60 y 77 cavidades (Cuadro 1). Respecto a *T. rosea*, los valores más altos se lograron en el contenedor de 77 cavidades, probablemente, porque los de fibra de coco y los de 60 cavidades ofrecen menor densidad, lo que significa más espacio de crecimiento y menor competencia (Figura 1).

En particular, las plantas de *T. rosea* registraron una velocidad de crecimiento que no fue significativamente diferente en los tres tipos de contenedores; sin embargo, durante la última evaluación se observó un ligero efecto de la densidad con plantas con alturas superiores, cuando se usaron charolas de 77 cavidades (Cuadro 1). Se consigna que las densidades altas de plantas por metro cuadrado promueven mayor crecimiento en altura, en este caso *T. rosea* mostró esa tendencia en los contenedores de 77 cavidades (385 plantas m^{-2}), pero *E. cyclocarpum* tuvo valores más altos cuando la densidad fue menor (205 plantas m^{-2}) en contenedores de fibra de coco (Mexal *et al.*, 1993; Landis *et al.*, 1994). Las especies de latifoliadas, generalmente, requieren volúmenes más grandes de sustrato, lo que resulta en densidades bajas de plantas por unidad de área, en comparación con las coníferas, porque el follaje de las latifoliadas absorbe más agua y nutrientes y

allows them to be competitive when being transplanted to the final place, where vegetation is aggressive, if they are conservation plantations. During the nursery period, *E. cyclocarpum* and *T. rosea* showed different height due to effect of the container (Table 1). Thus, in the coconut-fiber container, *E. cyclocarpum* became taller than *T. rosea* (Figure 1); also, it was significantly higher ($P > F = <0.0001$) compared to the heights of seedlings from polystyrene trays of 60 and 77 pots (Table 1). In regard to *T. rosea*, the highest values were accomplished in the 77 pot containers, probably, because those from coconut-fiber and of 60 pots offer a lower density, which means broader space and less competence (Figure 1).

T. rosea plants in particular, did not record a growth speed that was not significantly different in the three type of containers; however, during the last assessment, a light effect of the density of plants with greater heights was observed, when 77 pot trays were used (Table 1). It is in the record that high density of plants per square meter promotes a better height growth; in this case, *T. rosea* showed this tendency in the 77 pot containers (385 plants m^{-2}), but *E. cyclocarpum* had higher values when density was lower (205 plants m^{-2}) in coconut-fiber containers (Mexal *et al.*, 1993; Landis *et al.*, 1994). Broadleaf species, regularly require greater substrate volumes, which gives way to low plant densities per area, compared to softwoods, since the foliage of the first absorbs more water and nutrients and produce more shadow (Landis *et al.*, 1994). This competence for light favors a greater height, in regard to density and affects the morphology and weight of plants, as quoted by Timmis and Tanaka (1976). At the end of the assessment period, this behavior was observed in *Tabebuia*, but not in *E. cyclocarpum*.

Diameter of neck root. This is considered the best feature to predict plant survival and growth once they get established in the field; as the stem diameter is thicker, the amount of roots increases too (Haase, 2006). In the actual study, *E. cyclocarpum* and *T. rosea* plants in the coconut-fiber containers registered values within quality standards (Table 1). It has been quoted that a lower density, neck diameter is thicker, which has been proved for both species in 205, 284 and 364 plants m^{-2} (Timmis and Tanaka, 1976). At the end of the three month period at the nursery, the value of neck diameter had significant differences ($P > F = <0.0001$) among the six treatments; mean separation (Tukey's test $\alpha=0.05$) favored the formation of two groups. The first with the greatest records for both species from coconut-fiber containers, and the second, with smaller dimensions, for plants from 60 and 77 pot trays (Table 1).

