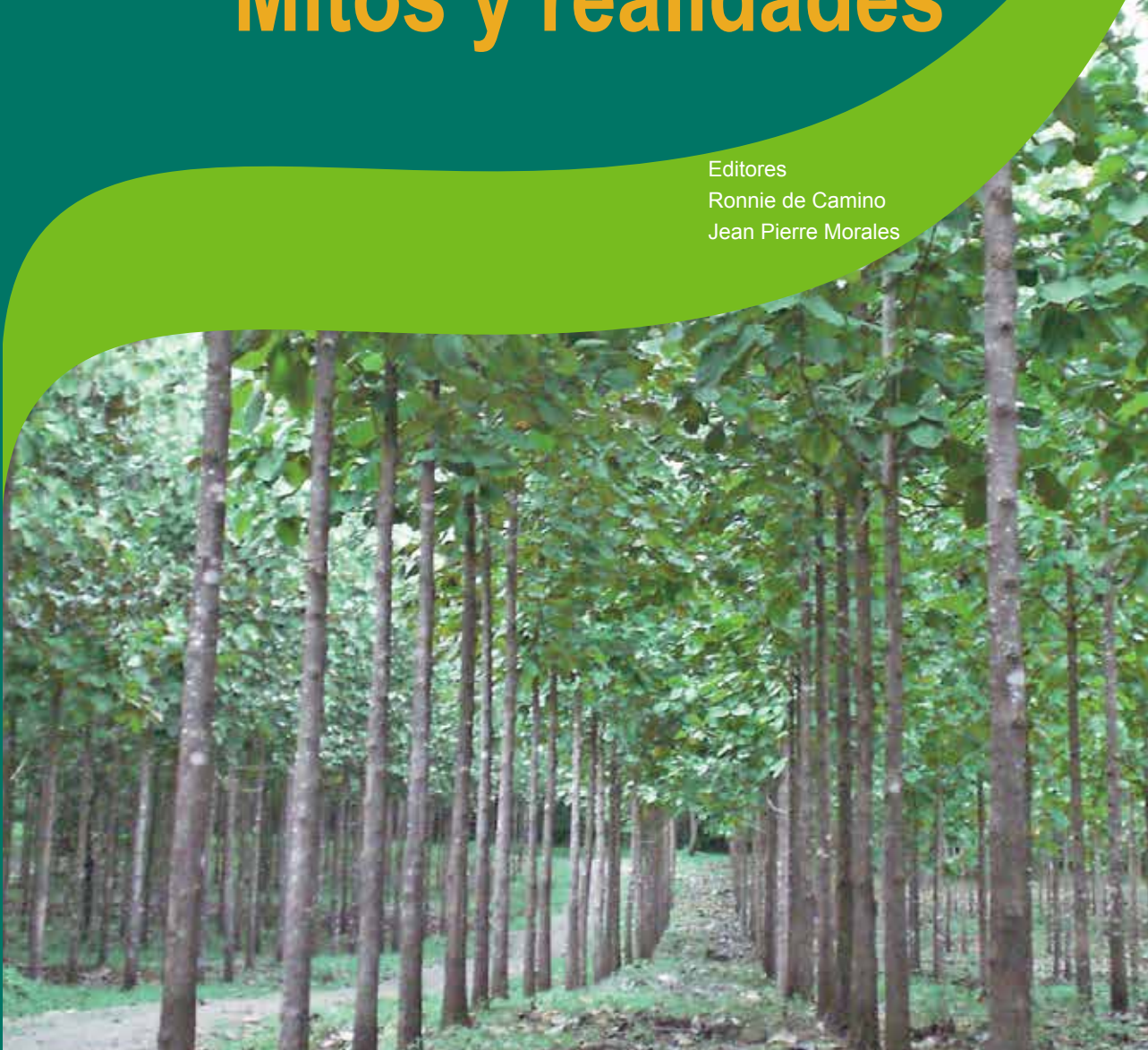


Las plantaciones de teca en América Latina: **Mitos y realidades**

Editores
Ronnie de Camino
Jean Pierre Morales



Serie Técnica
Informe Técnico no. 397

Las plantaciones de teca en América Latina: **Mitos y realidades**

Editores
Ronnie de Camino
Jean Pierre Morales

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
División de Investigación y Desarrollo
Turrialba, Costa Rica, 2013

CATIE no asume la responsabilidad por las opiniones y afirmaciones expresadas por los autores en las páginas de este documento. Las ideas de los autores no reflejan necesariamente el punto de vista de la institución. Se autoriza la reproducción parcial o total de la información contenida en este documento, siempre y cuando se cite la fuente.

© Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, 2013

ISBN 978-9977-57-620-6

634.97396

C183 Camino, Ronnie de

Las plantaciones de teca en América Latina : mitos y realidades / Ronnie de Camino. – Turrialba, C.R : CATIE, 2013.

392 p. – (Serie técnica. Informe técnico / CATIE ; no. 397)

ISBN 978-9977-57-620-6

1. -Tectona grandis – Plantación forestal – América Latina
2. Tectona grandis – Inversiones – América Latina 3. Tectona grandis – Mercadeo – América Latina I. CATIE II. Título III. Serie.

Créditos

Producción general: Lorena Orozco Vílchez

Corrección de estilo: Elizabeth Mora Lobo

Diagramación: Silvia Francis Salazar, Oficina de Comunicación e Incidencia

Fotografía de la portada: Programa Bosques-CATIE

Revisores: Walter Kollert y Eduardo Mansur, FAO

Fotos portadas de capítulos:

Capítulos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20: Proyecto CATIE-Finnfor

Capítulo 8: Marcela Arguedas

Capítulo 16: Raúl Aguirre

Capítulo 17: Folkert Kottman

Capítulo 18: Juan Carlos Salazar

La elaboración de este documento y su publicación han sido financiados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)

Contenido

Autores	v
Prólogo	xv
Primera Parte	
El contexto de las plantaciones de teca en América Latina y el mundo	1
Capítulo 1	
Introducción	4
Capítulo 2	
La teca y su importancia económica a nivel mundial	8
Capítulo 3	
La teca en América Latina	30
Segunda Parte	
Aspectos técnicos de las inversiones de teca en América Latina	43
Capítulo 4	
Tecnologías disponibles para el cultivo de teca	46
Capítulo 5	
Condiciones de sitio y la silvicultura de la teca	54
Capítulo 6	
Mejoramiento genético de la teca en América Latina	86
Capítulo 7	
Modelos de crecimiento y rendimiento	114
Capítulo 8	
Principales riesgos fitosanitarios en las plantaciones de teca	134
Capítulo 9	
Condiciones habilitadoras y barreras para el cultivo de la teca en América Latina	158

Capítulo 10

Argumentos ambientalistas en relación con las plantaciones de teca .. 180

Tercera Parte

Aspectos económicos de las inversiones en plantaciones de teca

199

Capítulo 11

Rentabilidad de las inversiones de teca 202

Capítulo 12

Comercialización de la teca..... 226

Capítulo 13

Esquemas de manejo y productividad de inversiones en plantaciones de teca..... 246

Capítulo 14

Modalidades utilizadas por los intermediarios para la promoción de inversiones de teca con énfasis en las formas de propiedad..... 264

Capítulo 15

Verificación, certificación y responsabilidad social corporativa 296

Cuarta Parte

Análisis de casos

313

Capítulo 16

La producción de teca en Bolivia..... 316

Capítulo 17

PanAmerican Woods S.A. Costa Rica 330

Capítulo 18

Plantaciones de teca en Ecuador..... 344

Capítulo 19

Plantaciones de teca en Panamá..... 362

Capítulo 20

Las plantaciones de teca en América Latina: ¿Comprar estrellas y cosechar espejismos o un recurso emergente?..... 382

Los autores¹

Alfredo Alvarado Hernández, Ing. Agrónomo, M.Sc. y Ph.D. con énfasis en clasificación, pedología, manejo y conservación de suelos tropicales. Por más de 30 años ha trabajado en las áreas de docencia universitaria principalmente en la Universidad de Costa Rica y el CATIE, combinando esta actividad en programas internacionales de la AECI y bilaterales con varias universidades de América Latina. Administrativamente, ha sido Director del Centro y del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica y asesor de varias instituciones internacionales como el IICA, BM, FAO y otras. Ha sido consultor a corto y largo plazo en el área de escogencia de tierras para uso forestal durante los últimos 15 años. Fue miembro fundador y primer presidente de la Asociación Costarricense del Suelo, presidente y miembro honorario de la Asociación Latinoamericana de la Ciencia del Suelo y es miembro activo y fundador de la Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica. Su labor científica se refleja en 170 publicaciones nacionales e internacionales.

Marcela Arguedas Gamboa, Ingeniera Forestal y máster en Ciencias Forestales con énfasis en Protección Forestal. Se ha desempeñado siempre como académica e investigadora de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, donde ha sido también directora del Centro de Investigación en Integración Bosque Industria (CIIBI) y de KURÚ: Revista Forestal (Revista Forestal Mesoamericana KURÚ) y presidenta del directorio de la Asamblea Institucional Representativa (AIR). Ha sido representante por Latinoamérica de grupos de trabajo de IUFRO y de la ISTF. En el campo de la sanidad forestal ha participado en numerosos proyectos de investigación y generado más de cien publicaciones científicas, técnicas y didácticas. Adicionalmente, se ha desempeñado como consultora especializada para instituciones estatales, organizaciones no gubernamentales y empresas privadas en América Tropical, con gran experiencia en el manejo de problemas fitosanitarios de teca.

Jeimmy Avendaño Reyes, Ingeniera Forestal con Maestría en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad, y con Especialización en Derecho Ambiental. Trabajó por casi cinco años en la elaboración de planes de manejo ambiental para la zona del Chocó Biogeográfico con comunidades indígenas y afrocolombianas, lo cual la llevó a participar como coordinadora de campo de la tercera prueba piloto del inventario forestal nacional con el Ministerio del Medio Ambiente de Colombia y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Con esta última

¹ En orden alfabético por apellido

Institución, junto con Conservación Internacional y el Banco Mundial, trabajó como consultora del Proyecto INAP, desarrollando los trabajos para el monitoreo del ciclo del carbono en ecosistemas de alta montaña. Tiene experiencia en la dirección de trabajos de tesis de pregrado de ingeniería forestal cuyo tema central es la construcción de ecuaciones alométricas para la estimación de biomasa aérea en dos especies nativas de especial importancia en los bosques de galería de Colombia. Se desempeña como profesora de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, sede Bogotá. Actualmente desarrolla las actividades técnicas del proyecto “Honda Carbono Neutro” con la empresa Acción Verde S.A.S., proyecto que busca neutralizar las emisiones de CO₂ durante los primeros 30.000 km de recorrido de cada uno de los vehículos de la marca “Honda”, verificados por la PricewaterhouseCoopers.

Kulbhushan Balooni is Professor in the Faculty of Economics at the Indian Institute of Management Kozhikode. In the past, he has been associated with Institute of Rural Management, Anand and Indian Institute of Forest Management, Bhopal. He has also been a visiting scholar to the National University of Singapore, University of Copenhagen, University of Tokyo and Wageningen University. He undertakes interdisciplinary research on environment, resources, development and policy in South and Southeast Asia. Within this broad area, he has been focusing on: decentralized governance; sustainability of local institutions and conservation; forest-based livelihoods and poverty alleviation; common property; community-based management; and institutional and policy aspects of commercial tree plantations. His work has appeared in *Agricultural Water Management*, *Conservation and Society*, *Ecology and Society*, *Geoforum*, *International Journal of the Commons*, *Journal of Forestry*, *Unasylva* and *World Development* among other journals.

Ronnie de Camino Velozo, Ingeniero Forestal y Dr. rer. nat en Manejo y Economía Forestal, Director de la Cátedra Latinoamericana de Gestión Forestal Territorial de CATIE. Fue Director de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad Austral de Chile, Gerente de Planificación e Investigaciones de la Compañía Nacional de Reforestación de Venezuela, Jefe del Área Forestal y Agroforestal de CATIE, experto en Recursos Naturales en un proyecto de GTZ en el IICA y Profesor de la Universidad para la Paz de Naciones Unidas. Ha estado relacionado con actividades de manejo de bosques naturales en Brasil y reforestación, con entidades estatales en Venezuela y Costa Rica, a lo largo de muchos años. Se ha desempeñado como auditor de certificación FSC; las empresas con las que ha estado relacionado han sido certificadas. Ha realizado investigación en la planificación y economía del manejo de bosques naturales y plantaciones.

Philip Cannon, Patologo Forestal Region 5 (California, Hawai'i, Islas Pacificas) del Servicio Forestal de los EEUU. Fue Encargado de la Productividad de Bosques para la empresa Boise Cascade; profesor de Manejo Forestal en Alabama A&M; Jefe del Área Forestal y Agroforestal y Líder del Proyecto Madeleña en el CATIE; Geneticista en el Instituto de Investigación Forestal de Nueva Zelandia; Consultor con USAID en Ecuador y con la FAO en Perú, Birmania, Tanzania y Italia; e Investigador Forestal con Carton de Colombia. Cuenta con experiencia en 36 países casi siempre relacionado con el mejoramiento de la salud y tasas de crecimiento de plantaciones forestales y bosques naturales.

Carlos Julio Castaño Ceballos, es Ingeniero Forestal de la Universidad Nacional de Colombia. Su crecimiento profesional se ha consolidado desde su cargo mediante gestión e implementación de proyectos forestales comerciales de los cuales ha hecho parte en fases de planificación y desarrollo para diferentes e importantes empresas forestales del Colombia. Se ha desempeñado como Gerente de Servicio Forestal Limitada, empresa de la cual fue fundador; Gerente de Servicios Forestales en Silvotecnia S.A. y en la actualidad tiene bajo su responsabilidad la Gerencia de Consultoría y Management de patrimonio de la misma empresa, la cual está integrada por capitales y socios de nacionalidad sueca, suiza y colombiana, en donde también hace parte del grupo accionista y desde donde se impulsa contundentemente la inversión de capitales nacionales y extranjeros en el sector forestal comercial colombiano. Su experiencia y conocimiento específicos, están relacionados con el manejo silvicultural integral de plantaciones forestales de especies como teca, acacia, pinos y en la actualidad con fuerte dedicación dirigida a proyectos de gran magnitud con especies de *Eucalyptus*. Ha realizado numerosos cursos y giras de formación en diferentes áreas de la silvicultura y otros tópicos relacionados con empresarismo forestal en países como Costa Rica, Bolivia, Panamá, Chile y Brasil. Desde su empresa ha coordinado y contribuido en consultorías para instituciones de gran renombre en el mundo forestal, tales como CATIE, Poyry, Arauco, Latin Forest, Cotopaxi, Timber Capital, The Forest Company, entre otras. Participó como expositor en la conferencia mundial de Teca (2011) realizada en Costa Rica.

Diego Dipieri, se despeña como Director de Operaciones de Brinkman & Asociados Reforestadores de Centro América; tiene amplia experiencia sobre el manejo de operaciones forestales en bosques boreales y del trópico. Su especialidad se enfoca en la gerencia y ejecución de proyectos forestales. Actualmente está a cargo de más de 400 colaboradores quienes brindan servicios silviculturales, cosecha y comercialización, vivero, agroforestería con cacao y plátano en Costa Rica, Panamá y Nicaragua. Es

parte de la junta directiva de la Asociación Nacional de Reforestadores y Afines de Panamá (ANARAP) y Fundación Natura en Panamá.

Ronald Guerrero Aguilar, Ingeniero Forestal, consultor forestal. Fue Gerente de Operaciones de Norreak Maderas en Nicaragua, Gerente de Mercadeo&Ventas de Maderas Preciosas Costa Rica S.A., Gerente General de Maderas Preciosas de Costa Rica y Maderas Preciosas de Nicaragua S.A. por 20 años. Expositor en el Congreso Latinoamericano de Teca (OLAT) en el 2011 en Costa Rica y 2012 en Brasil. Ha realizado consultorías a nivel nacional a diversas empresas privadas relacionadas con la planificación del uso de la tierra y la ejecución de proyectos agroforestales en Limón, Alajuela y Guanacaste; y consultorías internacionales en establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales de teca a empresas privadas en República Dominicana, México, Panamá. Realizó también consultorías a entidades internacionales como la UICN y el CATIE en manejo de recursos naturales. Trabajo en la administración pública en el Ministerio de Planificación Nacional e impartió clases de administración forestal en la Universidad Nacional Autónoma, Costa Rica.

Clementino Herrera Cerrud, Ingeniero Forestal, con una maestría en Silvicultura de la Academia Forestal en San Petersburgo, Rusia y otra en Ciencias Forestales de la Georg August Universitaet von Goettingen, República Federal de Alemania. En la actualidad se desempeña como Gerente de Operaciones de la empresa Brinkman & Asociados Reforestadores de Centro América, en Panamá. Fue Jefe de la División de Mantenimiento de Plantaciones Forestales en la empresa Forests For Friends Panamá, Inc. Ha sido asesor técnico en el establecimiento y manejo de plantaciones forestales para inversionistas privados. Punto focal del área forestal en el equipo negociador que representaba a Panamá ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ha estado a cargo de la Dirección Nacional de Desarrollo y Administración Forestal, en la Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá, así como también ha sido Director Ejecutivo Regional de la Autoridad Nacional del Ambiente. Ha trabajado durante la mayor parte de su carrera profesional en los ámbitos del establecimiento, mantenimiento y manejo de plantaciones forestales de alto valor. También tiene experiencia en las metodologías y procedimientos relacionados con la certificación forestal y la mitigación del cambio climático a través de la fijación de carbono en plantaciones forestales.

Justine Kent, Economista con una maestría en el tema forestal de la Universidad de Minnesota y un B.A. en economía de Mount Holyoke College. Ha trabajado para proyectos forestales y agrícolas de conservación y desarrollo en América Central y Sur

América durante once años para organizaciones como el CATIE, la UICN, CIFOR, Rainforest Alliance, e IFPRI.

Raymond M. Keogh, forestry graduate of University College Dublin (M. Ag. Sc. For.). Currently he is Technical Director of Tectona G Capital Ltd (investment management company based in Ireland) as well as Director of PlanTeak (Ireland) Ltd. He was Head of the International Teak Unit (Coillte Consult Ltd) for several years. Also: founding member of OLAT and TEAK 21 (formerly TEAK 2000). He is best known for his international work with teak having operated as a consultant for development agencies (FAO, GTZ, CDC, DFID), the World Bank, NGOs and the private and public sectors in about 20 countries in the tropics. His area of specialisation included: forestry extension, research (growth and yield) and training coordination. In recent years he has turned his attention to the development of the teak sector.

Folkert Kottman, Ingeniero Forestal, Gerente de Operaciones de PanAmerican Woods plantaciones en Costa Rica desde el 2000. Ha realizado consultorías en manejo forestal de plantaciones de teca en Panamá y Ecuador.

Ricardo Luján Ferrer, Ingeniero Forestal con Maestría en Agroforestería y Silvicultura. En la actualidad se desempeña como Director Forestal de la empresa Brinkman & Asociados Reforestadores de Centro América con proyectos forestales principalmente en Panamá, Costa Rica, Nicaragua y en años anteriores en Honduras y Belice. Ha trabajado en investigación y docencia en la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, así como en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Es miembro (secretario) de la Cámara Costarricense Forestal (CCF). Los principales proyectos de diseño, asesoría y ejecución incluyen: reforestación con especies de alto valor, agroforestería (principalmente con cacao), manejo de bosques naturales, restauración de bosques tropicales, viveros forestales, mejoramiento genético de especies forestales, certificación forestal (FSC) y proyectos relacionados con la mitigación del cambio climático mediante la reforestación.

Rafael Mata, Ingeniero Agrónomo, especialista en suelos. Con estudios realizados en Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. Master en Ciencias con Especialidad en Cultivos y Suelos Tropicales, Programa de Posgrado UCR - CATIE. Especialista en Levantamiento de Suelos, Centro Interamericano de Fotointerpretación, Bogotá, Colombia. Profesor de la Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, UCR., en las áreas de Edafología, Agropedología, Taxonomía de Suelos y Mapeo de Suelos desde 1987 hasta el presente (2013). Profesor titular del curso Génesis y

Clasificación de Suelos en sus versiones de grado (Bachillerato y Licenciatura) y posgrado (Maestría). Coordinador del Laboratorio de Recursos Naturales, CIA-UCR.2006-2012). Consultor nacional para elaboración y revisión de estudios de clasificación de suelos y tierras en cultivos como banano, café, palma y teca. Con publicaciones en el campo de la ciencia del suelo a nivel local e internacional.

Fernando Montenegro Sánchez, Ingeniero Forestal, silvicultor e investigador en ciencias aplicadas, Cursos Manejo y Planeamiento forestal Oxford University, CATIE, CAMCORE, Profesor part time de materias en Posgrado en Universidad Técnica de Quevedo, Gerente de Producción en cajonera PILPILCO, Jefe de Área en CONAF Chile, Gerente de Abastecimiento Maderero en Plywood Ecuatoriana, Mejorador en cruzamientos controlados en conejos de raza, Director Ejecutivo en Fundación Forestal JM Durini, Ecuador, múltiples ensayos en I&D, domesticación, adaptación y asociaciones de especies, delegado al Panel de Experto ITTO, Director en proyectos ITTO, ejecutor responsable de certificar predios bajo FSC, Director iniciativa nacional FSC CEFOVE en Ecuador, Conferencista en manejo forestal sostenible en bosque nativo, plantaciones forestales, manejo forestal, mejoramiento genético, trabajos de MFS con etnias Chachi, y empresarios. Se desempeña como Gerente de NeoFORESTS SA realizando consultorías nacionales y regionales, laboratorio de biotecnología y clonaje de teca.

Olivier Monteunis, Scientist (Ph.D) with more than 30 yrs of experience in basic and practical research on tree improvement and propagation including biotechnologies. Specialized in true-to-type cloning of mature selected trees of temperate and tropical species, with special mention for teak. Project leader of the Cirad-Foret/Yayasan Sabah Group partnership from 1991 to 1997. Senior expert based in Cirad headquarters, Montpellier, France, since then with frequent oversea missions in South-East Asia, Africa and Latin America, mostly on teak.

Jean Morales Aymerich, Economista con una maestría en Socioeconomía Ambiental con una especialización en prácticas del desarrollo del CATIE. En la actualidad se desempeña como investigador en la Cátedra Latinoamericana de Gestión Forestal Territorial, donde está involucrado en las líneas de investigación que están relacionadas con el sector forestal, especialmente involucrado en la evaluación financiera de proyectos forestales y en temas de gobernanza forestal. Anteriormente se desempeñó como economista en el departamento de Análisis de Políticas de Endeudamiento, una dependencia de la Tesorería Nacional y en el CONAFIN, una entidad adscrita al Ministerio de Hacienda de Costa Rica relacionado con la evaluación de las propuestas de inversión pública.

Roger Moya Roque, Ingeniero en maderas y Master y Doctor en tecnología de la madera de la Universidad de Concepción (Chile) y Universidad de Sao Paulo (Brasil). Es investigador de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica en temas relacionado con anatomía, secado y procesamiento de madera, así mismo como investigador en la utilización de la biomasa. Ha estado relacionado con investigaciones relacionadas a madera de plantaciones forestales y estudio de las maderas de bosque natural en peligro de extinción. Ha estado involucrado en una serie de consultorías nacionales e internacionales en el campo de la madera. Actualmente cuenta con cerca de 50 publicaciones en revistas indexadas en ISI y cuenta con la publicación de 3 libros.

Olman Murillo Gamboa, Ingeniero Forestal costarricense y Dr. en Mejoramiento Genético Forestal. Profesor Catedrático e Investigador de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica desde 1983, Fundador y Director actual de la Cooperativa Internacional de Mejoramiento Genético Forestal GENFORES. Fue Director de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Ha sido profesor invitado y director de tesis de posgrado en varias universidades latinoamericanas. Asesor en mejoramiento genético y manejo de plantaciones de especies tropicales en empresas reforestadoras de América Latina, consultor en recursos genéticos forestales para la FAO y varias instituciones costarricenses y de América Latina, así como para la promoción de programas nacionales de mejoramiento genético en Colombia y Ecuador. Ha desarrollado software especializado en mejoramiento genético, así como metodologías y software en calidad, inventarios y valuación de plantaciones forestales. Su investigación se concentra en mejoramiento genético y silvicultura intensiva de especies nativas tropicales de alto valor, con más de 170 publicaciones científicas.

Yadid Ordoñez Sierra, Ingeniera Forestal con Maestría en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad con énfasis en Manejo de Bosques Tropicales. Auditora en Certificación de Manejo Forestal bajo los estándares del FSC en Sur y Centroamérica. Fue Coordinadora Regional de Bosque Natural para el Proyecto Bosques y Manejo Forestal en Centroamérica, en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza –CATIE. Por muchos años se ha desempeñado como asesora en proyectos relacionados al manejo y conservación de bosques tropicales y procesos de desarrollo forestal comunitario en Sur y Centroamérica con pequeñas, medianas y grandes empresas del sector forestal. Ha realizado investigación en monitoreo ecológico en bosques húmedos tropicales, bosques de alto valor de conservación (BAVC) y ha facilitado ciclos de Aprendizaje y Gestión del Conocimiento en Manejo de Recursos Naturales y Forestería Comunitaria en América Latina.

Luis Fernando Sage Mora, Ph D. Economista agroforestal. Desde 1985 Empresario Gerente de sus empresas Eca Forestal S.A. y Consultora y Ejecutora S.A. Se ha dedicado a la ejecución y administración de proyectos agroforestales. Actualmente ejecuta un proyecto industrial forestal en 2400 ha plantadas en Guanacaste y la zona norte de Costa Rica. Consultor nacional e internacional con especialidad en financiamiento de proyectos agroforestales y economía forestal. Profesor del curso Economía e inversiones de la tierra, los bosques y los sistemas agroforestales en CATIE.

Juan Carlos Salazar, Ing. Agrónomo. Operador forestal acreditado por el “Programa de Incentivos para la Forestación con fines Comerciales” de la Subsecretaría Forestal - MAGAP. Asesor técnico de proyectos productivos de la Agencia de Desarrollo de la Provincia de Manabí. Fue Coordinador Técnico de Proyectos Forestales Comunitarios y Privados del Gobierno Provincial de Manabí, Cederena Regional Costa, Fundación Futuro y NIDESMA. Consultor en Proyectos Productivos y de Reforestación Comunitaria en FUNDES y SDS. Docente en la Universidad Estatal del Sur de Manabí - Paralelos San Vicente.

Eduardo Sandoval, Ingeniero Forestal, egresado de la Universidad Gabriel René Moreno (UAGRM) (Santa Cruz, Bolivia) en 1994. Hizo una maestría en Manejo de Bosques y Conservación de la Biodiversidad en 1998-1999 en el CATIE, Costa Rica. En 2005-2008 hizo su doctorado en Economía Forestal y de los RRNN en la Universidad de Copenhague, Dinamarca. Es docente de la carrera de Ingeniería Forestal de la UAGRM desde 1995. Ha publicado 13 trabajos entre artículos y libros mayormente en la temática de plantaciones forestales. Ha trabajado en la Superintendencia Forestal, el Centro de Investigación Agrícola Tropical, en el Proyecto Searpi/FAO, Chemonic Internacional, entre otros. Es auditor líder FSC para Rain Forest Alliance lo que lo ha llevado a realizar auditorías a empresas forestales certificadas en México, Argentina, Chile, Uruguay, Venezuela y Ecuador, además de Bolivia. Actualmente está dedicado a la construcción de casas prefabricadas de madera mediante su empresa.

Juan Solera, Ingeniero Industrial con una maestría en Administración Industrial de la Universidad de Purdue. Tiene más de 15 años de experiencia en posiciones gerenciales en empresa procesadoras de madera, los últimos 10 años como gerente de la empresa Panamerican Woods Industry, ubicada en Costa Rica, fabricante de pisos de madera de teca que son exportados a varios países de EEUU y Europa. Ha sido consultor internacional en temas relacionados con desarrollo de plantaciones y evaluaciones de procesos productivos; presidente de la Cámara Costarricense Forestal entre 2008

y 2012; miembro de la junta directiva de la Oficina Nacional Forestal y de la Oficina Nacional Forestal entre el 2009 y el 2013. Ha tenido participación activa y directa en el desarrollo de política forestal y fomento a las plantaciones forestales. A partir del 2012, es Director Regional de la empresa SCS Global Services; ha estado ligado con los temas de certificación forestal voluntaria y el desarrollo de proyectos de carbono forestal en la región latinoamericana.

Hessel van Straten, Economista. Ha desempeñado varias posiciones en Shell Internacional; lideró el proceso de inversión en plantaciones de teca en Brasil manejados por Floresteca; Director Ejecutivo de la Compañía Holandesa de capital privado que posee la mayoría de la acciones de PAW una empresa forestal en Costa Rica; Director ejecutivo de PAW, la mayor empresa exportadora de madera de teca certificada FSC; vicepresidente de PanAmerican Woods Industry, la mayor exportadora de piso de teca en América Central; Gerente de Tropi Maderas y de Tropi teca, plantaciones de teca en Ecuador; Director ejecutivo y presidente de PRC, empresa que gestiona 5.000 ha. de plantaciones de teca en Panamá; Presidente de PanAmerican Woods Real Estate, empresa desarrolladora en el tema de bienes raíces.

Álvaro Vallejo, Ingeniero forestal con maestría en manejo y conservación de bosques y biodiversidad; consultor en temas de carbono forestal (MDL, VCS, REDD+, PV, GS) y manejo de plantaciones forestales en Carbon Decisions International. Trabajó también para el Banco Mundial, como consultor en monitoreo de proyectos de carbono forestal; como investigador forestal para CATIE y como director de las áreas de investigación, mejoramiento genético y modelación de crecimiento de plantaciones forestales en Monterrey Forestal Ltda, Colombia. También estuvo a cargo de organizar e impartir cursos de manejo de plantaciones forestales y de diseño de proyectos de carbono en varios países de África, América Latina y Asia. Ha desarrollado varios *softwares* para el manejo de plantaciones forestales, modelación del crecimiento de plantaciones y del ciclo de carbono en ecosistemas y paisajes forestales, entre los que se destacan Silvia (Sistema de Manejo Forestal), Minga (Base de datos y modelos de crecimiento de especies forestales tropicales), CO2Fix y CO2Land.

Braulio Vílchez Alvarado, Biólogo. Trabajó en la Cátedra de Anatomía Vegetal de la Universidad de Costa Rica; fue profesor de la Escuela de Biología y de Diseño Industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). Actualmente se desempeña como investigador y autor de múltiples publicaciones en el área de la ecología forestal y es profesor de la Escuela de Ingeniería Forestal del ITCR. Ha estado relacionado

con diversas actividades de conservación y manejo de recursos naturales en América Central; secretario de la Convención Internacional para el Trásiego de Especies (CITES) en Costa Rica, profesor e investigador en la Estación Biológica La Selva-Costa Rica, coordinador del Comité de Representantes de Instituciones Costarricenses de la Organización para Estudios Tropicales (OET), miembro de la junta directiva de la OET. Es el director de la Revista Forestal Mesoamericana y miembro del Comité Editorial de la Revista de Biología Tropical.

Mike Wingfield has a Ph.D. in Plant Pathology/ Entomology from the University of Minnesota and is a Professor/ Director of the Forestry and Agricultural Biotechnology Institute (FABI), at the University of Pretoria in South Africa. He has worked for more than 30 years on pests and diseases of trees, especially those grown as non-natives in plantations of Africa, South and Central America and Asia. He has advised industrial corporations and institutions in the field of tree health in these regions and has contributed to the education of more than 60 Ph.D. students from many different countries world-wide. He has been awarded honorary Doctor of Sciences degrees from the University of British Colombia (Canada) and North Carolina State University for his contributions to forestry research and education.

