



ARTÍCULO / ARTICLE

EVALUACIÓN DE UNA PLANTACIÓN CON DOS ESPECIES TROPICALES CULTIVADAS EN DIFERENTES TIPOS DE ENVASES

ASSESSMENT OF A PLANTATION WITH TWO TROPICAL SPECIES CULTIVATED IN DIFFERENT TYPES OF CONTAINERS

H. Jesús Muñoz Flores¹, J. Jesús García Magaña², Gabriela Orozco Gutiérrez¹, Víctor Manuel Coria Ávalos¹ y Miguel Bernardo Nájera-Rincón¹

RESUMEN

Para contrarrestar la deforestación en México se han impulsado las plantaciones forestales; sin embargo, sus índices de supervivencia son de 35%. El objetivo de la presente investigación fue evaluar en campo la supervivencia y crecimiento de árboles de *Tabebuia rosea* y *Enterolobium cyclocarpum*, propagados en contenedores de fibra de coco y en dos tipos de charolas de poliestireno comprimido. La plantación se estableció en julio de 2008 en el municipio de Nuevo Urecho, Michoacán; en suelo Vertisol crómico, clima cálido subhúmedo, y una altitud de 465 m. El diseño experimental fue de bloques al azar con seis tratamientos y tres repeticiones; y cada unidad experimental constó de 25 plantas, para un total de 450 por tratamiento. Al año del trasplante, los ejemplares cultivados en contenedores de fibra de coco mostraron una mayor supervivencia, respecto a las propagadas en charolas de poliestireno. *E. cyclocarpum* tuvo los valores de crecimiento en altura más grandes, sin importar el envase donde se cultivaron. Asimismo, logró un crecimiento significativamente superior en los individuos procedentes de los contenedores de fibra de coco (231.3 cm). Para *T. rosea*, aunque no hubo diferencias significativas, los árboles provenientes de ese tipo de envase alcanzaron los diámetros más grandes (25.1 mm). Las plantas de los contenedores de fibra de coco no registraron problemas de sanidad ni de limitaciones en la expansión radical.

Palabras clave: Contenedores, *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., fibra de coco, plantaciones forestales, *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC., tamaño de planta.

ABSTRACT

The establishment of forest plantations has been promoted in order to counter deforestation in Mexico. However, these do not reach the age of harvest, since their survival rate one year after their establishment is merely 35%. The objective of this research was to assess the in-field survival and growth of *Tabebuia rosea* and *Enterolobium cyclocarpum* trees propagated in coconut fiber containers and grown in two types of compressed polystyrene trays. The plantation was established in August, 2008, in the municipality of Nuevo Urecho, Michoacán, on chromic clay soil, in a warm humid climate and at an altitude of 465 m. The experimental design was randomized blocks with six treatments and three replications; each experimental unit consisted of 25 plants, with a total of 450 plants per treatment. One year after planting, plants grown in coconut fiber containers had higher survival rates than those propagated in polystyrene trays. *E. cyclocarpum* showed higher rates of growth in height (231.3, 190.2 and 175.7 cm) than *T. rosea* (132.2, 113.4, and 95.4 cm), regardless of the type of container in which they were grown. *E. cyclocarpum* plants grown in coconut fiber containers achieved significantly higher growth (231.3 cm) than those cultivated in polystyrene trays. Although no significant differences were found for *T. rosea* trees, those grown in coconut fiber containers attained larger diameters (25.1 mm). The coconut fiber containers posed no health problems or limitations of root expansion.

Key words: Coconut fiber, containers, *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., forest plantations, plant size, *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.

Fecha de recepción / date of receipt: 14 de abril de 2011. Fecha de aceptación / date of acceptance: 30 de abril de 2013.

¹ CE. Uruapan, CIR Pacífico Centro-INIFAP. Correo-e: munoz.hipolitojesus@inifap.gob.mx

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

INTRODUCCIÓN

Las plantaciones forestales, a nivel mundial, se calcula que representan 3.8% de la superficie total de los bosques; las de tipo productivas sobre todo para la producción de madera y fibra, son 78% y aquellas cuyo fin principal es la conservación de suelo y agua cubren 22%. Su área creció en 2.8 millones de hectáreas anuales durante el periodo 2000 - 2005 (FAO, 2005). Aunque la tendencia de las fuentes de abasto de madera pasará del 60% de bosque natural y 40% de plantaciones, que representan únicamente 5% de la cubierta forestal en el planeta, a 20% de bosque natural y 80% de plantaciones en el año 2040 (FAO, 2006).

Para contrarrestar la pérdida de arbolado, en México se está impulsando el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, pero a pesar de las condiciones favorables que predominan en el país la mayor parte de ellas no alcanzan la edad de cosecha, ya que presentan índices de supervivencia de 35% al año de su establecimiento debido a factores como una selección inadecuada de especies, a una mala preparación del terreno, o una baja calidad de planta, entre otros (PNMRGF, 2004).

El territorio nacional tiene un potencial de 12 millones de hectáreas para plantaciones forestales, el gobierno federal ha financiado 3 629 en los últimos 10 años, lo que significa una superficie de más de 530 mil hectáreas con una inversión de 3 679 millones de pesos (Conafor, 2008).

El estado de Michoacán es considerado con una vocación eminentemente forestal, puesto que cuenta con innumerables recursos que se reflejan en la producción de madera, de la cual ocupa el tercer lugar nacional, primer lugar en producción de resina y quinto lugar en biodiversidad (Cofom, 2005). En la entidad se promueve el desarrollo de plantaciones comerciales, de tal manera que en 2005 existían 1 900 hectáreas (Semarnat, 2005).

En varios trabajos se ha estudiado cómo lograr el éxito en los programas de reforestación, lo cual depende, entre otros factores, de la calidad de la planta que se produce en los viveros, lo que asegura una mayor probabilidad de supervivencia y desarrollo al establecerse en el lugar definitivo (Mas, 2003). Duryea (1985) define calidad de planta como aquella que reúne las características morfológicas y fisiológicas necesarias para sobrevivir y crecer en las condiciones ambientales en las que será plantada; Prieto y Alarcón (1998) la señalan como uno de los elementos que más influyen en el éxito de las plantaciones, lo definen como la capacidad de los árboles para adaptarse y desarrollarse en las condiciones climáticas edáficas del sitio. La calidad de la planta depende de las características genéticas del germoplasma y de las técnicas utilizadas para su producción en vivero. El porcentaje de supervivencia bajo y el deficiente crecimiento inicial son los principales problemas de establecimiento debido, en parte, a la calidad deficiente de las plantas. En consecuencia, el costo para el logro de la plantación aumenta, si se tienen en cuenta los recursos adicionales que deben disponerse para

INTRODUCTION

Forest plantations worldwide are estimated to represent 3.8% of the total surface of forests; 78% are productive plantations, particularly for wood and fiber, and 22% are destined to soil and water conservation. Their surface has increased by 2.8 million hectares per year during the 2000 - 2005 period (FAO, 2005). However, the sources of wood supply, now 60% natural forests and 40% plantations, which account for only 5% of the forest cover of the planet, are expected to change to 20% natural forests and 80% plantations by the year 2040 (FAO, 2006).

In order to counteract the loss of woodland, commercial forest plantations are being promoted in Mexico, but in spite of the favorable conditions prevailing in the country, most of them do not reach the age for harvesting, since they have a survival rate of merely 35% after one year of their establishment due to such factors as an inadequate selection of species, poor preparation of the soil, or low quality of the plants, among others (PNMRGF, 2004).

The national territory has a potential of 12 million hectares for forest plantations; in the last 10 years the federal government has financed 3 629, i.e. a surface of more than 530 000 hectares, with an investment of 3 679 million pesos (Conafor, 2008).

The state of Michoacán is considered especially suitable for forestry, possessing innumerable resources that are reflected in its production of wood; also, it has the third national place in the production of resins, and the fifth place in biodiversity (Cofom, 2005). The development of commercial plantations has been promoted in the state, so that by the year 2005 these covered 1 900 hectares (Semarnat, 2005).

Various papers have studied ways to achieve success in reforestation programs; such success depends, among others factors, on the quality of the plants that are produced in the nursery, which ensures a higher probability of survival and development when they are planted in their final destination (Mas, 2003). Duryea (1985) defines the quality of the plants as having the necessary physiological and morphological characteristics to survive and thrive in the environmental conditions in which they are to be planted; Prieto and Alarcón (1998) state that this is one of the elements that most influence the success of the plantations, which they define as the ability of the trees to adapt to and develop in the edaphic and climatic conditions of the place. The quality of the plants depends on the genetic characteristics of the germplasm and on the techniques utilized for their production in a nursery. A low survival rate and a deficient initial growth, partly due to the deficient quality of the plants, are the main problems for the establishment of plantations. Consequently, the cost of a successful plantation rises, if we bear in mind the additional resources required for this purpose; if a high percentage of the vegetable material needs to be replaced, the labor and transfer costs, and, of course, the cost of the plants are multiplied. It should be

tal fin; si se tiene que reponer un porcentaje elevado del material vegetal se multiplican los gastos en mano de obra, traslado y, por supuesto, en plantas. Cabe señalar que frecuentemente se realiza más de una reposición (García, 2007). El término de calidad de planta debe de considerar el aspecto económico, de tal forma que su costo sea el más bajo posible (Cuevas, 1995). Domínguez *et al.* (1997) establecieron una plantación en el ejido Santa Rosa, Iturbide, Nuevo León, con *Pinus pseudostrabus* Lindl. de un año de edad, producidas en bolsas de 400 cm³ y en contenedor de poliuretano *First Choice Blocks* de 121 cm³. A 12 meses de edad, los individuos producidos en bolsa tuvieron una supervivencia de 58% y los de contenedor de 28%; la altura y el diámetro basal de las plantas en bolsa fue de 16.9 cm y 8.1 mm y en contenedor de 14.3 cm y 5.3 mm, respectivamente. Se concluye que la bolsa de 400 cm³ favoreció una mejor supervivencia y crecimiento de las plantas. Castillo (2001) en una plantación con *Pinus pseudostrabus*, cultivados en diferentes contenedores en vivero observó a los 10 meses de establecida que las plantas producidas en tubetes de 160 cm³ presentaron 30% de supervivencia y las propagadas en bolsa de 400 cm³ lograron 23%. En relación a la altura, el mayor índice se obtuvo en las cultivadas en bolsas, con 14.2 cm, seguidos por las de tubete de 160 cm³ con 9.6 cm de altura y la menor respuesta correspondió a las de charola de poliestireno con celdas de 100 cm³ con 6.3 cm de altura.