The diameter of the root neck of *E. cyclocarpum* cultivated in coconut-fiber containers was 42% and 51% greater than the plants produced in 60 and 77 pot trays. For *T. rosea* they were 59% and 47% higher, in regard to those obtained with the same species in the polystyrene trays of 77 and 60 pots. In some studies it has been recorded that plants that grow

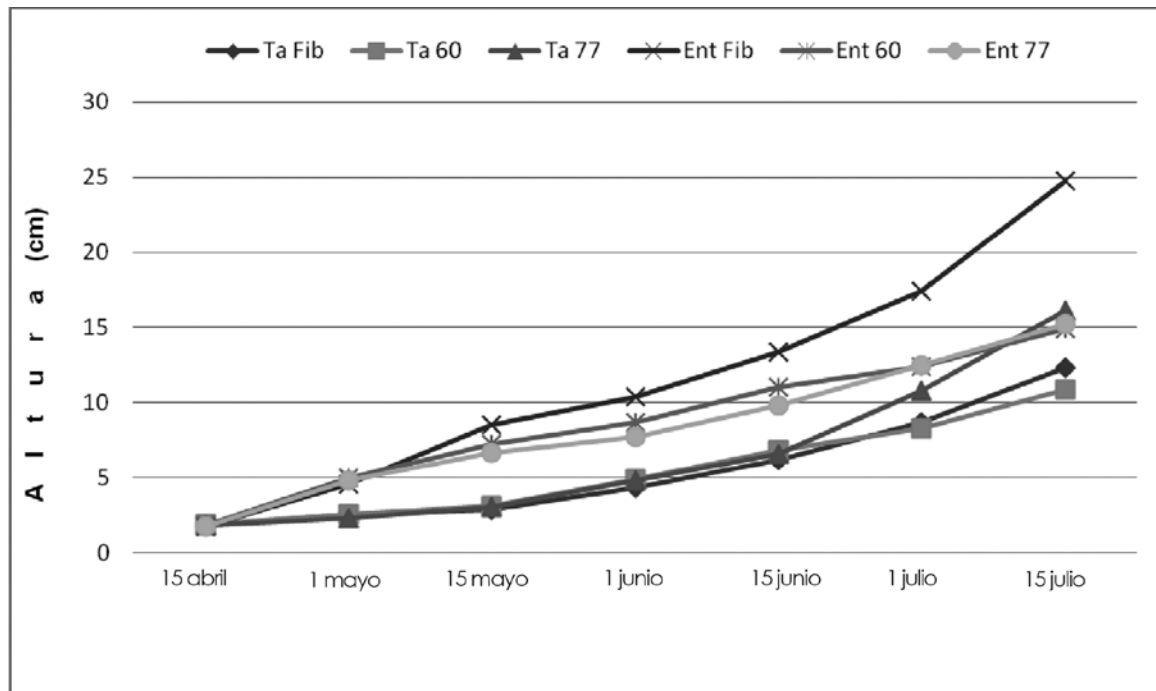


Figura 1. Altura de *Enterolobium cyclocarpum* y *Tabebuia rosea* durante tres meses en condiciones de vivero.

Figure 1. Height of *Enterolobium cyclocarpum* and *Tabebuia rosea* during three months at the nursery.

producen más sombra (Landis et al., 1994). Esta competencia por luz favorece una mayor altura, en relación directa con la densidad y afecta la morfología y peso de las plantas, como lo citan Timmis y Tanaka (1976). Al final del periodo de evaluación este comportamiento se observó en *Tabebuia*, pero no en *E. cyclocarpum*.

Diámetro del cuello de la raíz. Este se considera la mejor característica para predecir la supervivencia y el crecimiento de las plantas, una vez que se establecen en campo; mientras más grande sea el diámetro del tallo, la cantidad de raíces también aumenta (Haase, 2006). En este estudio las plantas de *E. cyclocarpum* y *T. rosea* en los envases de fibra de coco presentaron valores dentro de los estándares de calidad (Cuadro 1). Se cita que a menor densidad, el diámetro del cuello es mayor; dicho efecto quedó demostrado en ambas especies (205, 284 y 364 plantas m⁻²) (Timmis y Tanaka, 1976). Al final de los tres meses en el vivero, los valores de diámetro del cuello tuvieron diferencias significativas ($P < 0.0001$) entre los seis tratamientos; la separación de medias (prueba de Tukey $\alpha=0.05$) permitió conformar dos grupos. El primero con los mayores registros, que se lograron en ambas especies en los contenedores de fibra de coco y un segundo grupo, con menores dimensiones, integrado por las plantas de las charolas de 60 y 77 cavidades (Cuadro 1).