Jeff Wright has a PhD from Oxford University following earlier degrees from Clemson University and Texas A&M University. Jeff is recognized as a world leader in the development of forest plantations for financially successful processing into products such as pulp, paper and lumber as well as carbon and bio-energy. His previous employment includes Sappi in South Africa, Smurfit Latin America in Colombia, Venezuela and Mexico as well as Rayonier. Jeff has worked in more than 40 countries and is currently Manager, Sales and Product Development for ArborGen Inc. , where his work includes developing forest bio-energy plantations in the southern United States. Jeff Wright began working with eucalypt plantations in 1978. He has managed eucalypt nursery, clonal, research, wood quality and silvicultural efforts in South Africa, Swaziland, Colombia, Venezuela and Mexico as well as consulting on eucalypt plantations in more than 20 other countries. He is the author or co-author of more than 20 publications in referred journals on eucalypts most recently as Adjunct Faculty, Department of Biomaterials, North Carolina State University.

Prólogo

Los bosques naturales y las plantaciones de teca son un recurso forestal clave en las áreas tropicales, cuyo correcto manejo depende del conocimiento a disposición de los gestores. Para ello, este libro es una extraordinaria contribución. El conjunto de información recopilada, la calidad de los autores y de los textos mismos, la amplitud e imparcialidad del análisis y el coraje con que afronta temas delicados, incluyendo las inversiones –buenas y malas– en el cultivo de teca, convierten este libro en un marco histórico y en una herramienta fundamental para todos los interesados en el desarrollo sostenible de plantaciones forestales en las regiones tropicales.

Los bosques plantados de teca han atraído importantes inversiones del sector privado en África, Asia y América Latina. Al nivel mundial, la teca es, tal vez, la madera tropical de calidad que más se planta. Aunque representa todavía una pequeña proporción de la producción mundial de madera el aporte estimado de la teca en el mercado, en comparación con la producción global de madera tropical en rollo, es inferior al 2% su aporte en términos de valor comercializado es muy significativo, especialmente para algunos países tropicales.

A escala global casi no se dispone de información sobre los recursos forestales por especies. Para contribuir a cubrir ese vacío, la FAO ha hecho un enorme esfuerzo por mejorar las estadísticas disponibles. Una evaluación de los recursos y mercados de teca se llevó a cabo en 2011 en 69 países, 38 de los cuales proporcionaron datos sobre la especie. El área de bosques plantados de teca reportada por estos países se estima en 4,3 millones de hectáreas: 83% está en Asia, 11% en África y apenas el 6% en América tropical. En comparación con encuestas anteriores, el área plantada de teca aumentó considerablemente en África (Benín, Ghana, República Unida de Tanzania), en América Central (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, Panamá), en América del Sur (Ecuador, Brasil) y en Asia (India, Indonesia, República Democrática Popular de Laos). Teniendo en cuenta que faltan datos de 22 países en donde crece la teca, la cifra disponible de plantaciones de teca muy probablemente subestima el área real de estos bosques.

Se estima que los bosques nativos de teca cubren 29 millones de hectáreas en India, RDP de Laos, Myanmar y Tailandia. Casi la mitad del total está en Myanmar. Como nos enseña este libro, el bosque natural manejado abastece apenas una cuarta parte del mercado, y la tendencia es a que tal proporción se reduzca significativamente en el futuro.

Las tasas de crecimiento de teca plantada que se han reportado son tendenciosas, como nos revela esta publicación. Algunas fuentes estiman tasas de crecimiento superiores a 20 m³/ha/año que distorsionan las expectativas de resultados a partir de plantaciones de teca. El rendimiento de la especie depende de la calidad de las plantas, de las condiciones del medio y de la aplicación de buenas prácticas de manejo forestal. Bajo tales condiciones, y como lo demuestran los casos analizados, los resultados serán seguramente positivos y promisorios.

El mercado global de la teca ha sido y seguirá siendo dominado por las tendencias del mercado asiático. Asia posee más del 90% de los recursos mundiales, y solo la India maneja el 38% de los bosques de teca plantados en el mundo. La alta demanda internacional de madera de teca se ha ampliado para incluir trozas de diámetro pequeño y de crecimiento rápido producidos en plantaciones de América Latina y África.

En América Latina, el incremento potencial de la plantación de teca es muy grande, siempre y cuando se observen los importantes cambios que se proponen en este libro a nivel de políticas de promoción del cultivo con la participación de las comunidades locales. Asimismo, no se deben alimentar expectativas poco realistas en cuanto a su productividad potencial.

Este libro es, sin duda, una contribución importante a los varios esfuerzos en marcha. Los reconoce, recaba la información existente, analiza y propone medidas que, a largo plazo, pueden garantizar el incremento de la producción sostenible de teca en un contexto de paisaje, con beneficios sociales, ambientales y económicos.

Quisiera expresar mi felicitación al CATIE y al grupo de autores del libro por su contribución al conocimiento sobre el manejo sostenible y la economía de las plantaciones de teca. Como se menciona en uno de sus capítulos, este libro contextualiza el cultivo de la teca en América Latina y permite a la sociedad reconocer y beneficiarse de este importante árbol y de su cultivo.

Eduardo Rojas-Briales
Subdirector General, Responsable del Departamento Forestal de la FAO

Primera Parte

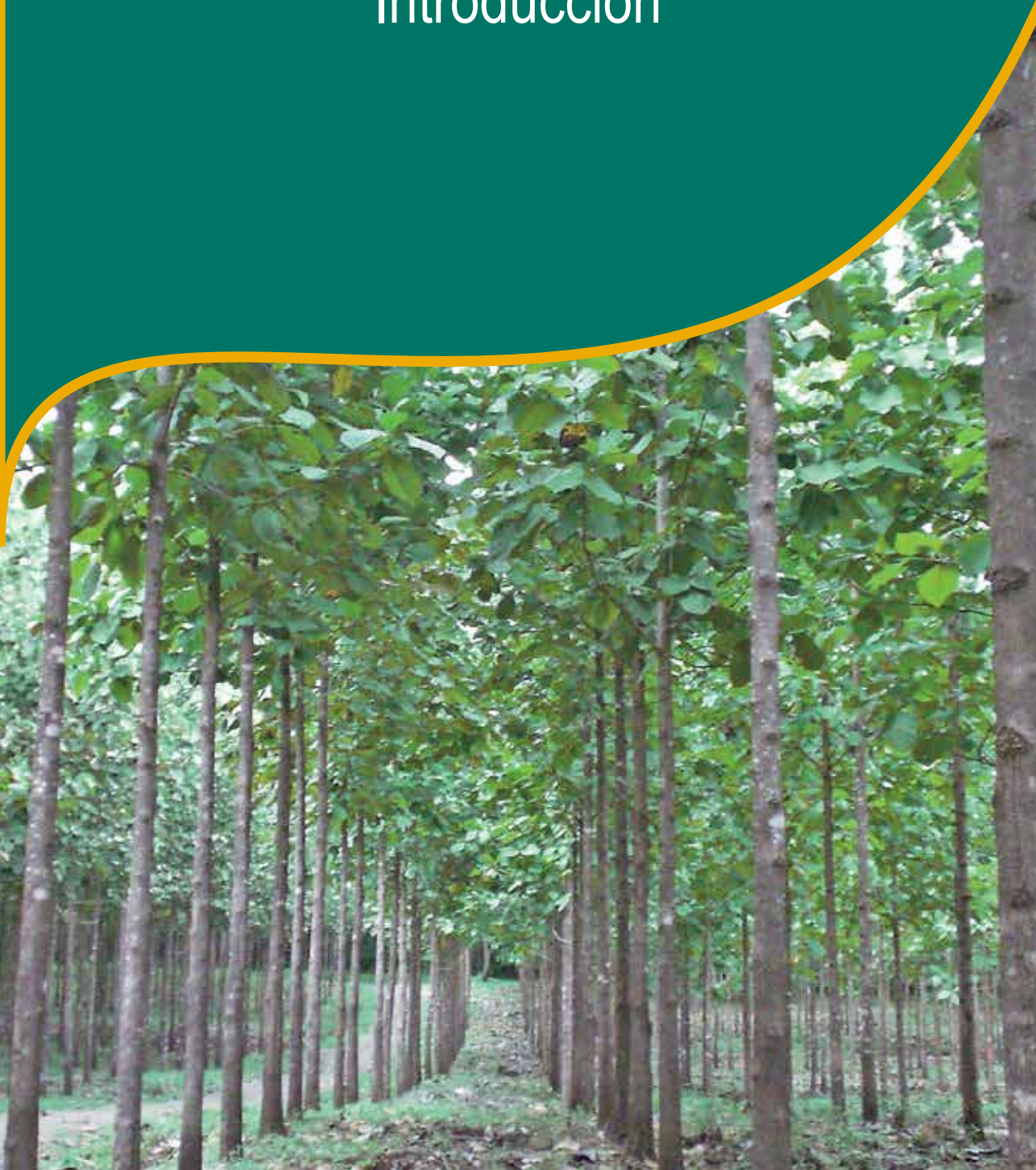
El contexto de las plantaciones de teca
en América Latina y el mundo





Capítulo 1

Introducción



Capítulo 1

Introducción

Ronnie de Camino

Este libro tiene la intención de hacernos poner los pies sobre la tierra en cuanto a la realidad de los bosques de teca en el mundo y, especialmente, en América Latina. El libro se divide en cuatro partes:

Primera Parte, que incluye los capítulos 1 al 3 en la que se da una visión general de las plantaciones de teca en el mundo y en América Latina.

Segunda Parte, de los capítulos 4 al 10, en la que se definen los aspectos técnicos de las inversiones de teca.

Tercera parte, de los capítulos 11 al 15, en la que se describen los aspectos económicos de las inversiones de teca.

Cuarta parte, del capítulo 16 al 19, en la que se presentan cuatro estudios de caso.

Finalmente hay un capítulo de conclusiones, el capítulo 20, que resume analíticamente todo el libro.

Sin duda, la teca es un importante recurso mundial de maderas duras de calidad y de alta demanda en el mercado. Sin embargo, con los bosques de teca hay dos realidades muy diferentes. La primera tiene que ver con los bosques naturales de teca que, como los describe Keogh en el Capítulo 2, cubren una superficie de 27 millones de hectáreas que constituyen el 0,7% de los bosques del mundo; de ellos, sólo la teca de Myanmar está disponible para el mercado (el 0,3% de los bosques del mundo). Es decir que si bien se trata de un recurso importante por el valor de su madera, no representa sino una parte ínfima tanto en superficie como dentro del comercio mundial.

La segunda realidad de la teca en el mundo tiene que ver con la cantidad creciente de plantaciones en diferentes regiones. No obstante, todavía siguen siendo muy poco representativas: solo un 1,1% de las plantaciones del mundo son de teca y solo un 1,7%

de las plantaciones de América Latina. Nuevamente, se trata de un recurso marginal que apenas aparece en las estadísticas.

¿Por qué, entonces, se le da tanta importancia a la reforestación con teca a nivel internacional? Una posible respuesta tiene que ver con que la teca sea un recurso “*emergente*”; es decir, un recurso que está creciendo a una tasa creciente. Esta es casi la única especie de maderas duras tropicales que se está plantando en alguna cantidad y, además, esa cantidad va en incremento. También, la teca tiene ventajas sobre otras especies finas tropicales y templadas, pues su tasa de crecimiento es mucho más alta y, por lo tanto, ofrece una mejor probabilidad de abastecer un mercado que entra en escasez.

También hay que destacar que, en el caso de América Latina, quienes están invirtiendo en plantaciones de teca no son inversionistas forestales tradicionales, interesados en montar una operación a largo plazo sobre la cual crear una industria forestal estable. El 54% de las inversiones en teca en América Latina son de tipo corporativo, y no precisamente hechas por corporaciones forestales, sino por fondos de inversión. Recientemente se han invertido un par de miles de millones de dólares en plantaciones de teca, y el internet está lleno de ofertas de negocios de reforestación con la especie.

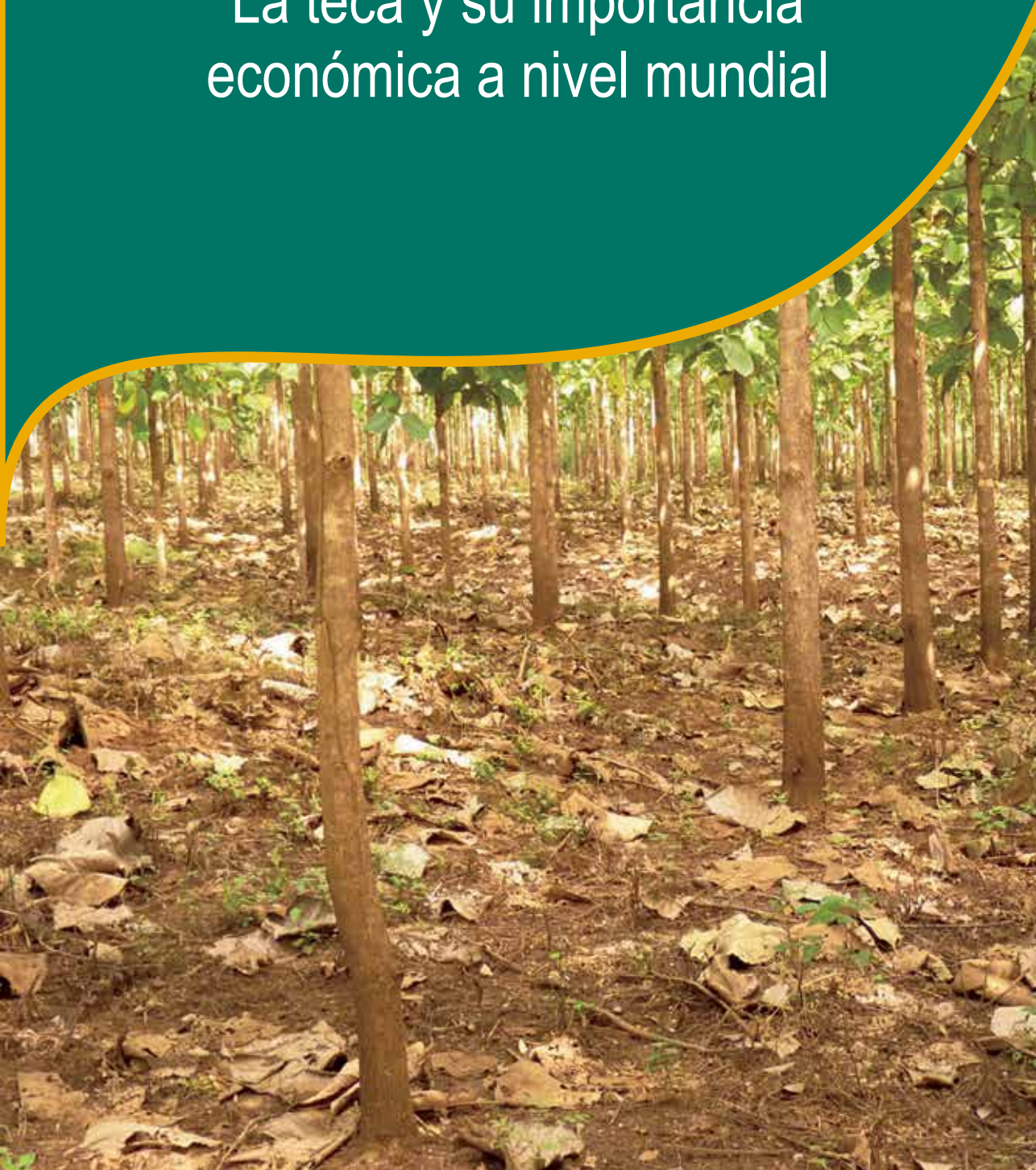
En estas palabras introductorias debe entonces quedar en claro que:

- a) Las plantaciones de teca constituyen un recurso emergente al que le falta aún mucho camino por recorrer para llegar a ser un recurso importante desde un punto de vista social y privado.
- b) Las plantaciones de teca son sólo una ínfima proporción de las plantaciones mundiales y, aunque probablemente crecerán en importancia, nunca alcanzarán una proporción importante del total de plantaciones del mundo, tanto por una eventual saturación del mercado, como por la disponibilidad limitada de sitios aptos para que el cultivo de teca pueda competir con los usos alternativos de la tierra.
- c) Por el momento, las plantaciones de teca significan un negocio de inversionistas, muchos de ellos especulativos, y no tanto un negocio forestal. Esta es quizá una oportunidad para que se logre un equilibrio en la forma como se toman las decisiones de inversión y se garantice un apoyo decidido a la ciencia y la técnica, con cifras realistas de rendimientos, costos e ingresos. Hasta el momento los técnicos han tenido poco que decir en las decisiones fundamentales que acompañan una inversión.

En los siguientes dos capítulos se ofrece una visión general de las plantaciones de teca en el mundo y en América Latina. La preparación de ambos capítulos supuso dificultades importantes, pues el sector forestal en general carece de estadísticas adecuadas y confiables para especies en particular. FAO ha hecho un enorme esfuerzo por mejorar las estadísticas forestales; ya empiezan a aparecer estadísticas con frecuencia predecible y con una metodología única, lo que significa un progreso grande. En teca, FAO también está haciendo esfuerzos, pero es el momento de que organizaciones como Teaknet, una red mundial de productores de teca, y OLAT, la Organización Latinoamericana de Teca, empiecen a contribuir con la recolección de datos que beneficiarán a productores y consumidores.

Capítulo 2

La teca y su importancia económica a nivel mundial



Capítulo 2

La teca y su importancia económica a nivel mundial

Raymond M. Keogh

Este capítulo busca demostrar que la demanda por teca y otras maderas duras tropicales muy probablemente sobrepasará la oferta sostenible, a menos que se creen nuevas fuentes de producción (nuevas plantaciones). En consecuencia, las plantaciones que todavía no se han instalado –que vendrán a satisfacer buena parte de la demanda futura, tanto interna como internacional significan una gran oportunidad para los inversionistas. América Latina está particularmente bien equipada para desarrollar nuevas fuentes de abastecimiento. Sin nuevas plantaciones, el mundo dependerá de la explotación continua de bosques naturales, o tendrá que aceptar que las maderas duras tropicales ya no son más una opción de uso. El déficit actual y futuro entre la demanda y la producción sostenible se le conoce como “*la crisis de las maderas duras tropicales*” (Recuadro 2.1).

Recuadro 2.1

La crisis de las maderas duras tropicales

Las inversiones en teca se entienden mejor en el contexto de los mercados de madera de alta calidad (Keogh 2009). La oferta anual de maderas duras de alto valor ronda los 90 millones de metros cúbicos; la mayor parte de esta madera proviene de bosques naturales y con frecuencia provoca la deforestación y degradación de esos bosques, lo que la convierte en una producción no sostenible. Solo una pequeña proporción de los bosques naturales (alrededor de 10 millones ha) han sido certificados. La escala de deforestación anual que significa la provisión de maderas duras tropicales (unas 13 millones ha) es equivalente al tamaño de un país como Bangladesh, y esto se ha venido dando desde hace más de 15 años. Tales prácticas, inevitablemente, hacen que se establezcan restricciones a medida que los recursos se acaban o se vuelven menos accesibles. La naturaleza poco sostenible de la oferta ha generado *la crisis de las maderas duras tropicales*. Para resolverla, el abastecimiento futuro de madera debe provenir de bosques naturales manejados y, en forma complementaria, de plantaciones de maderas duras.

Según Sutton (1999), el consumo per cápita de madera a nivel mundial era de 0,65 m³/persona en 1970, pero bajó a 0,58 en 1996 y a 0,54 en el 2004, y probablemente continuará a la baja. Sin embargo, las preocupaciones cada vez mayores en cuanto al cambio climático, y el creciente interés entre los actores por impulsar acciones positivas, el uso de mecanismos reguladores y de incentivos por bajas emisiones y por el uso de tecnologías limpias –o los castigos a quienes incumplan– ayudarán a mejorar los efectos negativos de las actividades comerciales en el cambio climático. Si los precios comienzan a reflejar todos los costos de producción, incluyendo las externalidades por gases con efecto invernadero, los consumidores y las empresas comerciales se cambiarán a productos más baratos y de valor en el mercado de carbono, como la madera (Stern 2007). En este caso, el consumo de teca probablemente se incrementará, particularmente debido a su uso como madera de larga duración.

Fuente: Basado en Keogh 2009.

Cultivo de la teca

La madera de teca ha gozado de una excelente demanda durante siglos debido a la calidad del duramen. Muchas especies arbóreas de maderas duras tropicales también tienen muy buen mercado, pero con pocas excepciones –como en el caso de la teca, son difíciles de cultivar en plantaciones. Por maderas duras de alto valor se entiende aquellas maderas empleadas en usos de primera línea, como la construcción de barcos y terrazas, decoración de interiores, paneles, muebles de jardín y de interiores, y tallado. Las especies en esta categoría se conocen como maderas de lujo, maderas de ebanistería o maderas especiales.

Entre las maderas duras de alto valor preferidas por los inversionistas y productores están las caobas (Meliaceae), que, sin embargo, sufren de serios ataques de insectos al tronco principal, lo que reduce la productividad del cultivo. Otras especies, como cocobolo (rosewood) (*Dalbergia*), no tienen las altas tasas de crecimiento de teca y caoba. Además, muchas especies se encuentran en entornos forestales altamente competitivos, con gran variedad de especies de diferentes edades. Algunas de ellas son tolerantes a la sombra, por lo que crecen dentro de aperturas pequeñas en bosques maduros. Este tipo de especies no son apropiadas para plantaciones puras, ni crecen bien en ambientes abiertos cuando son jóvenes. Los intentos por cultivarlas en condiciones artificiales con frecuencia acaban en clorosis, debilitamiento y ataques de insectos, muchas veces con consecuencias fatales. Otra explicación para este problema es el desconocimiento de las características ecológicas más importantes de estas especies (Odoom 2001).

La teca es la especie de madera tropical de calidad más cultivada en el mundo¹. Sus cualidades ambientales son aceptables y, aunque se cultiva como especie exótica en muchos países, no es invasora (no amenaza a los ecosistemas locales). Además, junto con *Gmelina* y varias especies de pino, aparece en rodales puros en el bosque natural. Si se cultiva mediante buenas prácticas de manejo, la amenaza de erosión del suelo es mínima. Su manejo silvicultural es bien entendido. Entre las razones por las cuales es bastante usada en plantaciones están: es de fácil propagación, establecimiento y manejo y su madera es de excelente calidad. La reputación de la teca se debe a las propiedades de su madera: fuerte, liviana, durable, estabilidad dimensional; no se corroe en contacto con metales; buena trabajabilidad y dureza; resistente a las termitas, productos químicos, hongos y la intemperie.

La teca se emplea en una gran variedad de usos tradicionales y actuales; entre ellos, muebles de calidad, elementos estructurales, carpintería, chapas, pisos y usos marinos. Tradicionalmente se ha usado en la fabricación de puentes y embarcaderos. Es muy apreciada para la construcción de embarcaciones; es apropiada para la talla y se conserva bien en contacto con el suelo. Puesto que el agua no la afecta, se utiliza en ambientes húmedos (saunas y otros). Su gran resistencia a los químicos hace que sea ideal para muebles de laboratorio. Los productos fabricados con madera de teca almacenan carbono por largo tiempo.

Las propiedades de la madera de teca corresponden al duramen (madera interna de color más intenso). Estas propiedades son las que sostendrán a la teca como una de las principales especies tropicales de madera dura de alto valor, en este siglo.

Inversión institucional y expansión de la teca

La mayor diversidad genética de teca se encuentra en los bosques naturales de la India. A fines del siglo XVIII, William Roxburgh, responsable de los Jardines Botánicos de Calcuta, coleccionó, propagó y distribuyó teca de diferentes partes del subcontinente, con el fin de establecer ensayos de cultivo (Desmond 1992). Desde entonces, la India ha estado comprometida con las tecnologías de mejoramiento de la teca. No es coincidencia que este haya sido el primer país donde se cultivó la teca en plantaciones comerciales, por medio de técnicas modernas. Las plantaciones se iniciaron en 1842 en Nilambur, estado de Kerala, donde se sigue cultivando en la actualidad (Bebarta 1999).

¹ Nota de los editores. Sin embargo, la especie representa una pequeña fracción del área total reforestada en el mundo, y los bosques siguen siendo los proveedores principales de maderas duras, tanto en el mercado interno como internacional.

Debido a lo valioso de la madera de teca, las plantaciones de la especie se popularizaron rápidamente en los países tropicales en donde ocurría de manera natural. El proceso moderno de exportación de semilla desde Asia fue particularmente activo en las últimas décadas del siglo XIX, cuando los jardines botánicos alrededor del mundo se convirtieron en los centros de distribución, propagación y experimentación con teca. Con la llegada del siglo XX, los servicios forestales coloniales (británico, francés y alemán) empezaron a establecer parcelas experimentales y, de esta forma, se materializaron las plantaciones en Oceanía, África y América Latina.

Las plantaciones abastecen ahora la mayor parte (más del 80%) de la teca que se comercializa, aunque la naturaleza del recurso está cambiando rápidamente. Con el advenimiento de los procesos independentistas, los servicios forestales coloniales se convirtieron en los servicios forestales de gobiernos soberanos, responsables por el desarrollo de las plantaciones. Indonesia, con alrededor de un millón de hectáreas de teca, proveyó –y todavía provee la mayor parte del volumen comercial. Las plantaciones establecidas en África (Benín, Costa de Marfil, Ghana, Nigeria, Sudán) se han convertido en fuentes importantes de teca para el mercado internacional (Cuadro 2.2).

Sin embargo, muchas plantaciones gubernamentales enfrentan problemas de sostenibilidad. Desde la década de 1970, la inversión en el manejo de plantaciones industriales de especies madereras ha ido decreciendo, para ser sustituida por desarrollos comunitarios y esquemas agroforestales. Las agencias de cooperación no reconocían la necesidad de invertir en maderas duras de calidad. Además, los gobiernos, si bien responsables por sus plantaciones de teca, no hacían mayores inversiones en su mantenimiento. Con el cambio de énfasis hacia la forestería social, muchas de las plantaciones fueron descuidadas o abandonadas.

En el vacío dejado por los gobiernos y agencias de cooperación, la responsabilidad por la inversión a nivel industrial pasó al sector privado que, a finales de la década de 1980, tomó conciencia de la crisis de las maderas duras tropicales y de la posibilidad de hacer negocios lucrativos con las plantaciones de teca. En consecuencia, se desarrolló un fuerte sector detallista en el mercado internacional. En el 2005, la Autoridad de los Mercados Financieros de Holanda (AFM, por sus siglas en inglés) calculó que el valor de las inversiones minoristas en toda Holanda, las cuales empezaron a fines de la década de 1980, oscilaba entre €50 millones y €1,35 miles de millones. AFM calculaba también que la cantidad invertida se incrementaba en unos €200 millones al año (AFM 2005).

Desafortunadamente, en una industria tan poco regulada y olvidada por las autoridades y organizaciones de desarrollo, aparecieron varios esquemas fraudulentos que fracasaron. Algunos de ellos prometían retornos espectaculares a los inversionistas, basados en exageradas tasas de crecimiento y precios que solo aplicaban a teca de máxima calidad proveniente de bosque natural. En esta misma obra (Capítulo 14) se ofrece información detallada sobre esos esquemas (Scholtens y Spierdijk 2007).

Sin inversiones del sector gubernamental, por una parte, y la reticencia de las agencias de cooperación a comprometerse con el manejo comercial de maderas duras y los problemas del sector detallista, por la otra, las mejores oportunidades para nuevas inversiones en teca parecieran ser los esquemas impulsados por inversionistas institucionales y, quizás, un limitado número de entidades minoristas que busca diversificar sus portafolios mediante la inversión en esquemas de mediano y largo plazo, con liquidez limitada y tasas internas de retorno del 10% sobre la inflación. La teca es un activo que ha empezado a llamar la atención de inversionistas institucionales por su baja correlación con la renta variable, estabilidad probada de los precios a lo largo del tiempo, bajos riesgos de producción y un escenario optimista de la demanda. Es un activo tangible con precios altos al alza que contribuye a la preservación del capital (los árboles de teca pueden mantenerse en las plantaciones durante los períodos de estrés económico). Por ejemplo, en contraste con otras especies, los precios de la teca se vieron menos afectados durante el caos financiero que afectó a Asia en 1997 (UN-ECE 2000) y se recuperaron relativamente rápido de la recesión económica mundial del 2008².

Los productores en pequeña escala (comunidades o pequeños finqueros) también pudieran aprovecharse de la situación de crisis pero, para ello, deben superar algunos problemas propios de las empresas pequeñas (p.e., capital adecuado, material de calidad para plantación, mejoramiento del flujo de caja mediante la combinación de cultivos, selección de terrenos adecuados, buenas prácticas de manejo, una compensación equitativa para sus productos en el mercado). Una forma de superar tales desafíos es mediante la interconexión de esquemas de inversión en gran y pequeña escala para el beneficio mutuo (Keogh 2011). Las nuevas inversiones comerciales en teca muy probablemente continuarán en América Latina, donde varios países gozan de la confianza de los inversionistas y prometen como áreas de expansión de plantaciones de teca, a pesar de que los precios de la tierra son altos y hay una fuerte competencia de cultivos alternativos.

² Análisis de los precios de la teca en troza procedente de Myanmar hecho por el autor para la Organización Internacional de Maderas Tropicales. ITTO Market Information Service reports Sep. 1997 – March 2010.

Tamaño e importancia económica de la teca en los países productores y consumidores

A continuación se examinan brevemente las fuentes de abastecimiento de madera de teca, entre las que se incluyen bosques naturales y plantaciones. Los datos existentes deben examinarse con cuidado, pues muchos de ellos están desactualizados o incompletos, o no son confiables, o son imprecisos o inconsistentes. Por ejemplo, diversas fuentes bibliográficas aseguran que la teca en Indonesia cubre desde 0,6 a 1,4 millones ha, o desde 1 a 4 millones ha en la India, ya que el dato más alto incluye las plantaciones de bosques seminaturales. De igual manera, los estimados de producción anual de teca en el mundo varía de 3 a 30 millones m³. En consecuencia, el trabajo con los datos existentes puede ser engañoso y conducente a conclusiones erróneas, a menos que se adopte un enfoque cauteloso al analizar la información. En este trabajo, he usado estimaciones conservadoras y he destacado los problemas principales que la información tiene, siempre que fue posible.

Área de bosques naturales de teca

La teca es nativa de cuatro países en Asia: India, Myanmar (Burma), Tailandia y Laos. La extensión total de los bosques naturales de teca se detalla en el Cuadro 2.1. Como antes se dijo, la madera de teca proveniente de bosque natural en el mercado proviene exclusivamente de Myanmar, que tiene alrededor de 16 millones ha bajo esta especie.

