

¿SEMILLAS VERSUS PROPAGACIÓN VEGETATIVA: HACIA DÓNDE VAMOS?

Murillo, Olman¹; Badilla, Yorleny²; Obando, German³.

RESUMEN

Con la incorporación de las técnicas de mejoramiento genético, la reforestación clonal en América Latina continúa avanzando y encontrando nuevas organizaciones que la han logrado llevar a una escala operacional. La mayor ganancia genética y facilidad o bajo costo de manejo de la plantación clonal, han sido sus principales argumentos. El tipo de plántula producida y la posibilidad de establecer bloques plantados monoclonales, están causando también una profunda transformación del concepto tradicional de reforestación hacia un cultivo de madera. La facilidad de propagar individuos adultos en especies latifoliadas como la *Gmelina arborea*, *Tectona grandis* y varias especies de eucaliptos, ha contribuido a su popularización. En especies de coníferas, sin embargo, no se ha logrado fácilmente propagar individuos adultos, lo que ha promovido el uso de la estrategia conocida como la amplificación de familias de hermanos completos. Estos cambios en la producción de material seleccionado para reforestación están modificando su comercialización. Se revisa en este trabajo la experiencia que se ha desarrollado en Costa Rica y posibles cambios en el mercado interno de semillas forestales. Nuevas opciones de comercialización de propágulos se están investigando, así como la transformación tecnológica de los viveros forestales tradicionales. Se discute el futuro de la semilla como material de reforestación y se concluye que la semilla irá perdiendo poco a poco el papel protagónico que tuvo hasta ahora, a pesar de su mayor facilidad de comercialización en la mayoría de las especies. Los cambios hacia el uso de propágulos exigirán también un cambio radical del concepto y rol del banco de semillas tradicional.

Palabras clave: Mejoramiento genético, bloques plantados monoclonales, comercialización, semillas forestales.

¹Instituto tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ing. Forestal. Cartago, Costa Rica. omurillo@iter.ac.cr

²Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR). Costa Rica. ybadilla@yahoo.com

SEEDS VERSUS VEGETATIVE PROPAGATION: WHERE DO WE GO?

Murillo, Olman; Badilla, Yorleny; Obando, German³.

SUMMARY

With the incorporation of techniques of genetic improvement, clone reforestation in Latin America continues to have advances and to find new organizations that have achieved it to carry out to an operational scale. The highest genetic gain and facility or low cost of clone plantation management have been their main arguments. The type of seedling produced and the possibility to establish planted monoclonal blocks are also bringing about a deep transformation of the traditional concept of reforestation toward a wood crop. The facility of spreading mature individuals in broadleaf species as *Gmelina arborea*, *Tectona grandis* and several species of eucalyptuses has contributed to their popularization. In species of coniferous, however, it has not easily been possible to spread mature individuals, what has promoted the use of a well-known strategy as the broadening of complete siblings' families. These changes in the production of selected material for reforestation are modifying their commercialization. In this work, experience that has been developed in Costa Rica and possible changes in the domestic market of forest seeds is reviewed. New options of propagules commercialization are investigating, as well as technological transformation of the traditional forest nurseries. It is discussed the future of the seed as reforestation material and it is concluded that seed will go losing a starring role that had up to now, step by step in spite of its higher commercialization facility in most of the species. The changes toward the use of propagules will also demand a radical change of the concept and role of traditional bank of seeds.

Key words: genetic improvement, planted monoclonal blocks, commercialization, forest seeds.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la silvicultura clonal se reporta con mayor fuerza a partir de principios de los años 80, con los resultados espectaculares reportados por la empresa Aracruz Florestal (Brasil). Otras compañías asentadas en América Latina, como Cartón de Colombia, logra también ingresar a inicios de los años 90 en el selecto grupo de organizaciones que incorporan los beneficios de la reforestación clonal a escala comercial. Otras compañías afiliadas a la Cooperativa de Mejoramiento Genético para especies coníferas de México y Centro América (CAMCORE con sede en la Universidad Estatal de Carolina del Norte, USA), reportan también poco después su incursión en este campo. Para las especies coníferas u otras difíciles de propagar, CAMCORE ha venido recomendando el desarrollo de la estrategia conocida como amplificación familiar (1999). La cual consiste en obtener semilla de cruces de comprobada calidad y con las plántulas que se producirán, iniciar masivamente su clonación a partir del enraizamiento de su estaca terminal u otras zonas de crecimiento.