El diámetro del cuello de la raíz de los individuos de *E. cyclocarpum* cultivados en contenedores de fibra de coco fue

in bigger spaces, stem diameter and the amount of biomass become greater (Landis et al., 1994; Scarrat, 1972). In the actual research such behavior was confirmed, since the plants developed in the coconut-fiber containers had bigger stem diameters, as a response to a bigger lateral space availability.

Spacing among containers, in addition to affect the diameter of neck root, has other implications about plant growth. It has been observed that those which grow at low densities get 10 times more radiation in the low part of their crowns and show lower water potential, in regard to those that grow in high densities (Timmis and Tanaka, 1976); also, density affects stem lignifications as a consequence of getting less solar radiation. When densities increase, plants show more damage in cambium because of low temperatures and it is more difficult that water penetrates foliage bunches.

Plant aerial volume estimator (d^2h). Statistical analysis of data indicates significant differences among the mean values of the six treatments ($P < 0.0001$). The highest number was found in the *E. cyclocarpum* coconut-fiber containers treatment; in a second significance group was located the *T. rosea*-coconut-fiber container treatment; in the rest of the treatments, the aerial volume of plants was clearly lower and formed a third group (Table 1). When this parameter rises, the photosynthetic ability of plants also does, as well as growth potential (Haase, 2006). The aerial volume of plants must be in balance with that of roots in order to get a better plant quality, even though it is

42% y 51% mayor que el de las plantas producidas en charolas de 60 y 77 cavidades. Para *T. rosea* fueron de 59% y 47% superior, respecto a los obtenidos con la misma especie en las charolas de poliestireno de 77 y 60 cavidades. En algunos estudios se registra que las plantas que crecen en espacios más grandes, el diámetro de tallo y la cantidad de biomasa son mayores (Landis *et al.*, 1994; Scarrat, 1972). En el presente estudio, se comprobó este comportamiento, ya que las plantas desarrolladas en los envases de fibra de coco tuvieron diámetros de tallo más grandes, como respuesta a una mayor disponibilidad de espacio lateral.

El espaciamiento entre contenedores, además de influir en el diámetro del cuello de la raíz tiene otras implicaciones sobre el crecimiento de la planta. Se ha observado que aquellas que crecen a bajas densidades reciben 10 veces más radiación en la parte baja de sus copas y muestran un potencial hídrico más bajo, en relación a las que se desarrollan en densidades altas (Timmis y Tanaka, 1976); así mismo, la densidad afecta la lignificación de los tallos como consecuencia de recibir menos radiación solar. Cuando la densidad aumenta las plantas presentan más daños en el cambium por las bajas temperaturas, y es más difícil que penetre el agua de riego en los manchones de follaje.

Estimador del volumen aéreo de las plantas (d^2h). El análisis estadístico de los datos mostró diferencias significativas entre los valores medios de los seis tratamientos ($Pr>F= <0.0001$). La cifra más alta se registró en el tratamiento *E. cyclocarpum*-contenedores de fibra de coco; en un segundo grupo de significancia se ubicó el de *T. rosea*-contenedor de fibra de coco; en el resto de los tratamientos el volumen aéreo de las plantas fue claramente inferior y conformó un tercer grupo (Cuadro 1). Cuando este parámetro aumenta, también lo hace la capacidad fotosintética de las plantas y, por lo tanto, el potencial de crecimiento se incrementa (Haase, 2006). El volumen aéreo de las plantas debe estar en balance con el de las raíces, a fin de obtener una mayor calidad de planta, aunque es preciso tomar en cuenta que un área de transpiración demasiado grande conduce a estrés en sitios secos, antes de que el sistema radical se establezca. En dichos ambientes se requerirán riegos de auxilio o bien proteger la raíz temporalmente para evitar la total desecación.