Área de plantaciones de teca

La teca representa el 74% del área plantada con maderas duras tropicales de alto valor, lo que significa que es la especie cultivada más importante en esta categoría. Otras especies son cocobolo (rosewood) (*Dalbergia*), que cubre alrededor del 21% y las caobas y otras especies, que cubren el área restante. No se cuenta con datos exactos del área bajo plantaciones de teca. Lo mejor que puede decirse es que el área actual en los principales países que albergan plantaciones de teca va de 2,3 millones de ha hasta 6,4 millones ha (Keogh 2009). Si no se consideran las plantaciones de bosques seminaturales productivos en la India, el área bajo plantación ronda los 3 millones ha (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.1. Extensión bajo bosques naturales de teca en el mundo, a inicios de 1990

País	Área (ha)
India	8.900.000
Laos	16.000
Myanmar	16.517.700
Tailandia	2.500.000
Total	27.933.700

Cuadro 2.2. Área bajo plantaciones de teca en el mundo

Continente	Área (ha)*1
Asia	2.684.000**
África	290.210
América Latina	142.440**
Total	3.116.650

Fuente: Gyi y Tint (1998)*El autor revisó estimaciones de más de 380 áreas plantadas desde 1870 a la fecha en 93 territorios e islas.

**El área en Asia llega a 4.954.000 ha si se incluyen las plantaciones de bosques seminaturales productivos de la India.

Abastecimiento

Es necesario dividir el volumen cosechado de teca en sus componentes *comercial* y *no comercial*, para asegurar una distinción entre madera para el mercado internacional o mercados domésticos superiores, y la madera que se usa o se vende localmente – que por lo general no se distingue de especies de menor calidad. Los estimados en el Cuadro 2.2 se basan en supuestos de producción total anual y en estimados de la producción comercial de teca. Estos datos son más ilustrativos que precisos³.

La madera comercial de teca se origina en los bosques naturales de Myanmar y en plantaciones internacionales de calidad superior. Myanmar abastece aproximadamente 0,5 millón m³. El total de madera comercial de teca proveniente de plantaciones llega a unos 2,5 millones m³ anuales (Cuadro 2.3), para un gran total de unos 3 millones m³. Aproximadamente 0,5 millón m³ provienen de plantaciones de gran potencial y altos insumos que cubren unas 0,2 millones ha y se basan, principalmente, en esquemas de inversión interna. Muchas de esas plantaciones, o fincas de teca, establecidas para producir madera comercial, han sido certificadas por FSC. Estas fincas se han venido estableciendo desde fines de la década de 1980 en América Latina, principalmente. Si bien su rendimiento actual, en términos de producción global es pequeño, con el tiempo serán fuentes importantes de madera de calidad certificada.

La producción promedio anual de teca en plantaciones con bajos insumos y potencial variable se calcula en unos 5-6 millones m³, de los cuales alrededor de 2 millones m³ son de madera comercial (Cuadro 2.3). No se debe despreciar el valor del volumen

³ Este es el caso general en cuanto a los datos de área y volumen que se ofrecen en este libro, ya que no se cuenta con estadísticas oficiales.

no comercial, que normalmente consiste en pequeños diámetros, pues, como antes se mencionó, es diferente de la teca comercial. Muchas de las plantaciones que producen teca no comercial han sido establecidas en sitios pobres, con material genético inferior y son mal manejadas. Por ejemplo, algunas plantaciones de pequeños productores son abandonadas y, entonces, el crecimiento se estanca. Además, con frecuencia se cortan los mejores árboles en algún momento del turno, lo que hace que la plantación no alcance su rendimiento potencial. También es común que este tipo de plantaciones se talen con anticipación en respuesta a la demanda constante por teca. De hecho, hay muchas plantaciones manejadas de manera poco apropiada.

Cuadro 2.3. Suministro actual de teca al mercado internacional

Fuente	Área mill. ha	Producción mill. m ³	Comercial mill. m ³
Bosque natural (Myanmar)	16,5	0,5	0,5
Plantaciones con altos insumos y de gran potencial (high-input; high-potential)	0,2	2,0	0,5
Plantaciones con bajos insumos y potencial variable	2,8	5,6	2,0
Total	19,5	8,1	3,0

Fuentes: Las estimaciones de volúmenes comerciales de Asia se basan en Keogh (2009) y se complementan con la producción en África y América Latina de al menos 0,4 millones m³ (Figura 2.1.). El volumen total (comercial y no comercial) se basa en un incremento medio supuesto de 2 m³/ha/año; a esto debe agregarse el volumen de raleos en bosque natural de la India (actualmente existe veda a la tala rasa). El área bajo plantaciones con altos insumos es difícil de determinar con exactitud, aunque se calcula en varios cientos de miles de hectáreas. No se incluye el rendimiento de plantaciones productivas seminaturales en India.

Estas observaciones acerca del mal manejo de la teca traen a colación una pregunta importante: ¿Se está manejando de manera sostenible el recurso teca como un todo? Desafortunadamente, las estadísticas actuales no permiten determinar si hay una degradación neta del recurso y, si así fuera, en qué medida. No obstante, la literatura sugiere que hay razones reales para preocuparse tanto por los bosques naturales de teca como por las plantaciones bajo manejo.

En buena medida, la teca utilizada en el mundo provenía, casi exclusivamente, de bosques naturales y plantaciones cultivadas en Indonesia. Los servicios forestales estatales y empresas eran los principales responsables por el manejo y el aprovechamiento de los

bosques de teca para el abastecimiento de madera a los mercados. Esta situación empezó a cambiar a partir de 1980. Los países con bosques nativos de teca, incluyendo la India, Tailandia y Laos, han agotado sus existencias por encima del punto de comercialización sostenible. Una buena parte de los bosques nativos de teca en la India están seriamente degradados. La tala ilegal es un problema, particularmente en los lugares en donde la gente está muy cerca de los bosques. La incapacidad de los bosques para regenerarse de manera natural debido a factores adversos, como la interferencia humana, el pastoreo y los incendios forestales, significa que no están en condiciones que aseguren su sostenibilidad a largo plazo (Bebarta 1999). En Laos, tanto los árboles como el área total han sufrido degradación, por lo que se prohibió la corta de teca desde 1989 (U Sein Maung Wint 1995). En Tailandia, los bosques de teca han sido tan sobre-explotados que la tala y las concesiones están completamente prohibidas desde 1983 (U Sein Maung Wint 1995). En la India, se estableció una veda total al aprovechamiento de bosques de teca en 1987 (Subramanian et ál. 1999). Como resultado, el único país que todavía explota bosques nativos de teca es Myanmar.

Sin embargo, hay signos que demuestran que los bosques de Myanmar no se están manejando de manera sostenible. Por ejemplo, es evidente que la producción potencial total se está reduciendo: la corta anual permisible en este momento es de 400.000 m³, en tanto que antes de 1996 era de 600.000 m³. Asimismo, la cantidad de grados de madera que se ofrecen en el comercio oficial del mercado de Yangon se está reduciendo. Ya no se encuentran trozas para contrachapado de calidad superior, y los volúmenes de segunda y tercera calidad se están reduciendo. Entre el 2000 y 2004 empezaron a aparecer nuevas categorías de madera aserrada de inferior calidad, lo que confirma la disminución de la calidad de los productos. También es necesario reconocer la magnitud del comercio ilegal. Cada año se extraen más de 100.000 toneladas de madera ilegal en los estados de Kachin y Shan, en la parte norte del país, la cual se vende de contrabando en China (ITTO 2006a). Según Saw Eh Dah (2005)... *“La extensión de los bosques de teca se reduce, baja la calidad y los rendimientos disminuyen”*.

Un patrón similar se observa con las plantaciones de teca en muchas partes del mundo. Por ejemplo, en la década de 1990, las exportaciones de teca de Costa de Marfil destinadas a satisfacer la demanda de la India se incrementaron a más de 120.000 m³ de madera en rollo, a mediados de la década. Poco tiempo después, Maldonado y Louppe (2000) advertían que la explotación ya excedía la capacidad productiva de las plantaciones del país. En Indonesia, la excesiva tala ilegal y la ocupación de la tierra para actividades agrícolas ha hecho que se reduzcan seriamente las reservas en pie en

todos los grupos etarios (Siswamartana 2005). Estas observaciones sugieren que una buena proporción de las plantaciones de teca están siendo explotadas y no manejadas de manera sostenible. En resumen, pareciera que... *“tanto los bosques nativos de teca como las plantaciones están siendo explotados de manera insostenible y son parte de la crisis de maderas duras tropicales, antes que una protección contra ella”* (Keogh 2009). Desde el punto de vista de los inversionistas, esto significa que hay muy poca probabilidad de que las nuevas plantaciones generen un sobre-abastecimiento de teca a corto o mediano plazo.

Demanda actual y futura

Varias preguntas importantes surgen alrededor de la demanda actual y futura de teca. Primera: ¿Los 3 millones m³ que actualmente llegan al mercado representan la demanda comercial total, o el mercado podría absorber un mayor volumen? En otras palabras, ¿existe una demanda latente insatisfecha? La percepción general es que el mercado podría absorber un volumen mayor de teca de calidad. En palabras de U Sein Maung Wint (1995) *“... el mercado de la teca es muy grande, por lo que no habría problema para vender trozas y madera aserrada”*. En todo caso, es muy poco probable que la teca pierda mercado: es más probable que el mercado pierda teca. Este tipo de comentarios sugieren que hay una demanda latente insatisfecha, aunque difícil de cuantificar.

Hay una pregunta más relevante, desde el punto de vista de los inversionistas: ¿La demanda por teca continuará en los niveles actuales, aumentará o disminuirá? El futuro a largo plazo de la demanda por teca se entiende mejor en el contexto general de la oferta y demanda por maderas duras tropicales de calidad superior, entre las que la teca es el número uno. En términos generales, la teca satisface solo una pequeña parte de la demanda total por maderas duras tropicales de alto valor (unos 3 millones m³ de un total de 90 millones m³). La mayor parte de las maderas duras provienen de fuentes no sostenibles; entonces, para asegurar un futuro sostenible, deben ser sustituidas por maderas provenientes de fuentes alternativas o, como antes se dijo, el mundo tendrá que aceptar que las maderas duras tropicales ya no son más una opción de uso. La pregunta clave para la teca es: ¿Puede esta especie convertirse en sustituta de las maderas duras tropicales de alto valor y satisfacer al menos parte del déficit esperado (100 millones m³ para el 2050, suponiendo una producción de 36 millones m³/año en bosques naturales)?

Se dice que las plantaciones de madera de baja densidad, como las coníferas, o materias primas como metales, plástico, ladrillo, concreto, etc., satisfarán la demanda una vez

que se agoten las fuentes de madera dura de calidad superior, a medida que los niveles de deforestación se reduzcan –lo que se espera que ocurra entre el 2012 y el 2025 (Moutinho y Schwartzman 2005). Los sustitutos, se espera, reducirán la necesidad de productos provenientes de plantaciones y bosques naturales manejados.

El supuesto de que la crisis de maderas duras tropicales simplemente desaparecerá gracias a la sustitución de materiales es simplista y limitado, ya que las medidas de mitigación del cambio climático y la necesidad de conservar energía impondrán restricciones a la sustitución de madera dura. Tiene más sentido pensar en la sustitución de maderas duras obtenidas de manera no sostenible, por plantaciones de especies similares, como la teca. Lo que también debe tomarse en cuenta es la energía y los insumos tóxicos que requieren los materiales industriales para imitar la madera de especies, como la teca, con resistencia natural (no tóxica) a las termitas y hongos. Para imitar la teca, la mayoría de las especies duras y todas las suaves requieren una gran cantidad de energía e insumos químicos –en este último caso, el producto se vuelve tóxico y pierde compatibilidad con el ambiente. En cuanto a los materiales alternativos, también hay que considerar implicaciones tributarias por posibles impuestos por contaminación a los materiales que requieren grandes cantidades de energía en su proceso productivo. En otras palabras, la teca tendría un papel importante, particularmente en las primeras etapas del proceso de sustitución de maderas duras no sostenibles y, además, es la especie ideal para introducir una mayor variedad y diversidad en las plantaciones.

El déficit total estimado de maderas duras tropicales de calidad superior al 2050 será de 100 millones m³ (equivalente a un área de 10 millones ha que produzcan 10 m³/ha/año). Pienso que, en una fase inicial digamos, los primeros cinco años se pudiera establecer una parte (alrededor del 10% del macro-objetivo, o un millón de hectáreas) con teca, principalmente, dando énfasis a la calidad de la madera así como a los impactos sociales y ambientales de las nuevas plantaciones (Keogh 2009b). A lo largo de todo el periodo, se tendrían 200.000 ha/año. En otras palabras, hay mucho espacio para la expansión de las plantaciones de teca de calidad superior, tanto para mantener la sostenibilidad del recurso existente como para sustituir las especies duras tropicales producidas de manera no sostenible.

El mercado internacional y la decisión de inversión

El mercado indio

La India es uno de los principales consumidores de madera en la región Asia-Pacífico, y es en la actualidad la dinamo del mercado internacional de teca. De hecho, es el principal mercado para la teca de América Latina. Una representación esquemática muestra los principales flujos de la teca en el mercado internacional en décadas recientes (Figura 2.1), aunque puede haber cambios temporales debido a la crisis económica mundial. Como se ve, la teca representa una pequeña proporción del consumo de madera en el mundo. El flujo de trozas a la India (2009-2010) representa alrededor de medio millón de metros cúbicos: 0,1 mill. m³ proviene de los bosques naturales de Myanmar y el restante 0,4 mill. m³ de África, América Latina y Oceanía (ITTO 2010). Cerca del 65% de la importación total de trozas se recibe en el puerto de Kandla, en el noroeste del país, y buena parte proviene de África y América Latina (Cuadro 2.4). Casi toda la teca exportada de Indonesia a la India llega como productos finales, debido a la prohibición de exportar madera rolliza.

Los motores principales de la demanda en la India son la reducción del producto nacional y la popularidad de la especie en los grandes centros de consumo urbano como Bangalore, Chennai, Hyderabad, Calcuta, Ahmedabad y Mumbai. La teca es favorita para la fabricación de elementos estructurales en la construcción comercial y de casas de habitación. Entre 1991-92, la especie representaba el 7% de la madera rolliza importada, porcentaje que subió a 16% en 1996-97 y a 17% entre el 2001-02 (Muthoo 2004). La demanda creciente de la población urbana –con estándares de vida más altos y, más recientemente, una rupia fuerte han mantenido las importaciones de teca al alza. El vacío entre oferta y demanda también ha hecho que se incremente el uso de las plantaciones nacionales de teca y los árboles fuera del bosque. No obstante, la teca importada es valorada como de mejor calidad que el material de plantaciones locales (Muthoo 2004, Bebartá 1999).

La teca proveniente de los bosques naturales de Myanmar es la más costosa en el mercado indio, preferida por los grupos con altos ingresos cada vez más numerosos. En todas las categorías de ingresos hay voluntad de pagar por productos de maderas tropicales de alto precio, antes que emplear sustitutos más baratos. Los grupos de ingresos medios y bajos prefieren la teca africana porque su precio es más competitivo. Sin embargo, a pesar de su popularidad, hay límites a la capacidad de pago a medida que los precios aumentan. La madera contrachapada (*plywood*), fabricada con

maderas baratas, se ha convertido en el producto de madera preferido en algunas zonas, para la fabricación de muebles o partes de muebles debido al costo cada vez más alto de la teca (Muthoo 2004).



Figura 2.1. Representación esquemática de los flujos de madera de teca en el mercado mundial

Cuadro 2.4. Volúmenes de teca en troza desembarcados en el puerto de Kandla, India (2009-2010)

América Latina		África		Asia	
País	Volumen m ³	País	Volumen m ³	País	Volumen m ³
Brasil	1.031	Benín	17.930	Myanmar	30.528
Costa Rica	13.334	Costa de Marfil	84.759	Islas Solomón	6.600
Ecuador	43.943	Ghana	65.040	Otros	4.005
El Salvador	4.253	Guinea	1.418		
Guatemala	4.344	Nigeria	8.919		
Panamá	13.353	Sudán	7.989		
Uruguay	2.254	Tanzania	10.761		
Total	82.512	Togo	6.511	Total	41.133

Fuente: ITTO (2010) periodo abril 2009 a marzo 2010.

Quizás, la pregunta más importante para los inversionistas es: ¿Continuará la India siendo la dinamo que moverá el futuro mercado de la teca? Dada su posición como

economía BRIC⁴, no hay una razón aparente para que no lo sea. Sin embargo, aunque en la década de 1950 la India era el principal comprador de teca de Myanmar, entre 1960 y bien entrada la década de 1970, la compra se redujo sustancialmente (U Tin et ál. 2001). No hay garantía de que la historia no se repita. Además, sería un error imaginar que los patrones de mercado permanecerán inmutables a mediano y largo plazo.

Al tratar de predecir la estructura de los mercados futuros, deben considerarse varios aspectos; entre ellos, el crecimiento de la demanda doméstica, el establecimiento de nuevas tendencias de mercado (p.e., en años recientes, China y Vietnam han empezado a adquirir relevancia en el negocio de la importación de teca); el papel del tráfico ilegal de teca; la influencia de las vedas impuestas por Europa y EE.UU. a la compra directa de teca de Myanmar (en vigor desde 2003 y 2008, respectivamente). Desde el punto de vista del inversionista, no es razonable producir un producto para un mercado en particular. Es mejor manejar la teca con el fin de obtener un producto de calidad superior. Aceptable en cualquier mercado que aparezca, ya sea de manera espontánea o mediante un mercadeo proactivo. En otras palabras, es importante garantizar la máxima flexibilidad al momento de vender el producto final.

A continuación se analiza cómo puede un inversionista identificar un buen esquema de inversión que le asegure la necesaria flexibilidad de mercado.

La decisión de inversión

El propósito de este segmento no es ofrecer datos absolutos, sino ayudar al inversionista a determinar qué debe mirar en un esquema en particular. Los factores claves que determinan la rentabilidad de cualquier inversión en teca son los siguientes: un sitio de alta productividad (en cuanto al crecimiento), el uso de las mejores prácticas de manejo (en cuanto a la calidad), retornos aceptables basados en calidad y precio, costos relativamente bajos y un eficaz manejo del riesgo (Keogh 2009a). Al examinar una inversión potencial en teca, los posibles inversionistas deben prestar atención a lo siguiente:

En cuanto al crecimiento esperado

- Que se establezca con precisión el volumen esperado.
- Que se emplee un método científico y transparente para la selección del sitio, con cálculos correlacionados de la productividad a partir de información local verificable.

⁴ BRIC es el acrónimo del grupo formado por Brasil, Rusia, India y China, los cuales muestran un fuerte desarrollo económico en épocas recientes.

- Que se emplee material genético superior para el establecimiento de la plantación, compatible con el sitio.
- Que las normas silviculturales empleadas respondan a los estándares más altos de la práctica forestal.
- Que se considere una auditoría por un tercero independiente, para asegurar que las metas de crecimiento se están monitoreando y se están alcanzando.

En cuanto a los precios

- Que se de una clara definición de precios y se indique si se basan en precios actuales o precios futuros que incluyen la inflación.
- Que se ofrezca una exposición clara de los supuestos de precios para cada etapa y segmento del cultivo a lo largo de toda la rotación.
- Que aparezcan datos precisos sobre el precio de referencia.
- Cuando los precios se basan en el valor de la cadena, que se indique el punto exacto de la cadena.

En cuanto a los costos

- Que se ofrezca una lista completa y clara de costos detallados, incluyendo impuestos y tarifas.
- Que se den datos precisos sobre los costos de referencia.
- Otras características cruciales para un buen esquema de inversión son las siguientes:
 - Que se demuestre el cumplimiento de las leyes internacionales y del país en el que se desarrolla el esquema.
 - Que se tenga la posibilidad de acceder a un esquema de certificación forestal que incluya el componente ambiental, social y de manejo, y que goce de amplio reconocimiento internacional.
- En el caso de la cadena de valor, que se tome en cuenta la influencia de cambios en la moneda de referencia, costos de transporte, precios del petróleo, etc.

En cuanto al manejo eficiente del riesgo, debe considerarse lo siguiente

- Principales riesgos de inversión
 - Riesgos del país (política, impuestos, debilidad de la moneda)
 - Riesgos del mercado (mercados cíclicos, calidad, etc.)
 - Riesgos del manejo

- Riesgos específicos de las plantaciones de teca
 - Incendios
 - Clima
 - Insectos
 - Enfermedades
 - Daño causado por animales
 - Inundaciones
 - Erosión causada por los ríos
 - Tormentas eléctricas
 - Robo

Una inversión en teca debe considerar todos los aspectos mencionados, de manera adecuada y transparente. Muchos de estos asuntos se discuten en otros capítulos de este libro; en este capítulo se consideran únicamente los de importancia particular para los inversionistas. Por ejemplo, muchos inversionistas poco familiarizados con la teca se preocupan mucho por los incendios. La teca es una especie resistente al fuego, por lo que es poco probable que muera como consecuencia de eventuales incendios. De hecho, en el pasado se usó el fuego para alentar la regeneración en plantaciones pobres de uno o dos años de edad. (Esta práctica ya no es recomendada en la actualidad). Se aplicaba fuego al cultivo hasta quemar completamente todo el crecimiento sobre el suelo. Los nutrientes liberados por el fuego servían de fuente de energía a las raíces, que producían plantas vigorosas que, en poco tiempo, sobrepasaban el crecimiento que hubieran alcanzado sin el fuego. En la actualidad, se sabe que el fuego puede provocar pérdida de nutrientes y daños a la corteza por donde pueden ingresar hongos que infectan la madera y provocan daños mayores. En buenos sitios, la corteza de la teca tiende a ser bastante gruesa y protege contra la formación de lesiones, aun ante el fuego.

Otros asuntos que preocupan a los inversionistas son las enfermedades y los ataques de insectos. La teca es una especie relativamente libre de enfermedades, y las enfermedades e insectos que atacan los árboles (hongos, defoliadores) normalmente dañan partes del cultivo o retrasan el crecimiento; casi nunca se da una pérdida total de la inversión⁵. De igual manera, las inundaciones, erosión, tormentas, robo, etc. pueden causar daños o pérdidas de pequeñas partes del cultivo. De hecho, la buena selección del sitio y un buen manejo pueden minimizar los efectos de estos problemas. Un ejemplo extremo: para evitar el riesgo de vientos devastadores, ¡no plante dentro de la zona de huracanes!

⁵ Ver Capítulo 8.

El tema del aseguramiento a la inversión es una pregunta recurrente entre los inversionistas potenciales. Muchas empresas aseguradoras son reacias a asegurar proyectos forestales, o bien cobran primas exorbitantes. Un método que podría satisfacer al inversionista es plantar el 1-2% del cultivo en un área apropiada pero lejana de las plantaciones principales y ofrecerla como incentivo de manejo si el cultivo permanece en buen estado a lo largo de toda la rotación, o como compensación a los inversionistas en donde ocurren daños. Una mayor proporción de pérdida (> 2%) es muy poco probable en donde se usen buenas prácticas de manejo.

Los retornos de la inversión son, desde el punto de vista del inversionista, la motivación subyacente. Encontrar el mejor comprador para la cosecha de teca, particularmente la tala final, es uno de los pasos más importantes de todo el proceso de inversión, ya que alrededor del 70% de todos los ingresos dependen de los retornos que se generan con la cosecha final. Por esta razón, hay que hacer un especial esfuerzo en ventas y mercadeo para obtener el mejor retorno posible para el inversionista. La meta es conseguir el mejor comprador –y no uno bastante bueno, o el más conveniente. También es importante programar la cosecha de manera que coincida con las alzas del mercado, y evitar las bajas o desplomes. La empresa productora debe tener un buen conocimiento de los precios internacionales de la teca, conocer cómo se comportan y tener una idea clara de la relación precio-calidad.

Hay que tener criterios para determinar cuándo, a lo largo de la cadena de valor, es el mejor momento para realizar la venta, desde el punto de vista de la inversión. La ‘*cadena de valor*’ describe la gama completa de actividades que se deben ejecutar para lograr un producto o servicio, desde la concepción del proyecto, pasando por una serie de fases de producción (que incluyen la transformación física y los insumos de varios servicios de producción), envío al consumidor final y eliminación después del uso⁶. Cualquier estudio de cadenas de valor debe abarcar el proceso completo, aunque en relación con árboles y madera, seis son los puntos más importantes que deben considerarse:

- En pie (árboles en la plantación)
- En patio de acopio (trozas)
- Llegada al aserradero (trozas)
- Conversión en aserradero (madera aserrada, chapas, etc.)
- FOB (*free on board*) en puerto; madera rolliza o aserrada
- CIF (*cost including freight*); madera rolliza o aserrada en el país de destino

⁶ <http://www.globalvaluechains.org/docs/VchNov01.pdf>

Otro aspecto que requiere una consideración cuidadosa es la selección del punto de venta y la forma en que se venderá la teca⁷. Debe tomarse en cuenta la inversión necesaria para llevar el producto hasta ese punto, así como la rentabilidad de opciones comparativas, antes de tomar una decisión final.

En América Latina, los agentes, corredores e intermediarios indios manejan la oferta de casi toda la teca que se exporta a la India. Por lo general, los productores –en particular los pequeños tienen poca influencia en la venta a lo largo de la cadena de valor. Esto, sin embargo, pudiera cambiar si los productores se organizan en asociaciones o cooperativas, o si productores privados y comunitarios unen esfuerzos en iniciativas de beneficio mutuo (Keogh 2011). Una asociación de este tipo se formó recientemente en América Latina (conocida como OLAT) para ayudar a los productores de la región a solucionar problemas y optimizar beneficios relacionados con el punto de venta.

En el Cuadro 2.5 se detalla el consumo total de maderas duras tropicales entre el 2010 y el 2050, suponiendo un consumo anual de 0,54 m³/persona y una tendencia de población en línea con la media propuesta en la base de datos internacionales de la Oficina de Censos de los Estados Unidos (US-CBI 2008).

Cuadro 2.5. Consumo probable de maderas duras tropicales de alto valor entre el 2010 y el 2050

Año	Población (en miles)	Consumo de madera (miles m ³)	Madera dura de alto valor (miles m ³)
2010	6.866.880	3.399.425	97.885
2020	7.659.292	4.126.324	109.180
2030	8.373.134	4.510.895	119.356
2040	9.003.223	4.850.346	128.337
2050	9.538.988	5.138.981	135.974

Fuentes: Datos de población basados en información de la Oficina de Censos de los Estados Unidos, Base Internacional de Datos (US-CBI 2008). Consumo total de madera calculado en 0,54 m³/persona. Sutton (1999) supuso que el consumo anual per cápita de madera en el mundo se estabilizaría en 0,60 m³/persona hacia mediados del siglo XXI. El estimado de 0,54 m³/persona que se usa en este texto es, entonces, bastante conservador. Se supone que las maderas tropicales representan el 3,5% del consumo total de madera. Se supone que las maderas duras de calidad superior representan el 75% de las maderas tropicales.

⁷ El *punto de venta*, en cadenas de valor, se entiende como el punto entre el cultivo en pie y el usuario final.

En este escenario, la demanda por maderas tropicales se incrementará a más de 135 millones $\text{m}^3/\text{año}$, durante ese periodo. La solución más realista para enfrentar la escasez es crear un esquema de producción de maderas duras en plantaciones y bosques naturales manejados. La Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT) calcula que se están manejado de manera sostenible alrededor de 25 millones ha de bosque productivo, lo cual representa un incremento de unas 1,5 millones ha al año desde 1988, cuando no se daba prácticamente ningún manejo sostenible (ITTO 2006). Si la tasa de incremento continúa a este ritmo, para el 2050 habrá 66 millones ha adicionales bajo manejo sostenible, para un gran total de 91 millones ha. Suponiendo que se trata de bosques con producción relativamente alta, el resultado comercial sería de alrededor de 91 millones $\text{m}^3/\text{año}$.

Sin embargo, teniendo en cuenta que el manejo forestal sostenible se encuentra prácticamente en pañales, que los niveles de rendimiento y los ciclos de corta son inciertos y que el manejo forestal sostenible en gran escala tiene que vencer dificultades formidables, es razonable adoptar un punto de vista conservador en cuanto a las futuras áreas de producción sostenible.

El área total certificada por manejo forestal sostenible en bosques naturales tropicales no es mayor de 10,5 millones ha. Si se acepta solo lo certificado como manejo *realmente* sostenible, para el 2050 el área certificada llegaría a 36 millones ha, suponiendo que se mantenga la tasa de crecimiento que se viene dando desde 1988. La producción total comercial proveniente de bosques certificados será, entonces, de 36 millones $\text{m}^3/\text{año}$ en el 2050.

Según los escenarios evaluados, la extensión total de bosque natural tropical bajo manejo sostenible en el 2050 oscilará entre 91 millones ha (cuestionable desde el punto de vista del manejo) y 36 millones ha (más realista), que producirían un volumen total entre 36 y 91 millones m^3 . Para compensar la diferencia (y alcanzar la meta de 135 millones $\text{m}^3/\text{año}$) se necesitaría una extensión de entre 4 y 10 millones ha de plantaciones de maderas duras tropicales (que producirían, en promedio, 10 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$). Esta macro-meta para el establecimiento de plantaciones es alcanzable.

Las estimaciones ofrecidas brindan una idea de la magnitud del problema y su solución. Es probable que la demanda predicha cambie a medida que se modifican factores como el incremento probable de la población humana y los niveles de consumo. Sin embargo, dentro de límites razonables de cambio, el escenario general se mantiene.

Una cosa es clara: en este momento no se cuenta con una extensión de plantaciones de maderas duras tropicales de calidad superior, por lo que deben establecerse en los años venideros si se quiere satisfacer la demanda a largo plazo y sobre una base de sostenibilidad.

Referencias

- AFM (Authority for the Financial Markets). 2005. Supervision of Investments in Teak Plantations and Other Alternative Investment Opportunities. Financial Information Leaflet 25-7-2005.
- Bebarta, KC. 1999. Teak: Ecology, silviculture, management and profitability. Dehra Dun, India. International Book Distributors.
- Desmond, R. 1992. The European discovery of the Indian flora. Oxford, United Kingdom, Royal Botanic Gardens, Kew. Oxford University Press.
- Gyi, KK; Tint, K. 1998. Management status of natural teak forests. *In* Teak for the Future (Proceedings, 2 Regional Seminar on Teak; 29 May – 3 June 1995. Yangon, Myanmar). p. 27-48.
- ITTO (International Tropical Timber Organisation). 2010. Tropical timber market report. Vol. 15(15): 1-15.
- ITTO. 2006. Status of tropical forest management 2005. A special edition of the Tropical Forest Update 2006/1.
- ITTO. 2006a. Tropical timber market report. Vol. 11(3): 1-15.
- Keogh, RM. 2009. The future of teak and the high-grade tropical hardwood sector: solving the tropical hardwood crisis with emphasis on teak (*Tectona grandis* Linn f.). Rome, Italy, FAO-Forestry Department. Working Paper FP/44E FAO. Available at <http://www.fao.org/docrep/012/k6549e/k6549e00.pdf>
- Keogh, RM. 2009a. Teak: the peak performer. Timber Trades Journal (UK). April 4th. Available at <http://www.ttjonline.com/features/teak-the-peak-performer/>
- Keogh, RM. 2009b. Transforming the teak sector: production and marketing of teakwood: future scenarios. International Workshop Teaknet (Nov. 23-25 2009, Peechi, India).
- Keogh, RM. 2011. Breaking the mould. Paper submitted to the World Teak Conference sponsored by CATIE, FAO and Teaknet (San José, Costa Rica, Oct. 31 - Nov. 2).
- Maldonado, G; Louppe, D. 2000. Challenges of teak in Côte d'Ivoire. *Unasyuva* 201(51): 36-44.