Cano *et al.* (1998) evaluaron la supervivencia en campo de *Pinus greggii* Engelm., en respuesta a dos sistemas de producción de planta (sistema tradicional en bolsas de polietileno y tecnificado en contenedor con charolas de unicel). Los del sistema tradicional presentaron los valores más altos en supervivencia (100%) a 30 días de plantadas y para las cultivadas con el tecnificado fue de 81%. A tres meses de establecida la plantación, las plantas del primer sistema tuvieron una supervivencia de 91% contra 61% del segundo y a los cinco meses el índice fue de 72% y 20% respectivamente; mientras que Plevich y Miguel (2008) analizaron la relación entre tamaño del envase y calidad de la planta obtenidos en vivero y la supervivencia y crecimiento en campo durante el primer año con seis especies de *Quercus*; utilizaron macetas de polietileno de 12 cm de diámetro y 25 cm de altura, paralelamente se probaron 2 tamaños de tubetes (6.4 x 18 cm y 6.4 x 25 cm). La supervivencia superó 90% al año de plantación y no existieron diferencias significativas. Las especies que mostraron diferentes crecimientos en diámetro y altura fueron *Q. laurina* Bonpl. y *Q. petraea* (Matt.) Liebl. con el mayor y menor incremento en diámetro y altura, respectivamente. El resto de los taxa alcanzó un incremento intermedio; en tanto Mexal *et al.* (2008) estudiaron los factores que determinan la supervivencia y crecimiento temprano de cinco coníferas, para ello monitorearon durante dos años siete sitios de plantación en el centro de México, al segundo año la supervivencia de la planta fue de 15 a 86%, la mayor mortandad se atribuyó a las actividades humanas, pero un factor importante fue la calidad de las plantas, y la supervivencia óptima se registró con diámetros de tallo superiores a 4 mm.

noted that often more than one replacement is required (García, 2007). The term "quality of the plant" should take into account the economic aspect, so that it may have the lowest cost possible (Cuevas, 1995). Domínguez *et al.* (1977) established a plantation in the Santa Rosa *ejido*, in Iturbide, Nuevo León, with one year-old *Pinus pseudostrabus* Lindl., produced in 400 cm³ bags and in a 121 cm³ First Choice Blocks polyurethane container. At the age of 12 months, the survival rate for the individuals produced in a bag was 58%, and 28% for those produced in the container; the height and the baseline diameter of the plants sown in a bag were 16.9 cm and 8.1 mm, and for those grown in a container, 14.3 cm and 5.3 mm, respectively. We conclude that the 400 cm³ bag favored a better survival and growth of the plants. In a plantation of *Pinus pseudostrabus* grown in different containers in a nursery, Castillo (2001) observed that, 10 months after the plantation's establishment, the plants produced in 160 cm³ tubes showed a 30% survival rate, while those sown in 400 cm³ bags had a 23% survival rate. The largest height, i.e. 14.2 cm, was achieved for the plants cultivated in bags, followed by those grown in 160 cm³ tubes, which were 9.6 cm tall, while those grown in polystyrene trays with 100 cm³ cells measured only 6.3 cm.

Cano *et al.* (1998) assessed the field survival of *Pinus greggii* Engelm., in response to two plant production systems (traditional system, in polyethylene bags, and technified system, in a container or in styrofoam trays). Those produced with the traditional system showed the highest survival rates (100%) 30 days after they were planted, versus 81% for those cultivated with the technified system. Three months after the plantation was established, the plants of the first system had a survival of 91% versus 61% of the second, and after five months the survival rate was 72% and 20% respectively; at the same time, Plevich and Miguel (2008) analyzed the relationship between size of the container and the quality of the plant obtained in the nursery, and the field survival and growth during the first year of six species of *Quercus*; they utilized polyethylene flowerpots with a 12 cm diameter and 25 cm tall, and tested two different tube sizes (6.4 x 18 cm and 6.4 x 25 cm). The survival rate surpassed 90% one year after the plantation was established, and no significant differences were found. The species that showed different growths in diameter and height were *Q. laurina* Bonpl. and *Q. petraea* (Matt.) Liebl. with the highest and lowest increase in diameter and height, respectively. The remainder of the species reached an intermediate increase. In the meantime, Mexal *et al.* (2008) studied the factors that determine the survival and early growth of five species of conifers. For this purpose they monitored seven plantation sites in the center of Mexico for two years. At the second year, the survival rate of the plant ranged between 15 and 86%, the highest mortality being attributed to human activities; however, an important factor was the quality of the plants; the optimum survival rate corresponded to plants whose stem had a diameter of more than 4 mm.

The success of the plantations depends on a good preparation of the soil, a high quality germplasm, and a plant production system

El éxito de las plantaciones depende de realizar una buena preparación del terreno, contar con germoplasma de buena calidad y un sistema de producción de plantas que permita obtenerlas con características morfológicas y fisiológicas que garanticen su supervivencia en el campo. En el proceso de propagación es importante seleccionar el tipo de contenedor que facilite el desarrollo radical y aéreo.

El objetivo del presente estudio fue evaluar en campo la supervivencia y el crecimiento de árboles de *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. y *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb, especies tropicales cuya propagación en vivero se realizó en contenedores fabricados de fibra de coco, comparados con plantas propagadas en dos tipos de charolas de poliestireno expandido. También se evaluó el nivel de degradación de los envases elaborados con fibra de coco.

MATERIALES Y MÉTODOS

La plantación se estableció en el paraje denominado "Rancho El Tejabán" municipio Nuevo Urecho, Michoacán; localizado a 19°12'26.8" latitud norte y 101°53'58.8" de longitud oeste, respecto al meridiano de Greenwich; a una altitud de 465 m. Presenta clima A (Wo), cálido subhúmedo con lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal que oscila de 5 a 10%; precipitación media anual de 700 a 900 mm, que ocurre en los meses de junio a septiembre; temperatura media anual de 24 a 28 °C (INEGI, 1985). El tipo de suelo, de acuerdo con la clasificación FAO/UNESCO modificada por Detenal (1974) es Vertisol crómico, considerado como suelo arcilloso, de color pardo o rojizo. El terreno de la plantación es plano con pendiente de 1% y exposición norte.

Se evaluaron dos especies nativas: *Enterolobium cyclocarpum* (parota) y *Tabebuia rosea* (rosa morada). La planta de ambos taxa se produjo en el vivero forestal del Patronato del Centro de Educación y Capacitación Forestal 01-Conafor en Uruapan, Michoacán.

Se utilizaron tres sistemas de producción de planta: a) sistema charolas de poliestireno de 60 cavidades de 220 cm³ con capacidad para 284 celdas m², 5.1 cm de diámetro y 12 cm de profundidad; b) charola de 77 cavidades de 175 cm³ con capacidad de 364 celdas m², 4.2 cm de diámetro y 11.7 cm de longitud; y c) contenedor elaborado a base de fibra de *Cocos nucifera* L. (65%) y látex natural de *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. (35%), capacidad de 314 cm³ y una densidad de 205 plantas m², con 5 cm de diámetro y 15 cm de longitud.

El diseño experimental empleado fue el de bloques al azar, para cuantificar la respuesta de seis tratamientos descritos en el

that allows them to have physiological and morphological characteristics that may guarantee their field survival. In the propagation process it is important to select the type of container that facilitates root and aerial development.

The objective of the present study was to assess the field survival and growth of *Tabebuia rosea* trees (Bertol.) DC. and *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb, tropical species propagated in a nursery in containers made of coconut fiber, compared to plants propagated in two different types of expanded polystyrene trays. The level of degradation of the containers made of coconut fiber was also assessed.

MATERIAL AND METHODS

The plantation was established in the site known as "Rancho El Tejabán" in the municipality of Nuevo Urecho, Michoacán, located at 19°12'26.8" north latitude and 101°53'58.8" of west longitude with respect to the Greenwich Meridian, and at an altitude of 465 m. It has an A (Wo), hot subhumid climate with rains in summer and a percentage of winter rains ranging between 5 and 10%; an annual average precipitation between 700 and 900 mm, occurring in the months of June to September, and an annual average temperature of 24 to 28 °C (INEGI, 1985). The type of soil, according to the FAO/UNESCO classification modified by Detenal (1974), is Chromic Vertisol, considered to be a brown or reddish clay soil. The land of the plantation is flat, with a 1% slope and a north exposure.

Two native species were assessed: *Enterolobium cyclocarpum* (guacaste) and *Tabebuia rosea* (purple pink). The plants of both taxa were produced in the forest nursery of the Patronato del Centro de Educación y Capacitación Forestal 01-Conafor in Uruapan, Michoacán.

Three plant production systems were utilized: a) polystyrene trays with 60 220 cm³ cavities, with a capacity for 284 cells m², 5.1 cm of diameter and 12 cm of depth; b) trays with 77 175 cm³ cavities, with capacity of 364 cells m², 4.2 cm of diameter and 11.7 cm of length; and c) container made with *Cocos nucifera* L. fiber (65%) and natural latex of *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. (35%), a capacity of 314 cm³ and a density of 205 plants/m², with 5 cm of diameter and 15 cm of length.

A random blocks experimental design was used to quantify the response to six treatments described in Table 1; each of them was repeated three times; the experimental plot comprised 25 plants.

The plantation was established on July 28th, 2008; for weed control and in order to facilitate the operation, an equipped tractor with a 3-disk harrow was used. The design of the plantation was in Real Frame, with 2 x 2 m intervals between plants and rows, resulting in a density of 2 500 plants per ha⁻¹. The common stumps method was applied with a dimension of 30 x 30 x 30 cm; subsequently,



Cuadro 1. Tratamientos para evaluación de la adaptación en campo de plantas producidas bajo diferentes sistemas de producción en vivero.
Table 1. Treatments for the assessment of in-field adaptation of plants cultivated with different nursery production systems.

