

ARTÍCULO ORIGINAL

Experiencias en la producción de plantas cultivadas en los viveros forestales en contenedores



Experiences in the containerized tree seedlings forest nurseries production

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

Eduardo González Izquierdo¹, Milagros Cobas López¹, Marta Bonilla Vichot², Rogelio Sotolongo Sospedra³, Iris Castillo Martínez⁴, Ilya García Corona⁵, Maribel Medina Malagón⁵

Doctor en Ciencias Forestales de la Universidad de Pinar del Río, 5ta Final, Edificio 37, Apto. B-4, Rpto. Hnos. Cruz CP 20200 Teléfono: 48764339. Correo electrónico: eduardo@upr.edu.cu

RESUMEN

El trabajo muestra los principales resultados de las investigaciones llevadas a cabo por el equipo de viveros forestales del Grupo de Manejo Forestal Sostenible del Centro de Estudios Forestales de la Universidad de Pinar del Río en los últimos 25 años. Se presentan las características de las plantas de calidad, los mejores sustratos, el manejo de agua para endurecer las especies forestales en condiciones ecológicas de períodos cada vez más prolongados de sequía. Las especies forestales estudiadas fueron: *Talipariti elatum* (Sw.)Fryxell, *Pinus tropicalis* Morelet, *Swietenia mahagoni*(L.)Jacq. *Swietenia macrophylla* King, *Caesalpinia violacea* (Mill.) Stand, *Genipa americana* L, *Gerascanthus gerascanthoides* (Kunth) Borhidi y *Cedrela odorata* L. y *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Los principales resultados pueden resumirse en: el tamaño de los contenedores oscila entre los 90 y los 300 centímetros cúbicos; los sustratos combinan componentes orgánicos compostados fundamentalmente de la corteza de *Pinus caribaea* Morelet y *Eucalyptus* ssp., con proporciones que varían según la especie y las disponibilidad de estos componentes en los viveros donde se produzcan las plantas; en el manejo del agua se emplearon procedimientos de endurecimiento por riego en el último mes del cultivo. En general los análisis económicos demostraron la disminución de los costos de producción por planta con el empleo de esta novedosa tecnología, al igual que sus ventajas sobre la tecnología tradicional de producción de plantas en bolsas: la humanización del trabajo de la mano de obra del vivero forestal, la reducción de los costos de producción, la mejora de la calidad de las plantas producidas y el aumento de la productividad de sus obreros.

Palabras clave: calidad de la planta forestal; sustrato; manejo del agua; tubetes; compostaje.

ABSTRACT

The work summarizes the results of the research carried out by the team of forest nurseries at Sustainable Forest Management Group in Pinar del Río University Forest Research Centre in the last 25 years. The characteristics of seedlings quality are presented, the best growing media, the water management to harden the forest species under the ecological conditions of more and more lingering periods of drought. The studied forest species were: *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell, *Pinus tropicalis* Morelet, *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq., *Swietenia macrophylla* King, *Caesalpinia violacea* (Mill.) Stand, *Genipa americana* L, *Gerascanthus gerascanthoides* (Kunth) Borhidi y *Cedrela odorata* L. y *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. The main results can be summarized in the following way: the size of the containers oscillates between 90 and 300 cubic centimeters; the growing media combines organic and composted components fundamentally of *Pinus caribaea* and *Eucalyptus* ssp bark., with proportions that they vary according to the species and the disposability of these components in the nurseries where the plants take place; for the water management hardening procedures were used by watering in last month of the cultivation. In general the economic analyses demonstrated the decrease of the production costs for seedlings with the employment of this novel technology, the same as their advantages on the traditional technology of seedlings production in polybags: humanization of manpower work in forest nursery, reduction of costs production, improvement of produced seedling quality and productivity increase of their workers.

Key words: forest seedling quality; growing medium; water management; containers; compost.