- Moutinho, P; Schwartzman, S. 2005. Tropical deforestation and climate change. Belém, Brazil, IPAM. 131 p. Available at http://www.edf.org/sites/default/files/4930_TropicalDeforestation_and_ClimateChange.pdf
- Muthoo, MK. 2004. Review of the Indian timber market. Kyoto, Japan, ITTO. Pre-Project Report. [PPD 49/02 (M)].
- Odoom, FK. 2001. Promotion of valuable hardwood plantations in the tropics. Rome, Italy, FAO. Working Paper PF/4.
- Saw Eh Dah. 2005. Sustainable management of teak forests in Myanmar. *In* Quality timber products of teak from sustainable forest management; Proceedings. Kerala, India. p. 135-142.
- Scholtens, B; Spierdijk, L. 2007. Supervision of tropical timber investment funds and the impact on finance and development. Netherlands, University of Groningen.
- Siswamartana, S. 2005. Ups and downs of teak forest management in Indonesia. *In* Quality timber products of teak from sustainable forest management; Proceedings. Kerala, India. p. 63-67.
- Stern, N. 2007. The economics of climate change: The Stern Review. Cambridge University Press.
- Subramanian, K; Mandal, AK; Rambabu, N; Chundamannil, M; Nagarajan, B. 1999. Site, technology and productivity of teak plantations in India. Paper presented to the Regional Seminar Site, Technology and Productivity of Teak Plantations (Chiang Mai, Thailand, 26-29 January).
- Sutton, W. 1999. Does the world need planted forests? Santiago, Chile, IFF Inter-sessional meeting.
- U Sein Maung Wint. 1995. Trade and marketing of teak wood and products. *In* Teak for the Future (Proceedings, 2 Regional Seminar on Teak; 29 May – 3 June 1995. Yangon. Myanmar). p. 105-122.
- U Tin Maung Win; U Thin Nu; U Sein Winn; U Sun Win; U Gyaw Thet Aung. 2001. Assessment of market situation for Myanmar timber. Teaknet Newsletter No. 24: 1-5.
- UN-ECE. 2000. Annual market review 1999-2000. Timber Committee Forest Products.
- US-CBI. 2008. International Data Base. Census Bureau.

Capítulo 3

La teca en América Latina



Capítulo 3

La teca en América Latina

Ronnie de Camino
Jean Pierre Morales Aymerich

Introducción

La teca es una de las especies con la más larga tradición de manejo y dispersión e introducción fuera de su zona de distribución natural. Adicionalmente, es una de las maderas más estudiadas, como lo demuestran los más de 4000 títulos en la literatura sobre el tema (Tewari 1992).

En el mundo en general el desarrollo del cultivo de la teca se ha promovido por alguna de las siguientes razones (Nair y Souvannavong 2000):

- La caída de la oferta de madera tropical de los bosques ha originado que la madera de plantaciones deba cubrir la demanda.
- El cultivo de la teca se ha convertido en una actividad atractiva para el sector privado y los agricultores.
- La peculiaridad que tiene la especie de adaptarse a zonas diferentes a sus condiciones ecológicas naturales y el avance tecnológico en su gestión, hacen que la teca se haya extendido en muchas regiones del mundo.
- El crecimiento del comercio internacional de productos de la madera y el surgimiento de nuevos centros de consumo.
- El avance tecnológico en el proceso de los productos de la madera genera nuevas oportunidades.
- La creciente relevancia, a nivel mundial, de los servicios ecosistémicos que los bosques proveen y su gestión sostenible.

Uno de los efectos de la introducción de la teca a América Latina son las modificaciones que la especie va sufriendo para adaptarse a las nuevas condiciones (Muniswami 1977). Al cultivarse en una nueva zona, el árbol enfrenta condiciones climáticas diversas y otros factores que cambian de un sitio a otro, como el tipo de suelo o agentes patógenos. La siembra y el desarrollado de la teca en ecotipos diferentes han originado un proceso evolutivo de la especie para adaptarse a las condiciones de América Latina.

Un primer efecto de esta adaptación es la variación dentro de las poblaciones. Tal variación depende, en buena medida, de la procedencia las semillas para los programas de siembra, ya que los resultados en la calidad y en la velocidad de crecimiento de las plantaciones dependen de la semilla empleada. La primera semilla que se introdujo en América (1913 Trinidad) provenía de Birmania; dicha selección descendía de los mejores árboles de la zona (Marshal 1939, Beard 1943, Lamb 1957). Sin embargo, algunas selecciones de inferior calidad y procedentes de la India llegaron al Caribe (Beard 1943).

Sin duda, queda un importante trabajo de selección de procedencias de teca en sus lugares de origen para ampliar la base genética y lograr mejores rendimientos en buenos sitios, ampliar el abanico de suelos en los que puede cultivarse la teca y determinar su capacidad de adaptación al cambio climático. Se trata de lograr una mejor correspondencia procedencia/sitio, especialmente ahora que se ha incrementado la intensidad de la reforestación con teca en toda América Latina y el Caribe y que, además, se ha popularizado entre los reforestadores el uso de la tecnología para la producción de plantas clonales.

Evolución de la reforestación con teca en la región ALC

El arranque de la reforestación comercial en la región de América Latina y el Caribe (ALC) fue lento, quizás debido a que aún había abundancia de especies duras tropicales de alto valor, como la caoba y el cedro, en la Selva maya (Belize, México, Guatemala) y en América del Sur (Brasil, Bolivia y Perú, especialmente). Antes de que se descubriera el potencial de la teca como actividad de inversión y se incrementara la demanda en Asia debido a las restricciones allí impuestas al aprovechamiento de los bosques naturales de la especie, en América Latina la presencia de la especie era insignificante (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Hectáreas cultivadas de teca en países latinoamericanos en la década de 1970

País	Área	Referencia
Belice	30	Servicio Forestal 1978
Colombia	560	Sanin 1975
Costa Rica	300	Keogh et al. 1978
Cuba	200	Cozzo 1976
El Salvador	230	Keogh 1977
Nicaragua	60	Ortega 1977
Puerto Rico	800	Morales 1977
Trinidad	9700*	1978
Venezuela	560	Mendoza 1978
Panamá, Honduras y otros	1000**	1978
Total estimado	13.440***	

*Se estima un incremento del área plantada de 1200 ha, equivalente a 500 ha por año desde el 1972 cuando habían 8500 ha (Dardaine 1972).

**De los datos disponibles, se consideraron las plantaciones de United Fruit Company, con 960 ha en Honduras en 1953 (Chable 1967). En Panamá 650 ha en 1969 (Kadambi 1972). No obstante las estimaciones son conjeturas del autor ya que se dio un proceso de corta que redujo la extensión bajo plantaciones.

***Esta estimación no representa la situación de un único año; sin embargo, es una aproximación bastante aceptable para 1978.

Fuente: Tomado de Keogh (1980)

El cuadro anterior puede ayudar al lector a comprender los procesos de introducción de la especie en la región. Básicamente, en esos años se introducían nuevas especies con dos objetivos: para investigación y para el desarrollo de plantaciones para producir madera. Se puede decir que el proceso de evolución de la teca en América Latina es de más de 100 años desde su introducción, y si aceptamos que el período de rotación de la especie es de 20 años en promedio, se podría pensar que al menos en algunos de los países de la región ya se han dado dos o más rotaciones completas que han dejado aprendizajes y lecciones valiosas. Así, ya se conoce sobre temas como material genético, gestión, investigación y reflexión, lo que hace prever que el potencial de la especie como actividad económica rentable está presente.

Desde las 13 mil ha plantadas en los primeros 100 años desde su introducción (un promedio de 13 ha/año), en las décadas de 1990 y 2000 el incremento de las plantaciones de teca fue meteórico en ALC (Cuadro 3.2). Para 1995 ya se contaba con un total de 33 mil ha, con un promedio de plantaciones de 1156 ha/año, y para el 2010, el total ascendía a 243 mil ha, con un promedio de 13.983 ha/año.

En el mundo hay unas 264 millones ha de bosques plantados (FAO 2010), de los cuales 3,59 millones ha son de teca; es decir, el 1,36% (Kollert 2011). Un 7% de las plantaciones de teca están en ALC, mientras que el 80% están en Asia y el 13% en África. En América Latina, la mayoría de las plantaciones de teca son propiedad privada (corporaciones y pequeños propietarios), a diferencia de las plantaciones en Asia, África y el Caribe, donde son propiedad estatal (Kollert 2011).

El Cuadro 3.2 muestra cómo han evolucionado las plantaciones de teca en ALC. Ante la ausencia de estadísticas precisas a nivel de especie en los datos sobre plantaciones forestales, la información resumida en el cuadro proviene de diversas fuentes: una encuesta hecha para FAO por Kollert (2011), la ponencia presentada por Kent y Rodríguez ante la Conferencia Mundial de Teca 2011 y, para el 2010, estimaciones preliminares basadas en consultas a los países. Estos resultados son útiles para evaluar la situación actual y tendencias en los países de la región. Una de las dificultades estadísticas (no técnicas) es que hay muchas superficies plantadas con teca por parte de pequeños propietarios, difíciles de ubicar y reacios a informar.

Cuadro 3.2. Plantaciones de teca en América Latina entre 1995 y 2010

País	Superficie 1995 (ha)	Superficie 2010 (ha)
Argentina	-	10.000
Brasil	-	65.000
Colombia	1.710	-
Perú	-	150
Ecuador	1.000	45.000
Cuba	-	6.280
Trinidad y Tobago	7.500	9.000
Belice	500	100-
Jamaica	60	40
Costa Rica	14.040	31.500
El Salvador	2.010	9.760
Guatemala	1.710	3.000
Nicaragua	630	7.960
Panamá	3.900	55.000
Total	33.060	242.790

Si se compara la superficie plantada con teca (242 mil ha) con la superficie total de plantaciones al año 2010 (14,4 millones ha), se puede apreciar que la teca constituye una pequeña fracción de la reforestación en la región ALC (el 1,8% del total). La tasa de reforestación anual con teca en los últimos 32 años en la región fue de tan solo 7168 ha, pero en los últimos 15 años se dio un incremento a 14 mil ha/año. Todavía el grueso de la economía de las plantaciones en ALC, están orientadas a especies de crecimiento rápido para transformación industrial (pulpa, papel, tableros) y sólo una fracción a especies valiosas tropicales.

El país con mayor potencial de convertirse en líder de área plantada es Brasil por su extensión territorial, pues aunque en muchas áreas hay factores biofísicos limitantes que pueden afectar el crecimiento de la especie, siempre existirá una superficie apta. Colombia, Perú y Ecuador también presentan un potencial interesante, por sus condiciones climáticas y existencia de suelos apropiados. De ellos, Colombia y Perú aún no han empezado a reforestar con la especie a mayor escala. Bolivia también ofrece condiciones de sitio aptas en vastas áreas del departamento de Santa Cruz, pero tiene la limitante de los altos costos de transporte de madera a puerto de exportación.

En Centroamérica, Costa Rica ha sido el país que ha liderado el desarrollo de las plantaciones; sin embargo, Panamá es ahora el que tiene la mayor extensión plantada, debido a sus políticas de atracción de inversionistas como el otorgamiento de visas de residencia para quienes inviertan en plantaciones. En el caso de Nicaragua, si bien tiene la extensión territorial necesaria, las condiciones políticas no son atractivas para los inversionistas. Guatemala también ha incrementado sus plantaciones de teca; en el norte del país, en el departamento de Petén, hay desarrollos recientes que aún no están registrados en las estadísticas.

Potencial de las plantaciones de teca en América Latina

Tradicionalmente, las especies de madera dura han sido cortadas a una tasa mayor que la permitida por su recuperación natural. América no ha escapado a esta tendencia. Para muchas de las especies, no se ha estudiado a profundidad su silvicultura y buena parte de ellas presentan problemas de regeneración o, más bien, problemas de sobreexplotación. Una de ellas es la caoba (*Swietenia macrophylla* King). En Centroamérica, por ejemplo, debido a la sobreexplotación, ya no existen bases para un manejo sostenible de la especie (Calvo 2000). En Perú, la caoba y el cedro se encuentran registrados en los Apéndices II y III, respectivamente de la CITES;

su aprovechamiento y comercio se encuentran controlados para no llegar al peligro de extinción. Así, en el año 1997 se cortaron 89 mil m³ de madera, pero en el 2008, únicamente 4,8 mil m³. Eso muestra la reducción dramática de la oferta en uno de los principales países productores. En toda América Latina, no hay prácticamente oferta de madera proveniente de plantaciones de caoba (Luna 2010), tanto por la baja velocidad de crecimiento como por problemas fitosanitarios de la especie.

Ante este panorama, es muy probable que los inventarios de madera duras se agoten a un paso más rápido que los procesos de regeneración. Esta situación, en consecuencia, va a generar un aumento en la presión sobre los bosques remanentes y en la madera de plantaciones. Así las cosas, los inversionistas y las personas involucradas con el sector forestal, tanto demandantes como oferentes, ven en la teca una especie ideal para sustituir o bajar la presión sobre la madera del bosque, ya que esta es una especie excelente para plantaciones en las zonas tropicales y subtropicales (Keogh 1980).

Cualquier cifra que se dé, sobre el potencial de América latina para plantar teca es especulativa pues, por el momento, no hay estudios ni generales ni por país, sobre las superficies de sitios adecuados para las exigencias de la especie. En el Capítulo 5 se trata el tema del sitio y el crecimiento de la teca; allí se ofrecen pautas para enfrentar el problema que significa la falta de información relativa al potencial de la especie en la región. Sin embargo, podemos también asegurar que, sin duda alguna, hay capacidad para mucho más de las 242 mil ha que actualmente están plantadas y también para reforestar mucho más que las 14 mil ha/año que se plantan actualmente.

Hay varias consideraciones que se deben tomar en cuenta:

1. La región es abundante en tierras de vocación forestal que carecen de bosques, dada las altas tasas de deforestación de América Latina. Se requiere de un estudio específico de sitios en cada país, para determinar el potencial para plantar teca –que, sin lugar a dudas, es varias veces mayor que las superficies actualmente plantadas.
2. En la mayoría de los países donde se planta actualmente teca, la proporción de la especie dentro del total plantado es mínima. Países como Brasil, Colombia, Ecuador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, podrían plantar la especie, si hubieran condiciones generales que hicieran atractiva la actividad para los reforestadores nacionales y para fondos de inversión extranjeros.
3. En muchos de los países que actualmente plantan teca hay sistemas de incentivos

para reforestación. Estos incentivos son más o menos accesibles, de mayor o menor cobertura financiera, requieren más o menos trámites y, si bien muchos de ellos necesitan serias revisiones, han llevado a reforestar casi 15 millones ha en ALC, lo que significa un capital importante para los respectivos países. Inicialmente los incentivos para la reforestación favorecieron a los propietarios grandes y a las empresas y personas que tributaron montos substanciales. Con el correr del tiempo, estos incentivos se democratizaron para dar acceso a pequeños propietarios y comunidades. Es lo que ha sucedido en Costa Rica, en donde se evolucionó de los Certificados de Abono Forestal, a los Certificados de Abono Forestal por Adelantado para comunidades y asociaciones de pequeños propietarios. Algo parecido sucedió recientemente en Guatemala, donde se creó el sistema de incentivos Pinfor, que se amplió al Pinpep para pequeños propietarios y ocupantes de tierras. En el caso de Brasil, el sistema de incentivos duró por muchos años, basado en las exenciones tributarias. Actualmente hay créditos del sistema bancario para reforestación, pues la actividad se ha demostrado rentable y ha cerrado su ciclo.

4. Los incentivos para reforestar son parte de programas nacionales de desarrollo forestal, que incluyen la reforestación como una acción importante. Muchos países están adelantando planes forestales que incluyen un incremento de las superficies plantadas con fines productivos. Si estos planes se cumplen, la superficie total plantada en ALC crecería sustancialmente y probablemente también la superficie plantada con teca (Recuadro 3.1).

Recuadro 3.1

Ejemplos del potencial y necesidad de reforestación en América Latina

Los ejemplos que se muestran a continuación indican que en los países que plantan teca, o que tienen potencial para ello, hay grandes áreas que pudieran ser reforestadas. Una buena proporción de esos terrenos tienen condiciones de sitio apropiadas para el cultivo de la teca.

México tiene 11 millones ha reforestables, de las cuales 6 millones ha están en el trópico húmedo. Las perspectivas serían plantar un total de 500 mil ha en los próximos 15 años (Prodefo 2005).

Centroamérica en general cuenta con al menos dos millones de hectáreas fuera de las áreas protegidas que podrían ser convertidas en plantaciones para mitigación del cambio climático.

Dentro de estas se incluyen entre 300 y 600 mil ha que pudieran integrarse a las zonas de agricultura y ganadería (CATIE 2008).

Costa Rica sufre una crisis de abastecimiento de madera debido a la reducción de la corta en bosques naturales como resultado de una veda institucional y a la corta sin reemplazo de plantaciones forestales, incluidas las plantaciones de teca de pequeños propietarios. Las estimaciones basadas en la demanda de madera de plantaciones y en la disponibilidad de tierras (aunque a un costo alto, que eventualmente sólo podría pagar el cultivo de teca) demuestran que existe un potencial de plantaciones de al menos 12 mil ha/año durante los próximos 15 años (de Camino y Detlefsen 2008).

Perú posee 67 millones de hectáreas de bosques naturales, alrededor de 8 millones ha con potencial de reforestación y forestación, que se consideran aptas para someterlas a propuestas para mecanismos de desarrollo limpio (FONAM 2012). En este contexto, el Plan Nacional de Reforestación pretende, al 2024, reforestar una superficie total de 864.500 ha con plantaciones forestales y agroforestales industriales, a un ritmo anual promedio de 104.500 ha. Esto implica que hay tierras disponibles y preocupación del gobierno (Minag/Inrena/Pronamachcs/Fondebosque/ BSD/IIAP 2005).

Brasil cuenta con una nueva ley que permite a los agricultores inscribirse en programas de reforestación que emplean satélites para la supervisión. Un funcionario del Gobierno estimó el año pasado que 24 millones ha, casi el tamaño del Reino Unido, serán reforestadas como resultado del nuevo código (SwissInfo 2012). No entraremos aquí en la discusión del significado de la ley sobre la recuperación de las áreas deforestadas en general pero, en todo caso, se obliga específicamente a los agricultores y ganaderos a recuperar parte de los “pasivos ambientales” que incurrieron en el pasado al convertir bosques naturales en pastizales y cultivos agrícolas.

5. En los países de ALC que plantan teca, el índice de percepción de corrupción fluctúa entre 54 (Costa Rica) y 29 (Nicaragua), mientras que los que plantan teca en el conjunto de África y Asia, el mismo fluctúa entre 45 (Ghana) y 17 (Myanmar) (TI 2012). Pareciera que, si bien en los tres continentes hay mucha corrupción, en América Latina hay condiciones más favorables desde el punto de vista institucional. Sin embargo, no debe olvidarse que no son sólo los países los que tienen poco prestigio por el grado de corrupción. También las compañías madereras, y ahora muchos inversionistas forestales, han perdido prestigio por negocios fraudulentos de reforestación, precisamente con teca.

6. Asia tiene una ventaja clara sobre América Latina, por su cercanía a los mercados más importantes de madera de teca en el mundo, especialmente India, Vietnam y China. Si bien los dos últimos no son grandes consumidores de teca, importan para procesar en productos acabados (muebles y *decking*) y los reexportan a Europa y EE.UU.
7. A pesar de que la teca todavía no ha alcanzado grandes volúmenes de producción, es sin duda la única madera dura fina que constituye un recurso forestal emergente. Esta es una oportunidad para ALC por las condiciones favorables de crecimiento de teca y la disponibilidad de tierras. En general, las rotaciones para teca en ALC son más bajas que en Asia.

Podríamos decir, entonces, que la madera de teca proveniente de plantaciones tiene un gran potencial en el mercado, ya que existe una alta demanda en países de gran crecimiento económico y poblacional, como la India, China y Vietnam. Asimismo, los países de Europa, ya sea por corrientes conservacionistas o por la calidad de la madera, son consumidores a tomar en cuenta, sobre todo para la madera certificada. En cuanto a la certificación, hay países que, como resultado de tratados de comercio bilaterales o multilaterales y otros compromisos de índole ambiental, se han comprometido a consumir únicamente madera proveniente de plantaciones certificadas.

No obstante, se debe tener en cuenta que este producto, como cualquier otro, tiene sustitutos. En el sector construcción se pueden mencionar, el concreto, los metales y los plásticos, como materiales que han desplazado a la madera de partes del proceso de construcción, acabados y elementos estructurales. Lo mismo sucede con la industria de muebles, donde se pueden ver sustitutos a los muebles que tradicionalmente se fabricaban solamente de madera. Aparte de la competencia con otros productos, otro factor a tomar en cuenta es la inestabilidad macroeconómica mundial, que puede deprimir la demanda por productos como la madera de teca.

Hay varios aspectos que deben tomarse en cuenta en el desarrollo de proyectos de reforestación con teca en América Latina:

- El precio de la tierra en la mayoría de países de la región es un factor determinante en las inversiones del sector forestal y su expansión. A medida que las poblaciones crecen, aumenta la extensión de las ciudades y, en consecuencia, la competencia por las tierras productivas para destinarlas a usos habitacionales.
- El alza aún mayor en el precio de la tierra en zonas de atracción turística ha

hecho que –como en el caso de Costa Rica la tierra se comercialice en metros cuadrados y no en hectáreas.

- Los marcos jurídicos que no promueven la actividad (eliminación de incentivos, o incentivos inadecuados para la actividad) o la regulan en exceso.
- La percepción de la sociedad civil sobre las plantaciones forestales y los productos de madera, como actividades con un fuerte impacto ambiental.
- No hay suficiente difusión de información para eliminar las malas prácticas y minimizar estafas.
- La competitividad del sector forestal en la mayoría de los países es baja; para mejorarla se ha estado promoviendo la creación de *clusters* forestales, no siempre con éxito.

Un punto que se menciona y analiza en varios de los capítulos de este libro es la necesidad de rescatar la reputación de las inversiones en plantaciones y generar mayor información para inversionistas, políticos y consumidores para clarificar los mitos que existen alrededor de la actividad.

En conclusión, la teca como recurso emergente tiene grandes oportunidades en América Latina. Si se emprenden acciones especiales de fomento y promoción, la región podría transformarse en uno de los principales plantadores y productores de teca a mediano plazo. Pero ello debe ir acompañado de políticas específicas que persigan ese objetivo y del fortalecimiento de las organizaciones nacionales y regionales de productores.

Referencias

- Beard, J. 1943. The importance of race in teak, *Tectona grandis* L. Caribbean Forester 4(3):4.
- Calvo, J. 2000. Diagnóstico de la caoba en Mesoamérica: visión general. San José, Costa Rica, PROARCA/CAPAS. 23 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2008. Bosques y manejo forestal en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 43 p.
- Chable, AC. 1967. Reforestation in the Republic of Honduras, Central America. Report prepared in 1955. Ceiba 13(2):11.
- Dardaine, S. 1972. Annual report. Trinidad and Tobago, Forestry Division. 50 p.
- De Camino, R; Detlefsen, G. 2008. Costa Rica y el abastecimiento sostenible de madera: necesidad de acciones decididas. In OET, CATIE, CRUSA (Eds.). El abastecimiento sostenible de madera en Costa Rica. San José, Costa Rica. 120 p.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Roma, Italia. Estudio FAO Montes 163. 346 p.
- Fondo Nacional del Ambiente (FONAM, Perú). 2012. Sectores potenciales para mecanismos de desarrollo limpio. <http://www.fonamperu.org/general/mdl/sectores.php>
- Kadambi, K. 1972. Silviculture and management of teak. Nacogdoches, Texas, School of Forestry, Stephen F. Austin State University. 137 p.
- Kent, J; Rodríguez, J. 2011. Análisis del marco político, obstáculos estructurales, y barreras de financiamiento para las inversiones de teca en América Latina. Conferencia Mundial de Teca patrocinada por CATIE, FAO y Teaknet (San José, CR, 31 oct. – 2 nov.). 16 p.
- Keogh, R. 1980. Teca (*Tectona grandis* Linn. F.): procedencias del Caribe, Centroamérica, Venezuela y Colombia. In Simposio Producción de madera en los neotrópicos por medio de plantaciones patrocinado por IUFRO/MAB/Servicio Forestal (Río Piedras, Puerto Rico, 8-12 set. 1980). p. 356-372.
- Koller, W. 2011. Teak in the world 2010 - A global assessment of teak resources. Conferencia Mundial de Teca patrocinada por CATIE, FAO y Teaknet (San José, CR, 31 oct. – 2 nov.). 29 p.
- Lamb, A. 1957. Teak (Trinidad). Tropical Silviculture. Rome, Italy. FAO Forestry and Forest Products no. 13. V. 2: 30 p.
- Luna, S. 2010. CITES conmina a Perú, con plazo perentorio de 6 meses para combatir la tala ilegal de caoba. 4 p. http://xa.yimg.com/kq/groups/18652832/1040240750/name/CAOBA_CITES.pdf
- Marshall, RC. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London, England, Oxford University Press. p. 189-192.
- Minag/Inrena/Pronamachcs/Fondebosque/BSD/IIAP. 2005. Plan Nacional de Reforestación. Lima, Perú. 56 p
- Muniswami, KP. 1977. Population improvement and hybridization - Teak. In World Consultation on Forest Tree Breeding. (3, Canberra, Australia, 21-26 mar. 1977) FAO, Rome, (Italy). p. 507-544
- Nair, C. Souvannavong, O. 2000. Emerging research issues in the management of teak. *Unasylva* 201 (51): 10.
- Prodefo (Programa de Desarrollo Forestal de Jalisco). 2005. Plantaciones forestales comerciales. Guadalajara, México. 117 p.

- SwissInfo. 2012. Brasil aprueba polémica ley de uso de tierras. 3 p. Disponible en http://m.swissinfo.ch/spa/suiza_y_el_mundo/internacional/Congreso_de_Brasil_aprueba_polemica_ley_sobre_uso_de_tierras.html?cid=32559200
- Tewari, DN. 1992. A monograph on teak. Dehra Dun, India, Indian Council of Forestry Research and Education.
- TI (Transparency International). 2012. Corruption perception index. 5 p. <http://cpi.transparency.org/cpi2012/>

Segunda Parte

Aspectos técnicos de las inversiones de teca en América Latina





Capítulo 4

Tecnologías disponibles para el cultivo de teca



Capítulo 4

Tecnologías disponibles para el cultivo de teca

Fernando Montenegro
Folkert Kotman
Ronnie de Camino

El desarrollo de la carrera forestal en todos los países de América Latina tiene un peso creciente en las actividades comerciales, productivas, de investigación y desarrollo. Esto ha facilitado la obtención de conocimiento y la producción de tecnologías apropiadas para diferentes condiciones de la región. La globalización de las comunicaciones y el creciente intercambio de conocimientos y experiencias se ha “democratizado” y se han facilitado el intercambio científico y tecnológico sobre el cultivo de las especies forestales, como opción de uso valdeada de las tierras. Las contribuciones en ciencia, tecnología y práctica forestal de algunas plantaciones forestales en Brasil y Chile han mostrado caminos y orientaciones para la acción muy promisorias.

Especies forestales nativas, como *Cordia alliodora*, *Swietenia macrophylla*, *Alnus catapa*, *Jacaranda copaia*, *Cupressus* spp. y exóticas adaptadas como *Pinus radiata* y *Eucalyptus* spp. son parte del paisaje. Las experiencias de países como Chile, Brasil, Uruguay y Argentina son emblemáticas del desarrollo forestal; sin embargo, son cada vez más los países que han hecho sustanciales avances; entre ellos se mencionan Colombia, Costa Rica, Guatemala, Honduras, Panamá y México. Estas experiencias han promovido el negocio forestal a nivel continental.

La teca es una especie exótica y adaptada con éxito en la región tropical mediante el uso de importantes desarrollos tecnológicos que han sido empleados por una buena proporción de los plantadores. En los capítulos de esta segunda parte se destacan algunos de esos procesos; entre ellos, se evalúan en detalle los siguientes.

Recolección de semillas

Esta actividad ha evolucionado desde la colecta de las semillas de teca en el piso y al bulto hasta las colectas individuo por individuo, para seleccionar fenotipos específicos de árboles semilleros. En la región existen varios huertos semilleros, tanto de familias de polinización abierta como clonales, y también áreas productoras de semillas. La importancia de usar material genético de calidad para la plantación es ampliamente reconocida por los plantadores de la región, pues la genética juega un papel muy importante en el resultado total de un proyecto de reforestación. La mayor parte de los proyectos de reforestación privados y públicos están más y más dispuestos a invertir en semillas de huertos semilleros de buena calidad, puesto que el costo de las semillas es una inversión menor comparada con otros costos, como la tierra y el mantenimiento de las plantaciones.

Almacenamiento de semillas

La semilla de teca tiene una nuez dura que permite su almacenaje por cierto tiempo; sin embargo, es frecuente encontrar bancos de semillas o de germoplasma climatizados que amplían significativamente la viabilidad de las semillas. Las semillas de teca pueden ser almacenadas en condiciones secas sin control de temperatura durante el primer año posterior a su recolección. Sin embargo, la experiencia señala que los niveles de germinación se reducen si la semilla se almacena en esas condiciones por períodos más largos. Por esa razón, para guardar semillas por largos períodos se requieren condiciones de almacenamiento con temperaturas entre 0 y 5°C y contenido de humedad por debajo del 50%.

Viveros

La forma tradicional de producción de plantas de teca en América Latina es mediante el uso de bolsas plásticas, aunque también se producen a raíz desnuda y a tocón o pseudoestaca. Tareas como la homogeneización de sustratos, facilidad de riego, control de malezas y fertilización han sido posibles con la incorporación de contenedores rígidos con cavidades de tamaños diversos en donde se siembran las semillas de forma manual o mecanizada. Igualmente, se han utilizado contenedores hechos de musgos o turba (*jiffies*). Se han desarrollado novedosas técnicas de multiplicación de mini-estacas o micro-estacas que utilizan ambientes controlados para estimular el enraizamiento y luego su traspaso a contenedores de diferente tipo.

Elección del sitio

Este aspecto es importante en el negocio forestal. El concepto de sitio involucra aspectos de lugar, suelo, clima, etc. El lugar debe estar dentro de rangos que permitan que la autoecología de la especie exprese su potencial. Fuera de esos rangos, las plantaciones no son comercialmente productivas. El suelo es un aspecto importante para el crecimiento del cultivo; en particular, variables como el pH, presencia de aluminio, disponibilidad de macro y micro nutrientes son claves para la selección de los sitios adecuados; la génesis de los suelos determina también su potencial. El régimen de lluvias es importante, tanto por la cantidad de precipitación como por su distribución. La temperatura en climas tropicales tiende a ser temperada y calurosa. El hábitat natural extenso de la teca en India y el sureste asiático entre 10°N y 25°N resulta en procedencias que crecen en una gran variedad de condiciones de sitio en relación a tipo de suelo y clima. Pero en general, para que la teca desarrolle todo su potencial, requiere de suelos profundos, fértiles y bien drenados ya que la especie no tolera inundaciones y crece en un pH cercano a la neutralidad, con precipitación sobre 1500 mm y al menos tres meses de estación seca.