En Costa Rica la compañía Ston Forestal se convierte en la pionera en este campo a mediados de los años 90, quienes desarrollan su programa de mejoramiento genético con *Gmelina arborea*. La empresa MACORÍ logra a fines de los años 90 desarrollar su programa clonal con *Tectona grandis*, al igual que la empresa Maderas Cultivadas con *Gmelina arborea*. Sin embargo, en todos estos casos, la debida validación del material seleccionado (árboles plus) no fue satisfactoriamente alcanzado. Tampoco se ha logrado implementar en ninguno de los casos costarricenses, una verdadera reforestación comercial clonal en bloques monoclonales, tal y como se concibe internacionalmente (Zobel & Talbert, 1984). Estas empresas, sin embargo, sí han propagado masivamente clones debidamente seleccionados y han plantado cada una, alrededor de 50 a 100 ha con una mezcla de varios de sus clones.

La silvicultura clonal impone un cambio en toda la concepción del modelo de plantación. Desde que la plantación se establece en forma de un mosaico de bloques monoclonales, donde cada uno de estos bloques tendrá un comportamiento prácticamente idéntico en crecimiento y calidad (fenotipo), se presenta la oportunidad para replantear la posibilidad de aprovechar mejor el sitio, así como intentar utilizar hasta el producto del primer raleo. Al lograrse una alta homogeneización en la plantación, los raleos se convierten en una tarea fácil. El plan de aprovechamiento se simplifica ya que los productos a

BIBLIOTECA

cosechar son todos casi idénticos. El espaciamiento inicial debe entonces replantarse ya que al no existir diferencias entre los árboles de un mismo bloque monoclonal, se puede diseñar un manejo de la densidad inicial orientado exclusivamente a elevar la calidad de los fustes y a facilitar las labores de aprovechamiento. La tecnología clonal exige sin embargo, una mejor preparación del terreno, ya que el material enraizado es de menor tamaño a lo usualmente utilizado. Además, los clones tienden a ser mucho más sensibles a las condiciones de sitio que el material producido por semilla, por lo que su buen desempeño no necesariamente se mantendrá a lo largo de toda una región geográfica. Por razones de riesgo de una excesiva reducción de la variabilidad genética, se ha instaurado como norma internacional el uso mínimo de 20 clones y bloques monoclonales no mayores a 20 ha, en cualquier programa clonal comercial.

Por lo tanto, la reforestación clonal basada en un programa de mejoramiento genético y silvicultural, es la combinación necesaria para alcanzar el éxito reportado por otras compañías. Solamente el trabajo continuo y sistemático puede lograr la conjugación de estos factores.

DISCUSIÓN

En el caso de Costa Rica se ha logrado en los últimos años un avance significativo en el desarrollo de protocolos de propagación vegetativa, con prácticamente todas las especies forestales de importancia económica. En el cuadro 1 se puede apreciar que en todas las especies de mayor tasa de reforestación en el país, cuentan ya con procedimientos debidamente validados para el enraizamiento de estacas. Inclusive, en el caso de las especies teca, melina, laurel y pilón, los protocolos existentes están ya a un nivel comercial y están siendo utilizados por las principales compañías reforestadoras ubicadas en el país.

Cuadro 1: Especies forestales con protocolos de enraizamiento de estacas desarrollados en Costa Rica.

Especie	Referencia
Teca (<i>Tectona grandis</i>)*	Alvarado, 1997.
Melina (<i>Gmelina arborea</i>)*	Ortega, 1991; Díaz <i>et al.</i> , 1991
Eucalyptus deglupta	Paniagua, 1992.
Cebo o Chanco (<i>Vochysia guatemalensis</i>)	Mesén & Trejos 1998.
Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)*	Mesén <i>et al.</i> , 1996.
Ciprés (<i>Cupressus lusitanica</i>)	Sánchez, S. & Murillo, O. 2000
Jaúl (<i>Alnus acuminata</i>)	Mata 1993
Pilón (<i>Hieronyma alchorneoides</i>)*	Badilla <i>et al.</i> , 2000; Núñez, 1997
Amarillón (<i>Terminalia amazonia</i>)	Morales 1999.