No.	Tratamiento
1	Planta de <i>E. cyclocarpum</i> producida en charola de poliestireno de 60 cavidades
2	Planta de <i>E. cyclocarpum</i> producida en charola de poliestireno de 77 cavidades
3	Planta de <i>E. cyclocarpum</i> producida en contenedor de fibra de coco
4	Planta de <i>T. rosea</i> producida en charola de poliestireno de 60 cavidades
5	Planta de <i>T. rosea</i> producida en charola de poliestireno de 77 cavidades
6	Planta de <i>T. rosea</i> producida en contenedor de fibra de coco

el Cuadro 1; se utilizaron tres repeticiones de cada uno de los tratamientos; la parcela experimental estuvo constituida por 25 plantas.

La plantación se estableció el 28 de julio de 2008; para el control de las malezas y facilitar la operación se empleó un tractor equipado con una rastra de tres discos. El diseño de la plantación fue en Marco Real, con espaciamento de 2 x 2 m entre plantas e hileras, lo que proporcionó una densidad de 2 500 plantas ha⁻¹. Se utilizó el método de cepa común con dimensiones de 30 x 30 x 30 cm; posteriormente, se suministró un riego por mes a partir de noviembre de 2008 hasta abril de 2009.

Las características morfológicas de *E. cyclocarpum* y *T. rosea*, al momento de la plantación se describen en el Cuadro 2.

the plants were watered once a month from November, 2008 until April, 2009.

The morphological characteristics of *E. cyclocarpum* and *T. rosea* at the moment of the planting are described in Table 2.

Five in-field samplings were carried out, and the variables registered in each were total height, neck diameter and survival rate. Additionally, the containers made with coconut fiber were monitored in order to register their degradation; for this purpose two *E. cyclocarpum* and two *T. rosea* plants per sample were extracted.

With the mean values of the total height, neck diameter, number of living plants, and the data from the first and fifth

Cuadro 2. Perfil morfológico de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. y *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. al término de su fase en vivero.
Table 2. Morphological profile of *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. and *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. at the end of the nursery phase.

Tratamiento/Variable	Supervivencia (%)	Altura (cm)	Diámetro del cuello (mm)	D ² H (cm ³)	Número de raíces primarias	Materia seca aérea (g)	Materia seca radical (g)	Materia seca total (g)
1. 60 Cavidades - <i>E. cyclocarpum</i>	100	14.9 b	3.2 b	1.5 c	8.7 c	1.74 c	0.28 c	2.02 c
2. 77 Cavidades - <i>E. cyclocarpum</i>	100	15.2 b	2.7 b	1.1 c	6.5 cd	1.80 c	0.31 c	2.11 c
3. Fibra de coco - <i>E. cyclocarpum</i>	100	24.8 a*	5.5 a	7.5 a	15.7 b	3.76 a	0.93 b	4.69 a
4. 60 Cavidades - <i>T. rosea</i>	100	11.4 b	3.3 b	1.3 c	5.0 d	1.28 d	0.59 b	1.87 d
5. 77 Cavidades - <i>T. rosea</i>	100	16.1 b	2.9 b	1.3 c	5.7 d	1.05 d	0.23 c	1.28 d
6. Fibra de coco - <i>T. rosea</i>	100	12.0 b	6.2 a	4.7 b	18.7 a	2.17 b	1.49 a	3.66 b

* En las columnas los valores con letras diferentes son significativas a un α de 0.05 según Tukey. D²H= Estimación del volumen aéreo.

* The values with different letters in the columns are significant to an α = 0.05 according to Tukey. D²H = Estimation of the aerial volume.

Se realizaron cinco muestreos en campo y en cada uno las variables registradas fueron altura total, diámetro del cuello y supervivencia. Adicionalmente, se hicieron observaciones a los contenedores elaborados a base de fibra de coco para registrar su degradación; para ello se extrajeron dos plantas de *E. cyclocarpum* y dos de *T. rosea* por muestreo.

assessments of the neck diameter and total height, the air volume was estimated for each treatment (D²H). Besides, the amount of the living trees at the moment of the assessments was divided by the total number of trees planted at the beginning and multiplied by 100 in order to express the result as a percentage.

Con los valores promedio de la altura total, diámetro del cuello, número de plantas vivas y con los datos obtenidos en la primera y quinta evaluación del diámetro del cuello y altura total, se obtuvo una estimación del volumen aéreo en cada tratamiento (D²H). Además, se consideró la cantidad de árboles vivos al momento de las evaluaciones, dividiéndola entre el total de los árboles plantados al inicio y se multiplicó por 100 para expresar el resultado en porcentaje.

El modelo utilizado para el análisis estadístico (Martínez, 1988), fue un diseño experimental en bloques completos al azar, con seis tratamientos (especies/contenedor) y tres repeticiones, cada unidad experimental constó de 25 plantas, con un total de 75 plantas por tratamiento y se define como:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + \tilde{I}_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Variable respuesta (diámetro del cuello, altura y supervivencia)
- B_i = Efecto del bloque, $i = 1, 2, 3...$
- μ = Promedio general
- $\tilde{I}_j$ = Efecto del j -ésimo tratamiento, $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6...$
- ε_{ij} = Error aleatorio ij

Se efectuó el análisis de varianza utilizando el paquete *Statistical Analysis System* (SAS, 2004), mediante el procedimiento PROC GLM, para determinar diferencias entre los tratamientos. Posteriormente, los datos se sometieron a una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha \leq 0.05$), para obtener el impacto de supervivencia y adaptación de plantas en campo respecto a los sistemas de producción manejados en vivero.

Para el análisis estadístico de la variable supervivencia, los valores porcentuales fueron convertidos en arcoseno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la supervivencia, altura, diámetro de cuello y volumen aéreo durante las cinco evaluaciones se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Supervivencia de la plantación de dos especies tropicales cultivadas en contenedores de fibra de coco y charolas de poliestireno en Nuevo Urecho, Michoacán.

Table 3. Survival of plantations of two tropical species cultivated in coconut fiber containers and polystyrene trays in Nuevo Urecho, Michoacán.

Tratamiento	Supervivencia de plantas (Núm.) por fecha posterior al establecimiento				
	8 de agosto	8 de noviembre	9 de enero	9 de mayo	9 de agosto
<i>E. cyclocarpum</i> / 60 cavidades	25.0 a	18.0 a	17.3 ab	15.0 ab	15.0 ab
<i>E. cyclocarpum</i> / 77 cavidades	25.0 a	14.7 a	13.7 b	13.0 b	12.7 b
<i>E. cyclocarpum</i> / fibra de coco	25.0 a	25.0 a	25.0 a	24.7 a	24.3 a
<i>T. rosea</i> / 60 cavidades	25.0 a	22.3 a	21.7 ab	21.0 ab	21.0 ab
<i>T. rosea</i> / 77 cavidades	25.0 a	19.3 a	18.3 ab	16.7 ab	16.0 ab
<i>T. rosea</i> / fibra de coco	25.0 a	25.0 a	25.0 a	24.0 a	24.0 a

The model utilized for the statistical analysis (Martínez, 1988), was an experimental design in randomized complete blocks, with six treatments (species/container) and three repetitions; each experimental unit comprised 25 plants, with a total of 75 plants per treatment and is defined as:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + \tilde{I}_j + \varepsilon_{ij}$$

Where:

- Y_{ij} = Response variable (neck diameter, height and survival rate)
- B_i = Effect of the block, $i = 1, 2, 3...$
- μ = Overall average
- $\tilde{I}_j$ = Effect of the j^{th} treatment, $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6...$
- ε_{ij} = ij Random error

The variance analysis was performed using the Statistical Analysis System package (SAS, 2004), by means of the PROC GLM procedure, to determine differences between the treatments. Subsequently, the data were submitted to a Tukey's mean comparison test ($\alpha \leq 0.05$), to obtain the field survival and adaptation impact of plants compared to the nursery production systems.

For the statistical analysis of the survival variable, the percentage values were converted to arc cosine.

RESULTS AND DISCUSSION

The results for the survival, height, neck diameter and air volume during the five assessments are shown on the Table 3.

First assessment (August, 2008)

At the beginning of the field experiment 25 trees per plot were planted; according to the results obtained, there were no significant differences for the number of plants, since the survival rate was 100% in all the treatments. In relation to height, the variance analysis showed significant differences ($P > F = 0.001$). With Tukey's test ($\alpha = 0.05$), *E. cyclocarpum* grown in a coconut fiber container had a significantly higher value (27.8 cm) than the

Primera evaluación (agosto de 2008)

Al establecimiento del experimento en campo se plantaron 25 árboles por parcela, de acuerdo con los resultados obtenidos no se tuvieron diferencias significativas para el número de planta, ya que la supervivencia fue 100% en todos los tratamientos. En relación con la altura, el análisis de varianza indicó diferencias significativas ($Pr > F = 0.001$). Con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) *E. cyclocarpum* cultivada en contenedor de fibra de coco presentó un valor (27.8 cm) significativamente mayor al resto de los tratamientos, cuyos registros fueron de 11.9 y 19.2 cm, que son similares entre sí (Cuadro 4).

En general, *E. cyclocarpum* mostró un ritmo de crecimiento en altura superior al de *T. rosea*; en particular cuando la planta procedía de contenedores de fibra de coco (27.8 cm); *T. rosea* presentó el mismo patrón en los tres tipos de contenedores: 13.6, 13.4 y 11.9, respectivamente (Cuadro 4).

El diámetro al cuello de las plantas, en principio, registraron cifras significativamente diferentes ($Pr > F = 0.0001$). Las plantas de ambas especies lograron los mayores valores cuando fueron cultivadas en contenedores de fibra de coco (6.2 mm *T. rosea* y *E. cyclocarpum* 5.5 mm), seguidos por las de charolas de 60 cavidades (3.3 y 3.2 mm respectivamente) y los más bajos en las producidas de 77 cavidades (2.9 y 2.7 mm en ese orden) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Evaluaciones de la plantación de dos especies tropicales cultivadas en contenedores de fibra de coco y charolas de poliestireno en Nuevo Urecho, Michoacán.