Plantación

Las técnicas de plantación han evolucionado bastante. Si bien se sigue plantando de forma manual, la mecanización ha permitido una mejor preparación del suelo que ofrece un creciente mejor ambiente para el establecimiento y el desarrollo inicial de las plantas. Además de romper las capas compactas que limitan la penetración de raíces, se mejora la capacidad de drenaje, siempre y cuando no se emplee maquinaria pesada en condiciones de suelos húmedos. En ocasiones, las labores de preparación del suelo, incluida la eliminación total o parcial de malezas competidoras, se separan de las labores de plantación que incluyen o no fertilización de arranque. Las actividades de preparación del suelo disminuyen las pérdidas durante los primeros meses y durante la primera estación seca después del establecimiento de la plantación; así se reducen e incluso se evitan los replantes. La fertilización adiciona elementos al momento de la plantación; sin embargo, ensayos de fertilización *ex post* han demostrado los beneficios de usar fertilizantes de liberación lenta con mezclas específicas de nutrientes y elementos que favorecen al árbol recién plantado por un período extendido. En general, la fertilización de establecimiento de plantaciones de teca en ALC consiste en una dosis estándar de una mezcla de fertilizante granulado al fondo del hueco de plantación. Sin embargo, más y más proyectos ajustan las dosis y la forma de aplicación a las características locales del suelo, con el fin de corregir el déficit de nutrientes. En

sitios con estaciones secas largas, las plantaciones deben establecerse al principio de la temporada de lluvias para contar con suficientes meses con lluvia que aseguren una alta tasa de supervivencia durante el primer año. Cuando se trata de superficies de plantación muy grandes, las empresas han optado por la segunda mitad de la estación seca, usando riego y polímeros (hidrogel) que absorben y liberan agua que aseguran un período máximo extendido de estación húmeda para las plantas recién instaladas.

Manejo de plantaciones

Las actividades culturales que se realizan para mantener el buen estado de salud y crecimiento, así como el ambiente para el buen desarrollo de los árboles es lo que se entiende por manejo de la plantación. Entre esas actividades se incluye el control de malezas, podas tempranas, podas asociadas al crecimiento, regímenes de raleos para reducir la densidad según objetivo y edad de rotación. También se incluyen las mediciones forestales de superficies, individuos y parámetros que informan sobre el estado del crecimiento y salud de los bosques, la protección biótica y física y, en particular, el manejo del fuego. Todas ellas son actividades usuales en un cultivo forestal.

El manejo de las plantaciones de teca ha tenido cambios dramáticos en las últimas décadas. En Asia, por ejemplo, el periodo de rotación era hasta de 80 años con el objetivo de producir madera de calidad similar a la de los bosques naturales. La mayoría de las plantaciones se establecían en tierras del Estado y por parte del Estado, con costos económicos bajos o absorbidos por el aparato estatal. En las últimas décadas del siglo XX, cuando se incrementó significativamente el establecimiento de plantaciones de teca, se hizo evidente que, debido a la necesidad de obtener una tasa atractiva de retorno de las inversiones (compra de tierra, plantación y costos iniciales de mantenimiento), los largos períodos de rotación no eran una opción viable. En la actualidad, los períodos de rotación son de 15 a 25 años para obtener unos 200 árboles por hectárea. Con el cambio de un modelo de largo plazo y bajo costo a uno intensivo, de plantaciones industriales, con una rotación corta, muchos de los procedimientos tradicionales de manejo debieron ser alterados. La investigación en preparación del suelo antes de la plantación, programas de fertilización, raleos y podas, entre otros temas, debieron acelerarse para ajustarse al nuevo estilo de manejo.

Mejoramiento genético

Las actividades destinadas a evaluar los rasgos de los árboles en plantaciones con el fin de seleccionar material para que los futuros cultivos o plantaciones sean mejores

que sus progenitores es lo que se conoce como mejoramiento genético. La selección es la herramienta básica para identificar los mejores individuos fenotípicamente: salud, vigor, (eventual) resistencia a patógenos y plagas, desempeño, características físicas mecánicas y químicas de la madera. La selección de individuos, colectas de semillas individuales, reproducción asexual del progenitor, huertos semilleros por semillas y clones (injertados, enraizados), polinización abierta y polinización controlada, semillas con pedigrí, pruebas de progenies en sitios, clones y pruebas de adaptación de clones x sitio son actividades que permiten mejorar sustancialmente un cultivo.

Reproducción asexual

Hay un grupo de técnicas de reproducción asexual muy antiguas que son válidas hoy, como la multiplicación por acodos aéreos, injertos, enraizamiento de estacas. Todas ellas permiten la multiplicación del mismo material genético –y fenotipo del individuo original u orteto. El cultivo *in vitro* de porciones vegetales o explantes colocados en ambientes asépticos permite rejuvenecer los materiales de origen y multiplicarlos con beneficios del cultivo aséptico sobre el material.

Reproducción clonal

Los proyectos de mayor tamaño y experiencia han desarrollado programas de selección de material vegetativo procedente de estacas de árboles cuidadosamente seleccionados, que se almacenan en huertos clonales. A partir de ellos, se reproducen cientos de estacas que luego se enraízan y se trasladan a envases apropiados para su transporte posterior a los lugares de reforestación. Los árboles a partir de los cuales se extraen estacas siguen estrictos protocolos de selección según características deseadas por las empresas. Ya muchos proyectos tienen una buena base de clones seleccionados, los cuales se van reemplazando por otros nuevos, según su desempeño en el campo. Hay empresas que reforestan un 100% de sus nuevas superficies o de superficies en segunda rotación a partir de clones.

Sanidad vegetal

Es un tema creciente en importancia, toda vez que los cultivos forestales usan materiales selectos, posiblemente con una base genética más estrecha en lo local, pero no necesariamente en el panorama general. Ya se están desarrollando estudios sobre resistencia de razas, ecotipos o individuos a patógenos, incluso de inoculación y respuesta.

Los inventarios y el crecimiento

Ya pasó la época de estimar los posibles rendimientos de un plan de manejo de plantaciones de teca a partir de modelos generales de crecimiento basados en índices de sitio también generales. Actualmente, las empresas más avanzadas tienen sistemas de inventarios continuos que les permiten controlar el crecimiento cada año, antes de las intervenciones que implican extracción de madera. Ello ha llevado también a la construcción de modelos de crecimiento adaptados totalmente al proyecto específico y sus sitios particulares, que pueden, rodal por rodal, captar diferencias de rendimiento, clasificación de los productos y valor de la producción.

Hacia la silvicultura de precisión¹

El manejo de las plantaciones de teca va avanzado poco a poco al campo de la denominada “silvicultura de precisión” (SP), pero aún falta mucho para llegar allí. Las empresas industriales de gran tamaño que producen madera para pulpa, papel, tableros y madera aserrada en gran escala, están avanzado más en ese camino, y la tecnología del manejo de teca no debe quedarse atrás. Se trata de llevar la silvicultura a sitios precisos, rodal por rodal, e incluso árbol por árbol si fuera necesario. La silvicultura utiliza métodos avanzados de tecnología de la información, incluyendo el GPS como herramienta de bolsillo de cada trabajador forestal, mapas digitales de las áreas de intervención, la tecnología LIDAR (detección de luz y alcance), sensores remotos y modelos digitales de terreno, estimaciones de altura de árbol y rodal, densidad de rodal, volumen por árbol y diseño de carreteras. También se incluye en la SP los llamados exploradores TC, basados en rayos X que permiten analizar estructuras internas de los árboles, como defectos, densidad de la madera, nudos y así optimizar el uso de las trozas. Además, se podrían instalar microchips en los árboles y en las trozas que transmitirían información tanto del bosque, como de la cadena de producción desde la troza al producto final. La sumatoria de las tecnologías silvícolas y la imaginación digital podría significar un salto cualitativo importante en el manejo forestal de la teca.

Plantar teca: un proceso que requiere experiencia y conocimiento científico

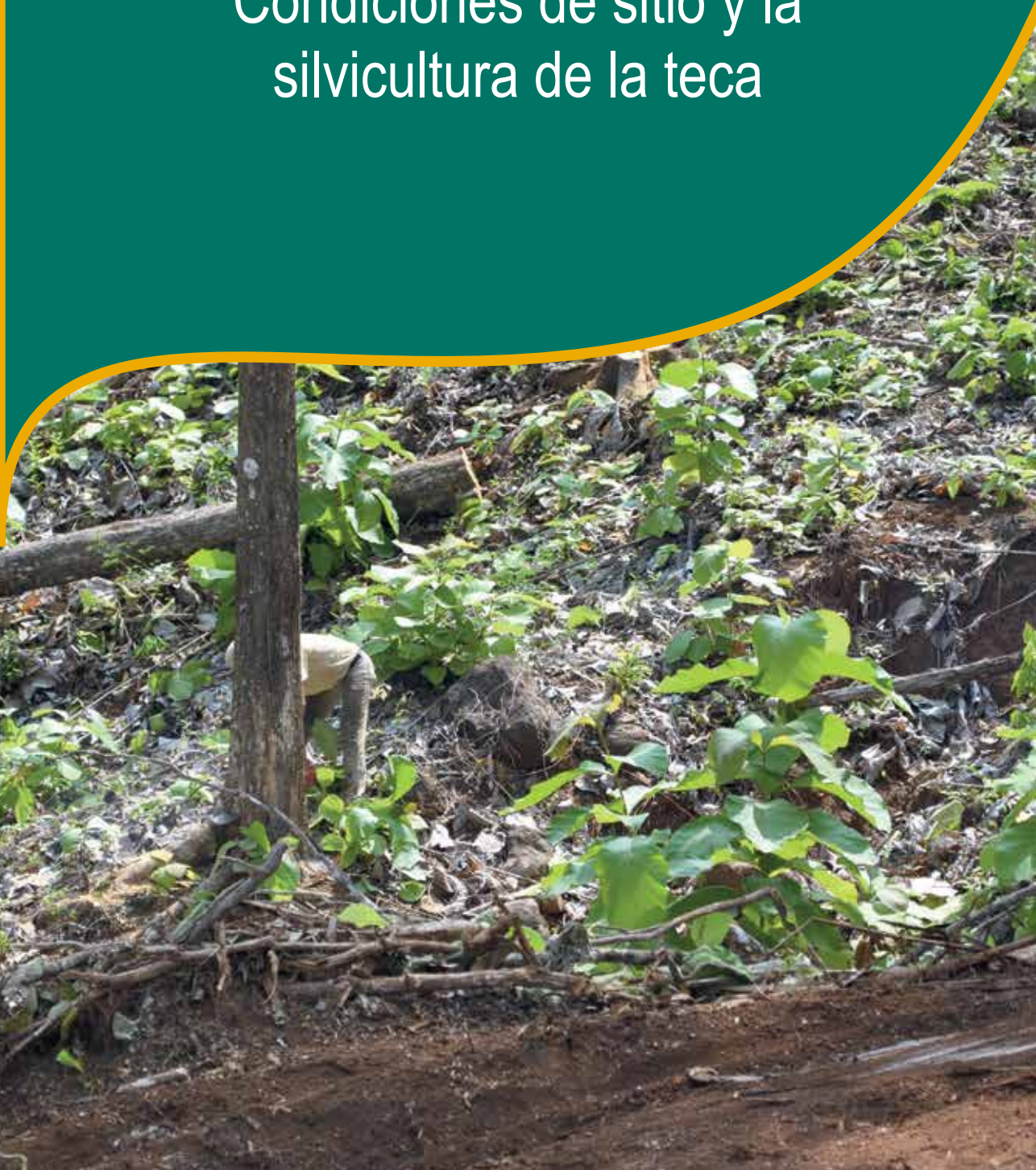
Cuando se inicia un proyecto de reforestación con teca, hay que considerar mucho más que las cifras de costos y precios y las corridas de programas de cómputo para calcular

¹ Mayor detalle en Sarre, A. 2001. En búsqueda de la precisión. OIMT Actualidad Forestal Tropical 12 9/3, y también en Proceedings of the second international precision forestry symposium. 2003. University of Washington; FERIC Canada; IUFRO, USDAFS; PNW Research Station. 174 p.

las tasas internas de retorno, el valor presente neto y las relaciones beneficio-costos. Se trata de tener conocimientos en ciencias forestales y estar dispuestos a gerenciar un negocio de mediano a largo plazo. Muchas veces, los proyectos de teca se inician con promotores que no conocen la biología, la ecología, la silvicultura y la aplicación de la tecnología operacional. El negocio de la teca no es uno de buenos vendedores, ni de economistas que hagan cálculos, sino de equipos técnicos que saben escoger semillas, clones, hacer viveros, plantar, hacer silvicultura, medir crecimientos y dominar las operaciones de extracción.

Capítulo 5

Condiciones de sitio y la silvicultura de la teca



Capítulo 5

Condiciones de sitio y la silvicultura de la teca

Alfredo Alvarado
Rafael Mata

Introducción

Durante la segunda mitad del siglo XX, la forestería de plantación tuvo un impulso relevante en las regiones neotropicales. Como parte de este nuevo enfoque, varios aspectos del manejo del bosque tuvieron que ser replanteados, incluyendo la escogencia de sitios para plantar, ya que los objetivos de la nueva empresa eran diferentes a los de manejar (extraer) madera del bosque natural. A partir de ese momento, surgió una serie de externalidades al sector forestal, tanto desde el punto de vista científico-social (p.e., movimientos ambientalistas, creación de parques y reservas nacionales), como económico-político (p.e., operaciones de venta de propiedades, fijación de carbono).

Cualquiera que fuera la situación, ni los especialistas forestales ni los nuevos empresarios tenían conocimiento edáfico suficiente como para manejar los sistemas de producción que tenían al frente. Para el caso, ni siquiera las empresas agrícolas de la época manejaban los conceptos de escogencia de sitios. Uno de los primeros en tratar de paliar el problema fue Western (1978), con su libro “*Soil survey contracts and quality control*”; En la actualidad, Alvarado y Raigosa (2012) han tratado de resumir los conceptos de sitio, suelo y tierra, con el fin de facilitar la información tanto a los especialistas forestales como a los nuevos empresarios interesados en la silvicultura de plantaciones forestales.

Entre los factores que determinan la escogencia de un sitio están desde la herencia de la tierra y la poca capacidad de inversión del propietario hasta las inversiones de ahorrantes interesados en el lucro económico o el mejoramiento ambiental, empresarios que invierten en gran escala para producir madera (asociada a procesamiento) o para renegociar la tierra plantada. En la búsqueda de terrenos para el establecimiento de plantaciones forestales, otro criterio que se debe contemplar es la cantidad de árboles remanentes en los potreros (los cuales habrá que remover a un costo determinado),

así como la ocurrencia de áreas significativas cubiertas de bosque que no pueden plantarse por regulaciones ambientales (especies protegidas, orillas de cursos de agua y nacientes, áreas con pendientes muy fuertes).

Los aspectos técnicos del terreno pueden afectar positiva o negativamente el desarrollo de las plantaciones. Debe recordarse que aun escogiendo los mejores sitios para plantar teca, el resultado final puede ser que las plantaciones no crezcan como se espera debido a errores silviculturales como la utilización de material genético de mala calidad, la siembra tardía o temprana para el sitio, el inadecuado control de malezas y los años y tipo de uso anterior del terreno.

Una vez seleccionado el sitio adecuadamente, los pasos siguientes serían la preparación, establecimiento y mantenimiento. Asimismo, se deben ir elaborando índices de sitio con los datos que se vayan tomando en el desarrollo de la plantación, con el fin de lograr una gestión eficiente del sitio forestal.

Curvas e índices de sitio

Para comprender en qué consisten las curvas de sitio y los índices de sitio es bueno tener claros ciertos conceptos relacionados, ya que lo que define un sitio es su combinación de factores bióticos y abióticos (Clutter et ál. 1983, NIFA 2012). Uno de esos conceptos es el sitio, entendido como la combinación de factores ambientales como clima, suelos (con todas sus características y elementos), pendiente, relieve y elevación. Todos estos factores determinan no solo las especies forestales que pueden crecer, sino también cuán rápido y qué tan bien.

Otro concepto es el de calidad de sitio forestal, que se define como la interacción de los factores que conforman el sitio (factores bióticos y abióticos) y determina la máxima producción de madera o biomasa que es posible cosechar en un tiempo dado en un sitio en particular. Según sea la calidad del sitio, así será el crecimiento y rendimiento en productos de una determinada especie en ese sitio.

El índice de sitio se construye a partir de la altura que alcanzan los árboles dominantes a una edad determinada. La altura dominante identifica los 100 árboles más altos en una hectárea a una edad base; se asume que los árboles dominantes representan la capacidad máxima de un sitio para una especie en particular.

A partir de las curvas e índices de sitio es posible determinar la productividad de las fincas en donde se está plantando, con el propósito de definir el tipo de manejo que se debe aplicar en cada área plantada. Asimismo, conocer el índice de sitio facilita las proyecciones para tener una idea más precisa de lo que se puede obtener a la edad de rotación y ajustar los esfuerzos para maximizar el objetivo de producción. En este sentido, la clasificación de los sitios es importante para la definición de metas de producción y el turno de corta, con el fin de tener una base para la elaboración de los cuadros de rendimiento. En síntesis, estos factores constituyen insumos básicos para la gestión y planificación de las funciones en la unidad forestal (Alder 1980), ya que permite separar los rodales según su calidad para la especie y diferenciar el manejo forestal según las necesidades de cada rodal en particular.

Una vez seleccionada y ajustada la ecuación para el cálculo, es posible clasificar las plantaciones forestales. La forma de clasificación más común es la de categorías calidad: alta (I), media (II) y baja (III). Dicha categorización es definida estadísticamente por la desviación estándar y el promedio de las observaciones utilizadas en la construcción de la ecuación para el índice. La clasificación de sitios en estas categorías permite tomar decisiones silviculturales adecuadas para cada calidad de sitio (Ferreira 1995).

Escogencia del sitio

En condiciones naturales, la teca se encuentra en sitios con las siguientes condiciones: temperatura entre 21-28°C, precipitación entre 1000-1800 mm/año (Flinta 1960), con una estación seca marcada de tres a siete meses de duración, en altitudes de 600-1200 msnm (Briscoe 1995). El mejor desarrollo de la especie se da en suelos franco-arenosos a arcillosos, fértiles, drenados y profundos (Lamprecht 1990).

Al seleccionar un sitio para la plantación de teca se deben considerar diferentes niveles de caracterización, desde muy generales (reconocimiento) hasta muy detallados; por supuesto, a medida que aumenta el nivel de detalle, aumentan también los costos. Cuando una empresa inicia actividades en una región nueva y en gran escala, se deben utilizar herramientas de posicionamiento geográfico que permitan sobreponer capas de factores que limiten el desarrollo de la operación forestal con la especie que se desea explotar. Así, se consideran factores como cantidad y distribución de lluvia, temperatura media anual y estacional, relieve, suelos, estacionalidad de los vientos, etc. Estas capas se sobreponen para descartar áreas que no cumplen con los requisitos de la especie. Una vez seleccionadas las grandes zonas potenciales y antes de adquirir los

terrenos para plantar necesariamente deben hacerse estudios detallados para calcular el área plantable y los requerimientos de equipo y maquinaria necesarios para llevar a cabo la operación.

Todas esas tareas implican una inversión que, en relación con el total de la operación, no es significativa, pero debe hacerse para evitar sorpresas muy costosas posteriormente. El dejar de hacer esta inversión porque no se presupuestó, se consideró muy elevada o innecesaria, o el director de operaciones “tenía suficiente experiencia” son errores de falta de prolijidad y de responsabilidad, que cuando llega el momento del fracaso se penalizan caro. La ausencia de estudios de suelos es una de las causas que han llevado al fracaso a varias empresas en sus intentos por sembrar teca en América Central. Algunos trabajos recientes sobre metodologías para escoger tierras para cultivar teca incluyen los de Serigatto (2003), Thiele (2008) y Ombina (2008)¹.

Thiele (2008) menciona que las variables fisiográficas y climáticas correlacionan mejor con la calidad de los sitios para teca que las variables químicas y físicas de los suelos de Costa Rica. Desde el punto de vista de sustrato, la teca prefiere suelos fértiles de origen aluvial, en los cuales las principales determinantes de productividad son el pH, el contenido de N, la humedad del suelo, el drenaje, la textura, la saturación de bases y la profundidad efectiva (Gangopadhyay et ál. 1987, Kumar 2005). En este sentido, la teca prefiere suelos moderadamente profundos (>90 cm), bien drenados, de textura media, estructura granular a bloque subangular, en regiones de temperatura media y pendientes suaves (Drechsel y Zech 1994, Jha 1999). Deben evitarse los suelos mal drenados (en particular vertisoles de depresión con problemas de anegamiento por períodos prolongados), con alto contenido de arcilla, poco profundos (entisoles con afloramiento rocoso o roca a poca profundidad), las cimas de pendientes muy secas o muy ventosas donde los árboles se vuelcan y pierden la copa, lo que a su vez causa un bajo aprovechamiento del agua y una disminución importante del volumen final. También deben evitarse las áreas en donde la lluvia se concentra en períodos muy cortos, o con un “veranillo” largo durante la estación de lluvias; si este es el caso, la especie tiende a botar las hojas dos veces al año con el consecuente gasto energético. Los sitios con niveles de acidez del suelo y del subsuelo muy elevados, en particular pendientes en las cuales aflora el horizonte B ácido, tampoco son convenientes, así como los sitios muy secos con suelos arenosos. Para lograr la máxima eficiencia, se deben evitar los suelos anegados, con una profundidad menor a 2 m, en pendientes

¹ Nota de los editores. Con frecuencia, el productor ya tiene un terreno en el que desea plantar teca. Si el sitio no corresponde a las exigencias de la especie, se tendrán crecimientos pobres y alto riesgo fitosanitario, ya que una especie en sitios marginales sufre de estrés permanente y se debilita ante amenazas de plagas y enfermedades.

mayores al 6%, ya que estos factores suelen restringir el crecimiento y desarrollo de la teca.

Para las condiciones de Costa Rica (Vallejos 1996), Panamá (Mollinedo 2003) y Guatemala (Vaides 2004), se han desarrollado clases de sitio para teca (Cuadro 5.1). En el caso de Guanacaste, Costa Rica, Bermejo et ál. (2004) produjo modelos de crecimiento y rendimiento para teca que confirman lo encontrado por Vallejos (1996) e introdujo la nomenclatura de calidad de sitio 23, 21 y 19, para referirse a la altura promedio alcanzada por los árboles a la edad de 10 años (IS_{10}).

Cuadro 5.1. Valores promedio de las variables de crecimiento de teca por clase de productividad en varios países de Centro América.

Clase de productividad	IS_{10} (m)	IMA dap (cm/año)	IMA Htot (m/año)	IMA AB (m ² /ha/año)	IMA vol (m ³ /ha/año)
Guatemala (Vaides 2004)					
Baja	11,38	1,60	1,30	0,75	2,33
Media	17,19	2,29	2,04	1,66	7,07
Alta	18,40	2,78	2,48	2,51	14,36
Excelente	26,43	3,48	3,09	3,95	29,36
Costa Rica (Vallejos 1996)					
Baja	15,38	2,23	2,03	1,61	8,05
Media	18,63	2,76	2,75	2,27	14,88
Alta	21,37	3,31	3,57	3,17	21,66
Excelente	≥21,38	≥3,32	≥3,58	≥3,18	≥21,67
Panamá (Mollinedo 2003)					
Baja	13,43	1,99	1,81	0,47	3,44
Media	15,38	2,77	2,73	0,70	7,06
Alta	17,14	3,67	3,72	0,95	11,93

Aunque los valores de correlación entre las variables ambientales y el índice de sitio para teca no son altos ($r \leq 60\%$), varios autores han desarrollado ecuaciones de regresión lineal múltiple para condiciones de clima tropical estacionalmente seco en América Central (Vásquez y Ugalde 1995, Vallejos 1996, Montero 1999, Mollinedo 2003). En general, se confirma que en este tipo de ambiente, la teca crece más conforme aumenta la precipitación pluvial en suelos con alto contenido de Ca intercambiable; en

este último caso, existe un límite superior del contenido de Ca intercambiable donde la relación del Ca con otros cationes se vuelve adversa. Por otra parte, el crecimiento de la teca también se ve afectado en forma negativa con incrementos en el déficit hídrico, la temperatura media anual y el porcentaje de saturación de acidez del suelo (Alvarado y Fallas 2004), según las ecuaciones que se presentan a continuación:

$$IS_{10} \text{ teca} = 2,206 + 0,007 \text{ PPT} + 0,176 \text{ Ca} \quad (\text{Vásquez y Ugalde 1995})$$

$$IS_{10} \text{ teca} = 109,416 - 1,709 \text{ DEFHID} + 1,095 \text{ PPT} - 3,211 \text{ TMA} \quad (\text{Montero 1999})$$

$$IS_{10} \text{ teca} = 19,874 - 0,192 \text{ SATAC} - 0,150 \text{ SATCa} + 3,238 \text{ Ca/Mg} \quad (\text{Mollinedo 2003})$$

$IS_{10} \text{ teca}$ = altura promedio alcanzada por los árboles a la edad de 10 años, PPT = precipitación, Ca = contenido de calcio intercambiable, DEFHID = número de meses secos, TMA = temperatura media anual en °C, SATAC = Saturación de acidez, SATCa = Saturación de calcio.

Preparación del terreno de la plantación

En general, las fincas disponibles en la región centroamericana no tienen el total del área en condiciones óptimas para la siembra de teca; asimismo, hay regulaciones que impiden modificar las áreas de bosque o las riberas de río. Esto adquiere relevancia económica ya que si se compra un terreno con un 60% de área útil, el costo real de terreno útil es un 40% mayor al precio pagado por hectárea².

En muchas ocasiones, las plantaciones de teca se establecen en suelos compactados por pisoteo de ganado, lo que causa episaturación (exceso de agua desde la superficie del suelo hacia abajo). Entonces, es necesario drenar, subsolar hasta 60 cm de profundidad y rastrillar el suelo en la faja donde se plantarán los árboles (para disminuir las eventuales pérdidas de suelo por erosión, no se debe trabajar todo el terreno).

Si los suelos son bien estructurados y tienen un horizonte A de buen espesor, las labores con equipo mecánico son mínimas; por el contrario, cuando los terrenos tienen suelos degradados y ácidos (oxisoles, ultisoles e inceptisoles), se debe aplicar cal y fósforo al voleo en la banda de plantación, antes de subsolar y rastrillar el suelo, de manera que el producto se incorpore hasta la profundidad deseada. En esta fase de preparación del

² Nota de los editores. Al calcular el crecimiento esperado hay que tener en cuenta que: a) no toda la superficie de la propiedad puede ser plantada; b) lo reforestable no necesariamente puede plantarse todo con teca; c) en lo plantable con teca, hay diferentes niveles de calidad del sitio. El rendimiento, entonces, es un promedio de todas estas consideraciones.

suelo se deben realizar análisis físicos y químicos para definir el plan de fertilización que debe aplicarse al trasplante para enmendar las limitaciones en contenidos de Ca, Mg, P, K y acidez. En este tipo de suelo, se han encontrado deficiencias de P y K en África Occidental (Zech y Kaupenjohann 1990) y en Guanacaste, Costa Rica (Portuguez 2012). En Guatemala, los suelos derivados de calizas presentan mucha pedregosidad y deficiencias de micronutrientes, lo que obliga a romper la capa pedregosa y aplicar los elementos que limiten el crecimiento normal de la plantación.

Los suelos depresionales con arcillas esmectíticas (vertisoles) no son aconsejables para plantar teca por su susceptibilidad a permanecer encharcados una buena parte del año. Sin embargo, si se decidiera plantarlos, es necesario planear un buen sistema de drenaje y confeccionar lomillos en donde se siembran las plántulas; obviamente, todo esto incrementa los costos.

El efecto de trabajar el suelo hasta 10 cm de profundidad alrededor de los árboles tiene implicaciones sobre el crecimiento inicial de la teca con distanciamientos de siembra 0, 30, 45 y 60 cm (Singh 1997). Este autor encontró incrementos en altura durante el primer año, del orden de 105,2, 150,7, 150,2 y 190,7 cm para cada tratamiento respectivamente.

Control de malezas

Según Ladrach (2010), en los inicios de la actividad forestal muchos profesionales pensaban que la vegetación como pastos y otras malezas protegían al árbol en crecimiento. En realidad, las raíces superficiales de los árboles en crecimiento compiten por humedad y nutrientes con las raíces profundas de las malezas y pastos mejorados (muy comunes en América Latina).

Un control efectivo de las malezas y pastos es el control químico (glifosato, un herbicida sistémico). Este procedimiento es el más efectivo y económico ya que cuando se hace solo la remoción de la hierba de la superficie ya sea cortándola o arrancándola se elimina el problema superficialmente, pero las raíces profundas hacen que el pasto vuelva a crecer.

Para que el herbicida tenga un efecto mejor y más duradero se debe aplicar antes de la plantación y unos 2-3 meses después, con el fin de dejar que los árboles superen rápidamente la altura de las malezas. El glifosato debe aplicarse sobre los brotes del pasto.

Densidad de la plantación y el espaciamiento

Existen diferentes métodos para la reproducción de teca. En los primeros años de introducción de la teca se usaron pseudoestacas, pero tienen el inconveniente de que muchas veces las raíces quedan expuestas y pueden ser atacadas por hongos; bajo estas condiciones, en Cuba muchos árboles de teca tienden a morir después de los 10 años de edad por infestación de termitas desde la base del tronco. Posteriormente, se pasó al uso de siembra directa de semillas y producción de plántulas en diferentes tipos de envases, como bolsas, envases plásticos recuperables de los cuales se desprende la planta completa al momento de la siembra, o envases de turba protegidos por una malla de material degradable (*jiffies*). Con la producción en envases se logran tallos principales y con poca ramificación.

En cuanto a la densidad de siembra y al espaciamiento para plantar teca, hay algunos métodos para determinar la densidad adecuada del rodal, el área basal, el índice de espaciamiento relativo, el índice de densidad y el factor de competencia de copas. Por lo general, la densidad fluctúa entre 1000 y 1100 árboles por hectárea para facilitar el control de la competencia por pastos y malezas, aunque la competencia entre árboles favorece el desarrollo de troncos rectos sin ramificaciones ni tendencia a bifurcarse (Zobel y Sprague 1993).

Lo habitual en plantaciones forestales de carácter comercial son los espaciamientos de 3 m x 3 m, 3,5 m x 2,8 m o 4 m x 2,5 m. No obstante, por muchos años se plantó a 3 x 3 m para una densidad de siembra de 1111 árboles, pues se asumía que el individuo necesita 9 m² para crecer. Con el mejoramiento genético y el aumento de la calidad de las semillas, así como ensayos de densidad y espaciamiento, ahora se trabaja con densidades de 600 a 800 árboles por hectárea.

Podas y raleos

Las podas y raleos son necesarios para mejorar la calidad de la madera y obtener un mayor valor en el mercado por madera de calidad. Las **podas de formación** son importantes desde el punto de vista de la calidad de la madera, ya que con esta actividad se reduce la cantidad de nudos muertos producto de las bifurcaciones en las primeras etapas de desarrollo del árbol. Con ello se logra minimizar la aparición de marcas (nudos) en las trozas de valor comercial. La teca tiene la tendencia a bifurcarse; por eso, con la poda de formación se busca dejar un solo tallo.

La **poda de calidad** es especialmente importante en el caso de la teca, cuyo producto de venta es la madera sólida, libre de nudos. El procedimiento consiste en eliminar las ramas inferiores en los troncos. Una estrategia para minimizar el costo de la operación es hacerla coincidir con los raleos, siempre que sea posible, lo que depende del crecimiento de los árboles. En la teca, la primera poda de calidad se realiza alrededor de los cuatro años de edad.