INTRODUCCIÓN

Debido a los fuertes problemas de deforestación, a la pérdida de Biodiversidad biológica que sufren, sobre todo, los países tropicales y a la gran necesidad de reforestar, los viveros pueden funcionar no sólo como fuente productora de plantas, sino también como sitios de investigación donde se experimente con las especies nativas de interés, con la finalidad de propiciar la formación de bancos de germoplasma y plántulas de especies nativas que permitan su caracterización, selección y manejo. Esto permitirá diseñar, conocer y adecuar las técnicas más sencillas para la propagación masiva de esas especies.

El trabajo ha sido el resultado de las investigaciones que fueron llevadas a cabo por el equipo de viveros forestales del Grupo de Manejo Forestal Sostenible del Centro de Estudios Forestales de la Universidad de Pinar del Río en los últimos 20 años. Por tanto, el objetivo del trabajo es mostrar de forma resumida las principales características de las plantas de calidad, los mejores sustratos, el manejo de agua para endurecer las especies forestales en condiciones ecológicas de períodos cada vez más prolongados de sequía. Las especies forestales estudiadas fueron: *Talipariti elatum*, *Pinus tropicalis*, *Swietenia mahagoni*, *Swietenia macrophylla*, *Caesalpinia violacea*, *Genipa americana*, *Gerascanthus gerascanthoides* y *Cedrela odorata* y *Eucalyptus grandis*. Se resumen en lo esencial 4 tesis doctorales, 6 tesis de maestría y más de 20 Trabajos de Diploma en Ciencias Forestales de la Universidad de Pinar del Río.

MATERIAL Y MÉTODO

En las investigaciones realizadas se han hecho estudios tanto de las características de los sustratos empleados para cada especie, como de los parámetros de la calidad de planta: en los atributos morfológicos, la altura, el diámetro en el cuello de la raíz, el peso de las plantas, tanto de la parte aérea (tallo y área foliar) como la radical. Para los índices morfológicos se estudió la relación parte aérea/parte radical (PA/PR), la esbeltez, que es la relación entre la altura y el diámetro de la plantita (h/d), así como el índice de Dickson (QI) y por último el Balance hídrico en la planta (BAP).

También se hizo un estudio del endurecimiento en vivero de especies forestales por estrés hídrico para *Eucalyptus grandis*, por el interés que mostró la Empresa Forestal Integral (EFI) Guanahacabibes, la única empresa forestal que en la década del 90 tenía la tecnología de los contenedores o también llamados tubetes.

En los trabajos evaluados se realizaron análisis económicos basados en los costos de producción de plantas fundamentalmente por la reducción de los componentes de los sustratos y el gasto de agua para el riego de las posturas.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Los principales resultados pueden resumirse de la forma siguiente:

Se presentan los mejores sustratos estudiados para cada una de las especies. (Tabla 1.)

Tabla 1. Sustratos recomendados por los investigadores para la producción de plantas en tubetes de *Eucalyptus grandis*, *Talipariti elatum*, *Pinus tropicalis*, *Swietenia macrophylla*, *Swietenia mahagoni*, *Cedrela odorata*, *Genipa americana*, *Caesalpinia violacea* y *Gerascanthus gerascanthoides*.

Especies	Sustratos	Abreviaturas	Composición (%)	Autores
<i>Eucalyptus grandis</i>	Ca + Tu + G	S1	50 + 40 + 10	Castillo (2006), Frías (2011), Leyva (2005) y Medina (2004)
	Ca + Tu + Gm	S2	50 + 40 + 10	
	Ca + Ce + G	S3	50 + 20 + 30	
<i>Talipariti elatum</i>	Tu + C + Ec	S4	40 + 20 + 40	Cobas (2001)
	Cpc + Tu + Ec	S5	25 + 25 + 50	
	Cpc + hl + Tu	S6	20 + 40 + 40	
<i>Pinus tropicalis</i>	Gm + C + Cpc	S7	40 + 20 + 40	Bonilla (2001)
	Gm + Tu + Cpc	S8	20 + 50 + 30	
<i>Swietenia macrophylla</i>	Co + Ec	S9	50 + 50	Fajardo (2005)
	Tu + Co + Ec	S10	25 + 50 + 25	
<i>Swietenia mahagoni</i> ¹	Ev + S	S11	80 + 20	Ballate (2006)
	Ev	S12	100	
<i>Cedrela odorata</i>	Co + Cpm s/c + hl	S13	50 + 25 + 25	Da Mata (2009)
<i>Genipa americana</i>	Ev + Cpm s/c + Tu	S14	30 + 30 + 40	Delgado (2009)
<i>Caesalpinia violacea</i>	Ev + Cpm s/c + Tu	S15	30 + 30 + 40	Forteza (2009)
<i>Gerascanthus gerascanthoides</i>	Ev + Cpm s/c + Tu	S16	30 + 30 + 40	Alonso (2010)