Table 4. Assessments of plantations of two tropical species cultivated in coconut fiber containers and polystyrene trays in New Urecho, Michoacán.

Tratamiento	Agosto-2008				Noviembre-2008		Enero-2009	
	Número de plantas	Altura (cm)	Diámetro del cuello (mm)	D ² H (cm ³)	Número de plantas	Altura (cm)	Número de plantas	Altura (cm)
<i>T. rosea</i> / fibra de coco	25 NS	13.6 b	6.2 a	5.2 b	25.0 NS	24.1 bc	25.0 a	36.4 b
<i>E. cyclocarpum</i> / fibra de coco	25 NS	27.8 a	5.5 b	8.4 a	25.0 NS	50.8 a	25.0 a	72.8 a
<i>T. rosea</i> / 60 cavidades	25 NS	13.4 b	3.3 c	1.5 c	22.3 NS	21.6 bc	21.7 ab	36.1 b
<i>E. cyclocarpum</i> / 60 cavidades	25 NS	19.2 b	3.2 d	2.0 c	18.0 NS	37.7 ab	17.3 ab	47.7 ab
<i>T. rosea</i> / 77 cavidades	25 NS	11.9 b	2.9 e	1.0 c	19.3 NS	17.1 c	18.3 ab	30.5 b
<i>E. cyclocarpum</i> / 77 cavidades	25 NS	12.2 b	2.7 f	0.9 c	14.7 NS	28.9 bc	13.7 b	44.8 b
Tratamientos	Mayo-2009		Agosto-2009					
	Número de plantas	Altura (cm)	Número de plantas	Altura (cm)	Diámetro del cuello (mm)	D ² H (cm ³)		
<i>T. rosea</i> / fibra de coco	24.0 a	69.7 b	24.0 a	132.2 c	25.1 ab	830.1 b		
<i>E. cyclocarpum</i> / fibra de coco	24.7 a	143.3 a	24.3 a	231.3 a	37.7 a	3363.9 a		
<i>T. rosea</i> / 60 cavidades	21.0 ab	70.3 b	21.0 ab	113.4 c	22.8 b	598.9 b		
<i>E. cyclocarpum</i> / 60 cavidades	15.0 ab	99.7 ab	15.0 ab	175.7 b	24.2 ab	1088.6 b		
<i>T. rosea</i> / 77 cavidades	16.7 ab	59.1 b	16.0 ab	95.4 c	19.6 b	371.1 b		
<i>E. cyclocarpum</i> / 77 cavidades	13.0 b	100.6 ab	12.7 b	190.2 ab	25.1 ab	1465.5 b		

Tukey ($\alpha = 0.05$), los valores sin letras en común en las columnas difieren significativamente. NS = No significativo.

Tukey ($\alpha = 0.05$), the values without letters in common in the columns differ significantly. NS = Not significant.

rest of the treatments, for which the registered values, similar to each other, were 11.9 and 19.2 cm (Table 4).

In general, *E. cyclocarpum* grew in height at a faster rate than *T. rosea*; particularly when the plant had been sown in a coconut fiber container (27.8 cm); *T. rosea* showed the same pattern in the three types of containers: 13.6, 13.4 and 11.9, respectively (Table 4).

In principle, significantly different sizes were registered for the neck diameter of the plants ($Pr > F = 0.0001$). The plants of both species achieved the highest values when they were cultivated in coconut fiber containers (6.2 mm *T. rosea* and *E. cyclocarpum* 5.5 mm), followed by those grown in trays with 60 cavities (3.3 and 3.2 mm respectively), and the lowest values were obtained for plants grown in trays with 77 cavities (2.9 and 2.7 mm respectively) (Table 4).

The D²H variable showed significant differences between treatments ($Pr > F = 0.0001$); the highest rate was for *E. cyclocarpum* grown in a (8.4 cm³) coconut fiber container, in a second term *T. rosea* grown in the same type of (5.2 cm³) container; the values observed for both species in containers with 60 and 77 cavities were not significant in relation to each other. A detailed analysis shows an order consisting of the two taxa in which the values tend to be highest in coconut fiber containers, and, secondly, in trays with 60 and in 77 cavities (Table 4).

La variable D²H mostró diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.0001$); el índice más alto se obtuvo con *E. cyclocarpum* cultivada en contenedor de fibra de coco (8.4 cm³), en un segundo término *T. rosea* producida en el mismo tipo de envase (5.2 cm³); los valores observados para ambas especies en contenedores de 60 y 77 cavidades no fueron significativos entre sí. Un análisis detallado indica un orden consistente en los dos taxa en el cual los valores tienden a ser más grandes en contenedores de fibra de coco, después en charolas de 60 y en 77 cavidades (Cuadro 4).

Segunda evaluación (noviembre de 2008)

La supervivencia a los cuatro meses de establecida la plantación, no presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.0743$); sin embargo, se observó que en las dos especies no hubieron pérdidas en las plantas cultivadas en contenedores de fibra de coco, lo que si ocurrió para los envases de polietileno, cuyos índices variaron entre 22.3 y 14.7 plantas vivas en promedio (Cuadro 4).

Respecto a la variable altura, *E. cyclocarpum*, en envases de fibra de coco y en charolas de 60 cavidades, mostró valores significativamente superiores (50.8 y 37.7 cm) versus al resto de los tratamientos ($P < 0.0008$); en general, la altura de planta de *E. cyclocarpum* superó la de *T. rosea*, y se confirma que tiene un mayor ritmo de crecimiento en este parámetro. Se mantiene la tendencia de que la mejor respuesta correspondió al material cultivado en contenedores de fibra de coco (Cuadro 4).

Tercera evaluación (enero de 2009)

A los seis meses de plantada se determinaron diferencias significativas en la supervivencia entre tratamientos ($P < 0.0336$), los individuos de ambas especies cultivadas en contenedor de fibra de coco no tuvieron pérdidas, pero el número de plantas se redujo en los tratamientos de 60 y 77 cavidades; la menor cantidad correspondió a *E. cyclocarpum* en el tratamiento de 77 cavidades (13.7 plantas en promedio) (Cuadro 4).

Para la variable altura se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.0048$); aunque en todos los casos sobresalió *E. cyclocarpum*; mientras que *T. rosea* tuvo un menor ritmo de crecimiento en altura, pero se mantuvo la tendencia de que los valores disminuyen en el siguiente orden: plantas cultivadas en contenedores de fibra de coco, en charolas de 60 y en las de 77 cavidades (Cuadro 4).

Cuarta evaluación (mayo de 2009)

A los 10 meses de edad, para la variable supervivencia se conservaron las diferencias significativas ($P < 0.0179$); y *E. cyclocarpum* y *T. rosea* cultivadas en contenedores de fibra de coco mostraron los mayores promedios de árboles vivos: 24.7 y 24, respectivamente,

Second assessment (November, 2008)

Survival rates four months after the plantation was established showed no significant differences between the treatments ($P > 0.0743$); nevertheless, no losses were observed of plants of either of the two species cultivated in coconut fiber containers, while losses were registered for polyethylene containers, with average rates varying between 22.3 and 14.7 living plants (Table 4).

As for the height variable, *E. cyclocarpum* plants produced in coconut fiber containers and in trays with 60 cavities showed significantly higher values (50.8 and 37.7 cm) versus the rest of the treatments ($P < 0.0008$); in general, the *E. cyclocarpum* plant grew taller than *T. rosea* and was confirmed to have a higher pace of growth in this parameter. The tendency remains for the material cultivated in coconut fiber containers to offer the best response (Table 4).

Third assessment (January, 2009)

Six months after individuals of the two species were planted, significant differences were found in the survival rates between treatments ($P < 0.0336$); there were no losses among those cultivated in coconut fiber containers, but the number of plants decreased among those sown in trays with 60 and 77 cavities; the lowest number (an average of 13.7 plants) corresponded to *E. cyclocarpum* grown in trays with 77 cavities (Table 4).

For the height variable, significant differences were found between treatments ($P < 0.0048$); although *E. cyclocarpum* excelled in every case, while *T. rosea* showed a slower pace of growth in height. However the tendency remained for the values to diminish in the following order: plants sown in coconut fiber containers and plants grown in trays with 60 and with 77 cavities (Table 4).

Fourth assessment (May, 2009)

At 10 months of age, significant differences were maintained for the variable survival ($P < 0.0179$); and *E. cyclocarpum* and *T. rosea* sown in coconut fiber containers showed the highest averages of living trees: 24.7 y 24, respectively, significantly surpassing only those of *E. cyclocarpum* grown in trays with 77 cavities (13 living plants) according to Tukey's test ($\alpha = 0.05$). In the case of the height, the results were similar, with significant differences between treatments ($P < 0.0042$). The differences of growth in height between *E. cyclocarpum* and *T. rosea*, regardless of the type of container, confirm that the first species has a higher pace of in-field growth in height (Table 4).

Fifth assessment (August, 2009)

One year after the study was established in the field, the variance analysis for the survival variable determined significant

que solo son significativamente superiores a los de *E. cyclocarpum* de 77 cavidades (13 vivos) según la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). En el caso de la altura, los resultados fueron similares con diferencias significativas entre tratamientos ($Pr>F=0.0042$). Las diferencias del crecimiento en altura entre *E. cyclocarpum* y *T. rosea*, y sin importar el contenedor de cultivo, confirman que la primera especie presenta un ritmo superior de crecimiento en altura en el campo (Cuadro 4).