Número de raíces primarias. El número de raíces primarias está correlacionado con la sobrevivencia de las plantas en campo. El régimen de cultivo de plantas en vivero y las características del contenedor inciden en la emisión de raíces y en el volumen radical. El análisis de la información del efecto de los tres tipos de contenedores evaluados determinó diferencias significativas ($Pr>F= <0.0001$). El mayor número de raíces se registró en los contenedores de fibra de coco. *T. rosea* tuvo la cifra más alta, aunque las dos especies estudiadas registraron una respuesta positiva respecto a la emisión de raíces primarias. En relación con las charolas de poliestireno,

necessary to take into account that a rather big transpiration area favors stress in dry places, before the radical system is fixed. In such environments help watering will be demanded or otherwise, to protect the root temporarily in order to avoid total desiccation.

Number of primary roots. The number of primary roots is correlated with the cultivation of plants at the nursery. The regime of plant cultivation at the nursery and the details of the container have an impact upon the formation of roots and root volume. The analysis of the information about the effect of the three type of containers that were evaluated determined significant difference ($Pr>F= <0.0001$). The greatest number of roots was found in the coconut-fiber containers. *T. rosea* had the highest number, even though the two selected species, had a positive reaction of primary root formation. In regard to the polystyrene trays, *T. rosea* had similar results in all cases, while *E. cyclocarpum* showed a better behavior in container of 60 pots, but the difference was not significant compared to what was observed in trays of 77 pots (Table 1).

Aerial, root and total dry biomass. These variables have related positively with survival in the field and the following growth (Haase, 2006). In the three types of containers there were significant differences ($Pr>F= <0.0001$).

In aerial biomass, coconut-fiber treatments were outstanding; nevertheless, *E. cyclocarpum* overpassed *T. rosea* in the expanded polystyrene containers. The values of the 60 and 77 pot trays were similar (Table 1). In regard to root biomass, the most important results came from coconut-fiber containers, but *T. rosea* significantly went ahead *E. cyclocarpum*. The walls of the coconut-fiber container widely favor the elongation of roots and their pruning, which avoids their spiral-shape growth, in such a way that they increase ramification, and, consequently, a great amount of roots is produced, as these results prove compared to what happened with polystyrene trays. Coconut-fiber containers have been used for years since they have several advantages over plastic containers: they promote vigorous root systems, they avoid root curling, they keep growth media fresh through wall evaporation, which promotes the proliferation of roots, protect the root system from heat and cold, they help to produce bigger and more vigorous plants, and they are bio-degradable (Ruter, 1995; Ruter, 2000).

Tabebuia rosea in Styroblock trays has a better response in containers of greater capacity and space, those of 60 pots, and the reaction of *E. cyclocarpum* was similar in both containers. These trays are easily damaged with handling and if plants remain at the nursery for long times, roots penetrate polystyrene walls, a fact that makes it difficult to extract them. (Barnett and McGilvray, 1997).

The value of the total biomass variable is the result of the addition of the aerial and root biomass, and consequently,

T. rosea tuvo resultados similares en todos los casos; mientras que *E. cyclocarpum* presentó un mejor comportamiento en contenedores de 60 cavidades, pero la diferencia no fue significativa respecto a los observados en las charolas de 77 cavidades (Cuadro 1).

Biomasa seca aérea, radical y total. Estas variables se han relacionado positivamente con la supervivencia en el campo y el crecimiento subsecuente (Haase, 2006). En los tres tipos de contenedores se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0.0001$).

