

Los últimos avances realizados en la clonación de teca permiten mejorar la calidad del material de plantación

por
Olivier Monteuis¹
y
Henri-Félix Maître²

¹CIRAD-BIOS, TA 10/C
Baillarguet 34398 Montpellier
Cedex 5, Francia
monteuuis@cirad.fr

²CIRAD-E.S. TA C-DIR/B
Baillarguet 34398 Montpellier
Cedex 5, Francia
maître@cirad.fr



Nuevo y mejorado: Esta comunidad de Ghana utiliza material mejorado para su plantación de teca financiada por la OIMT. Fotografía: J. Gasana

SI BIEN SE CULTIVA ampliamente por toda la región del trópico, la teca (*Tectona grandis*) es originaria de la India, Laos, Myanmar y Tailandia. La enorme demanda internacional de teca de buena calidad ha llevado al agotamiento de las reservas naturales, que cada vez se encuentran más protegidas por estrictas políticas de conservación para preservar la biodiversidad.

Esta situación ha producido cambios en el concepto básico de la plantación de teca. Las plantaciones tradicionales de esta especie, manejadas principalmente por organizaciones estatales para su aprovechamiento en 60–80 años (Ball et al. 2000), ya no se ajustan correctamente a las necesidades actuales de los inversores privados que buscan el mejor rendimiento en el menor tiempo posible. Para tales inversores, la calidad y el origen del material de plantación de teca ha pasado a ser un aspecto crucial del proceso.

... el 'camino de los plantones' es obsoleto y, de hecho, representa un impedimento para una mayor productividad en gran escala de las plantaciones de teca y, por lo tanto, para las inversiones en plantaciones comerciales de esta especie.

Limitaciones de la silvicultura de la teca

Durante siglos se han empleado los medios tradicionales de propagar la teca a través de semillas. Si bien estos métodos permiten almacenar los plantones en forma de 'cepas' para su transporte, para esperar las condiciones adecuadas para la plantación, etc., esta forma de propagación sexual tiene las siguientes desventajas serias:

- la cantidad de semillas producidas por cada árbol es demasiado limitada y su tasa de germinación en general es muy baja (20–25%);
- el período requerido para la etapa de floración y producción de semillas es muy prolongado debido a la necesidad de mantener el meristemo terminal en estado vegetativo durante el mayor tiempo posible (la floración normalmente

induce una bifurcación y la longitud del fuste recto influye directamente en el valor de la teca en el mercado);

- existe una variabilidad significativa de ciertas características de importancia económica (crecimiento, forma, propiedades tecnológicas y estéticas de la madera, etc.) entre los distintos individuos de la especie, incluso cuando se han derivado del mismo árbol madre;
- hay limitados conocimientos sobre el carácter hereditario de estas características de importancia económica (y, por consiguiente, existe cierta incertidumbre sobre las ganancias potenciales de los costosos programas de cultivo y mejoramiento de árboles).

Varios expertos (p.ej. Kjaer y Foster, 1996; Kjaer et al. 2000) han documentado todas estas desventajas. White y Gavinlertvatana (1999) indicaron que el 'camino de los plantones' es obsoleto y, de hecho, representa un impedimento para una mayor productividad en gran escala de las plantaciones de teca y, por lo tanto, para las inversiones en plantaciones comerciales de esta especie. Según estos autores, la magnitud de la verdadera ganancia genética asociada a la producción de plantones sigue siendo incierta, al igual que el valor de las actividades de reproducción de teca que han empleado ese método en las últimas décadas. Sin duda, ésta es una preocupación importante para los inversores potenciales, para quienes es crucial contar con rendimientos rápidos y garantizados.

Propagación vegetativa de la teca

Contrario a lo que sucede con la propagación de semillas (donde cada individuo es genéticamente diferente de los otros), la propagación asexual o vegetativa comprende la duplicación (teóricamente sin límites) de genotipos preservando a la vez su estructura genética original a través de divisiones mitóticas para conservar así sus características individuales. Este proceso es esencial para asegurar la transferencia de propiedades que aparecen bajo control sin aditivos, especialmente aquéllas de importancia económica. Además, la propagación vegetativa se



El ataque de los clones: Plantaciones de teca de 42 meses, establecidas con plantones producidos localmente (izquierda) y clones seleccionados (derecha), bajo las mismas condiciones ambientales y silviculturales en Mato Grosso, Brasil. *Fotografía: D. Monteuiis*

aplica a cualquier individuo, incluso aquéllos sin semillas fértiles debido a inmadurez, condiciones ambientales desfavorables, u otros factores.

Al igual que con otras especies arbóreas, la multiplicación vegetativa de la teca por estacas es una técnica útil de investigación, además de su evidente aplicación en actividades operativas o productivas. Las aplicaciones de investigación comprenden, por ejemplo, lo siguiente:

- ensayos clonales, inclusive de comparación de clones y variabilidad clonal ('efectos c');
- interacciones entre genotipo y entorno;
- estimaciones de parámetros genéticos como rasgos hereditarios generales, correlaciones genéticas entre las distintas características, etc.; y
- conservación ex-situ de genotipos o complejos genéticos específicos.