* Especies con capacidad de clonación a nivel comercial

El cultivo *in vitro* es sin duda una tecnología importante en la propagación de plantas, que ya ha logrado insertarse en el paquete tecnológico de varias especies de importancia agrícola alimentaria de nuestros países. Cultivos como el banano y los tubérculos utilizan desde hace varios años, el cultivo *in vitro* a nivel comercial y privado. En el caso de las especies forestales, sí se ha registrado un avance notorio en el dominio de las técnicas de micropropagación, pero aún no logran competir con las tecnologías de más bajo costo como el enraizamiento de estacas.

En el cuadro 2 puede observarse que sí se han desarrollado los protocolos de propagación *in vitro* con la mayor parte de las especies forestales de mayor demanda en reforestación. Sin embargo, estos protocolos, con excepción de la teca (empresa MACORI), no han sido validados en el campo ni han sido revisados a una escala de mayor producción

Cuadro 2: Especies forestales comerciales con protocolo de cultivo *in vitro* desarrollado en Costa Rica.

Especie	Referencia
Teca (<i>Tectona grandis</i>)	Milena & Abdelnour
Melina (<i>Gmelina arborea</i>)	Gamboa, 1998
Jaúl (<i>Alnus acuminata</i>)	Badilla <i>et al.</i> , 199 ; Araya, 2000
Pilón (<i>Hieronyma alchorneoides</i>)	Gamboa, 1998

El desarrollo del mejoramiento genético orientado hacia una reforestación clonal se ha iniciado ya con algunas compañías reforestadoras importantes en el país. Los desarrollos más claros están alrededor de la teca y melina, pero el trabajo de FUNDECOR y del Instituto Tecnológico de Costa Rica, están logrando avances significativos con varias especies nativas de importancia comercial (Badilla *et al.*, 2000).

En el cuadro 3 se puede apreciar ya un buen número de empresas y organizaciones con programas de mejoramiento genético claramente definidos hacia la reforestación comercial. Es importante mencionar, que en todos estos casos, éstas mismas empresas compraban anualmente grandes cantidades de semilla a los bancos de semillas y productores de semilla existentes en el país. Pero a partir del desarrollo de sus propios programas de mejoramiento y clonación, han ido disminuyendo su demanda y dependencia de los proveedores de semilla. Las áreas reforestadas con clones, no alcanzan a la fecha más de 50 ha anuales en cada empresa. Pero el desarrollo de sus jardines clonales, invernaderos y personal, les permitirá alcanzar en unos 2 años el 100% de las nuevas plantaciones con el uso de clones seleccionados.

Cuadro 3: Empresas forestales en Costa Rica con algún grado de desarrollo de un programa de mejoramiento genético orientado hacia reforestación clonal.

Empresa u Organización	Área total Reforestada (ha)	Área anual a reforestar a partir del 2002 (ha)	Especie(s)
Ston forestal	18 000	No reforestarán	Melina (<i>Gmelina arborea</i>)
Maderas cultivadas	7 000	500-700	Melina (<i>Gmelina arborea</i>)
Macori	4 000	300	Teca (<i>Tectona grandis</i>)
Costamadera	300	50-100	Teca (<i>Tectona grandis</i>)
Ecodirecta*	900	500	Teca (<i>Tectona grandis</i>)
Flor y Fauna*	2 700	1000	Teca (<i>Tectona grandis</i>)
Fundecor	1 850	400	Nativas (pilón, cebo, y otras)
Total	34 750	2750 a 3000	

*Recién inician su programa de mejoramiento genético orientado hacia reforestación clonal.