Simbología empleada para los componentes de los sustratos: Ca = cachaza; Tu = Turba; Gallinaza = G; Guano de murciélago = Gm; Corteza de eucalipto comportada = Ce; Compost = C; Estiércol de caballo = Ec; Corteza de pino compostada = Cpc; Humus de lombriz = hl; Compost orgánico = Co; Estiércol de vaca = Ev; Suelo de serpentina = S y Cpm s/c = Corteza de pino molida semicompostada.

Fuente: Elaboración propia.

Un resultado muy semejante se presenta en los índices morfológicos (Tabla 2), donde también hay grandes diferencias cuantitativas entre las especies. La esbeltez responde a los valores señalados por González (2006), en correspondencia con ello las especies de mayor velocidad de crecimiento tienen mayores valores.

Un aspecto metodológico que se destaca en estos resultados es la necesidad de uniformar la metodología de las mediciones para buscar mayores posibilidades en el análisis comparativo de los atributos e índices, de manera que haga más fácil la comparación.

Tabla 2. Resumen del comportamiento de los mejores resultados para los índices morfológicos en los distintos sustratos y especies de acuerdo con las investigaciones realizadas por el grupo.

Especies	Sustratos	Índices morfológicos			
		Esbeltez	PA/PR	Índice de Dickson	BAP
<i>Eucalyptus grandis</i> ²	S1	14,7	1,37	0,060	1,57
	S2	12,4	2,08	0,036	1,35
	S3	11,2	2,23	0,042	-
<i>Talipariti elatum</i> ³	S4	4,08	1,97	0,140	5,01
	S5	4,98	1,33	0,090	4,23
	S6	3,43	1,43	0,100	3,19
<i>Pinus tropicalis</i> ⁴	S7	3,80	2,40	0,030	-
	S8	2,55	3,11	0,020	-
<i>Swietenia macrophylla</i> ⁵	S9	5,38	2,42	0,340	-
	S10	5,13	2,81	0,200	-
<i>Swietenia mahagoni</i> ⁶	S11	2,52	1,13	0,140	2,816
	S12	2,60	1,05	0,155	2,618
<i>Cedrela odorata</i>	S13	1,55	0,94	0,840	0,116
<i>Genipa americana</i>	S14	2,27	1,56	2,640	0,270
<i>Caesalpinia violacea</i>	S15	1,98	3,13	0,502	0,562
<i>Gerascanthus gerascanthoides</i>	S16	2,52	0,91	1,030	0,049

Fuente: Elaboración propia.

La figura 1, muestra de forma clara, el crecimiento y desarrollo de las posturas de diferentes especies forestales estudiadas más recientemente con el empleo de sustratos donde predominan componentes orgánicos.

Los resultados en cuanto al riego, por ser este aspecto más complejo, tienen mayores limitaciones, pues prácticamente solo pueden arribarse a conclusiones más definitorias para *Eucalyptus grandis*. Después de evaluar las investigaciones de Castillo (2006), así como su continuidad en plantaciones posteriores de la especie por Frías (2011), puede proponerse en su primera fase conclusiva, lista para su introducción a la producción el siguiente manejo del agua en el cultivo de *Eucalyptus grandis* para viveros en contenedores de la EFI Guanahacabibes:

Para el primer mes de vida, riego intenso dos veces al día hasta saturación del sustrato del contenedor,

Para el segundo mes de vida riego una vez al día hasta saturación del sustrato del contenedor,

Para el tercer y último mes de vida en el vivero, riego en días alternos, igualmente hasta saturación del sustrato del contenedor.