Quinta evaluación (agosto de 2009)

Al año de establecido el estudio en el campo, el análisis de varianza para la variable supervivencia determinó diferencias significativas ($Pr>F=0.0215$) entre los valores promedio de cada tratamiento. Los árboles de *E. cyclocarpum* y *T. rosea* producidos en contenedor de fibra de coco lograron los valores más altos de plantas vivas en promedio, que representaron 97.3 y 96%, respectivamente. Los tratamientos que les siguieron correspondieron a *T. rosea* cultivada en charola de 60 cavidades con 21 plantas (84%) y en contenedor de 77 cavidades 16 plantas (64%); por último, los menores porcentajes se presentaron con *E. cyclocarpum* cultivada en contenedor de 60 cavidades con 15 plantas (60%) y con 77 cavidades se contaron 12.7 plantas vivas en promedio (50.7%) (Cuadro 4). En la Figura 1 se muestra la tendencia de la supervivencia durante las cinco evaluaciones y en la Figura 2 se presentan los valores finales por tratamiento.

differences ($Pr>F=0.0215$) between the average values for each treatment. The *E. cyclocarpum* and *T. rosea* trees produced in coconut fiber containers achieved the highest values of living plants on the average, amounting to 97.3% and 96%, respectively. The treatments that followed corresponded to *T. rosea* grown in trays with 60 cavities, with 21 plants (84%), and containers with 77 cavities, with 16 plants (64%); finally, the lowest percentages were for *E. cyclocarpum* grown in trays with 60 cavities, with 15 living plants (60%), and with 77 cavities, with 12.7 plants on the average (50.7%) (Table 4). Figure 1 shows the tendency of the survival during the five assessments, and Figure 2 exhibits the final values by treatment.

As for the height of the plants at 12 months, a significantly higher growth in height was observed in *E. cyclocarpum* compared to *T. rosea* ($Pr>F=0.0001$); *E. cyclocarpum* plants grown in coconut fiber containers reached a significantly higher value than those in the remaining treatments (231.3 cm). Equal significance was determined for plants sown in trays with 77 cavities (190.2 cm); finally, those grown in trays with 60 cavities showed the lowest value (175 cm). For *T. rosea*, the tallest plants were those propagated in coconut fiber containers (132.2 cm), followed by the plants grown in trays with 60 cavities (113.4 cm) and in trays with 77 cavities (95.4 cm) (Figure 3).

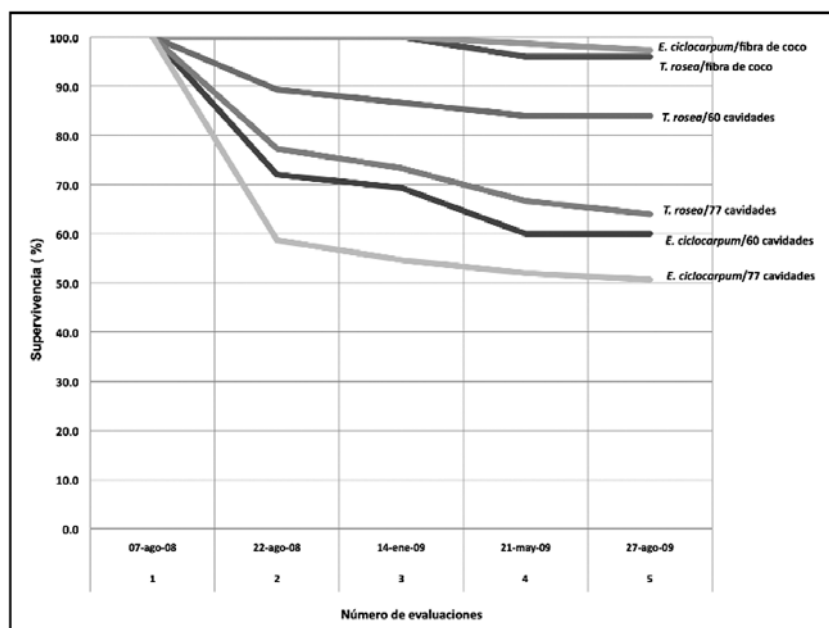


Figura 1. Supervivencia de los tratamientos en cinco evaluaciones realizadas en la plantación con dos especies tropicales en Nuevo Urecho, Michoacán.

Figure 1. Survival rates of the treatments in five assessments carried out in the plantation with two tropical species in Nuevo Urecho, Michoacán.

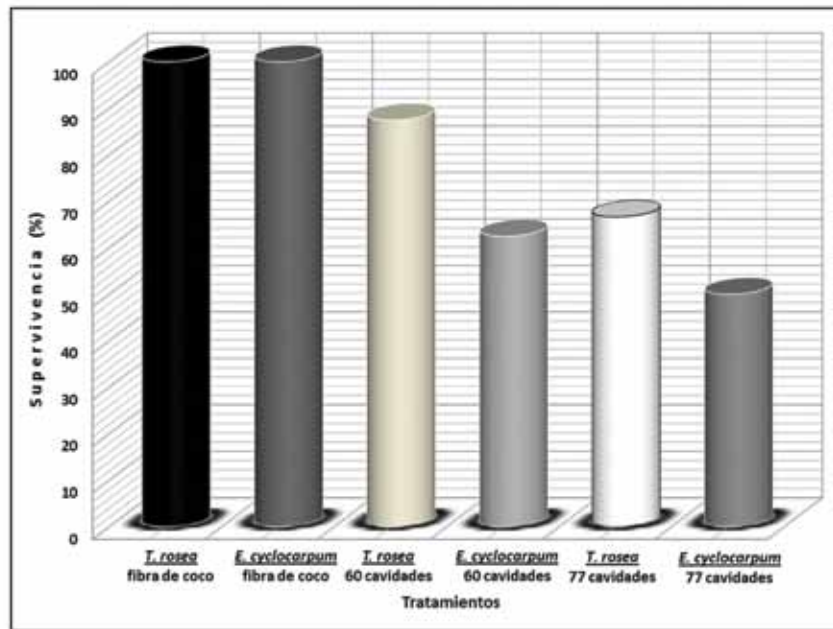


Figura 2. Supervivencia por tratamiento al año de establecida la plantación de dos especies tropicales en Nuevo Urecho, Michoacán.

Figure 2. Survival rate by treatment one year after the plantation of two tropical species was established in Nuevo Urecho, Michoacán.

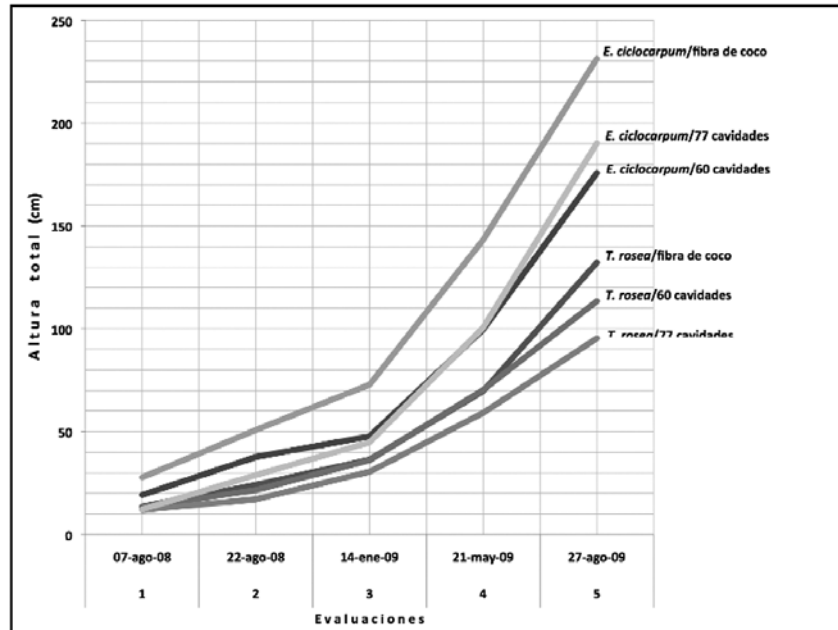


Figura 3. Crecimiento en altura por tratamiento de la plantación establecida con dos especies tropicales en Nuevo Urecho, Michoacán.

Figure 3. Growth in height by treatment of the plantation established with two tropical species in Nuevo Urecho, Michoacán.

En relación con la altura de las plantas a los 12 meses, en *E. cyclocarpum* se observó un crecimiento significativamente superior al de *T. rosea* ($P < 0.0001$); las plantas de *E. cyclocarpum* cultivadas en contenedor de fibra de coco alcanzaron un valor significativamente superior que el resto de los tratamientos (231.3 cm), igual significancia se determinó cuando la planta procedía de charolas de 77 cavidades (190.2 cm), finalmente, en las de 60 cavidades se tuvo el menor valor (175 cm). Con *T. rosea*, la mayor altura se obtuvo con las plantas propagadas en contenedores de fibra de coco (132.2 cm), seguida de las charolas de 60 cavidades (113.4 cm) y las de 77 cavidades (95.4 cm) (Figura 3).

Los registros del crecimiento en diámetro basal de los árboles al año de establecidos en el campo, fueron significativamente diferentes entre tratamientos ($P < 0.0315$); *E. cyclocarpum* cultivada en contenedor de fibra de coco presentó el valor más grande (37.7 mm), seguido del tratamiento con la misma especie proveniente de contenedores de 77 cavidades y de *T. rosea* en contenedores de fibra de coco (25.1 mm), en el mismo grupo de significancia se situó *E. cyclocarpum* cultivada en charolas de 60 cavidades (24.2 mm) y los menores valores se registraron con *T. rosea* cultivada en charolas de 60 y 77 cavidades (22.8 y 19.6 mm respectivamente) (Figura 4).

The records of the growth in baseline diameter of the trees one year after established in the field, were significantly different between treatments ($P < 0.0315$); *E. cyclocarpum* grown in coconut fiber containers showed the highest value (37.7 mm), followed by the treatment for the same species grown in trays with 77 cavities and of *T. rosea* sown in coconut fiber containers (25.1 mm). *E. cyclocarpum* grown in trays with 60 cavities (24.2 mm) was placed in the same group of significance, and the lowest values were registered for *T. rosea* sown in trays with 60 and 77 cavities (22.8 and 19.6 mm, respectively) (Figure 4).

As for the the combined D²H variable that estimates the air volume of the trees, significant differences ($P < 0.0033$) were estimated by means of the variance analysis, and the Tukey's test ($\alpha = 0.05$) differentiated two groups of significance. *E. cyclocarpum* sown in coconut fiber containers, with the maximum value observed (3 363.9 cm), was located in the first group; *E. cyclocarpum* planted in trays with 77 and 60 cavities (1 465.5 and 1 088.6 cm, respectively), was placed in the second, in descending order, and the lowest values were for *T. rosea* sown in coconut fiber containers (830.1 cm) and in trays with 60 (598.9 cm) and 77 cavities (3 711 cm). For this variable *E. cyclocarpum* is proven to have reached a greater development than *T. rosea*, regardless of the type of container utilized for the cultivation of the plants at the nursery (Table 2).