En la biomasa aérea sobresalieron los tratamientos que incluyeron los envases de fibra de coco; no obstante, *E. cyclocarpum* superó a *T. rosea* en los de poliestireno expandido. Los valores observados en las charolas de 60 y 77 cavidades fueron muy semejantes (Cuadro 1). En relación a la biomasa radical, los mayores registros se lograron en los contenedores de fibra de coco, solo que *T. rosea* superó a *E. cyclocarpum* significativamente. Las paredes del contenedor de fibra de coco favorecen ampliamente la extensión de raíces y su poda, lo que evita su crecimiento en espiral; de tal manera que se incrementan las ramificaciones y en consecuencia se obtiene una gran cantidad de raíces, como se demuestra al comparar los resultados obtenidos con las charolas de poliestireno. Los envases de fibra de coco se han empleado por años porque presentan varias ventajas sobre los contenedores de plástico: promueven los sistemas radicales vigorosos, evitan el enrollamiento de las raíces, mantienen fresco el medio de crecimiento a través de la evaporación por las paredes, lo que a su vez promueve la proliferación de las raíces, protegen al sistema radical del calor y del frío, ayudan a producir plantas más grandes y vigorosas, además de ser biodegradables (Ruter, 1995; Ruter, 2000).

Tabebuia rosea en charolas Styroblock respondió mejor en los contenedores de mayor capacidad y espacio, los de 60 cavidades, y la respuesta de *E. cyclocarpum* fue similar en ambos envases. Estas charolas se dañan fácilmente con el manejo y si las plantas permanecen en el vivero por largos periodos, las raíces penetran en las paredes de poliestireno lo que dificulta la extracción del cepellón (Barnett y McGilvray, 1997).

El valor de la variable biomasa total es el resultado de la suma de las biomásas aérea y la radical, y en consecuencia, se logran los mayores valores para las dos especies en contenedores de fibra de coco, aunque los de *E. cyclocarpum* fueron significativamente superiores con respecto a los de *T. rosea*. En las charolas de 60 cavidades *T. rosea* registró crecimiento significativamente superior al observado en las de 77 cavidades. Los resultados en *E. cyclocarpum* los fueron similares en ambos tipos de charolas (Cuadro 1).

the greatest values for the two species in coconut fiber containers are obtained, even though *E. cyclocarpum* were significantly higher to those of *T. rosea*. In the 60 pot trays, *T. rosea* had a significantly greater growth than that observed in those of 77 pots. *E. cyclocarpum* results were similar in both types of trays (Table 1).

CONCLUSIONS

Enterolobium cyclocarpum and *Tabebuia rosea* showed a different growth rhythm; *Enterolobium* became higher and *Tabebuia rosea* formed a greater root neck.

The best height growth results came from the coconut-fiber containers for *Enterolobium cyclocarpum* and in root neck diameter for *T. rosea*. Both were significantly higher than those obtained in polystyrene trays of 60 and 77 pots, and they also developed greater biomass values than those of polystyrene trays.

Starting from the materials used in their manufacturing, their structure and plant density by square meter, coconut-fiber containers allow the production of plants with high morphological quality (healthier and more abundant root systems) compared to those plants propagated in expanded polystyrene trays of 60 and 77 pots.

Coconut-fiber containers keep their structure during the nursery stage, a most-wanted feature for high quality plant production. In addition, plant roots penetrate the walls of the container, which promotes a greater fiber formation, and that, on the other hand, guarantees a better fixation of the plant in the field.

ACKNOWLEDGEMENTS

Our gratitude to Artífibras S. A de C. V. Company for their economic support to accomplish this study, as well as to the Education and Forest Training Center No. 1 of CONAFOR at Uruapan city, for letting us to fulfill the experiments at their forest nursery.

End of the English version

CONCLUSIONES

Enterolobium cyclocarpum y *Tabebuia rosea* mostraron diferente ritmo de crecimiento, *Enterolobium* presentó mayor altura y *Tabebuia rosea* un diámetro del cuello de la raíz superior.

En contenedores de fibra de coco se obtuvieron los mejores crecimientos en altura para *Enterolobium cyclocarpum* y en diámetro del cuello de la raíz, para *T. rosea*. Ambos fueron significativamente superiores a los obtenidos en charolas de poliestireno de 60 y 77 cavidades. Las dos especies también registraron los valores de biomasa significativamente más grandes a los de las charolas de poliestireno.