Fig. 1. Plántulas de *Cedrela odorata* (a) según Da Mata (2009), de *Caesalpinia violacea* (b) según Forteza (2009), de *Genipa americana* (c) según Delgado (2009) y de *Gerascanthus gerascanthoides* (d) según Alonso (2010).

Fuente: Elaboración propia.

Según González (2006), como efecto de la disminución de los riegos a finales del ciclo de las plantas en vivero, se observó que estas son capaces de desarrollar ciertos mecanismos de resistencia a la sequía como la regulación de las pérdidas por transpiraciones, un atributo que influye de forma determinante en la capacidad de supervivencia durante el arraigo, como se manifiesta una correlación significativa entre los niveles de endurecimiento utilizados y la supervivencia en plantación, tendiendo a ser mayor en los tratamientos donde fueron sometidas a niveles de endurecimiento moderado sin llegar al bajo. Este aspecto fue corroborado por Frías (2011). Estos resultados se obtuvieron por las investigaciones de Medina (2004), Leyva (2005) y fueron validados posteriormente por Castillo (2006) y Castillo *et al.* (2006).

En un análisis de costos realizado para una producción estimada de 950 000 plantas en contenedor de capacidad de 90 cm³, al considerar solamente los costos de los sustratos, se determinó que las mezclas formadas por los sustratos S1, S2 y S3 (anteriormente descritos) son 42%, 63% y 28% más económicas respectivamente con respecto al sustrato anteriormente empleado en la EFI Guanahacabibes que era con Turba y Cáscara de arroz (S17), como se aprecia en la Tabla 3 (Medina, 2004; Leyva, 2005; Castillo, 2006 y Frías, 2011).

Tabla 3. Estimado de los costos de producción realizados en la investigación, de acuerdo con Medina (2004), Leyva (2005) y Castillo (2006).

Sustratos	Abreviaturas	Costo de producción para 54000 tubetes (pesos)
Cachaza + Turba + Gallinaza	S1	1195.43
Cachaza + Turba + Guano de murciélago	S2	1479.21
Cachaza + Corteza de eucalipto + Gallinaza	S3	763.00
Turba (70%) + cáscara de arroz (30%)	S17	2066.92

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con numerosos autores, entre ellos Navarro *et al.*, (2006), la respuesta de la planta al establecimiento depende de varios factores relacionados, y cuya importancia relativa en el éxito final varía en función de las condiciones del lugar de plantación y de las técnicas empleadas. Se consideran como aspectos bien conocidos que el éxito temprano de una repoblación está relacionado directamente con la evolución de las condiciones meteorológicas inmediatamente después del establecimiento, al igual que la fecha de plantación, el cual es un factor determinante en el éxito de una repoblación en particular en climas con fuertes restricciones hídricas. También los procedimientos de preparación de mayor intensidad tienden a mejorar el éxito de la plantación. Pero estos mismos autores reconocen como un aspecto poco conocido que sería necesario mejorar los estudios de evolución de variables climáticas en parcelas de ensayo y con carácter regional para establecer valores de referencia mínimos para el éxito del establecimiento, en particular de precipitación.

Trabajos más recientes como los de Agraz *et al.*, (2007) y Agraz *et al.*, (2010) recomiendan la reforestación de manglares con plantas producidas en contenedores o tubetes.