Con los raleos se busca mejorar el diámetro y la altura de la troza comercial. Existen dos tipos de raleos: el **raleo sistemático** que busca la eliminación de los individuos a partir de las variables que inciden en el desarrollo de la actividad (ecológicas, financieras, de crecimiento y rendimiento) y del producto final esperado. El **raleo selectivo** toma en cuenta las mismas variables, pero su objetivo es mantener los individuos de la mejor calidad. En el primer tipo simplemente se sigue un protocolo; para el segundo se debe tener personal bien entrenado para que realice la selección.

Los raleos se deben programar a lo largo de toda la rotación; si se espera cosechar a los 20 años, el primer raleo se hace a los cuatro **años, el segundo a los 12** y a los 18 o 20 años se aprovecha la plantación. Cuando el periodo de rotación es de 25 años se recomienda un raleo adicional a los 15 o 18 años.

Entre los factores que se deben tomar en cuenta en la decisión de **cuándo** ralear están los datos de crecimiento de las parcelas de medición, la competencia entre individuos por luz, la distribución espacial del dosel y el desarrollo de la copa (Suri 1975). Mientras el rodal madura, el uso del dosel por parte de los individuos es menos eficiente; este es un indicador de que los raleos deben intensificarse (Larson y Zaman 1985).

Respuesta a la fertilización

La respuesta a la fertilización de la teca en plantación depende de la calidad del sitio. Como en cualquier otro tipo de operación forestal, si el sitio tiene una fertilidad de suelo elevada, la posibilidad de respuesta a la adición de fertilizantes es baja y viceversa. En sitios de fertilidad alta, el crecimiento inicial de la teca es tan rápido que los árboles tienden a agobiarse, lo que obliga a utilizar un tutor o sistema de amarre para evitar que el fuste se doble o se quiebre. También se pudiera adicionar fertilizantes altos en P y K, pero bajos en N, para fortalecer el engrosamiento del tallo y mantener su elongación. La baja respuesta de la teca a la fertilización puede relacionarse con una alta presencia de malezas (gramíneas). Además, la fertilización

la hace más susceptible al ataque de herbívoros debido a la mejora en la palatabilidad de las hojas (Kumar 2005).

La respuesta de la teca a la aplicación de varios elementos combinados (NPK) en vivero (Nwoboshi 1975, Sundralingam 1982, Chaves y Fonseca 1991, Tewari 1999), al momento del trasplante (Kishore 1987, Raigosa et ál. 1995, Singh 1997, Fonseca 2000, Bheemaiah 2004) y en el campo (Patel 1991, Prasad et ál. 1986, Montero 1995, Mothes et ál. 1991, Torres et ál. 1993) ha sido ampliamente documentada. De la misma manera, se ha comprobado el efecto benéfico de la adición de riego y fertilizante (fertirriego) en plantaciones jóvenes de clima monzónico de la India (Mutanal y Prabhakar 2001, Bheemaiah 2004, Koppad y Rao 2005). A pesar de que la utilización de aguas servidas favorece el crecimiento en altura, diámetro y volumen en plantaciones jóvenes, con el tiempo se puede presentar un aumento de la mortalidad de los árboles debido a intoxicación, probablemente con metales pesados (Gogate et ál. 1995).

Fertilización en vivero

Un factor importante en los programas de silvicultura intensiva de plantaciones es que las plántulas que se produzcan en viveros sean de calidad óptima, para lo que se requiere de sustratos con buena fertilidad. Diferentes estudios (Nwoboshi 1975, Sundralingam 1982, Tewari 1999) demuestran que la fertilización con N, P y K en viveros de teca brinda los mejores resultados para producir plantas de buen color y vigor, acelerar su crecimiento y disminuir la incidencia de enfermedades en el vivero. Fernando (1966) encontró que la adición de N-inorgánico mejora el crecimiento de las plántulas a los dos meses de aplicado el tratamiento, en comparación con N-orgánico (122 vs. 61 cm altura promedio). La adición de N es más relevante que P y K para el crecimiento en vivero.

Para asegurar las buenas características físicas de los sustratos, se recomienda utilizar una mezcla de suelo negro con arena y materia orgánica (Chaves y Fonseca 1991, Tewari 1999) y más recientemente *jiffies* o sustratos a base de musgo. En el caso de suelos ácidos en los cuales nunca se ha sembrado teca con anterioridad, debe pensarse en la posibilidad de inocular con micorrizas las plántulas en el vivero, así como encalar el sitio definitivo de plantación para asegurar una buena micorrización (Verma y Jamaluddin 1995, Raman et ál. 1997, Kelly et ál. 2004, Alvarado et ál. 2004).

En un ensayo de invernadero se empleó como suelo el horizonte superior de un latosol amarillo oscuro encalado y fertilizado y como tratamientos la adición de 0, 40, 80, 120 y 160 mg/dm³ de K. Freiburger et ál. (2010) encontraron que la adición de K afectó la acumulación de materia seca en hojas y raíces y la masa seca total de las plántulas de teca; los valores máximos se dieron con las dosis estimadas de 88, 92 y 89 mg/dm³. En el mismo ensayo, también encontraron que la fertilización con K afectó la acumulación de N, Ca, Mg, K y S, así como la concentración de K, Ca y Mg en las hojas de las plántulas de teca. Las mayores acumulaciones de N, Ca y S se dieron con las dosis de 104, 57 y 78 mg/dm³ de K, respectivamente.

Fertilización al trasplante

Fonseca (2000) informa de una única aplicación de fertilizante al trasplante, a una distancia de 10 cm de la base del tallo. Se emplearon 25 kg N/ha como 15-15-15, 50 kg N/ha como 12-24-12, 18-15-6-2 o 15-15-15; 100 kg N/ha como urea y 50 kg P/ha como 10-30-10 en plantaciones de teca en Nandayure y Hojancha, Costa Rica. Se encontró que la variable 'supervivencia' no se vio afectada por los tratamientos, mientras que la adición de los tratamientos con mayor contenido de N o las combinaciones N-P produjeron el mayor incremento en altura y diámetro de los árboles. Este efecto tendió a desaparecer después de 54 meses de aplicado el fertilizante, por lo que se recomienda aplicar fertilizante al menos una vez por año hasta el cierre del dosel. En la misma región (bosque tropical estacionalmente seco), se acostumbra aplicar una fórmula como 10-30-10 o 12-24-12 al inicio de las lluvias, con un complemento de N durante el pico de máxima precipitación hasta que cierre el dosel (3-4 años) como mejor alternativa.

La adición de 30 g N + 6 g P + 3 g K por árbol fue el mejor tratamiento en plantaciones de teca de seis meses de edad en Kerala, India, con incrementos en altura del 80% sobre el testigo sin fertilizante (Singh 1997). Abod y Siddiqui (2002) compararon la adición de 0, 160 y 320 g N por plántula; 0, 240 y 480 g P₂O₅ por plántula y con una base de 320 g K₂O por plántula al trasplante en un suelo franco arenoso en un lugar con una precipitación mensual promedio de 136 mm. Se encontró una respuesta significativa a la adición de todos los niveles comparados y su interacción, sobre todas las variables estimadas (altura, diámetro, producción de materia seca). El efecto de los fertilizantes se notó a partir del quinto mes después de la aplicación de los tratamientos y las dosis más altas comparadas fueron los mejores tratamientos (320 g N y 480 g P₂O₅ por plántula con la base de 320 g K₂O por plántula).

En algunos casos, cuando se presentan deficiencias de elementos menores, la adición de pequeñas cantidades de fertilizante puede ayudar a solventar el problema. Las deficiencias de N, S y B pueden corregirse con aplicaciones al trasplante de 30 kg/ha de sulfato de amonio y 1 kg/ha de borato de sodio. Cuando la fertilidad natural del suelo es alta y las otras condiciones de crecimiento de la especie son óptimas, se recomienda emplear fertilizante al trasplante con fórmulas bajas en N y altas en P, de manera que se reduzca el problema del volcamiento de los árboles.

Fertilización de mantenimiento de la plantación

Se ha encontrado respuesta a la fertilización en plantaciones de teca de 2-5 años en Panamá (Montero 1995), de 2, 7 y 12 años en Venezuela (Mothes et ál. 1991, Torres et ál. 1993) y de 10 y 20 años en la India (Patel 1991, Prasad et ál. 1986). Sin embargo, según Hernández et ál. (1990), en plantaciones de cinco años en El Salvador no hubo respuesta a la aplicación de niveles crecientes de fertilizante. Los mismos autores encontraron que la fertilización aumenta el diámetro y la altura de los árboles de teca, particularmente en suelos distróficos, debido a una mejoría en las condiciones nutricionales que se refleja en aumentos de las concentraciones foliares de elementos deficientes y a un cierre más rápido de la copa de los árboles, con lo cual se suprime el crecimiento de malezas (en particular gramíneas) y se reduce la competencia por nutrimentos.

En el caso de la aplicación de fertilizantes al inicio de la plantación, Singh (1997) encontró que diez meses después de la aplicación, la adición de nutrimentos había mejorado en un 60% el crecimiento sobre el tratamiento testigo. Con la adición de 30 g N + 6 g P + 3 g K por árbol se logró un crecimiento máximo de 78,4 cm en plantaciones de teca en Kerala, India.

Raigosa et ál. (1995) en Guanacaste, Costa Rica, compararon la adición al trasplante y al fondo del hoyo de estiércol, ceniza, KCl y NPK. Se encontró que la mejor respuesta en altura se dio con los tratamientos con ceniza debido a su alto contenido de elementos menores. Los mejores tratamientos fueron 1,2 kg de ceniza por árbol más 100 g de NPK 10-30-10 por árbol y, en segundo lugar, el tratamiento de 1,2 kg de estiércol por árbol con 1,2 kg de ceniza por árbol. La supervivencia no mostró diferencias significativas con la aplicación del fertilizante.

En Panamá, Montero (1995) encontró que la mejor respuesta a la fertilización con NPK 12-24-12 en dosis de 84,9, 169,8 y 254,7 g por árbol, se obtuvo con la dosis más alta, tanto en altura, diámetro y supervivencia, como en incremento medio en altura e incremento corriente.

La respuesta de la teca a la fertilización en el campo es muy variada. Por ejemplo, el resultado de la adición de fosforita parcialmente acidulada (fertilizante de solubilidad lenta) en Venezuela a plantaciones de teca de 8 y 13 años de edad no fue significativo debido a los bajos requerimientos de la especie por este elemento durante ese momento de su desarrollo (Torres et ál. 1993). El resultado de la adición conjunta de N, P y K en la India a plantaciones de 10 y 20 años de edad fue significativo (Prasad et ál. 1986); la especie respondió tanto en altura como en diámetro y volumen a la aplicación anual de N (0, 150 y 300 kg/ha) y P (0, 75 y 150 kg/ha) con una base de 50 kg K/ha (el N se dividió en dos porciones al año y el P y K en una sola aplicación) durante cinco años. Los mejores tratamientos fueron la adición de 150-75, 150-150 y 300-150 kg/ha de N-P. Koppad y Rao (2005) compararon el efecto de varios métodos de conservación de la humedad del suelo, así como la adición de fertilizante químico, orgánico y residuo de hojas sobre la absorción de NPK en plantaciones de teca de dos años de edad en la India. Se encontró que ninguno de los tratamientos de humedad afectó la concentración foliar de P, mientras que los contenidos y la absorción total de N y K se vieron afectados significativamente.

En un trabajo sobre fertilización en ultisoles de la zona norte de Costa Rica, Fallas (2012) encontró que la adición de diferentes niveles de N (0, 80, 160 y 220 g árbol), de P (0, 100, 200 y 300 g árbol) y K (0, 80, 160 y 220 g árbol) en forma individual con una base de los otros dos nutrimentos para cubrir su posible deficiencia causó un incremento en volumen comercial altamente significativo. El ensayo se evaluó en fincas con edades iniciales de 0,79; 3,04; 6,02; 9,93 años, todas ubicadas en un radio de 2 km de distancia unas de las otras. El efecto se midió durante dos años después de aplicados los tratamientos. A partir de la mejor respuesta en volumen para cada una de las edades comparadas se confeccionó una curva de “mejor respuesta”, la cual se comparó contra los rendimientos de volumen obtenido de las parcelas de medición permanente más cercanas (Figura 5.1). El autor calcula que la ganancia neta producto de la venta de madera en un turno de 20 años a US\$150 m³ sería de US\$16.000/ha³.

³ Nota de los editores. El interés central de la fertilización es asegurar una plantación inicial homogénea, una plantación vigorosa, menos susceptible a plagas y enfermedades y, eventualmente, un incremento del crecimiento en volumen. En ese último caso es necesario hacer los análisis económicos correspondientes para tener respuestas prácticas desde el punto de vista financiero.

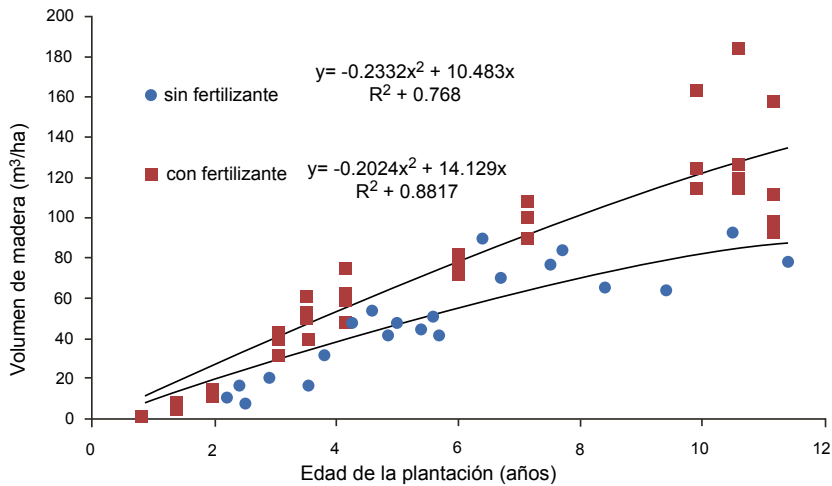


Figura 5.1. Curvas de mejor ajuste para los incrementos en madera al aplicar o no los fertilizantes

Consideraciones sobre suelos para técnicos

Requerimientos nutricionales

La cantidad de nutrientes que un árbol de teca absorbe por año se estima por medio de curvas de absorción, en las cuales se miden dos componentes: la concentración de los diferentes nutrientes en los tejidos y la biomasa seca de dichos tejidos. La multiplicación de los dos componentes representa la cantidad de nutrientes absorbida por el árbol. La cantidad absorbida por año de edad se calcula por medio de las mejores ecuaciones de ajuste que se encuentren al correlacionar la cantidad absorbida de nutrientes con la edad de los árboles. El Cuadro 5.2 ofrece una tabla de absorción de nutrientes por árbol de teca para la región de Guanacaste, Costa Rica; con los valores de esta tabla se puede calcular la cantidad de nutrientes en la biomasa aérea por unidad de superficie, con solo multiplicar los valores por el número de árboles en el área.

Cuadro 5.2. Cantidad total absorbida de macro y micronutrientes por árbol de teca en función de su edad en Guanacaste, Costa Rica

Edad (años)	Ca	N	K	P	Mg	S	Fe	Zn	B	Mn	Cu
	(kg/árbol)						(g/árbol)				
1	0,09	0,06	0,06	0,08	0,01	0,01	0,51	0,04	0,05	0,11	0,03
2	0,19	0,16	0,12	0,05	0,03	0,01	1,56	0,15	0,16	0,25	0,07
3	0,29	0,27	0,19	0,03	0,05	0,02	2,99	0,35	0,29	0,40	0,12
4	0,41	0,38	0,26	0,02	0,07	0,02	4,76	0,62	0,45	0,56	0,17
5	0,54	0,49	0,33	0,03	0,09	0,03	6,83	0,97	0,63	0,73	0,23
6	0,68	0,61	0,40	0,05	0,11	0,04	9,16	1,40	0,84	0,90	0,29
7	0,83	0,73	0,47	0,08	0,14	0,05	11,75	1,90	1,06	1,07	0,35
8	0,98	0,86	0,54	0,12	0,17	0,07	14,57	2,49	1,30	1,25	0,42
9	1,15	0,99	0,62	0,17	0,20	0,08	17,62	3,15	1,56	1,43	0,49
10	1,33	1,13	0,70	0,23	0,23	0,09	20,88	3,89	1,83	1,61	0,56
11	1,52	1,27	0,78	0,31	0,26	0,11	24,35	4,71	2,12	1,80	0,63
12	1,72	1,41	0,86	0,40	0,30	0,12	28,02	5,60	2,42	1,99	0,71
13	1,92	1,56	0,95	0,50	0,34	0,13	31,88	6,58	2,74	2,19	0,79
14	2,14	1,71	1,04	0,61	0,38	0,15	35,93	7,63	3,07	2,38	0,86
15	2,37	1,86	1,13	0,74	0,42	0,17	40,16	8,76	3,41	2,58	0,94
16	2,61	2,02	1,22	0,88	0,46	0,18	44,56	9,97	3,77	2,78	1,03
17	2,86	2,18	1,31	1,03	0,51	0,20	49,14	11,25	4,13	2,98	1,11
18	3,11	2,35	1,40	1,19	0,56	0,22	53,89	12,62	4,51	3,18	1,19
19	3,38	2,52	1,50	1,36	0,61	0,24	58,80	14,06	4,90	3,39	1,28
20	3,66	2,70	1,60	1,54	0,66	0,26	63,87	15,58	5,30	3,60	1,37

La teca en Costa Rica absorbe los macronutrientes en el orden $Ca > N > K > P > Mg > S$, mientras que bajo condiciones de África, los nutrientes que más requiere la especie son $N > P > K > Ca > Mg > S$ (Drechsel y Zech 1994). Esto demuestra la influencia del sitio sobre la absorción de nutrientes de la especie. En el caso de los micronutrientes, el orden de absorción en Costa Rica es $Fe >> Zn > B > Mn > Cu$, sin valores de comparación en África. La mayoría de los nutrientes absorbidos por la teca en Costa Rica los suple el ecosistema, ya que lo que se adiciona como fertilizante es muy poco; esto pudiera causar problemas de agotamiento del suelo, ya que se mina el sistema por extracción de madera (Poels 1994).

Datos recolectados por Kumar (2005) en plantaciones de 20 años en India indican que con el aprovechamiento de madera en plantaciones de 30 años se extraen 247, 41, 170, 632 y 198 kg/ha de N, P, K, Ca y Mg, respectivamente, y que las tasas de absorción anual de N, P y K son de 264, 17 y 132 kg/ha, respectivamente. Fernández-Moya et ál. (2011) encontraron valores de absorción similares en plantaciones de teca en Panamá y Costa Rica, al igual que Nwoboshi (1984) en la biomasa aérea de plantaciones de crecimiento lento entre 1 y 15 años de edad en Nigeria.

Reciclaje de nutrientes

La adición de residuos al suelo en plantaciones de teca suele darse de manera permanente en pocas cantidades, o en gran cantidad una vez al año, cuando se pierde el follaje durante la época seca, durante el turno de corta, al limpiar el sotobosque antes de la cosecha y como residuos de cosecha propiamente dichos. En general, la adición de residuos en plantaciones de teca aumenta con la edad, hasta que cierra la copa de la plantación; a partir de ese momento, más del 90% de los residuos que caen de los árboles se mineralizan en un período de menos de seis meses (Egunjobi 1974), aunque algunos nutrientes pueden ser translocados del subsuelo a la superficie vía absorción/deposición de residuos. La poca adición de residuos orgánicos (5,5 a 12,1, con un promedio de 7,7 t/ha/año en plantaciones entre 15 y 56 años), y la consecuente reducción en liberalización de nutrientes por mineralización pueden llevar a la degradación del sitio en plantaciones de teca (Kumar 2005).

Boley et ál. (2009) encontraron en plantaciones de teca en Costa Rica una disminución del contenido de materia orgánica del suelo, en relación al bosque natural y plantaciones mixtas de otras especies. Dichos autores mencionan que la misma tendencia se ha encontrado en países asiáticos. Según Amponsah y Meyer (2000) y Chaubey et ál. (1988), bajo bosques naturales puede encontrarse una mayor cantidad de nutrientes que bajo plantaciones de teca del mismo lugar debido a la adición de residuos del sotobosque en el primer caso, y una mayor pérdida de nutrientes por lavado y mineralización, en el segundo caso. Sin embargo, para Nath et ál. (1988), la adición de residuos en plantaciones de teca causa un aumento de la saturación de bases y del pH del suelo en plantaciones de 14 años y más aún en las de 28 años⁴.

⁴ Nota de los editores. En las comparaciones de usos del suelo, lo lógico es comparar una plantación, no con el ideal del bosque nativo, sino por el uso alternativo (normalmente, la agricultura y la ganadería). Sin embargo, las cifras presentadas en este capítulo son una referencia importante; valdría la pena pensar en prácticas que reduzcan la diferencia con el bosque nativo.

Estas adiciones son relevantes pues incorporan nutrimentos de liberación lenta a la plantación, con lo que disminuye la necesidad de aplicar fertilizantes durante el período de descomposición de los residuos. Los cambios edáficos atribuidos a la liberación de nutrimentos, producto de la biodegradación de la hojarasca sobre el horizonte A, en plantaciones de teca de 2, 7 y 12 años de edad implican aumentos de Mg, N, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico y pH y una disminución del contenido de P (Márquez et ál. 1993). Sin embargo, a menudo debe adicionarse N al ecosistema para favorecer la mineralización de los residuos y evitar la retención de nutrimentos en la biomasa de los organismos descomponedores.

Bajo condiciones no disturbadas, más del 70% del N requerido por una plantación establecida puede ser suministrado por mineralización de residuos y N atmosférico. No obstante, esta cantidad se puede reducir al 15% cuando ocurren incendios regularmente, lo que fuerza al sistema a ceder parte del N de reserva en el suelo. En zonas con período seco definido, es común que la teca pierda el follaje; las hojas se amarillan y caen en secuencia temporal desde la parte baja del árbol hacia arriba. Probablemente esto se deba al déficit de humedad, pero también por una merma en la adición de N en el agua de lluvia.

Niveles y síntomas de deficiencia foliar

Una de las posibles causas del bajo rendimiento de una plantación es la deficiencia nutricional, la cual puede estimarse por medio de un análisis foliar. El tejido que más se recomienda para hacer este análisis es el segundo par de hojas maduras (a veces un grupo de 3 hojas) que se distinguen de las hojas jóvenes por su superficie glabrosa, de la parte iluminada de la copa, de árboles sanos que no estén fructificando (Brunck 1987).

Jayamadhavan et ál. (2000) realizaron un estudio en plantaciones de teca de diez años de edad en el clima monzónico de la India. Los autores midieron la variación en la concentración de N, P y K, en función de la hora de muestreo, la edad de la hoja, la posición de las hojas en la copa, clase diamétrica y la variación anual. El estudio concluye que para una plantación de esta edad, el muestreo foliar debe realizarse entre las 09:00 y 11:00 horas, cuando es mayor la concentración de los tres elementos analizados y menor su coeficiente de variación. Además, afirman que, preferiblemente, se debe evaluar la segunda hoja desde la terminal de la rama, del tercio inferior de la copa (no hubo diferencias significativas en la concentración por efecto de luminosidad) y de la clase diamétrica mayor. En las condiciones del estudio, el mes en el que se dan

las mayores concentraciones foliares es junio durante la época lluviosa. Drechsel y Zech (1994), encontraron que las concentraciones foliares de N y P en árboles de teca decrecen durante los primeros 4 a 6 años, mientras que la concentración de otros elementos como K, Mg, Zn y Cu permanecen relativamente estables. Es necesario desarrollar protocolos de muestreo foliar para plantaciones de edades entre 6 meses y 3 años de edad, cuando todavía no se ha desarrollado una copa que cierre el dosel.

Una vez que se determina el mejor tejido a muestrear y la mejor época para realizar el muestreo, se puede hacer la comparación de valores entre sitios y árboles con diferentes condiciones nutricionales para determinar los niveles de insuficiencia, suficiencia y exceso. En el Cuadro 5.3 se resumen compilaciones realizadas en África (Drechsel y Zech 1991) y en Australia (Boardman et ál. 1997).

Cuadro 5.3. Interpretación de niveles foliares de nutrimentos en plantaciones de teca

Elemento	Deficiente	Marginal	Adecuado	Alto
N (%)	<1,20	1,20-1,51	1,52-2,78	
P (%)	<0,10	0,10-0,13	0,14-0,25	0,40
K (%)	<0,50	0,50-0,79	0,80-2,32	2,33
S (%)	<0,08	0,08-0,10	0,11-0,23	
Ca (%)	<0,55	0,55-0,1	0,72-2,20	
Mg (%)	<0,10	0,10-0,19	0,20-0,37	
Cu (mg/kg)			10-25	
Zn (mg/kg)		11-19	20-50	
Mn (mg/kg)	<30	30-49	50-112	
Fe (mg/kg)			58-390	391-1074
Al (mg/kg)			85-320	340-480
B (mg/kg)			15-45	

Fuente: Adaptado de Drechsel y Zech (1991) y Boardman et ál. (1997).

Los síntomas de deficiencia foliar se utilizan tardíamente para determinar los elementos que limitan el crecimiento de las plántulas en el vivero o de los árboles en plantación. Bebartá (1999) menciona que la deficiencia de algunos elementos produce

síntomas visuales en la teca. La deficiencia de N, por ejemplo, se reconoce porque las hojas se vuelven verde amarillentas, pequeñas y poco gruesas; la deficiencia de P hace que las hojas se tornen verde oscuro, con manchas púrpura en las puntas de las hojas y en algunos tallos jóvenes; la deficiencia de K causa que la corteza en la parte inferior del tallo sea muy corrugada y con márgenes corchosos, las puntas y márgenes de la corteza se secan y se tuercen hacia adentro.

En suelos ácidos de África Occidental, Zech y Kaupenjohann (1990) encontraron que a menudo hay deficiencia de K (0,06-0,07%) en las hojas de la parte superior de la copa; en estas condiciones se puede dar la muerte descendente de los árboles, acompañada de necrosis intervenales y de los bordes de las hojas.

A nivel de plantación, no se han encontrado en la literatura trabajos que describan los síntomas de deficiencia foliar en la teca. A nivel de invernadero, Nwoboshi (1975) describió los síntomas de deficiencia de N, P, K, Ca y Mg en plántulas de teca y Sujatha (2005, 2008) la Fe, Cu, Zn, Mn, Mo y B. Los problemas de deficiencia de los elementos comparados son fácilmente corregibles con la aplicación foliar de soluciones al 0,3% de FeSO₄, caldo bordelés al 0,1%, ZnSO₄ 0,1%, MnSO₄ 0,1%, MoO₃ 0,1% y ácido bórico 0,05%, en el momento en que se descubra la carencia (Sujatha 2008).

Corrección de acidez del suelo

Entre las propiedades físico-químicas del suelo, ninguna es más importante para la teca que la reacción del suelo (pH), en la medida en que afecta su crecimiento y su relación directa con la saturación de bases, la saturación de Ca y la saturación de acidez o de Al intercambiable (Bebarta 1999). Según Zech y Drechsel (1991), la teca presenta un crecimiento pobre cuando el pH en CaCl₂ es menor a 4,3, mientras que cuando es mayor a 4,7 el crecimiento es bueno. En estas condiciones, los suelos tienen valores de Ca intercambiable bajos, por lo que es conveniente dejar en el campo la corteza de la madera (rica en este elemento) para reducir las posibilidades de inducir deficiencias de Ca después de la primera corta de la plantación.

En la Figura 5.2 se muestra el crecimiento de la teca en suelos con pH inferior a 6 en Costa Rica (Alvarado y Fallas 2004). Como se ve, al pasar del 1 al 5,8% de saturación de Al en el suelo (dato relativo a la suma de cationes en el ecosistema, % Sat. Ac. = $(Ac./((Ca+Mg+K+Ac.) * 100))$), el incremento medio anual de la altura de los árboles se reduce de casi 3,9 a 1,5 m/año. Con la ecuación $Y = 4,62 - 0,55X$, se encuentra que con un 5,8% de saturación de Al los árboles tendrían una tasa de crecimiento de 1,45 m/año (o

su equivalente a 14,5 m a los 10 años de edad), valor considerado como de sitio medio a bajo por Vaidez (2004) y Vallejo (1996). Con un valor de 4% de saturación de aluminio, la tasa de crecimiento sería de 2,42 m/año (o su equivalente a 24,2 m a los 10 años de edad), valor considerado como de sitio alto a excelente por los mismos autores. Así, el nivel crítico tentativo de saturación de acidez para la teca podría fijarse en un 4%, lo que significa que con este valor se maximizan los rendimientos, según lo encontrado en la práctica en Guatemala y Costa Rica. Si se emplea como parámetro el contenido de Al intercambiable (valor absoluto del parámetro en el suelo) en plantaciones de teca en Brasil (Oliveira 2003) y Panamá (Mollinedo et ál. 2005), donde se considera que valores altos de Al intercambiable entre 460-1.200 kg/ha, se recomienda mantener el nivel de saturación de Al por debajo del 8%. Estas condiciones son comunes en el trópico húmedo, donde se recomienda hacer aplicaciones de cal y yeso en banda e incorporada, con una fórmula completa alta en P a la siembra y cada 6-8 meses aplicaciones complementarias con fórmulas como la 15-15-15 y suplementos con elementos menores, según sea necesario.

De acuerdo con Alvarado y Fallas (2004), el valor de 67,6% de saturación de Ca en el suelo es el nivel crítico para esta especie (Figura 5.3). Este hecho se corrobora con lo encontrado por Vallejos (1996) y Montero (1999), en el sentido de que a mayor cantidad de Ca intercambiable en el suelo, mayor es el crecimiento de la plantación. El alto requerimiento de la teca por Ca y el hecho de que las fórmulas de requerimiento de encalado solo consideran la necesidad de cal para neutralizar la acidez intercambiable, hacen que en suelos distróficos deba sumarse al menos un 20-30% de cal a la cantidad recomendable para suplir las necesidades del elemento por los árboles de teca. Esta aplicación debe hacerse en la segunda y subsecuentes aplicaciones de la enmienda, necesarias en cualquier plan de encalado.

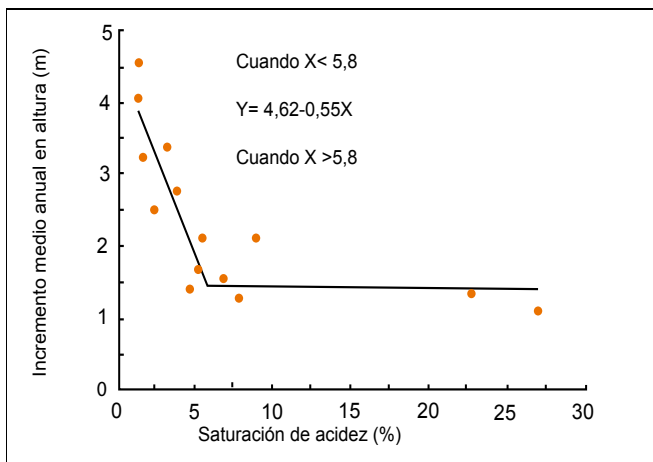


Figura 5.2. Relación entre el incremento medio anual en la altura y la saturación de acidez en el suelo para 14 plantaciones de teca en Costa Rica con un pH del suelo en agua <6,0
 Fuente: Tomado de Alvarado y Fallas (2004).