En un sentido más práctico, la propagación vegetativa de la teca por estacas puede resultar útil para establecer huertos semilleros clonales 'seguros', evitando los riesgos de clones 'ilegítimos' asociados a los huertos clonales producidos tradicionalmente mediante injertos en material no seleccionado. La propagación vegetativa puede también utilizarse para desarrollar poblaciones productoras de madera empleando estrategias masivas o clonales, cuyas ventajas y desventajas ya han sido documentadas por Monteuiis (2000). La propagación clonal con estacas enraizadas a partir de árboles 'plus' cuidadosamente seleccionados sigue siendo la única manera de generar árboles maderables de teca de calidad superior en un período de tiempo razonable, neutralizando la heterogeneidad vinculada a las opciones de producción de plantones o incluso propagación en masa.

Los análisis económicos comparativos demuestran que para la producción de más de 100.000 estacas por año, los cultivos tisulares son más eficientes que la producción en vivero.

Nuevos métodos de propagación clonal en masa

En poco más de diez años, la posibilidad de propagación clonal en masa de árboles de teca maduros seleccionados a un costo razonable, ya sea en el vivero o mediante cultivos tisulares, ha cambiado radicalmente las perspectivas de las plantaciones de esta especie (Monteuiis 1995).

Las técnicas de vivero desarrolladas inicialmente en Sabah (Malasia) consisten en la propagación en serie de árboles

de teca seleccionados de cualquier edad mediante estacas enraizadas bajo un sistema apropiado de nebulización. Se obtuvieron tasas de enraizamiento promedio del 70–80% con varios miles de estacas recogidas de genotipos maduros de teca manejados intensa y correctamente en contenedores. En promedio, se produjeron 40 estacas enraizadas anuales por planta, representando 600 estacas enraizadas por metro cuadrado (15 plantas por metro cuadrado). Este método se transfirió con éxito a varios países del sudeste asiático, América Latina y África.

Los análisis económicos comparativos demuestran que para la producción de más de 100.000 estacas por año, los cultivos tisulares son más eficientes que la producción en vivero. Además de los usos locales, las plantas producidas en cultivos tisulares pueden exportarse (siempre y cuando no existan restricciones fitosanitarias), lo cual no ocurre con las estacas enraizadas, para el enriquecimiento de las bases genéticas locales. Además, estas plantas in-vitro pueden producirse durante todo el año, sin importar las condiciones climáticas, a diferencia de los viveros.

Los protocolos de cultivos tisulares elaborados para la teca se mantuvieron lo más simples posible para facilitar su aplicación y asegurar su eficacia en función de los costos y su alta productividad (dos factores especialmente importantes en las aplicaciones de gran escala). La técnica de micropropagación establecida es similar a la propagación con estacas enraizadas. Los brotes se producen en yemas auxiliares a fin de limitar el riesgo de variación somaclonal y mantener la fidelidad genotípica. Los brotes alargados in-vitro se enraizan en condiciones de vivero más naturales. Esta tecnología permite la micropropagación en masa de cualquier genotipo de teca para dar un número ilimitado de vástagos clonales, dando tasas de multiplicación exponenciales a través de ciclos de subcultivos sucesivos. Hasta la fecha, se han producido varios millones de plántulas de teca clonadas en diferentes laboratorios utilizando esta técnica.

Una vez transferidas al terreno, las estacas o microestacas enraizadas se desarrollaron satisfactoriamente, manteniendo fielmente las características buscadas. Las primeras estacas y microestacas enraizadas producidas en masa a partir de árboles maduros se plantaron en 1993 y 1995 respectivamente. Además de las características fenotípicas superiores, después de 6–8 años, los vástagos clonales muestran (según las condiciones del sitio) una proporción inesperadamente alta de duramen de buena calidad (Goh y Monteuiis 2005, Goh et al. 2007).

Tecnologías silvícolas innovadoras para la teca

Normalmente sólo se tienen en cuenta los criterios fenotípicos (externos) cuando se seleccionan los árboles plus potenciales (APP) de donde se sacan los clones. La importancia de utilizar también las cualidades intrínsecas de la madera junto con las características externas para la selección de APPs es evidente dado el alto valor de la madera de teca y las variaciones entre las distintas clases y precios de la teca en base a la calidad de la madera. Ahora esto es posible gracias al desarrollo de análisis no destructivos de muestras de médula de madera como los descritos por Goh et al. (2007). La Espectroscopía Infrarroja Cercana (NIR, por sus siglas en inglés) permite un rápido análisis de estas muestras de madera para determinar su densidad básica, el módulo de elasticidad y resistencia, la contracción radial y tangencial, la durabilidad natural, así como el contenido extractivo de la madera. Una vez que ha sido calibrada adecuadamente, esta tecnología constituye un método rápido, de bajo costo, fácil de utilizar, no destructivo, confiable y versátil, que puede adaptarse a diversas muestras heterogéneas de madera e identificar variaciones leves de la madera inducidas químicamente.