Cómo hacer la plantación, ha sido muy discutido entre nuestros viveristas y silvicultores en Cuba. Ha predominado el criterio de que se planta solamente en la época de lluvias. Este aspecto se ha visto muy influido por la irregularidad de las precipitaciones en el país, lo que, unido a la falta de disciplina tecnológica, prolonga el tiempo de estancia de las posturas en el vivero y por tanto eleva sus costos de producción. Sin embargo, la supervivencia sigue siendo baja en la mayoría de los casos. Vilagrosa *et al.*, (2006), señalan que el endurecimiento en vivero es un proceso en el que se promueven los mecanismos de resistencia a un factor de estrés de una planta al someterla a dosis subletales de dicho estrés y por otro lado estos mismos autores dicen que incrementa la resistencia de las plantas a la sequía, pero los resultados de su efecto en la mejora de la supervivencia y crecimiento post-transplante no son claros.

Se ha evaluado entonces la disyuntiva, entre mantener este esquema de plantar esperando la época de lluvia, lo cual prolonga en muchos casos excesivamente el tiempo de las posturas en el vivero y aumentan los costos de producción y plantar asegurando un riego abundante en ese momento, cumpliendo con la disciplina tecnológica de la producción de plantas en contenedores que generalmente no pasan de los tres meses en el vivero y reducen significativamente los costos de producción.

De acuerdo con los datos de Medina (2004) se gastaban 82,5 m³ de agua para regar diariamente el vivero de las posturas de *Eucalyptus grandis* en el vivero de la EFI Guanahacabibes durante el período de su investigación. Si asumimos que este

mismo fuera del gasto de agua al momento de realizar la plantación, se hace evidente, que los costos por concepto de hacer esta operación, ni siquiera en dos o tres ocasiones, podría sobrepasar los costos que ocasionaría tener esa misma cantidad de posturas durante 9 o 10 meses en el vivero, que triplicarían al menos los costos de producción de las mismas posturas llevadas correctamente al campo a los 3 meses cuando están óptimas para ser plantadas. Esta valoración hace pensar al equipo de investigadores del Grupo de Manejo Forestal Sostenible de la Universidad de Pinar del Río, que se puede considerar como una posibilidad real, económica y técnicamente factible para romper con el esquema de plantación condenado solamente a la espera del período lluvioso.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados presentados en este trabajo se arriban a las siguientes conclusiones:

La producción de plantas en los viveros forestales debe sustentarse en el empleo de sustratos que combinen componentes orgánicos o derivados del compostaje de los residuos de los tratamientos silviculturales o el aprovechamiento forestal, lo cual haría más sostenible la propia producción forestal.

El endurecimiento por riego empleado en *Eucalyptus grandis* además de garantizar plantas con mayor resistencia a los períodos cada vez prolongados de sequía, permitió alcanzar un ahorro importante por la reducción en los costos de producción y hace pensar que se pueden emplear en otras especies forestales del programa de reforestación del país.

RECOMENDACIONES

Proponer a las empresas forestales del país que se comiencen investigaciones para cambiar la fecha de plantación de las posturas producidas en los viveros en contenedores al momento de estar óptimas para ser plantadas y se cumpla más estrictamente la disciplina tecnológica, con el empleo de un riego intenso al momento de realizarse la plantación si se mantiene un largo período de sequía. Esto evitaría los elevados costos de mantener las posturas en el vivero por períodos demasiados prolongados, duplicaría e incluso podría hasta triplicar la producción de plantas en el año en el mismo vivero y con los mismos envases, con lo cual se haría más rentable y sostenible la producción de posturas en las empresas forestales del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRAZ, C. et al. *Guía técnica: Criterios para la restauración del mangle*. Universidad Autónoma de Campeche, Comisión Federal de Electricidad, Comisión Nacional Forestal, 2007
- AGRAZ, C. et al. Diagnóstico como base de un plan de restauración para los ecosistemas de manglar. *III Simposio Internacional de Restauración Ecológica, Santa Clara*, 2010. ISBN 978-959-250-600-8.
- ALONSO, T. *Comportamiento de los parámetros de calidad de planta Cordia gerascanthus L. con sustratos orgánicos en viveros con tubetes*. Tesis inédita en opción al título académico de Master en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, 2010.