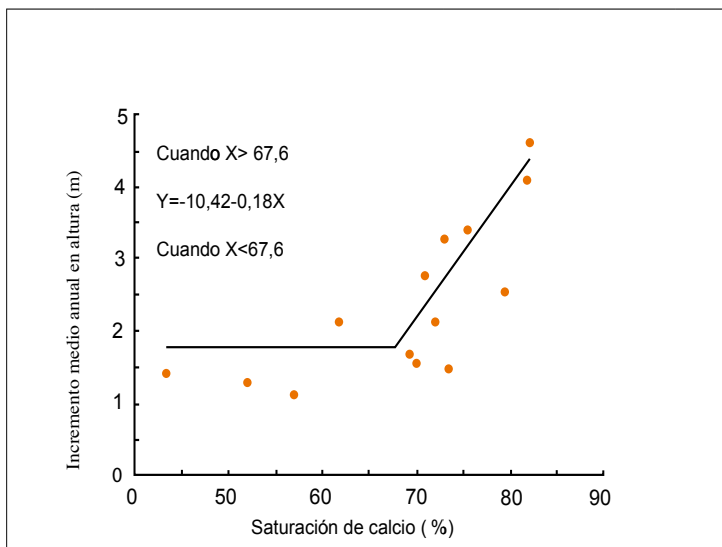


Figura 5.3. Relación entre el incremento medio anual en la altura y la saturación con calcio en el suelo para 14 plantaciones de teca en Costa Rica con un pH del suelo en agua <6,0
 Fuente: Tomado de Alvarado y Fallas (2004).

En plantaciones comerciales, el encalado se realiza con maquinaria y se emplean productos que tengan el mejor poder relativo de neutralización total. Si por alguna razón no se aplicó la cal antes de la siembra, esta puede hacerse en forma manual alrededor de los árboles.

Aunque algunos géneros de micorrizas vesículo-arbusculares (VAM) confieren a las plantas que colonizan mayor tolerancia a la acidez o la concentración de Al en el suelo, estas dos variables también pueden afectar en forma negativa el grado de infección del hongo (Kelly et ál. 2004). Este hecho ha sido demostrado por varios autores para el caso de la teca (Verma y Jamaluddin 1995, Raman et ál.1997, Alvarado et ál. 2004), lo que redundaría en un mal crecimiento de las plantaciones en suelos ácidos (Alvarado et ál. 2004). En los estudios mencionados se identificaron 16 hongos VAM, pero las especies más frecuentemente asociadas a la teca son *Glomus etunicatum* y *Acaulospora scrobiculata* (Verma y Jamaluddin 1995) y *Glomus fasciculatum* y *Glomus maseae* (Raman et ál. 1997). Gadea et ál. (2004) encontraron un incremento del número de hojas, altura y el diámetro a la base del cuello, a los 100 días de aplicar VAM a plántulas de teca.

Pérdida de nutrimentos por la erosión del suelo

Las plantaciones de teca en Java no solo se hicieron por su fina madera, sino también para reforestar lomeríos y protegerlos contra la erosión y evitar daños por sedimentación en las planicies bajas de producción agrícola (Ladrach 2005). En Darjeeling, India se estudió el efecto de la teca sobre las propiedades del suelo, y se establecieron comparaciones con lo que sucede en plantaciones de caucho y bosque natural, sin que se lograra encontrar diferencia alguna entre las características del suelo y entre los tipos de vegetación, excepto que en las plantaciones de teca el contenido de Ca aumentó (Krisnakumar et ál. 1991). Un efecto similar se encontró en Costa Rica, donde los suelos bajo cobertura de teca tienen más K y Mg en el horizonte B y más Ca en el horizonte O/A que los suelos bajo cobertura de bosque natural o pastos (Boley et ál. 2009).

Sin embargo, otros autores han encontrado que la especie en plantación es erosiva, lo que se atribuye al tamaño de sus hojas, alta densidad de plantación (lo que implica alta interceptación de luz), poco crecimiento de sotobosque a menudo atribuible al efecto alelopático de exudados de sus hojas y pérdida de materia orgánica del suelo, raleos poco intensivos o tardíos y quemas (Bell 1973, Wolterson 1979, Ramnarine 2001, Boley et ál. 2009). En general, el incremento de las tasas de erosión en plantaciones forestales también se atribuye a la compactación del suelo durante el proceso de

extracción de la madera, el cual causa un aumento de la densidad aparente a poca profundidad, una reducción de la infiltración promedio en estado de equilibrio y, por ende, un incremento de la escorrentía (Malmer y Grip 1990). Sin embargo, en relación con la siembra de cultivos agrícolas o de pasturas, la reforestación con teca en terrenos degradados, aumenta la infiltración en equilibrio (2,86, 2,59 y 5,76 cm/hora, respectivamente), debido a un aumento de la retención de humedad del suelo y a una reducción de la densidad aparente y de la tasa de escorrentía (Mapa 1995).

La información recopilada por Bell (1973) muestra que las pérdidas de suelo por erosión en Trinidad siempre fueron mayores en plantaciones de teca que en los bosques naturales de la misma región, con variaciones importantes debidas a la cantidad y erosividad de la lluvia caída en diferentes años. En este caso, las altas tasas de erosión se atribuyen más que todo a deficiencias en el manejo silvicultural de las plantaciones. En cuanto a las pérdidas de suelo en plantaciones de teca, en Trinidad fueron del orden de 5,6 t/ha/año, y hasta 12 t/ha/año en Tailandia, las cuales pueden reducirse en más del 100% cuando se intercala la plantación con vetiver⁵.

Arce (2003) en Guanacaste, Costa Rica, encontró una tasa de erosión de 106 t/ha/año, asociada a pérdidas significativas de Ca, Mg, P, Fe, Mn y Cu. Con el fin de reducir la pérdida de suelo por erosión en plantaciones de teca en Guanacaste, Costa Rica, Santamaría (1992) y Edwards (1993) compararon el empleo de barreras vivas, barreras muertas, la combinación de ambas y de acequias de ladera combinadas con barreras vivas, en pendientes de 20-40 y 40-60%. Los autores no encontraron diferencias significativas debidas a tratamiento o grado de pendiente.

Referencias

- Abod, SA; Siddiqui, MT. 2002. Fertilizer requirements of newly planted teak (*Tectona grandis* L.f.) seedlings. *Pertanica Journal Tropical Agriculture Science* 25(2): 121-129.
- Alder, D. 1980. Forest volumen estimation and yield prediction. Rome, Italy, FAO. (Forestry Paper no. 2. Vol. 2).
- Alder, D. 1980. Forest volumen estimation and yield prediction. Rome, Italy, FAO. (Forestry Paper no. 2. Vol. 2).
- Alvarado, A; Chavarría, M; Guerrero, R; Boniche, J; Navarro, JR. 2004. Características edáficas y presencia de micorrizas en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 28(1):89-100.

⁵ Nota de los editores. Nuevamente hacemos énfasis en que, en la comparación de cultivos, siempre debe tomarse como referencia el cultivo alternativo, y no el cultivo ideal. En este caso, la comparación legítima sería con agricultura y ganadería.

- Alvarado, A; Fallas, JL. 2004. Efecto de la saturación de acidez sobre el crecimiento de la teca (*Tectona grandis* L.f.) en ultisoles de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 28(1):81-87.
- Alvarado, A; Raigosa, J. (eds.). 2012. Nutrición y fertilización forestal en regiones tropicales. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. 415 p.
- Amponsah, I; Meyer, W. 2000. Soil characteristics in teak plantations and natural forests in Ashanti region, Ghana. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 31(3/4):355-373.
- Arce, VH. 2003. Erosión hídrica de suelos en plantaciones forestales de teca (*Tectona grandis* L.f.), pochote (*Bombacopsis quinata*) (Jacq.) Dugand, ronron (*Astronium graveolens*) Jacq. y un bosque natural en el Pacífico Norte, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Sist. Est. Posgr. San José Costa Rica. Trabajo domiciliario. 29 p.
- Bebarta, KC. 1999. Teak ecology, silviculture, management and profitability. Dehra Dum, India, International Book Distributors. Chapter 5. p. 103-125.
- Bell, TIW. 1973. Erosión en las plantaciones de teca en Trinidad. Mérida, Venezuela, Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. Boletín no. 44-45: 3-14.
- Bermejo, I; Cañella, I; San Miguel, A. 2004. Growth and yield models for teak plantations in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 189(1/3):97-110.
- Bheemaiah, G. 2004. Effect of irrigation and fertilizer application on growth of teak (*Tectona grandis*) in semi-arid regions. *Indian Forester* 130(11):1311-1315.
- Boardmann, R; Cromer, RN; Lambert, MJ; Webb, MJ. 1997. Forest plantations. In Reuter, DJ; Robinson, JB. (eds.). *Plant analysis, an interpretation manual*. Australia, CSIRO Publishing. p. 505-561.
- Boley, JD; Drew, AP; Andrus, RE. 2009. Effects of active pasture, teak (*Tectona grandis*) and mixed native plantations on the soil chemistry in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 257:2254-2261.
- Briscoe, B. 1995. Silvicultura y manejo de teca, melina y pochote. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 45 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 270).
- Brunck, F. 1987. Tropical forest species. In Martin-Prével, P; Gagnard, J; Gautier, P. (eds.) *Plant analysis as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops*. NY, USA, Lavoisier Publishing. p. 479-486.
- Chaubey, OP; Prasad, R; Mishra, GP. 1988. Litter production and nutrient return in teak plantations and adjoining natural forests in Madhya Pradesh. *Journal of Tropical Forestry* 4(1):22-35.

- Chaves, E; Fonseca, W. 1991. Teca (*Tectona grandis*), especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 47 p.
- Clutter, J; Fortson, J; Pienaar, L; Brister, H; Bayley, R. 1983. Timber management: a quantitative approach. New York, EEUU, Wiley. 333 p.
- Drechsel, P; Zech, W. 1991. Foliar nutrient levels of broad-leaved tropical trees: a tabular review. *Plant and Soil* 131(1):29-46.
- Drechsel, P; Zech, W. 1994. DRIS evaluation of teak (*Tectona grandis* L.f.) mineral nutrition and effects of nutrition and site quality on the teak growth in West Africa. *Forest Ecology and Management* 70(1-3):121-133.
- Edwards, A. 1993. Medición de la pérdida de suelo con *Tectona grandis*, en sistemas de conservación de suelos establecidos en bosque Puerto Carrillo, Nicoya, Guanacaste. Informe Final Práctica Especialidad. Cartago, Costa Rica, ITCR. 49 p.
- Egunjobi, JK. 1974. Litter fall and mineralization in a teak (*Tectona grandis*) stand. *Oikos* 25:222-226.
- Fallas, JL. 2012. Absorción de nutrientes y respuesta a la fertilización de la teca (*Tectona grandis*) en ultisoles de la zona norte de Costa Rica. Tesis de Maestría. San José, Costa Rica, UCR. 90 p.
- Fernández-Moya, J; Murillo, R; Portuguez, E; Fallas, JL; Ríos, V; Kottman, F; Verjans, JM; Alvarado, A. 2011. Nutrient concentration and absorption of teak (*Tectona grandis* L.f.) plantations in Panamá and Costa Rica. (Aceptado para su publicación en *Forest Systems*).
- Fernando, SNU. 1966. Fertilization of teak nurseries. *Ceylon Forester* 7(3-4):103-106.
- Ferreira, O. 1995. Manual de ordenación de bosques. Siguatepeque, Honduras, CENIFA. 123 p.
- Ferreira, O. 1996. Manual de ordenación de bosques. Siguatepeque, Honduras, CENIFA. 123 p.
- Flinta, MC. 1960. Prácticas de plantación forestal en América latina. Roma, Italia, FAO. Cuadernos de Fomento Forestal No. 15. 499 p.
- Fonseca, W. 2000. La aplicación de fertilizantes químicos en *Tectona grandis* Linn. f. en Guanacaste, Costa Rica. *In* Conare. Taller de Nutrición Forestal. San José, Costa Rica. p. 39-44.
- Freiberger, M; de Favare, L; de Abreu, ML; Blakes, C; Guerrini, I. 2010. Influência da adubação potássica no teor e acúmulo de micronutrientes em folhas de teca. *In* XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas, XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, VIII Reunião Brasileira de Biología do Solo. Guapari, ES, Brasil. 4 p

- Gangopadhyay, SK; Nath, S; Banerjee, SK. 1987. Nature and properties of some introduced teak (*Tectona grandis*) growing soils of north-west Bengal. *Indian Forester* 113(1):65-72.
- Gogate, MG; Farooqui, UM; Joshi, VS. 1995. Sewage water as potential for the tree growth, a study on teak (*Tectona grandis*) plantation. *Indian Forester* 121(6):472-481.
- Hernández, A; Franco, H; Zambrana, H; García, C. 1990. Fertilización de *Tectona grandis* L. f. en la región occidental de El Salvador. San Salvador, ESV. Centro de Recursos Naturales. CATIE-Madeleña.
- Jayamadhavan, A; Sudhakara, K; Washid, PA. 2000. Methods of leaf sampling in teak (*Tectona grandis*) for nutrient analysis. *Journal of Tropical Forest Science* 12(2):227-237.
- Jha, KK. 1999. Teak (*Tectona grandis*) farming. India, International Book Distributing Co. 125 p.
- Kelly, CN; Morton, JB; Cumming, JR. 2004. Variation in aluminum resistance among arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycorrhiza* 15(3):193-201.
- Kishore, N. 1987. Preliminary studies on the effect of phosphatic fertilizers on teak plantation. *Indian Forester* 113(6):391-394.
- Koppad, AG; Rao, RV. 2005. Effect of moisture conservation methods and fertilizers on nutrient uptake in two-year-old teak (*Tectona grandis* L.f.) plantation. In Bath, KM; Nair, KKN; Bath, KV; Muralidharam, EM; Sharma, JK. (eds.). Quality timber products of teak from sustainable forest management. Proceedings of the International Conference. (Peechi, India, 2-5 December 2003). p. 206-211.
- Krisnakumar, AK; Gupta, C; Sinha, RR; Sethuraj, MR; Potty, SN; Eappen, T; Das, D. 1991. Ecological impact of rubber (*Hevea brasiliensis*) plantations in northeast India: soil properties and biomass recycling. *Indian Journal of Rubber Research* 4(2):134-141.
- Kumar, BM. 2005. Sustainable teak plantations in the tropics: the question of nutrient management. In Bath, KM; Nair, KKN; Bath, KV; Muralidharam, EM; Sharma, JK. (eds.). Quality timber products of teak from sustainable forest management. Proceedings of the International Conference. (Peechi, India, 2-5 December 2003). pp. 179-186.
- Ladrach, W. 2010. Manejo práctico de plantaciones forestales en el trópico y subtrópico. Cartago, Costa Rica, Editorial Tecnológico de Costa Rica. 660 p.
- Ladrach, WE. 2005. Ecología de plantaciones forestales. Conferencia dictada en la Universidad de Bogotá, Jorge Tadeo Lozano. 6 y 7 de abril, 2005. Bogotá, Colombia. p.i.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Trad. A. Carrillo. Eschborn, Alemania. GTZ. 335 p.

- Larson, BC; Zaman, MN. 1985. Spacing and thinning guidelines for teak (*Tectona grandis* L.). New Haven, Connecticut, Yale School of Forestry and Environmental Studies. TRI Working Paper no. 2 17 p.
- Malmer, A; Grip, H. 1990. Soil disturbance and loss of infiltrability caused by mechanized and manual extraction of tropical rainforest in Sabah, Malaysia. *Forest Ecology and Management* 38(1-2):1-12.
- Mapa, RB. 1995. Effect of reforestation using *Tectona grandis* on infiltration and soil water retention. *Forest Ecology and Management* 77(1):119-125.
- Márquez, O; Hernández, R; Torres, A; Franco, W. 1993. Cambios en las propiedades físico-químicas de los suelos en una cronosecuencia de *Tectona grandis*. *Turrialba* 43(1):37-41.
- Mollinedo, MS. 2003. Relación suelo-planta, factores de sitio y respuesta a la fertilización, en plantaciones jóvenes de teca (*Tectona grandis* L. f.), en la zona Oeste, cuenca del canal de Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 89 p.
- Mollinedo, MS; Ugalde, L; Alvarado, A; Verjans, JM; Rudy, LC. 2005. Relación suelo – árbol y factores de sitio en plantaciones jóvenes de teca (*Tectona grandis*) en la zona oeste de la cuenca del canal de Panamá. *Agronomía Costarricense* 29(1):67-75.
- Montero, M. 1995. Dinámica de crecimiento de teca (*Tectona grandis*) bajo fertilización en El Limón de Chupampa, Herrera, Panamá. *In* Memorias del Seminario Técnico sobre Fertilización Forestal (Santiago, Veraguas, Panamá, 3 Jul. 1995). CATIE/ INRENARE. p. 17-29.
- Montero, M. 1999. Factores de sitio que influyen en el crecimiento de *Tectona grandis* L.f y *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. 111 p.
- Mothes, M; Cuevas, E; Franco, W. 1991. Limitación nutricional por fósforo en plantaciones de teca (*Tectona grandis*), en los llanos Occidentales venezolanos. *Revista Facultad Agronomía (Maracay)* 17:309-315.
- Mutanal, SM; Prabhakar, AS. 2001. Growth of teak (*Tectona grandis*) under fertirrigation through drip irrigation system. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 71(6):384-386.
- Nath, S; Banerjee, M; Chattotaj, G; Ganguly, S; Das, P; Banerjee, S. 1988. Changes in soil attributes consequent upon differences in forests cover in a plantation area. *Journal of the Indian Society of Soil Science* 36:515-521
- NIFA (Northwest Illinois Forestry Association). 2012. Forest Sites. 1 p. http://www.nifatrees.org/Eco_Sites.html
- Nwoboshi, LC. 1975. Macronutrient deficiency symptoms in teak (*Tectona grandis* L.f.). Department of Forest Research Management, University of Ibadan. 12 p. (Bulletin no. 6).

- Nwoboshi, LC. 1984. Growth and nutrient requirements in a teak plantation age series in Nigeria. II. Nutrient acumulation and minimum anual requirements. *Fotest Science* 30(1):35-40.
- Oliveira, JRV de. 2003. Sistema para cálculo de balanço nutricional e recomendação de calagem de povoamentos de teça- NUTRITECA. Tesis de Maestría. Viçosa, Brasil, Universidad Federal de Viçosa. 79 p.
- Ombina, CA. 2008. Soil characterization for teak (*Tectona grandis*) plantations in Nzara District of south Sudan. Thesis Master of Forest Science, Stellenbosch, Sudáfrica, Stellenbosch University. Sudan. 122 p.
- Patel, VJ. 1991. Teak cultivation at Jivrajbhai Patel agroforestry center. In Basha, SC; Mohanan, C; Sankar, S. (eds.). Teak: Proceedings of the international teak symposium (Thiruvananthapuram, Kerala, India; 2-4 December 1991). Kerala, India. Kerala Forest Department and Kerala Forest Research Institute. p. 15-19.
- Poels, RLH. 1994. Nutrient balance studies to determine the sustainability of management systems of natural and plantation forests in Costa Rica. S.I. CATIE/AUW/MAG. 36 p. (Report no. 82). Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A6539I/A6539I.PDF>
- Portuguez, EM. 2012. Estimación de la extracción de nutrimentos por parte aérea en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) en las empresas Pan American Woods y C&M Investment Group Ltda. en la Península de Nicoya, Guanacaste, Costa Rica. Práctica dirigida de graduación para optar al grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Fitotecnia. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 72 p.
- Prasad, R; Sah, AK; Bhandari, AS. 1986. Fertilizer trial in ten and twenty years old teak plantations in Nadhya Pradesh. *Journal of Tropical Forestry* 2(1):47-52.
- Raigosa, J; Ugalde, L; Alvarado, A. 1995. Respuesta inicial de la teca (*Tectona grandis*) a la fertilización con estiércol, ceniza, KCl y NPK en Guanacaste, Costa Rica. In Memorias del Seminario Técnico sobre Fertilización Forestal (Santiago, Veraguas, Panamá, 3 Jul. 1995). CATIE/INRENARE. p. 37-46.
- Raman, N; Nagarajan, N; Sambanandan, K; Gopinathan, S. 1997. Vesicular arbuscular mycorrhizal association with teak plantations in Yercaud Hills, Tamil Nadu, India. In Chand Basha, S; Mohanan, C; Sankar, S. (eds.). Proceedings of the International Teak Symposium. (Peechi, Kerala, India, 2-4 December 1991). Kerala Forest Department & Kerala Forest Research Institute, Peechi, Kerala, India. p. 247-250.
- Ramnarine S. 2001. The effect of fires and erosion on height growth of teak in Trinidad. Working Paper. 19 p. Sin publicar.

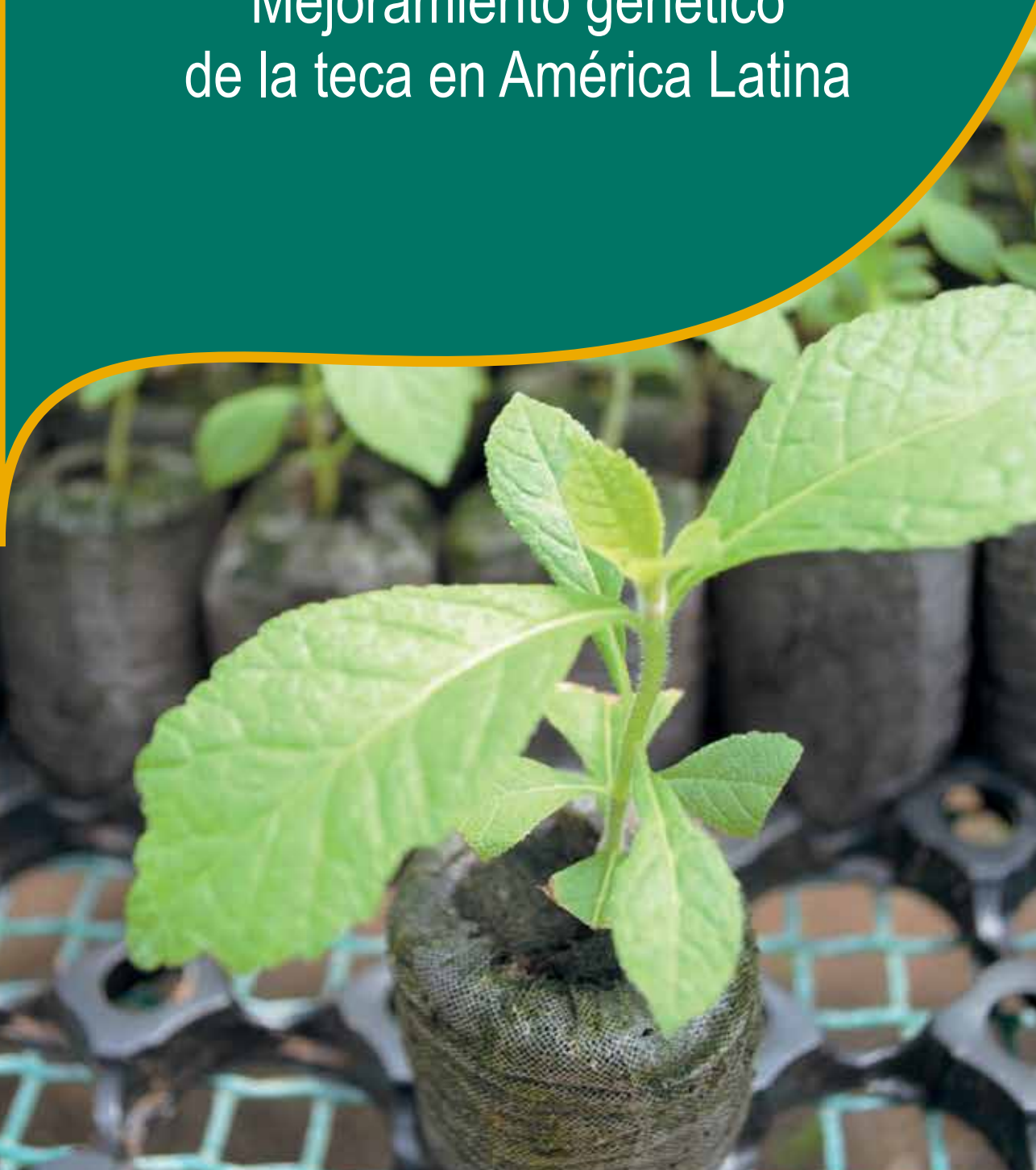
- Santamaría, F. 1992. Evaluación de la pérdida de suelos en plantaciones de teca, bajo la aplicación de sistemas de conservación de suelos en Nicoya, Guanacaste. Informe Final Práctica Especialidad. Cartago, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 126 p.
- Serigatto, EM. 2003. Fatores do solo, estado nutricional e crescimento de plantios de teça (*Tectona grandis* L.f.) no norte de Mato Grosso. Dissertação de Mestrado. Manaus, Amazonas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 108 p.
- Singh, M. 1997. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium and soil working on the growth of teak plants. In Chand Basha, S; Mohanan, C; Sankar, S. (eds.). Proceedings of the International Teak Symposium. (Peechi, Kerala, India, 2-4 December 1991). Kerala Forest Department & Kerala Forest Research Institute. pp. 43-45.
- Sujatha, MP. 2005. Significance of micronutrients on the growth of teak seedlings. In Bath, KM; Nair, KKN; Bath, KV; Muralidharam, EM; Sharma, JK. (eds.). The international conference on quality timber products of teak from sustainable forest management. (Peechi, India, 2-5 December 2003). Peechi, Kerala Forest Research Institute. p. 491-494.
- Sujatha, MP. 2008. Micronutrient deficiencies in teak (*Tectona grandis*) seedlings: foliar symptoms, growth performance and remedial measurements. Journal of Tropical Forest Science 20(1):29-37.
- Sundralingam, P. 1982. Some preliminary studies on the fertilizer requirements of teak. The Malaysian Forester 45(3):361-366.
- Suri, SK. 1975. Correlation studies between bole diameter and crown projection area as an aid to thinning. Ind. For. 101: 539-549.
- Tewari, D. 1999. A monograph on teak (*Tectona grandis* Linn. f.). Dehra Dun, India. International Book Distributors. 479 p.
- Thiele, H. 2008. Variables edáficas que afectan el crecimiento de la teca (*Tectona grandis* L.f.) en la vertiente del Pacífico de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. San José, Costa Rica, UCR. Sistemas de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales con énfasis en Suelos. 184 p.
- Torres, S; Márquez, O; Hernández, R; Franco, W. 1993. Respuesta inicial de crecimiento a la fosforita en teca en los Llanos Occidentales de Venezuela. Turrialba 43(2):113-118.
- Vaides, EE. 2004. Características de sitio que determinan el crecimiento y productividad de teca (*Tectona grandis* L. f.), en plantaciones forestales de diferentes regiones en Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68 p.

- Vallejos Barra, OS. 1996. Productividad y relaciones del índice de sitio con variables fisiográficas, edafoclimáticas y foliares para *Tectona grandis* L.f., *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand y *Gmelina arborea* Roxb. en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 147 p.
- Vásquez C, W; Ugalde Arias, L. 1995. Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinata* y *Pinus caribaea*, en Guanacaste, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE/IDA/FAO/HOLANDA. 33 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 256).
- Verma, RK; Jamaluddin, T. 1995. Association and activity of arbuscular mycorrhizae of teak (*Tectona grandis*) in Central India. *Indian Forester* 121(6):533-539.
- Western, S. 1978. Soil survey contracts and quality control. Clarendon Press. Monographs on Soil Scienc. Oxford, England. 284 p.
- Wolterson, JF. 1979. Soil erosion in the teak forest of Java. Wageningen, The Netherlands, Rijkinstituut voor onderzoek in de bos-en landschpsbuw "De Dorschakamp". 40 p. (Rapport no. 197).
- Zech, W; Drechsel, P. 1991. Relationships between growth, mineral nutrition and site factors of teak (*Tectona grandis*) plantations in the rainforest zone of Liberia. *Forest Ecology and Management* 41:221-235.
- Zech, W; Kaupenjohann, M. 1990. Carences en potassium et phosphore chez *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus* spp., *Acacia auriculiformis* et *Tectona grandis* au Sud-Benin (Afrique occidentale). *Bois et Forêts des Tropiques* 226:29-36.
- Zobel, B; Sprague, J. 1993. A forestry revolution, the history of tree improvement in the southern United States. Forest History Society. Carolina, US, Academic Press. 160 p.



Capítulo 6

Mejoramiento genético de la teca en América Latina



Capítulo 6

Mejoramiento genético de la teca en América Latina

Olman Murillo

Jeff Wright

Olivier Monteuis

Fernando Montenegro

Introducción de la teca a América Latina y material genético disponible

La teca (*Tectona grandis* Linn F.) es originaria de la India, Myanmar (ex Burma), Thailand y Laos, en el continente asiático. Sin embargo, también ha sido plantada fuera de su distribución natural en otros países de Asia, África y América Latina. En la región de América Latina y el Caribe se encuentran plantaciones en algunos países de América tropical, como las islas del Caribe, Centroamérica, México y en varios países suramericanos (Keogh 1980).

Se estima que la introducción más significativa de germoplasma de teca en Latinoamérica inició en 1913 a través de Trinidad y Tobago, donde provino de Tenasserim, Myanmar (antigua Birmania) (Keogh 1979, 1980). En Panamá, las semillas provinieron de la India, del Jardín Botánico de Baroda vía Sri Lanka (antiguo Ceylán) (Behaghel 1999). La procedencia que se cultivó en el Jardín Botánico Summit Garden (Panamá) permitió luego la exportación de gran cantidad de semilla a distintos países de la región.

Se estima que en el transcurso del tiempo se introdujeron y registraron más de 15 procedencias en la región, por lo que se podrían encontrar diferentes orígenes en países como Costa Rica, Brasil, Colombia y Ecuador. En la década de 1950, la compañía bananera estableció en Quepos (Pacífico Central de Costa Rica) aproximadamente 200 ha de teca –esta es una de las plantaciones más antiguas de Centroamérica, y quizás de América Latina. En Mato Grosso, Brasil, se dieron introducciones comerciales desde Trinidad y Tobago a finales de los años 1960 (empresa Cáceres Florestal), de donde se constituyeron las primeras fuentes semilleras del Brasil (Matricardi 1989 citado

en Schnell e Schuhli y Paludzyszyn 2010). Estas plantaciones eran relativamente homogéneas, con las mismas características fenotípicas, excepto dos lotes que se asemejaban más a la teca de la India (Keogh 1979). Esto permite suponer que la procedencia Tenasserim (Birmania), introducida a través de Trinidad y Tobago, no fue la única fuente asiática de donde se introdujo material genético. Diversas compañías costarricenses importaron, en los años 1990, nuevas introducciones de germoplasma en pequeños lotes procedentes principalmente de poblaciones nativas y razas locales de Tailandia (antiguo programa de mejoramiento genético de Danida).