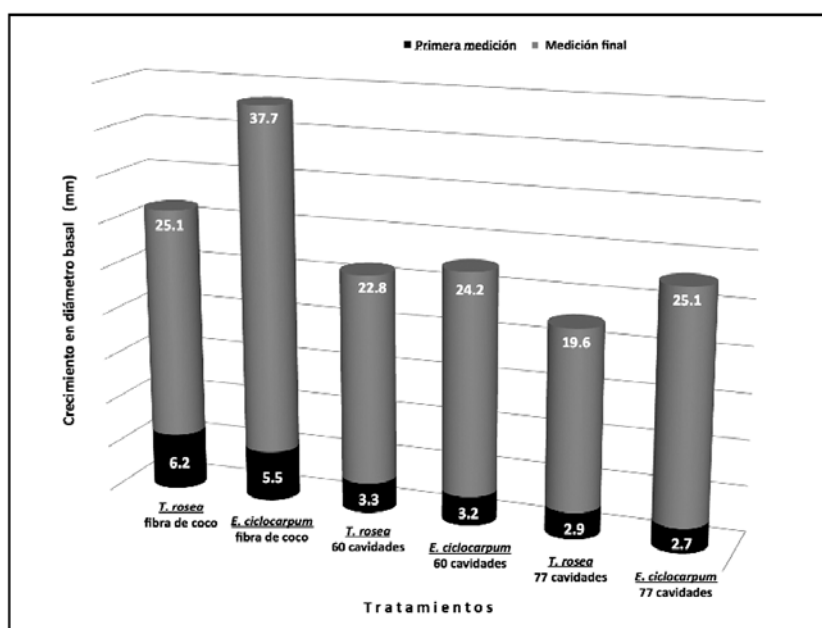


Figura 4. Crecimiento del diámetro basal al inicio y final de las evaluaciones de la plantación establecida con dos especies tropicales en Nuevo Urecho, Michoacán.

Figure 4. Baseline diameter growth at the start and end of the assessments of the plantation established with two tropical species in Nuevo Urecho, Michoacán.

Respecto a la variable combinada D^2H que estima el volumen aéreo de los árboles, con el análisis de varianza se estimaron diferencias significativas ($P > 0.0033$) y la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) diferenció dos grupos de significancia, en el primero se ubicó a *E. cyclocarpum* cultivada en contenedor de fibra de coco con el máximo valor observado (3 363.9 cm); en el segundo, en orden descendente se colocaron *E. cyclocarpum* cultivada en charolas de 77 y 60 cavidades (1 465.5 y 1 088.6 cm, respectivamente), y los menores registros para *T. rosea* en contenedor de fibra de coco (830.1 cm) y en charolas de 60 (598.9) y 77 cavidades (3 711 cm). Con esta variable se valida que *E. cyclocarpum* alcanzó un desarrollo superior al de *T. rosea*, sin importar el tipo de contenedor empleado para el cultivo de las plantas en vivero (Cuadro 2).

Incorporación al suelo del contenedor de fibra de coco

Se observó que en los primeros nueve meses, la fibra de coco estaba incorporada al suelo en 95%, pero a los 12 meses de establecida la plantación prácticamente se alcanzó 100% y solo se detectaron algunos residuos, sin que hubiera afectación alguna en el desarrollo del sistema radical de las plantas.

E. cyclocarpum y *T. rosea* habitan en bosques tropicales perennifolios, subperennifolios, subcaducifolios y caducifolios en altitudes de 0 a 1 100 m (Prodefo, 2001a; Prodefo, 2001b; CATIE, 2009); el sitio de plantación utilizado en este estudio cumple con las características ambientales requeridas por ambas especies por lo que están en condiciones apropiadas para desarrollar su potencial de crecimiento, de acuerdo con las características morfológicas de las plantas obtenidas en vivero con los diferentes contenedores utilizados.

La mortalidad en los tratamientos fue influenciada por los tipos de contenedores usados para la producción de las plantas en el vivero, las provenientes de contenedores de fibra de coco presentaron los más altos índices de supervivencia. Una probable razón de esta tendencia es que los envases con paredes porosas favorecen la poda de raíz y, por lo tanto, se logra un mejor anclaje en el terreno; un efecto similar fue registrado por Wright *et al.* (1999), quienes utilizaron los contenedores denominados *Jiffy Pellets* y observaron que estos incrementan 33% el sistema radical y se reduce 30% el tiempo de cultivo. Además la mortalidad de los individuos en el campo, también responde al volumen del contenedor, mientras más grande se favorece la expansión radical y el tamaño de las plantas, hecho documentado para *Pinus contorta* Douglas ex Loudon y *Picea glauca* (Moench) Voss (Landis, 1990). Los contenedores de fibra de coco cuentan con 315 cm³ de capacidad, las charolas de poliestireno de 60 cavidades con 220 cm³ y los de 77 cavidades con 175 cm³, lo que se tradujo en que las cultivadas en los primeros tuvieron una expansión radical más grande, mejores características morfológicas, y ello resultó en una mayor calidad de plantas y en consecuencia en una aptitud superior para sobrevivir en el campo, que las propagadas en envases de menor capacidad.

Incorporation of the coconut fiber container to the soil

After the first nine months, the coconut fiber was observed to be incorporated to the soil in 95%, but 12 months the establishment of the plantation, the incorporation reached practically 100%, and only a few residues were detected, without there being any affectation in the development of the radical system of the plants.

E. cyclocarpum and *T. rosea* inhabit in tropical perennifolious, subperennifolious, subdeciduous and deciduous forests in altitudes between 0 and 1 100 m (Prodefo, 2001a; Prodefo, 2001b; CATIE, 2009); the plantation site used in this study meets the environmental characteristics required by both species and therefore is in appropriate conditions to develop its potential of growth, according to the morphological characteristics of the plants grown in a nursery in the different types of containers.

The mortality in the processing was influenced by the types of containers used for the production of the plants at the nursery; those grown in coconut fiber containers had the highest survival rates. A probable reason for this tendency is that the containers with porous walls favor the pruning of the root and, therefore, a better anchorage in the soil is achieved; a similar effect was registered by Wright *et al.* (1999), who utilized the containers known as *Jiffy Pellets* and observed that these increase the radical system by 33% and reduce the time of cultivation by 30%. Besides, the mortality of the individuals in the field also responds to the volume of the container; larger volumes favor root expansion and enhance the size of the plants, a fact that has been documented for *Pinus contorta* Douglas ex Loudon and for *Picea glauca* (Moench) Voss (Landis, 1990). The capacity of coconut fiber containers is 315 cm³; that of polystyrene trays with 60 cavities is 220 cm³, and the of trays with 77 cavities is 175 cm³; thus, plants sown in the first type of containers had a larger root expansion and better morphological characteristics—resulting in a better quality and a better field survival rate—than plants propagated in containers with a lower capacity.

The survival rates for the trees grown in coconut fiber containers one year after these were planted surpassed those registered by Skoupy and Hughes (1971), who tested *Jiffy Pellets* and plastic tubes, attaining survival rates between 88 and 95% with the first type of containers, and between 66 and 84% with the second.

E. cyclocarpum showed a negative impact according to the type and volume of the container, the survival rate decreasing to 60% for the 220 cm³ polystyrene containers, and to 50.7% for 175 cm³ containers of the same material—a marked contrast with the 97.3% rate achieved with 315 cm³ coconut fiber containers. The same trend applied to *T. rosea*; however, the reduction of the survival was less severe, with 96% of living plants cultivated in a coconut fiber container, 84% in 220 cm³ polystyrene containers, and 64% in 175 cm³ polystyrene containers. The results confirm the assertions of Toral (1997) and of Prodefo (2000) that growth is directly related to the volume of the cells and to the species cultivated because each taxon has a different growth habit.

Los porcentajes de supervivencia obtenidos para los árboles provenientes de contenedores de fibra de coco a un año de plantación, superaron a los consignados por Skoupy y Hughes (1971), quienes probaron los *Jiffy Pellets* y tubetes de plástico, con el primer contenedor lograron supervivencias de 88 a 95% y en el segundo de 66 a 84%.

E. cyclocarpum acusó impacto negativo en el tipo y volumen del contenedor, pues su índice de supervivencia bajó a 60% para el caso de los de poliestireno de 220 cm³; y a 50.7% con el mismo tipo de contenedor, pero de 175 cm³ que contrastan ampliamente con 97.3% logrado en contenedores de fibra de coco de 315 cm³. En *T. rosea* se determinó la misma tendencia, pero la reducción de la supervivencia fue menos severa con 96% de plantas vivas con el de fibra de coco, 84% en contenedores de 220 cm³ y de 64% en los de 175 cm³. Los resultados confirman las aseveraciones de Toral (1997) y de Prodefo (2000) de que el crecimiento está directamente relacionado con el volumen de las celdas y por la especie cultivada, debido a que cada taxón tiene diferente hábito de crecimiento.

Por su parte, Aguirre (2000) en plantaciones de *Pinus pseudostrobus*, de tres meses comparó la supervivencia de plantas cultivadas en charolas de poliestireno de 160 cavidades y 65 cm³ de capacidad, con respecto a las de bolsa de polietileno de 400 cm³; las primeras lograron 28% de supervivencia y las de bolsa 81%, lo anterior resalta la influencia del volumen del contenedor de manera análoga a lo observado con los contenedores de fibra de coco y las charolas de poliestireno en el presente estudio. Este efecto también lo documentaron Cano et al. (1998) para la supervivencia de *P. greggii* Engelm. ex Parl., a tres meses de plantación; los árboles cultivados en bolsa tuvieron un índice de 91% y las cultivadas en charolas de poliestireno 61%.

A un año de establecida la plantación, el crecimiento en altura presentó un ritmo diferente en las especies ensayadas, en *E. cyclocarpum* se observaron mayores crecimientos que en *T. rosea*; la tendencia subsiguiente es a incrementar las diferencias entre ambas especies.