Los marcadores moleculares de ADN adaptados constituyen otra tecnología innovadora para contribuir al desarrollo de la silvicultura clonal en relación con la teca. Esta tecnología permite determinar el origen primario de diversas poblaciones de teca disponibles localmente, ya sea que inicialmente hayan sido importadas de la India, Myanmar (ex Birmania), Tailandia o Laos. Esta información es útil para la investigación básica (por ejemplo, para determinar la escala de adaptabilidad de las procedencias de tecas nativas en otros entornos en diversos países), así como también para las actividades operativas y comerciales. Por ejemplo, la sumamente valiosa teca birmana hoy puede existir también en varios otros países. Gran parte de la teca latinoamericana (introducida principalmente a través de Trinidad y Tobago) parece haberse originado en Tenasserim (Birmania), al igual que la teca de las Islas Salomón.

Con la evaluación de la diversidad genética y los niveles de coascendencia y cruzamiento del germoplasma de teca que existe localmente es posible asegurar un manejo y uso óptimo de los programas de mejoramiento de árboles. El conocimiento de los antecedentes genéticos de los APP y/o árboles semilleros permitirá aplicar tácticas para reducir los riesgos de los cruzamientos, por ejemplo, limitando el número de parentescos cercanos incluidos en los huertos semilleros. La información sobre las relaciones genéticas de los clones potenciales para las plantaciones productoras de madera permitirá también aplicar estrategias para controlar el nivel de diversidad/recombinación genética en tales plantaciones y posiblemente mejorar la resistencia a plagas y enfermedades. La identificación clonal mediante la huella genética de ADN puede también tener aplicaciones en el establecimiento de derechos de propiedad o la fidelidad genética de clones propagados en masa.

Conclusión

Desde mediados de los años noventa, varias empresas privadas de todo el mundo han producido y plantado millones de estacas y microestacas enraizadas de teca producidas mediante propagación clonal. La superioridad de este material de

plantación comparado con los plantones ha despertado un creciente interés en esta tecnología, tanto entre los inversores privados como los propietarios de tierras deseosos de maximizar sus rendimientos en un período de tiempo razonable. Además de permitir un rendimiento superior y una mejor calidad de la madera tanto en las plantaciones tradicionales como en los sistemas agroforestales, los clones de teca ofrecen también la oportunidad de enriquecer los recursos genéticos locales de esta especie. Los arboricultores deberían continuar las actividades de investigación y desarrollo para asegurar la disponibilidad de los mejores clones posibles para el establecimiento de plantaciones de teca en toda la región del trópico. De ese modo, se ayudará a garantizar que las excelentes propiedades de esta extraordinaria madera continúen aprovechándose en perpetuidad, aun con la disminución de las reservas naturales.

Los marcadores moleculares de ADN adaptados ... permiten determinar el origen primario de diversas poblaciones de teca disponibles localmente ...

Referencias bibliográficas

- Ball, J.B., Pandey, D. & Hira, I.S. 2000. *Global overview of teak plantations*. Publicación FORSPA No 24/2000, Publicación Teaknet No 3: 11-33.
- Goh, D. & Monteuis, O. 2005. *Rationale for developing intensive teak clonal plantations, with special reference to Sabah*. Bois et Forêts des Tropiques, 28: 5-15.
- Goh, D.K.S., Chaix, G., Baillères, H. & Monteuis, O. 2007. *Mass production and quality control of teak clones for tropical plantations: The Yayasan Sabah Group and Forestry Department of CIRAD Joint Project as a case study*. Bois et Forêts des Tropiques (En imprenta, julio de 2007).
- Kjaer, E.D and Foster, G.S. 1996. *The economics of tree improvement of teak (Tectona grandis L.)*. Nota Técnica No 43, Centro de Semillas Forestales DANIDA, Dinamarca, 23 págs.
- Kjaer, E.D., Kaosa-ard, A. & Suangtho, V. 2000. *Domestication of teak through tree improvement. Options, possible gains and critical factors*. En: Site, technology and productivity of teak plantations. Publicación FORSPA No 24/2000, Publicación TEAKNET No 3: 161-189.
- Monteuis, O. 1995. *Recent advances in mass clonal propagation of teak*. Actas de BIO-REFOR, Kangar, Malasia, 28 Nov.-1 Dic. de 1994: 117-121.
- Monteuis, O. 2000. *Propagating teak by cuttings and microcuttings*. Publicación FORSPA No 24/2000, Publicación Teaknet No 3: 209-222.
- White, K.J. & Gavinlertvatana, P. 1999. *Vegetative reproduction of teak: the future to increased productivity*. Ponencia presentada en el seminario regional sobre localización, tecnología y productividad de plantaciones de teca, Chiang Mai, Tailandia, 26-29 de enero de 1999, 7 págs.