Por los materiales empleados en su fabricación, su estructura y la densidad de planta por metro cuadrado, los contenedores de fibra de coco permiten obtener plantas de alta calidad morfológica (sistemas radicales más abundantes y sanos) en comparación con los de las plantas propagadas en charolas de poliestireno expandido de 60 y 77 cavidades.

Los envases de fibra de coco mantienen su estructura durante la etapa de vivero, característica deseable para la producción de planta de calidad. Además las raíces de las plantas penetran por las paredes del contenedor lo que promueve mayor fibrosidad, que a su vez garantiza un mejor anclaje de las plantas en campo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Empresa ARTIFIBRAS S.A de C.V. por el apoyo económico para la realización del presente estudio, así como al Centro de Educación y Capacitación Forestal 01-CONAFOR Uruapan, Michoacán, por permitirnos llevar a cabo el estudio en vivero forestal a su cargo.

REFERENCIAS

Alvarado R., D., S. Castro., C. Cigarrero C., R. Álvarez R. y L. de L. Saavedra R. 2004. Manual de detección y manejo de enfermedades bajo el sistema de contenedor. Caso Vivero San Luis Tlaxiátemalco. CONAFOR. México, D. F. México. 74 p.

Barnett, P. and J. M. McGilvray. 1981. Container planting systems for the South. Southern Forest Experimental Station. USDA Forest Service. New Orleans, LA. USA. 18 p.

Barnett, P. and J. M. McGilvray. 1997. Practical guidelines for producing longleaf pine seedlings in containers. General Technical Report SRS-14. Southern Research Station. USDA Forest Service. Asheville, NC. USA. 28 p.

Burdett, A. N., D. G. Simpson; and C. F. Thompson. 1983. Root development and plantation establishment success. *Plant and Soil* 71(1-3): 103-110.

Cuny, H. 1996. The container evolution. *American Association of Nurserymen. Nursery Management & Production* 12(8): 56-61.

Duryea, M. L. and K. L. McClain. 1984. Altering seedling physiology to improve reforestation success. In: Duryea, M. L. and G. N. Brown (Eds.). *Seedling physiology and reforestation success. In: Proceedings of the Physiology Working Group, Technical Session: Society American Foresters National Convention, Portland, OR USA October 16th-20th, 1983.* Martinus Nijhoff Publishers. Dordrecht, The Netherlands. 114 p.

Fisher, J. T. 1992. Container plant propagation. Forest nursery training course. New Mexico State University. Las Cruces, NM. USA. 210 p.

García M., J. J. y H. J. Muñoz F. 1993. Guía para la producción de planta forestal en envases. Guía Técnica Núm. 3. CIRPAC. INIFAP. Uruapan, Mich. 47 p.

González K., V. 1995. Viveros forestales. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. INIFAP. México, D.F. México. Publicación Especial No.3. pp. 3-7.

Haase, D. L. 2006. Morphological and physiological evaluations of seedling quality. In: Riley, L. E., R. K. Dumroese, T. D., Landis (Coords.). 2007. National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations. 2006. RMRS-P-50. USDA, Forest Service. Rocky Mountain Research Station. Fort Collins, CO. USA. pp: 3-8. <http://www.rngr.net/nurseries/publicatons/proceedings> (22 de junio de 2008).

James, R. L., R. K. Dumroese and D. L. Wenny. 1995. *Botrytis cinerea* carried by adult fungus gnat (Diptera: Sciaridae) in container nurseries. *Tree Planters Notes*, Winter, 48(2): 53.

Landis, T. D., R. W; Tinus., S. E. McDonald and J. P., Barnett. 1994. The Container Tree Nursery Manual. Agricultural Handbook 674. U.S.D.A. Forest Service. Washington, DC. USA. Vol. 2. 88 p.

Liegel, L. H. and C. R. Venator. 1987. A technical guide for forest nursery management in the Caribbean and Latin America. G.T.R. SO-67. Southern Forest Experimental Station. USDA Forest Service. New Orleans, LA. USA. 156 p.

Martínez G., A. 1988. Diseños experimentales. Editorial Trillas. México, D. F. México. pp. 118-160.