Con *E. cyclocarpum*, las alturas logradas en el campo son significativamente superiores en plantas cultivadas en contenedores de fibra de coco que las de poliestireno expandido; con *T. rosea* el comportamiento es similar. En condiciones del trópico del sureste de México, Bertoni y Juárez (1980) citan que en una plantación de 9 años y el empleo de plantas cultivadas en bolsas de polietileno, el crecimiento promedio para *E. cyclocarpum* es de 85 cm año⁻¹, con cedro rojo 37 cm año⁻¹, con caoba 60 cm año⁻¹ y la especie con más rapidez de crecimiento en altura fue la melina con 155 cm año⁻¹; aunque ninguna supera los valores mostrados por *E. cyclocarpum* en las condiciones del sitio experimental producida en contenedor de fibra de coco (231.3 cm en un año); en tanto que para las de contenedores de poliestireno de 60 y 77 cavidades fueron 175.7 y 190.2 cm año⁻¹ respectivamente. Prodefo (2001b) consigna que los árboles de *E. cyclocarpum*, al año de ser

Also, in three-month old plantations of *Pinus pseudostrobus*, Aguirre (2000) compared the survival rates of plants cultivated in polystyrene trays with 160 cavities and a capacity of 65 cm³, to those grown in 400 cm³ polyethylene bags; the former achieved a survival rate of 28%, and the latter, a rate of 81%. This highlights the influence of the volume of the container as observed with the coconut fiber containers and the polystyrene trays in this study. This effect was equally documented by Cano et al. (1998) for the survival of *P. greggii* Engelm. ex Parl., three months after they were planted; the trees cultivated in bags had a survival rate of 91%, while the rate for those grown in polystyrene trays was 61%.

One year after the establishment of the plantation, the growth in height showed a different pace in the tested species, being larger in *E. cyclocarpum* than in *T. rosea*; the subsequent tendency is for the differences to increase between the two species.

The heights achieved in the field for *E. cyclocarpum* are significantly larger in plants cultivated in coconut fiber containers than in those grown on expanded polystyrene; a similar behavior is observed in *T. rosea*. In the conditions of the tropic of southeast Mexico, Bertoni and Juárez (1980) cite the following average growths for plants grown in polyethylene bags in a 9 year-old plantation: 85 cm year⁻¹ for *E. cyclocarpum*; 37 cm year⁻¹ for red cedar, and 60 cm year⁻¹ for mahogany. And the fastest-growing species in height was melina, with 155 cm year⁻¹, although none surpassed the values shown by *E. cyclocarpum* in the conditions of the experimental site, grown in a coconut fiber container (231.3 cm in a year), while the growth of the plants sown in polystyrene containers with 60 and 77 cavities were 175.7 and 190.2 cm year⁻¹ respectively. According to Prodefo (2001b), *E. cyclocarpum* trees, one year after having been planted, reached heights between 1 and 2 meters, which agrees with the results obtained in this work.

The *T. rosea* trees produced in coconut fiber containers grew in height at a rate of 132.2 cm year⁻¹ and 113.4 and 95.4 cm year⁻¹ in containers with 60 and 77 cavities; these results surpass those registered for mahogany (60 cm year⁻¹), ziricote (44 cm year⁻¹), Jamaican rain tree (66 cm year⁻¹), cedar (82 cm year⁻¹), machiche (88 cm year⁻¹), and red cedar (37 cm year⁻¹); and they are lower than those achieved by melina (155 cm year⁻¹). The species compared were cultivated in 10x20 cm polyethylene bags (Bertoni and Juárez, 1980). Juárez and Ramírez (1985) assessed an assay of a melina plantation, considered to be fast-growing. They assayed four intervals of 2x2 to 3.5x3.5 m, with variations of 50 cm. Their results show increases in height between 124 and 164 cm year⁻¹, similar to the values for *T. rosea* grown in coconut fiber containers in the present research.

Growth speed is an important factor in the first phases of the plantation, and an ideal plant has a specific height within an interval that has been associated with success in the plantations of a given species and under certain seasonal conditions, as stated by Birchler et al. (1998). *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken is a fast-growing

plantados, alcanzan alturas de 1 a 2 metros, lo que concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo.

Los árboles de *T. rosea* producidos en contenedores de fibra de coco crecieron en altura $132.2 \text{ cm año}^{-1}$ y 113.4 y 95.4 cm año^{-1} en los de 60 y 77 cavidades, estos resultados superan a los registrados para caoba (60 cm año^{-1}), ciricote (44 cm año^{-1}), granadillo (66 cm año^{-1}), jobo (82 cm año^{-1}), machiche (88 cm año^{-1}), cedro rojo (37 cm año^{-1}); y son inferiores a los logrados por la melina (155 cm año^{-1}); las especies comparadas se cultivaron en bolsas de polietileno de $10 \times 20 \text{ cm}$ (Bertoni y Juárez, 1980). Juárez y Ramírez (1985) evaluaron un ensayo de plantación de melina, considerada de rápido crecimiento, ensayaron cuatro espaciamientos que van de 2×2 a $3.5 \times 3.5 \text{ m}$, con variaciones de 50 cm , sus resultados señalan incrementos en altura de 124 a 164 cm año^{-1} , semejantes a los valores de *T. rosea* en la presente investigación en contenedores de fibra de coco.

La rapidez de crecimiento es un factor importante en las primeras etapas de la plantación, y una planta ideal presenta una altura dentro de un intervalo que ha sido unido con el éxito en las plantaciones de una especie dada y para unas determinadas condiciones de estación como lo señalan Birchler *et al.* (1998). *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken es una especie tropical con alta velocidad de crecimiento, la cual a dos años de establecimiento presenta alturas entre 1.85 a 2.46 m (92 a 123 cm año^{-1}) para los sistemas en bolsa y cepellón, cepellón-tocón, tocón y para plantas a raíz desnuda, no se obtuvieron diferencias significativas, pero los menores valores fueron para las plantas producidas a raíz desnuda. Al comparar estos resultados con los obtenidos para *E. cyclocarpum* en los tres contenedores de cultivo, los valores difieren; *Cordia* presenta menor ritmo de crecimiento; en relación con *T. rosea*, los árboles cultivados en contenedores de fibra de coco también superan en crecimiento a *Cordia* en las cuatro modalidades y, a su vez, los de este taxon son sensiblemente similares a los valores de *T. rosea* propagada en envases de poliestireno de 60 y 77 cavidades.

En el campo y, debido a la mayor velocidad de crecimiento, en la evaluación al año de establecida la plantación, *E. cyclocarpum* proveniente de contenedores de fibra de coco presentó un diámetro de cuello de 37.1 mm , muy por arriba del resto de los tratamientos, ya que estos variaron de 19.6 a 25.1 mm , resultados que superan a los de Contreras y Rodríguez (1992) quienes en una plantación con *Cordia alliodora* de dos años determinaron valores de diámetro de cuello de 14.4 a 20.8 mm y un promedio de 7.2 a 10.4 mm año^{-1} con los métodos de plantación en bolsa y cepellón, cepellón-tocón, tocón y a raíz desnuda.

En relación con los resultados de la variable combinada D^2H , que estima el volumen de la parte aérea de los árboles, las plantas de *E. cyclocarpum*, presentaron los más altos valores y superaron ampliamente a los obtenidos para *T. rosea*, lo que corrobora la hipótesis de que *E. cyclocarpum* posee una mayor velocidad de crecimiento.

tropical species, which two years after the establishment of the plantation attains heights between 1.85 and 2.46 m (92 to 123 cm year^{-1}). No significant differences were found for the bag and root ball, root ball and stump, and stump systems, or for naked root plants, but the lowest values were for the naked root plants. When these results are compared to those obtained for *E. cyclocarpum* in the three cultivation containers, the values differ; *Cordia* shows a slower pace of growth; in relation to *T. rosea*, trees cultivated in coconut fiber containers also surpass *Cordia* in growth in the four modalities, and the values for this taxon are sensitively similar to those of the *T. rosea* propagated in polystyrene containers with 60 and 77 cavities.

In the field, and due to its higher pace of growth, in the assessment carried out one year after the establishment of the plantation *E. cyclocarpum* grown in coconut fiber containers had a neck diameter of 37.1 mm , a value well above that of the other treatments, in which neck diameters varied from 19.6 to 25.1 mm . These results surpass to those of Contreras and Rodríguez (1992), who, in a two-year-old *Cordia alliodora* plantation determined neck diameter values between 14.4 and 20.8 mm , and average values between 7.2 and $10.4 \text{ mm year}^{-1}$ with the bag and root ball, root ball and stump, stump and naked root cultivation methods.

In relation to the results of the combined D^2H variable, whereby the air volume of the trees is estimated, the *E. cyclocarpum*, plants showed the highest values and widely surpassed those obtained for *T. rosea*. This corroborates the hypothesis that *E. cyclocarpum* has a higher pace of growth.

Comparing the results within each species, *E. cyclocarpum* cultivated in coconut fiber containers, and as a product of the characteristics acquired in the nursery, reached a higher growth rate in the combined variable: 309% in relation to the plants cultivated in polystyrene containers with 60 cavities, and 229% in relation to those grown in containers with 77 cavities. *T. rosea* reached the highest value with the plants produced in coconut fiber containers, and the differences were of 138.6% in relation to those cultivated in polystyrene containers with 60 cavities, and 224% , in relation to those propagated in containers with 77 cavities.

CONCLUSIONS

The largest reduction in the number of trees in the plantation was registered during the first three months, time in which the plants showed a greater aptitude to become anchored in the soil; those that were cultivated in coconut fiber containers presented smaller loss than those cultivated in polystyrene trays with survival rates between 96% and 97.3% for *T. rosea* and *E. cyclocarpum*.

E. cyclocarpum achieved a significantly higher growth with the plants cultivated in coconut fiber containers, and *T. rosea* trees grown in this type of containers showed greater significant differences in morphological dimensions.

Al comparar los resultados dentro de cada especie, *E. cyclocarpum* cultivada en contenedores de fibra de coco y producto de las características adquiridas durante la etapa de vivero alcanzó un porcentaje de crecimiento mayor en la variable combinada de 309%, respecto a las plantas procedentes de contenedores de poliestireno de 60 cavidades y de 229% en las de 77 cavidades. *T. rosea*, alcanzó el valor más alto con las plantas producidas en envases de fibra de coco y las diferencias fueron de 138.6% respecto a las cultivadas de 60 cavidades y de 224% sobre las de 77 cavidades.