En el cuadro 4 se pueden apreciar las ventajas que ofrece la tecnología de la reforestación clonal versus el uso de semilla. En seminarios recientemente celebrados en el ámbito empresarial del país, se ha concluido una y otra vez sobre lo vital y estratégico de desarrollar programas de mejoramiento genético para las empresas/organizaciones reforestadoras. La nueva política de mercados abiertos exige subir los estándares de productividad y calidad a las empresas. El uso de clones en reforestación exige si, una mejor preparación del terreno a ser plantado y un control de malezas más cercano durante el primer año. Sin embargo, una mayor ganancia genética, mayor homogenización de la plantación y mayor productividad, compensa sobradamente este tipo de limitaciones del uso de clones. Pero el aspecto más relevante es quizá, el hecho de que con el desarrollo de jardines clonales, no existe dependencia del abastecimiento de semilla (susceptible a la fenología, al clima y otros). La empresa puede planificar detalladamente y con precisión el momento exacto de plantación y de todas las labores conexas. Los viveros comerciales podrán también trabajar a futuro con contratos de producción, firmados 6 semanas

antes con los demandantes del material. De modo que cada vez menos tendrán que arriesgarse a producir plántulas que no tienen certeza de si se venderán.

Cuadro 4: Análisis comparativo de los aspectos más importantes entre un posible mercado de semillas y propágulos.

Aspecto	Semilla	Clon
Ganancia genética	$G = \frac{1}{2} i * S * h^2$	$G = i * S * h^2$
Homogenización de la plantación	Muy bajo	100 %
Dependencia de la fenología y del tiempo	100%	0 %
Posibilidades de almacenamiento	Muchas spp son recalcitrantes	No se necesita
Tiempo de propagación en vivero	De 5 a 12 meses	De 5 a 10 semanas
Costos de producción de una nueva planta	US \$ 0,09 a 0,18	US \$ 0,10 a 0,21 (estacas)
Requerimientos de tecnología y capacitación	Bajo	De mediano (estacas) a alto (<i>in vitro</i>)
Requerimientos de capital, inversión	Bajo	De bajo (estacas) a mediano (<i>in vitro</i>)
Facilidad de comercialización	Alta (depende de la especie)	Mediana, requiere de nueva tecnología de embalaje y de más espacio
Valor comercial	Bajo	Alto

El tema del mercado y sus canales de comercialización es sin duda la mayor limitación que puede hoy día encontrar un posible mercado de clones (propágulos). Puede fácilmente concluirse que un mercado de clones deberá desarrollar nuevos sistemas de embalaje. En países pequeños como Costa Rica, existe un amplio mercado de plántulas propagadas (almácigo) y distribuidas en

bandeja plástica, desarrollado con éxito en varios cultivos agrícolas como el chile, tomate, melón, sandía y otros. Estas mismas bandejas se han probado con buenos resultados en el enraizamiento de estacas de todas las especies comerciales del país (Badilla *et al.*, 2000, Sánchez & Murillo, 2000), aunque su sistema radical puede sufrir enrollamiento y tener también un menor desarrollo en comparación con el de plántulas propagadas en pellets.

Los requerimientos de cuarentena y otros trámites aduaneros pueden sin duda ser también un obstáculo para el comercio internacional de material clonal en comparación con el comercio de la semilla. Sin embargo, la experiencia desarrollada en el país en la exportación de follajes, helechos, flores y otro tipo de plantas, sin duda podría ser utilizada en un futuro comercio de material clonado en la región.

CONCLUSIONES

La propagación vegetativa comercial de especies forestales a través del enraizamiento de estacas, ha cobrado un gran auge en los últimos años en el país. Su potencial ha sido claramente identificado y se considera que regirá el futuro de la actividad de la reforestación nacional. Uno de sus mayores aportes es eliminar la dependencia del abastecimiento de semilla, que ha sido siempre una dificultad importante en el desarrollo de la reforestación, principalmente con especies forestales nativas.