Mexal, J. G., R. W. Newman, J. T. Fisher, R. Phillips, T. Sammis and T. D. Landis. 1993. Forest nurseries: planning, establishment and seedling growth. USDA, Forest Service, New Mexico State University. International training course. 73 p.

Patiño, V. F. y J. Marín Ch. 1983. Viveros forestales. Planeación, establecimiento y producción de planta. Libro Técnico. SARH. CIR Sureste INIFAP. Mérida, Yuc. México. 159 p.

Peterson, M. and J. R. Sutherland. 1989. Grey mould control by seedling canopy humidity reduction through under-bench ventilation and Styroblock aeration. FRDA Rep. 077. Forestry Canada, Pacific Forestry Centre. Victoria, BC. Canada. 16 p.

Ritchie, G. A. 1984. Root growth potential. Principles procedures, and predictive ability. In: Duryea, M. L. (Ed.). *Proceedings. Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major tests.* Forest Research Laboratory, Oregon State Corvallis University, OR. USA. p. 93-105.

Ruano M., J. R. 2002. Viveros forestales. Manual de cultivo y proyectos. Mundi Prens. México, D. F. México, 281 p.

Ruter, M. R. 1995. Growth of coreopsis and plumbago in plastic and Cu (OH)₂ impregnated fiber containers. *Hort Technology* 5(4): 300-302.

Ruter, J. M. 2000. Cross-country containers. *American Nurseryman* 191 (3): 26-30.

Scarrat, J. B. 1972. Effect of tube diameter and spacing of tubed seedling planting stock. Rep. O-X-170. Great Lakes Forest Research Centre. Canadian Forest Service. Sault St. Marie, Ontario Canada. 16 p.

Statistical Analysis System Institute. 2004. SAS / ETS® 9.1. Users Guide. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA. 2170 p.

Sims, J. 1988. Shifting from paperpots to ecopots. *Silviculture Magazine* 3(2): 10-12.

- Strachan, M. D. 1974. Tar paper containers: Engineering the container. Great Plains Agricultural Council Publication No.68. In: Tinus, R. W., W. I. Stein and W. E. Balmer. (Eds.). Proceedings of the North American Containerized Forest Tree Seedling Symposium. Denver, CO. USA. pp. 209-210.
- Stuewe, E. 2006. Trends in container types. In: Riley, L. E., R. K. Dumroese and T. D. Landis. (Coords.). National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations-2005. RMRS-P-43- Rocky Mountain Research Station. USDA. Forest Service. Fort Collins, CO. USA. 160 p. <http://www.rngr.net/nurseries/publications/proceedings>. (15 de julio de 2008).
- Timmis, R. and Y. Tanaka. 1976. Effects of container density and plant water stress on growth and cold hardiness of Douglas-Fir seedlings. *Forest Science* 22(2): 167-172.
- Topic, V., L. Butorac, G. Jelic and S. Peric. 2006. Influence of container type on growth and development of holm oak (*Quercus ilex* L.) seedlings in a nursery. *Periodicum Biologorum* 108(6): 643-648.
- Toral I., F. M., D. Campos R., A. Fratti B. y R. Varela O. 2000. Manual de producción de plantas forestales en contenedores. PRODEFO. Documento Técnico 25. Guadalajara, Jal., México. 219 p.
- Wenny, D. L., Y. Liu, R. K. Dumroese and H. L. Osborne. 1988. First year field growth of chemically root pruned containerized seedlings. *New Forests* 2(2): 111-118.
- Wright, J. A., J. Escobar and G. Henderson. 1999. Utilization of Jiffy pellets in the production of pine and eucalyptus seedlings, pine rooted cuttings and native species propagation. Nursery and Field Comparisons. In: Landis, T. D., and J. P. Barnett. (Coords.). National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Association. Gen. Tech. Rep. SRS-25. Forest Service, Southern Research Station. USDA. Department of Agriculture. Asheville, NC. USA. p. 54-56.



Wangari Muta Maathai. Dominio público.