- BALLATE, D. *Evaluación de la calidad de posturas de Swietenia mahagoni (L) Jacq., producidas con sustratos orgánicos y tubetes, para la restauración ecológica.* Tesis inédita en opción al título académico de Master en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, 2006.
- BONILLA, M. *Evaluación del comportamiento de Pinus tropicalis Morelet en la fase de vivero con tubetes.* Tesis inédita en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, 2001.
- CASTILLO, I. *Efecto de diferentes sustratos y del endurecimiento por riego en la calidad de las plantas de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden en contenedores en Pinar del Río, Cuba.* Tesis no publicada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río y la Universidad de Alicante, España, 2006.
- CASTILLO, I et al. Comportamiento de algunos parámetros morfológicos y fisiológicos en la planta de Eucalyptus grandis cultivada en contenedores con diferentes regímenes de riego en Pinar del Río, Cuba. *IV Simposio Internacional sobre Manejo Sostenible de los Recursos Forestales.* 2006. ISBN 959-16-0408-4.
- COBAS, M. *Caracterización de los atributos de calidad de la planta de Hibiscus elatus Sw., cultivada en tubetes.* Tesis inédita en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, 2001.
- DA MATA, A. *Evaluación de la calidad de la planta de Cedrela Odorata L. cultivada en vivero mediante diferentes métodos.* Trabajo de Diploma, Facultad Forestal y Agronomía, Universidad de Pinar del Río, 2009.
- DELGADO, M. 2009. *Comportamiento de los parámetros de calidad de la Genipa americana con sustratos orgánicos en viveros con tubetes.* Tesis inédita en opción al título académico de Master en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, 2009.
- FAJARDO, M. *Efecto del sustrato en la calidad de la planta de Swietenia macrophylla King producida en vivero sobre tubetes.* Trabajo de Diploma, Facultad Forestal y Agronomía, Universidad de Pinar del Río, 2005.
- FORTEZA, I. *Efectos de diferentes sustratos orgánicos en la calidad de la planta de de Caesalpinia violacea (Mill.) Standl, cultivada en tubetes.* Tesis inédita en opción al título académico de Master en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, 2009.
- FRÍAS, M. *Comportamiento en plantación de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden producidas en tubetes con diferentes sustratos y riego de endurecimiento.* Tesis no publicada en opción al título académico de Master en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, 2011.
- GONZÁLEZ, E. 2006. «Metodología para el cultivo en vivero de diferentes especies forestales». *Memoria científica semestral del Proyecto de investigación,* 2006.
- LEYVA, F. 2005. *Producción de plantas de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden con diferentes niveles de endurecimiento en contenedores.* Trabajo de Diploma, Facultad Forestal y Agronomía, Universidad de Pinar del Río, 2005.
- MEDINA, R. 2004. *Producción de plantas de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden en contenedores utilizando diferentes sustratos y regímenes de riego en dos localidades de la provincia de Pinar del Río.* Tesis inédita en opción al título de Master en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, 2004.
- NAVARRO, R.; DEL CAMPO, A. Y CORTINA, J. Factores que afectan al éxito de una repoblación y su relación con la calidad de la planta. En: J. CORTINA, coord. *Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos. Estado actual de conocimientos.* Madrid: Naturaleza y Parques Nacionales. Serie Forestal, 2006, p. 31-46.
- VILAGROSA, A.; VILLAR-SALVADOR, P. Y PUÉRTOLAS, J. El endurecimiento de especies forestales mediterráneas. En: J. CORTINA, coord. *Calidad de planta*

forestal para la restauración en ambientes mediterráneos. Estado actual de conocimientos. Madrid: Naturaleza y Parques Nacionales. Serie Forestal. Madrid, 2006, p. 119-140.

Recibido: 22 de octubre de 2014.

Aceptado: 19 de diciembre de 2014.

Eduardo González Izquierdo. Doctor en Ciencias Forestales de la Universidad de Pinar del Río, 5ta Final, Edificio 37, Apto. B-4, Reparto. Hermanos. Cruz CP 20200
Teléfono: 48764339. Correo electrónico: eduardo@upr.edu.cu