Con el uso de material clonal se logran mayores ganancias genéticas y homogenización de la plantación, que se traducirá en una disminución de los costos de manejo y una mayor productividad y calidad de la plantación. La experiencia desarrollada con cultivos agrícolas podrá servir de base para la búsqueda de sistemas de embalaje y trasiego de material clonal, dentro y fuera del país.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ahuja, M. R. & Libby, W. J. (eds). 1993. Clonal Forestry II: Conservation and Application. Springer-Verlag. Berlín, Alemania. 240 p.
2. Alvarado, R. 1997. Propagación vegetativa de teca (*Tectona grandis* L.F.) por medio de estacas de rebrotes ortotrópicos juveniles. Práctica de especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ing. Forestal. Cartago, Costa Rica. 60 p.
3. Araya, E. 2000. Práctica de especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Biología. Ing. En Biotecnología. Cartago, Costa Rica. p.
4. Badilla, M.; N. Hidalgo; E. Guevara & O. Murillo. 1992. Cultivo *in vitro* de plántulas de Jaúl (*Alnus acuminata*). Tecnología en Marcha Vol 11 (3):3-9 p.
5. Badilla, Y., Rodríguez, L., Murillo, O. & Obando, G. 2000. Avances en la clonación de cebo, botarrama, pilón y almendro. Programa de mejoramiento y conservación genética de especies forestales. Reporte de Investigación No. 1. 11 p.
6. CAMCORE. 1999. Annual Report. North Carolina State University. Raleigh, North Carolina. USA. p.
7. Díaz, E.R.A., Salazar, R. & Mesén, F. 1991. Enraizamiento de estacas juveniles de *Gmelina arborea* Linn. Silvoenergía N°. 49. 4 p.
8. Gamboa, J.P. 1998. Práctica de especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ing. Forestal. Cartago, Costa Rica. p.
9. Gamboa, K. 1999. Estudios conducentes al establecimiento *in vitro* de Pílon *Hyeronima alchorneoides*, especie nativa de Costa Rica. Tecnología en Marcha Vol 13: 169-174
10. Gutiérrez, M. 1997. Práctica de especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ing. Forestal. Cartago, Costa Rica. p.
11. Mata, L.F. 1993. Desarrollo de técnicas para propagación vegetativa para jaúl (*Alnus acuminata* ssp *arguta* (Schlect.)Furlow). Tesis Lic Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ing. Forestal. Cartago, Costa Rica. 136 p.
12. Mesén, F. & Trejos, E. 1998. Propagación vegetativa del San Juan (*Vochysia guatemalensis* Donn. Smith) mediante enraizamiento de estacas juveniles. Revista Forestal Centroamericana 21: 19-24
13. Mesén, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación. CATIE. PROSEFOR. Serie Técnica. Manual Técnico No. 30. Turrialba, Costa Rica. 36 p.
14. Mesén, F., Leakey, R.R.B. & Newton, A.C. 1996. Vegetative propagation of *Cordia alliodora* (Ruiz&Pavon)Oken: the effects of IBA concentration, propagation medium and cutting origin. Forest Ecology and Management 92: 45-54
15. Morales, W. 1999. Evaluación del potencial de enraizamiento de material juvenil de *Terminalia amazonia*. Tecnología en Marcha Vol 13: 175-179
16. Muñoz, A. & Abdelnour, A. 1997. Experiencias en la micropropagación de pochote (*Bombacopsis quinata*) y teca (*Tectona grandis*). En: III Congreso Forestal Nacional. San José, Costa Rica. 27-29 de Agosto, 1997: 300-301 p.

17. Núñez, Y. 1997. Propagación vegetativa del cristóbal (*Platymiscium pinnatum* Benth), pilón (*Hieronyma alchorneoides* Allemo) y surá (*Terminalia oblonga* Ruiz&Pavon) mediante el enraizamiento de estacas juveniles. Tesis M.Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 150 p.
18. Ortega, M.V. 1991. Enraizamiento de estacas de *Gmelina arborea* (Roxb). Práctica de especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Departamento de Ing. Forestal. Cartago, Costa Rica. 64 p.
19. Paniagua, R. 1992. Propagación vegetativa por estacas de ramas de árboles adultos de *Eucalyptus deglupta* Blume. Práctica de especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ing. Forestal. Cartago, Costa Rica. 90 p.
20. Rojas, G. 2000. Crioconservación de endocarpos y semillas de Melina (*Gmelina arborea*). En: I Congreso de Investigación. San José, Costa Rica: 115 p.
21. Sánchez, S. & Murillo, O. 2000. Potencial de reforestación clonal con ciprés (*Cupressus lusitanica*). Revista Forestal Centroamericana 32: 30-33.
22. Zobel, B. & Talbert, J. 1984. Applied Forest Tree Improvement. John Wiley & Sons, Inc. New York, EUA. Pág: 309-344.

Faint header text at the top of the page, possibly containing a title or reference number.

Main body of faint, illegible text, likely a list or a series of entries.