CONCLUSIONES

La reducción más grande en el número de árboles en la plantación se registró durante los tres primeros meses, época en la que manifestó la mayor aptitud de las plantas de anclarse en el terreno, las que fueron cultivadas en contenedores de fibra de coco presentaron menor pérdida, respecto a las cultivadas en charolas de poliestireno con supervivencia del 96 al 97.3% para *T. rosea* y *E. cyclocarpum*.

E. cyclocarpum logró un crecimiento significativamente mayor con las plantas cultivadas en contenedores de fibra de coco y para *T. rosea* los árboles provenientes de este tipo de contenedores tuvieron las diferencias significativas superiores en las dimensiones morfológicas.

E. cyclocarpum presentó crecimientos en altura superiores a los de *T. rosea*, sin importar el contenedor en que se cultivaron en el vivero. Respecto al diámetro *E. cyclocarpum* también superó a *T. rosea*; en ambas el contenedor de fibra de coco favoreció dimensiones más grandes, y de manera análoga ocurrió con la variable D^2H .

En la plantación de *E. cyclocarpum* y *T. rosea* no se observaron plagas o enfermedades que afectaron la supervivencia o al crecimiento de los árboles.

A un año de plantación, la fibra de coco con que están elaborados los contenedores orgánicos se incorporaron 100% al suelo, además no se detectó limitación en la expansión radical en ninguna de las dos especies evaluadas. 🌱

REFERENCIAS

- Aguirre, S. M. A. 2000. Calidad de planta de *Pinus pseudostrobus* Lindl., cultivado en dos sistemas de producción en vivero y su rendimiento inicial en una plantación forestal en Santa Rosa, Iturbide NL. Tesis. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, NL. México. 69 p.
- Bertoni V., R. y V. M. Juárez G. 1980. Comportamiento de nueve especies forestales tropicales plantadas en 1971 en el CEF Tropical "El Tormento". Cien. For. en Méx. 5(25):3-40.
- Birchler, T., R. W. Rose; A. Royo y M. Pardos. 1998. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. Invest. Agr. Sist. Recur. For. Vol. 7 (1 y 2). España. 13 p.
- Cano P., A., J. Vargas H., V. A. González H., G. Vera C. y V. M. Cetina A. 1998. Caracterización morfológica de plántulas de *Pinus greggii* Engelm., en dos sistemas de producción en vivero. Cien. For. en Méx. 23(84):35-46.
- Castillo, M. C. 2001. Influencia de calidad de *Pinus pseudostrobus* en supervivencia y crecimiento de un ensayo de reforestación en Iturbide N. L. Tesis. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, NL. México. 72p.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2009. *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. Descripción de especies. OFI-CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp. 529-532.

E. cyclocarpum had larger growths in height than *T. rosea*, regardless of the types of containers in which they were cultivated at the nursery. With respect to the diameter, *E. cyclocarpum* also surpassed *T. rosea*; in both, the coconut fiber container favored larger dimensions, and much the same occurred with the D^2H variable.

In the *E. cyclocarpum* and *T. rosea* plantations, no pests or illnesses affecting the survival or the growth of the trees were observed.

One year after the establishment of the plantation, the coconut fiber from which the organic containers were made was totally incorporated to the soil; besides, no limitation to root expansion was detected in either of the two species assessed. 🌱

End of the English version



- Contreras G., J. A. y B. Rodríguez S. 1992. Método de plantación en *Cordia alliodora* (Ruíz & Pav.) Oken Bajón. Cien. For. en Méx. 17(72): 101-114.
- Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM). 2005. Gobierno del Estado de Michoacán. <http://cofom.michoacan.gob.mx/PRODEFOS%202005-2030.pdf> (14 mayo del 2009).
- Comisión Forestal Nacional (Conafor). 2008. Plantaciones Forestales Comerciales, un negocio verde y sustentable. <http://www.milenio.com/node/1344> (13 mayo del 2009).
- Cuevas R., R. A. 1995. Calidad de planta. In: Viveros Forestales. Centro de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Publicación Especial N° 3. SAGAR-INIFAP. México D.F. México. pp. 108-119.
- Domínguez C., P. A., J. J. Navar Ch., y T. Moreno R. 1997. Calidad de plántulas de *Pinus pseudostrobus* Lindl., cultivadas en dos sistemas de producción en vivero y plantadas en sitios marginales en Santa Rosa, Iturbide, Nuevo León. México. In: IV Congreso Mexicano Sobre Recursos Forestales. 24-26 de noviembre de 1999. Durango, México. p. 128.
- Descripción y Estudio del Territorio Nacional (DETENAL). 1974. Descripción de la leyenda de la carta edafológica. Folleto explicativo. Público. FAO/UNESCO. México, D.F. 104 p.
- Duryea, M. L. 1985. Evaluating seedling quality: Importance to reforestation. In: Duryea, M. L. (ed.). Evaluating seedling: principles, procedures and predictive abilities of major test. Oregon State University. Corvallis, OR USA. pp. 1-4.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2005. Recursos Forestales Mundiales, FAO. http://www.camss.org.mx/documentos/recursos_forestales_mundiales_2005_fao.pdf (18 mayo del 2009).
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2006. Plantaciones Forestales Comerciales: Una Solución a la producción de Madera y de empleo, 2006. <http://www.comesfortab.gob.mx/documentos/Plantaciones%20Forestales%20Comerciales.pdf> (13 mayo del 2009).
- García, M. A. 2007. Importancia de la calidad del plantío forestal. XXII Jornadas Forestales de entre Ríos. Área Forestal de la EEA Concordia del INTA. <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/2007/312II.GARCIA.pdf> (10 de julio del 2009).
- Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI). 1985. Síntesis Geográfica del Estado de Michoacán. Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F. México. 341 p.
- Juárez G., V. M. y H. Ramírez M. 1985. Crecimiento de *Gmelina arborea* Roxb. (L) en cuatro espaciamientos. Cien. For. en Méx. 10(56):3-15.
- Landis, T. D. 1990. Containers: Types and Functions. In: Landis, T. D., R. W. Tinus, S. E. McDonald and J. P. Barnett. The Container Tree Nursery Manual, Department of Agriculture, Forest Service. Washington, DC. USA. Agric. Handbook. Volume 2 No. 674 pp. 41-89.
- Martínez, G. A. 1988. Diseños experimentales. Editorial Trillas S.A. México, D.F. México pp. 118-160.
- Mas, P. J. 2003. Guía práctica para la producción de planta en un vivero. Comisión Forestal del Estado. Boletín Técnico, Número 5. Volumen 1. Morelia, Mich. México. 37 p.
- Mexal, J. G., R. A. Cuevas A. y T. D. Landis. 2008. Reforestation Success in Central Mexico: Factors Determining Survival and Early Growth. USDA. Forest Service. Tree Planters Notes. Vol. 53, No. 1. pp. 16-21.
- Programa de Desarrollo Forestal (Prodefo). 2000. Manual de producción de plantas en contenedor. Gobierno del Estado de Jalisco-FIPRODEFO. Guadalajara, Jal. México. 245 p.
- Programa de Desarrollo Forestal (Prodefo). 2001a. Monografías de especies nativas promisorias para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en el estado de Jalisco. *Cedrela odorata* y *Tabebuia rosea*. Gobierno del Estado de Jalisco- PRODEFO. Guadalajara, Jal. México. 81 p.
- Programa de Desarrollo Forestal (Prodefo). 2001b. Monografías de especies nativas promisorias para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en el estado de Jalisco. *Enterolobium cyclocarpum*, *Roseodendron Donnell-smithii* y *Hura poliandra*. Gobierno del Estado de Jalisco- PRODEFO. Guadalajara, Jal. México. 86 p.
- Programa Nacional para el Manejo de Recursos Genéticos Forestales (PNMRGF). 2004. Diagnóstico general de la problemática de los recursos genéticos forestales 2004-2005. SEMARNAT-CONAFOR. México, D.F., México. pp. 6-8.
- Plevich, O. J. y B. O. Miguel. 2008. Introducción de especies y procedencias de robles (*Quercus* sp.) en la región ecológica de Sierras del S-O de la Provincia de Córdoba. PIA 32/98. BLOQUE 5. Resultados y avances para la región centro. Investigación forestal al servicio de la producción II. http://www.sagpyamecon.gov.ar/new/00/forestacion/biblos/bloque05_2.pdf. (11 de julio del 2009).
- Prieto R., J. A. y B. Alarcón M. 1998. Producción de planta forestal. Folleto técnico. No. 10. Campo experimental Valle del Guadiana. Centro de Investigación Regional Norte Centro-INIFAP. Durango, Dgo. México. 19 p.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2005. Comisión Nacional Forestal, Coordinación General de Producción y Productividad. México. http://148.223.105.188:2222/gif/snifportal/secciones/demas/compendio2006/Reportes/D3_FORESTAL/D3_RFORESTAO9/D3_RFORESTAO9_02.htm (14 mayo del 2009).
- Skoupy, J. and E. L. Hughes. 1971. Reforestation using Jiffy 7 Peat Pellets. Canada Dep. of Fisheries and Forest, Forest Res. Lab., Fredericton, New Brunswick. 2 p.
- Statistical Analysis System Institute. 2004. SAS/ETS® 9.1. Users Guide. SAS Institute Inc. Cary, NC USA. 2170 p.
- Toral I., M. 1997. Concepto de calidad de planta en viveros forestales. Documento técnico No. 1. PRODEFO-SEFUNCO. Guadalajara, Jal. México. 28 p.
- Wright, J. A., J. Escobar and G. Henderson. 1999. Utilization of Jiffy pellets in the production of pine and eucalypt seedlings, pine rooted cuttings and native species propagation: nursery and field comparisons. In: Landis, T. D. and J. P. Barnett (coord.). National proceedings: forest and conservation nursery association. Gen. Tech. Rep. SRS-25. Forest Service, Bouthem Research Station Asheville, NC USA. pp. 54-56.