En la actualidad, la situación de las introducciones de teca en los diferentes países es la siguiente (Keogh 1980):

- En Honduras, las primeras semillas que se introdujeron fueron importadas de París, pero no germinaron. Los primeros árboles de teca sembrados se establecieron en la Estación Experimental Lancetilla de la United Fruit Company en 1927, con semilla proveniente de Trinidad y Tobago. En 1962 se inició un programa de cultivo de teca con las semillas de los árboles plantados en 1927; todas las plantaciones de la UFCO provinieron de esos primeros árboles.
- En Nicaragua se tiene registros de envíos de semillas de teca desde el Jardín Botánico Summit Garden en los años 1937 y 1947.
- En Cuba, la especie se introdujo desde Trinidad entre 1930-1931; entre 1937 y 1938 se recibió otro envío procedente del Jardín Botánico Summit Garden.
- En Venezuela, la semilla de teca provino de Trinidad; la primera plantación se estableció en Rancho Grande, en la localidad de Choroni (Ocumare de la Costa). Esos primeros árboles fueron cortados por mandato de las autoridades que decidieron eliminar las especies exóticas en la región (no obstante, crecieron árboles que rebrotaron de los tocones). Adicionalmente, a la estirpe traída de la isla se realizó un pedido más a Summit Garden en 1938.
- En Costa Rica, se desconoce la fecha de introducción y proveniencias; los datos disponibles son producto de una recolección en Guápiles en 1941; dichos datos se encuentran en una tarjeta en el Herbario del Museo Nacional. Los registros del Summit Garden indican que se realizaron envíos entre 1943 y 1944 que permitieron establecer dos plantaciones: una en Quepos, en terrenos de Banana Company of Costa Rica en 1943, y la segunda en Turrialba en terrenos del CATIE, aproximadamente en 1947¹.

¹ Esta plantación aún existe (marzo 2012), pero su condición no es muy buena pues el lugar de plantación no corresponde a las exigencias de sitio de la especie

- En Belice se introdujo teca en 1947 proveniente de Trinidad y otra en 1954, de fuente incierta.
- En El Salvador la teca llega alrededor de los años 50 con semilla del Caribe, pero no de Trinidad sino de Puerto Rico y de Honduras, sin embargo, estas dos no fueron las últimas introducciones, en el 54 y en el 68 se recibieron nuevas semillas de Puerto Rico y Costa de Marfil, África, respectivamente.
- En Guatemala se introdujo semilla de Summit Garden entre los años 1943-1947.
- A Colombia llegó semilla proveniente de Summit Garden en el periodo de 1944-1947, aunque también se importó de la India, Nigeria y Camerún con fines de investigación en ensayos de procedencia.

En síntesis, de acuerdo con Keogh (1980) se han identificado alrededor de 19 introducciones de semillas de teca en América Latina. Las introducciones se iniciaron a fines del siglo XIX y provinieron de Birmania y de la India. Si bien el clima y, en general, el sitio de muchos lugares de la región son aptos para el cultivo de esta especie, a pesar de los años de establecida en Latinoamérica, la especie no se ha traducido en una magnitud de plantaciones que generen una actividad económica importante. De hecho, y sin profundizar en las razones, las plantaciones de teca no se terminan de consolidar a pesar del potencial que tiene la región y de las experiencias en tecnología de reproducción y silvicultura.

Al inicio del 2000, se introdujo material genético clonal al Brasil procedente del Programa de Mejoramiento Genético de Teca en Sabah, Malasia insular (Goh et ál. 2007). Algunos de esos clones han sido propagados en forma masiva y ya alcanzan hasta varios millones de plantas propagados por medio de cultivo de tejidos. Estos genotipos han sido diseminados en la región latinoamericana desde entonces.

Se podría mejorar el rastreo del origen y movimientos de la teca en la región latinoamericana mediante el uso de nuevos desarrollos con marcadores genéticos, especialmente por medio de microsatélites (Fofana et ál. 2009, Verhaegen et ál. 2010). Trabajos recientes en este campo ya han alcanzado progresos significativos en la región; de hecho, en Costa Rica se cuenta con nuevos servicios de apoyo a las organizaciones (Araya et ál. 2005, Rojas y Murillo 2011).

¿Qué se puede mejorar en las plantaciones de teca por medio de la genética?

La experiencia con teca señala que las características que se pueden mejorar son las siguientes:

- Hábitos de crecimiento del fuste (rectitud del fuste, ramificaciones, aletones basales, grano espiral, grosor de la corteza)
- Resistencia al viento, especialmente en los primeros años de plantación
- Productividad (rendimiento y crecimiento, diámetro, altura, área basal, volumen)
- Gravedad específica y formación del duramen
- Color de la madera
- Crecimiento en suelos marginales (fertilidad, acidez, degradación)
- Tolerancia a las enfermedades

En la silvicultura moderna, las plantaciones se establecen según tres principios centrales: a) la calidad del sitio, la preparación del sitio y la nutrición; b) calidad del material genético, sea de semillas, estacas, o clones y c) la gestión de la plantación (tanto desde el punto de vista técnico como económico). La genética es la responsable por la calidad de la semilla y del material vegetativo, donde actualmente existen muchas opciones disponibles. En términos del mejoramiento genético, en la última década se inició un aceleramiento en el desarrollo de nuevos materiales y de técnicas de propagación masiva; los programas de mejoramiento están contribuyendo significativamente con el éxito y aumento de la productividad de las plantaciones de teca.

Probablemente, los primeros esfuerzos en mejoramiento genético de la teca iniciaron a principios de 1945 por parte de científicos británicos en países asiáticos (Richens 1945 en Birmania, hoy Myanmar). A finales de los años 1950 e inicios de 1960, muchos estudios impulsados por la cooperación internacional reportaban un progreso en los trabajos de mejoramiento y un avance en los rasgos de crecimiento (Gram et ál. 1958, Keiding y Boonkird 1960, Mathews 1961, Kedhamath y Raizada 1961). En Latinoamérica, el primer programa de mejoramiento genético se dio, probablemente, en Trinidad y Tobago con la participación de científicos británicos (Chalmers 1962). Como en todos los programas de mejoramiento de árboles, el crecimiento y el rendimiento se convirtieron en componentes esenciales de todos los programas de mejoramiento conocidos mundialmente.

Se ha reportado un moderado a fuerte control genético para rasgos como el diámetro, altura, área basal y volumen comercial (heredabilidades en el sentido estrecho h^2 desde 0,25 a 0,5) (Murillo y Badilla 2004a, 2009a).

En términos de propiedades de la madera, se han investigado varios rasgos (Leandro et ál. 2003); se ha registrado una fuerte evidencia del control genético en la gravedad específica de la madera y formación temprana del duramen. En trabajos recientes se ha encontrado también un fuerte control genético del color de la madera de duramen (Moya et ál. 2013). Estos rasgos serán esenciales, considerando que existe una clara tendencia, a nivel mundial, por acortar la rotación en las plantaciones. Por lo tanto, entre los esfuerzos del mejoramiento, las propiedades de la madera juvenil serán el enfoque principal en el futuro. Afortunadamente, se ha reportado una fuerte variación genética y una tasa alta de heredabilidad en la mayoría de estos rasgos, como se muestra en las figuras 6.1 y 6.2 (Leandro et ál. 2003, Murillo y Badilla 2004a, 2009a).

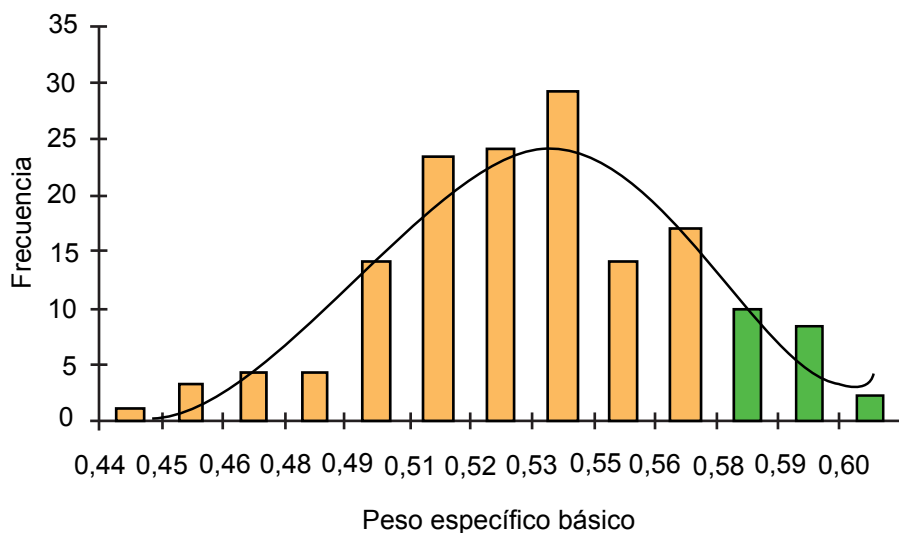


Figura 6.1. Variación en la gravedad específica de la madera de teca de cuatro años en 153 árboles de un ensayo de progenie en el Pacífico Central de Costa Rica

Fuente: Murillo y Badilla (2004a).

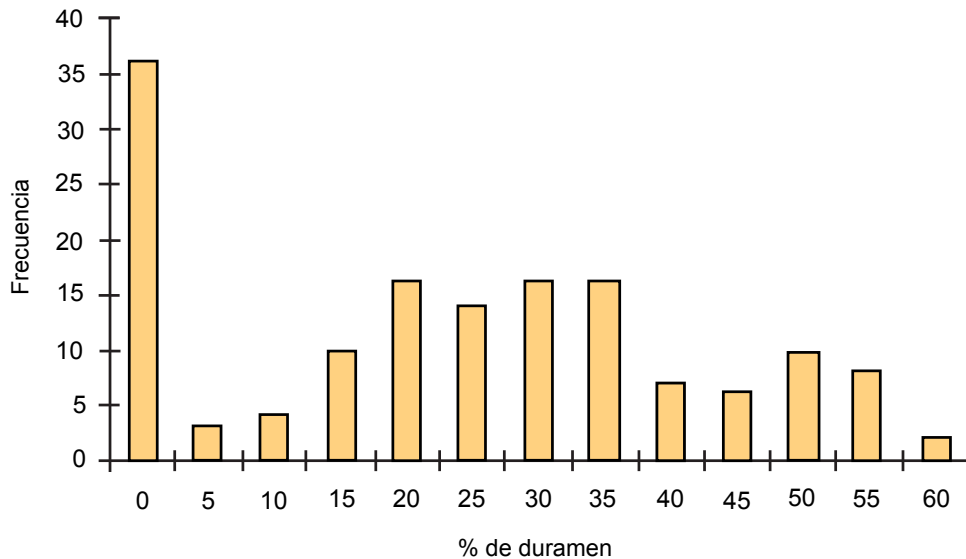


Figura 6.2. Porcentaje de aparición del duramen en teca de cuatro años en 148 árboles de un ensayo de progenie en el Pacífico Central de Costa Rica

Fuente: Murillo y Badilla (2004a).

Resultados similares se reportan en Asia, donde los árboles de mayor tasa de crecimiento diamétrico son los que inician formación temprana de duramen (Bath 2000). Otras propiedades de la madera y de hábitos de ramificación, también se reportan como de excelentes características en árboles jóvenes producidos bajo un régimen de mayor crecimiento (Goh y Monteuuis 2005, Goh et ál. 2007, Chaix et ál. 2008, Goh y Monteuuis 2009).

El color de la madera está siendo investigado para tratar de dilucidar sus efectos ambientales y genéticos (Moya et ál. 2013). Los primeros resultados muestran la existencia de un moderado a un alto control genético (h^2 desde 0,35 a 0,45). Esta propiedad es considerada como una de las más importantes en el mercado actual de madera de teca y la posibilidad de controlarla por medio del mejoramiento genético tiene un enorme potencial. Sin duda, este rasgo será incluido pronto en los programas avanzados de mejoramiento.

El daño por el viento significa un serio problema en las plantaciones de teca en casi todo el mundo. Las compañías deben gastar cantidades importantes de recursos desde el primer año para prevenir los daños en el fuste; en muchos casos, el daño es de tal magnitud que reduce la altura comercial en hasta 7,5 metros (Guzmán 2007). Recientemente, en Costa Rica se han encontrado clones de teca con un grado relevante de resistencia al viento en diferentes zonas del país, lo cual demuestra su alto control genético (Murillo y Badilla 2009a, Badilla y Murillo 2011a). Si bien aún no se conoce con certeza cuales propiedades de la madera están involucradas en este efecto mecánico (Guzmán 2007), estos resultados sugieren que se podrá alcanzar una importante reducción en el daño causado por el viento mediante la selección y uso de estos genotipos.

La tolerancia a las enfermedades es un rasgo básico para los programas de control genético en la mayoría de los árboles plantados. Existen algunos reportes en teca que mencionan el control genético en la prevención de ataques de termitas (Sarma y Thakur 1979), la descomposición de la madera (Rudman et ál. 1967) y contra la peligrosa *Hyblaea puera* (Mukhtar 1987)². La roya de la teca (*Olivea tectonae*)³ podría causar serios efectos económicos; sin embargo, un primer reporte en Costa Rica menciona un moderado a alto control genético (Arguedas et ál. 2005).

La tolerancia a los suelos marginales también podría tener un impacto económico importante en las plantaciones de teca. Es sabido que la teca es una especie que demanda suelos fértiles, lo que obliga a los inversionistas a buscar suelos ricos y de alta productividad, que hoy día son muy costosos y utilizados en cultivos de mayor rentabilidad y mejor flujo de caja (Thiele 2008). En cualquier terreno de gran extensión, siempre hay sectores con áreas de suelos marginales no recomendables para el establecimiento de la teca. No hace tanto, se creó en Costa Rica la Cooperativa de Mejoramiento Genético (Genfores); datos preliminares de pruebas con clones en mejoramiento de árboles muestran claramente la diferenciación de los clones en cuanto a su tolerancia a los suelos ácidos (Gramage 2010, Badilla y Murillo 2011b). Los resultados son muy promisorios y permitirían a los inversionistas en teca expandirse hacia suelos marginales y moverse a sitios con terrenos menos costosos, en futuro cercano. Estos resultados recuerdan la importancia del apropiado trasiego del material genético antes de ser enviado indiscriminadamente de una región a otra,

² *Hyblaea puera* (defoliador de la teca) es una polilla nativa del sudeste asiático.

³ Este hongo causa la aparición de manchas marrones y amarillas en las hojas; es una de las enfermedades más dañinas del follaje en viveros y plantaciones.

de un país a otro, sin antes haber sido debidamente evaluado y certificado. Estas consideraciones son de particular importancia con el uso de clones puros, que tienden a manifestar mayor especificidad y mayor riesgo si se plantan lejos de los sitios donde fueron evaluados y certificados genéticamente. La interacción genotipo/ambiente fuerte implica que el mejor material genético para una determinada región geográfica no será el mismo para otra región cercana. Este tipo de situaciones restringe la utilización comercial de algunos materiales en todos los ambientes. Después de una apropiada verificación en campo, los clones pueden ser clasificados como especialistas en determinados ambientes, o generalistas para todos los ambientes de una región.

Muchos otros rasgos que tienen que ver con la calidad del árbol han sido investigados por Genfores en Costa Rica y Colombia durante los últimos diez años (Murillo y Badilla 2004b, 2009a, 2009b, Vallejos et ál. 2010, Espitia et ál. 2011). Hábitos de ramificación, rectitud del fuste, gambas o aletones basales, grano en espiral, son todos rasgos de importancia económica y registran un importante control genético, que les permite ser incorporados en los programas regulares de mejoramiento. En materia económica, la calidad del fuste tiene una importante contribución al valor del árbol y su madera, tanto como lo hace el volumen en esta especie. Árboles con la mejor calidad de fuste son muy apreciados en los mercados especiales (Figura 6.3).

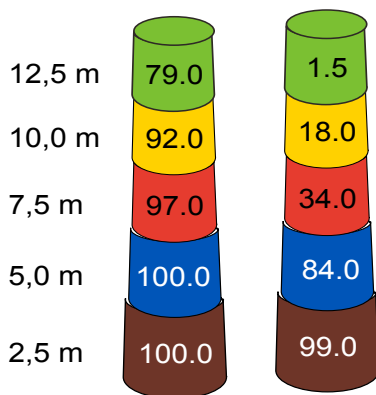


Figura 6.3. Efecto del mejoramiento en la calidad para uso industrial de las primeras cinco trozas de un árbol, expresado en el índice de calidad (de 0 a 100 = excelente). A la izquierda un árbol plus promedio de teca y a la derecha un árbol típico sin mejoramiento genético; material procedente del departamento de Córdoba, región caribe de Colombia.

Fuente: Espitia et ál. (2011).

Desarrollo de programas de mejoramiento y conservación genética de teca en América Latina

A pesar de que la diversidad genética de la teca en la región ALC no es muy amplia, el germoplasma introducido ha dado resultados satisfactorios en términos de productividad, especialmente en tasas de crecimiento, rectitud y calidad del fuste, e incluso en propiedades de la madera (Leandro et ál. 2003). Algunos esfuerzos han permitido determinar el origen de las primeras introducciones de germoplasma de teca. El uso de marcadores genéticos, principalmente microsatélites, podría ser de utilidad para esclarecer el origen, pero también para determinar la magnitud de la diversidad genética actual y para registrar o proteger cada árbol plus o clon de los programas actuales de mejoramiento genético (Fofana et ál. 2009, Verhaegen et ál. 2010, Rojas y Murillo 2011). Los primeros esfuerzos en mejoramiento genético en la región se dieron a inicios de los años 1980 en Hojancha, Guanacaste (Pacífico norte de Costa Rica), por medio del establecimiento de una red de rodales semilleros de alta calidad (Barquero 1984) y, posteriormente, un Banco de Semillas. Ambas iniciativas han impulsado la producción y comercialización de semilla con algún nivel de mejoramiento genético en toda la región latinoamericana (Badilla y Murillo 2011a). Los rodales semilleros son, por lo general, la primera opción para la producción de semilla mejorada a escala comercial, en forma rápida y relativamente eficiente. Su principal limitación es la baja ganancia genética esperada, que no supera el 6-8% (Murillo 1992).

En otros países de la región se vienen desarrollando trabajos en selección de árboles plus: Montenegro (2008) en Ecuador, CONIF (2009) en Colombia, Espitia et ál. (2011) en Colombia y Aguiar en Mato Grosso, Brasil⁴. Los árboles plus ayudan al establecimiento de huertos semilleros, categoría de fuente semillera que produce semilla de mucho mayor valor genético (Zobel y Talbert 1984). Genfores ha logrado seleccionar y clonar más de 400 árboles plus de teca en Costa Rica, Colombia y, recientemente, en Ecuador y Brasil. La mayor parte de ellos se encuentran en ensayos genéticos para certificación y posible conversión en fuentes semilleras (Badilla y Murillo 2011a). Los huertos semilleros se pueden definir como una plantación constituida exclusivamente por material previamente seleccionado e identificado como árbol plus. Se localizan en sitios aislados con el fin de reducir la posibilidad de contaminación con polen de vecinos de la misma especie de bajo valor genético. Por su origen, existen dos tipos de huertos semilleros: los provenientes de la progenie de árboles plus y los provenientes de la clonación de árboles plus. Los huertos clonales en teca han demostrado su utilidad en programas de mejoramiento actualmente en desarrollo en Malasia (Chaix et ál. 2011).

⁴ Aguiar, R. de. Febrero, 2011. Gerente de Verde Novo, Mato Grosso, Brasil. Comunicación personal

La semilla que producen logra alcanzar ganancias genéticas superiores al 20-25%, dependiendo de la rigurosidad con que fueron seleccionados los árboles plus y del grado de aislamiento del huerto semillero. El número inicial de familias (primer tipo de huerto) o de clones en un huerto semillero puede llegar hasta unos 50-60 genotipos, que paulatinamente se reducen a unos 20 a 30, a medida que se evalúa la información que proveen los ensayos genéticos o de verificación en campo de su superioridad genética. Estos ensayos genéticos son esenciales y de gran valor, ya que son los que determinan la verdadera superioridad genética de la colección de genotipos presentes en el huerto semillero. El raleo o eliminación de los genotipos inferiores se conoce como raleo genético. Una vez ejecutado el raleo genético, la semilla producida alcanza su valor genético más alto (semilla certificada genéticamente, o semilla comprobada). La calidad genética de la semilla producida en este tipo de huertos semilleros permite no solo obtener mayor productividad y tasa de crecimiento, sino que otorga una mucha mayor seguridad o garantía de buenos resultados al inversionista. Hasta la fecha, en toda América Latina únicamente existe un huerto semillero certificado genéticamente en Hojancha, Costa Rica (Badilla y Murillo 2011a). Sin embargo, no debe olvidarse que, paralelo a la utilización de semilla certificada genéticamente, debe garantizarse la aplicación de las mejores prácticas silviculturales para obtener un alto rendimiento en una plantación de teca. No es suficiente con un buen trabajo de mejoramiento genético; el manejo oportuno de la plantación es esencial para el logro de los objetivos del inversionista.

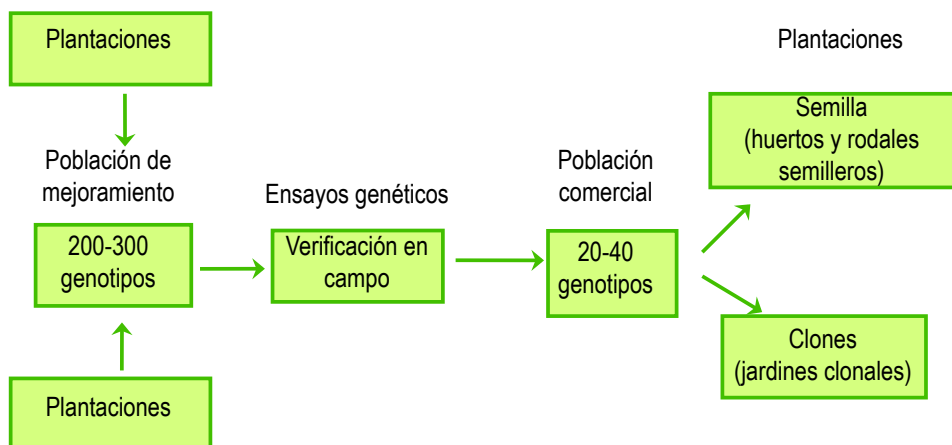


Figura 6.4. Ejemplo de un programa de mejoramiento genético en su primera generación.

El proceso de mejoramiento, se inicia con una población amplia de árboles plus que deberán ser verificados en campo mediante ensayos genéticos para finalmente utilizar a nivel comercial los individuos élite o certificados genéticamente. La liberación comercial de clones o semilla mejorada es la salida de un buen programa de mejoramiento y no debe ocurrir sin la validación de campo previa.

Cuadro 6.1. Escenario esperado de una primer generación de un programa de mejoramiento genético, con base en una ganancia genética de un 20% en volumen, un 25% en calidad y de un año en el tiempo de cosecha.

Escenario	Dap promedio	Volumen por árbol hasta 10 m de fuste	N° de árboles/ha calidad 1 y 2	Volumen/ha de cosecha de calidad 1 y 2
Sin mejoramiento (18 años)	35	0,67 m ³	100	67 m ³
Con mejoramiento (17 años)	38.3	0,80 m ³ (20% ganancia)	125 (25% ganancia)	100 m ³

Como una nueva fuente semillera, la estrategia clonal en teca se ha venido desarrollando con gran éxito. La razón fundamental es que al clonar un árbol plus, se logra capturar el 100% de su información genética. Mientras que al tomar su semilla, cada una de sus progenies logra capturar solamente un 50% de su madre o árbol plus seleccionado. Este principio se estableció a escala comercial en los eucaliptos desde inicios de los años 1970, lo cual dio paso al desarrollo de la nueva silvicultura clonal a nivel mundial (Ahuja y Libby 1993a, 1993b; Murillo et ál. 2001). Desde entonces, diversas estrategias y métodos de propagación vegetativa se han desarrollado en los últimos años. El cultivo *in vitro* irrumpió como la primera técnica de clonación en teca, inicialmente en los países asiáticos y luego en América Latina, y ya ha alcanzado escala comercial (Monteuuis 1995, 2000; Monteuuis et ál. 1995, 1998; Monteuuis y Goh 1999, Daquinta et ál. 2001, Goh y Monteuuis 2001, 2005, 2009; Castro et ál. 2002, Goh et ál. 2007, Chaix et ál. 2008). Sin embargo, las nuevas tecnologías de clonación *in vivo* de teca vienen suplantando rápidamente el uso de material *in vitro* en América Latina, debido a su menor costo, mayor facilidad de producción a escala comercial, menor dependencia de infraestructura y equipamiento y, en especial, debido al respaldo de programas de mejoramiento genético debidamente estructurados (Murillo et ál. 2003, Murillo y Badilla 2004, 2009a; Badilla y Murillo 2011a, 2011b).

Es importante señalar, que la silvicultura clonal en teca debe estar sustentada en programas de mejoramiento genético bien estructurados y no en la mera adquisición comercial de clones en el mercado. El uso indiscriminado de clones de teca de una región o país introducido en otro país o región con características ambientales diferentes, sin haber sido validados en campo localmente, puede resultar en plantaciones de crecimiento moderado o no tan alto como se esperaba. En Costa Rica, por ejemplo, se ha observado que los clones de teca seleccionados en el caribe del país, donde los suelos son ácidos, no muestran un crecimiento superior al ser plantados en el Pacífico norte, en suelos de mayor fertilidad y periodo seco más prolongado (Badilla y Murillo 2011b). Es recomendable que los clones se planten inicialmente en mezcla de no menos de diez genotipos, con el fin de reducir el riesgo de baja adaptabilidad a condiciones de sitio particulares. La experiencia de plantaciones clonales a escala comercial con teca se inició a finales de los años 1990 en Costa Rica (empresa Precious Woods), y ha alcanzado un desarrollo significativo con la cooperativa de mejoramiento genético Genfores. Hasta tanto los ensayos clonales en campo no permitan su certificación, no es prudente establecer plantaciones monoclonales de ningún tipo con esta especie. La mayor longevidad de una plantación de teca vs. una plantación de eucalipto sugiere mayor prudencia antes de dar el salto hacia una silvicultura monoclonal en teca. Nuevos huertos semilleros a partir de semilla y de clones se han establecido recientemente en el caribe de Colombia, los cuales podrían producir semilla mejorada genéticamente a partir del año 2013. No obstante, a partir del año 2012 ya sería posible plantar con clones comercialmente en Colombia (CONIF 2009, Espitia et ál. 2010).

Una pregunta que se debe responder es ¿dónde debe un inversionista adquirir material genético de teca para plantar? Sin duda, la mejor opción será siempre utilizar material genético que provenga de programas de mejoramiento genético que hayan seguido una rigurosa validación en campo previo a su liberación comercial. Es importante verificar que la validación del material genético haya ocurrido en condiciones de sitio semejantes a donde el inversionista desee plantar. Entre más lejos se encuentren los sitios donde fue evaluado el material, mayor será el riesgo de adaptabilidad. La probabilidad de obtener una pobre adaptabilidad será muy alta si se planta en un ambiente marginal (suelos ácidos, suelos de baja fertilidad, con periodo seco prolongado, zonas ventosas), un material evaluado en buenas condiciones de sitio. El daño por viento puede ser sumamente alto si no se utilizan genotipos que hayan sido garantizados como tolerantes al viento. En general, el riesgo es mayor con el uso de clones que con semilla mejorada debido a su menor variabilidad genética. En Costa Rica y Colombia se cuenta ya con buen material genético que ha superado varios filtros de verificación genética y permite su uso en estos países con un riesgo bajo.

Si se quiere establecer una plantación nueva en un país donde no hay una base previa de mejoramiento genético, una opción será adquirir material genético de algún programa de mejoramiento genético reconocido en la región, que garantice que los lotes (semilla o mezcla de clones) estén conformados por no menos de 20 a 25 genotipos. Paralelo a esta acción se podrá también establecer ensayos de procedencias preferiblemente nativas o de origen asiático real, junto con semilla de programas de mejoramiento genético.

No es conveniente adquirir semilla de fuentes dudosas o desconocidas, sin garantía de un trabajo riguroso de certificación genética en campo. Hoy en día prolifera en América Latina la venta de semillas y clones de teca que no proceden de programa de mejoramiento genético alguno. El riesgo de acabar con una plantación de baja productividad y pobre valor comercial es muy alto. No es aconsejable utilizar clones puros o el establecimiento de lotes monoclonales sin un trabajo de verificación previa; tampoco es recomendable utilizar lotes de semilla o mezcla de clones constituidos por pocos genotipos (< 20 genotipos).

Introducción de nuevas procedencias para ampliar la base genética local

La introducción inicial de teca en la región se presume que se realizó a partir de una base genética estrecha que podría, dentro de poco tiempo, manifestar problemas de expresión de la endogamia. Existe una urgente necesidad de importar material genético de poblaciones autóctonas asiáticas, preferiblemente, por su amplia variabilidad genética; también se podría importar semilla de programas de mejoramiento genético debidamente concebidos, sin importar si fueron desarrollados en sitios fuera del lugar de origen de la teca. Todo programa de mejoramiento genético forestal pensado para desarrollar material genético superior, a lo largo de varias generaciones de mejoramiento, debe establecer, desde sus orígenes, ensayos de procedencias debidamente diseñados. Con estos ensayos se buscan dos objetivos simples: 1) determinar la posible existencia de alguna población que supere claramente al material local disponible; 2) ampliar la base genética actual por medio de la introducción de genotipos sobresalientes y adaptados a las condiciones ambientales locales. Sin embargo, se hace difícil conseguir germoplasma de teca de los cuatro países de donde la especie es originaria: Myanmar (antigua Birmania), India, Laos y Tailandia. Estos países cada vez son más renuentes a exportar germoplasma de teca, debido a nuevas regulaciones sobre conservación de la biodiversidad, apoyadas por políticas nacionales proteccionistas.

La carencia o incertidumbre de la información sobre el origen de las procedencias y el número de árboles que constituyen el lote de semilla también pueden ser temas críticos. Para establecer un buen ensayo de procedencias, lo deseable es que los lotes de semilla provengan de poblaciones autóctonas o sitios de origen de la teca. Las poblaciones deben tener un tamaño mínimo importante que garantice su amplia diversidad genética. Los árboles colectados incluidos en el lote deben localizarse separados entre sí por al menos 500 metros con el fin de evitar su parentesco genético. Finalmente, el lote debe estar constituido por no menos de 20 a 25 árboles individuales. De manera ideal, la semilla debe provenir separada por árbol dentro de cada procedencia, sin embargo, esto es muy difícil de lograr. Así se lograría avanzar mucho más rápidamente con el futuro ensayo de procedencias, que podría ampliarse a un ensayo de procedencias/progenie y, permitiría evaluar simultáneamente los árboles individuales dentro de cada procedencia. Siempre que sea posible, es importante visitar el sitio que provee las semillas o los clones, ya que tendrá un impacto importante a largo plazo en los objetivos de la introducción del germoplasma.

La escogencia de las procedencias a introducir es otro aspecto importante. Por lo general, todo programa de mejoramiento genético busca aumentar la productividad y calidad de las plantaciones. En caso de que las condiciones ambientales locales no sean marginales para la teca (suelos ácidos, poca precipitación, temperaturas frías), la oferta de posibles procedencias a evaluar será mayor. Como primer paso, mediante un análisis de homologación deberá verificarse que las condiciones ambientales entre el sitio local y el del origen de las procedencias disponibles sean similares. De lo contrario, el riesgo de baja adaptabilidad será mayor (Zobel y Talbert 1984).

A pesar de las limitaciones, gracias a los esfuerzos de Danida y Oxford, en las décadas de 1970 y 1980, se realizaron numerosos intercambios de semilla de teca entre países donantes y receptores, y se establecieron series de ensayos de procedencias en muchos países de las regiones tropicales de América, África y Asia (Cameron 1966, Keiding et ál. 1986, Sandiford 1990, Dupuy y Verhaegen 1993, Behaghel 1999, Danarto y Hardiyanto 2001, Rance y Monteuis 2004, Goh y Monteuis 2009). Sin embargo, el mantenimiento y la situación general de estos rodales ha sufrido problemas por varios factores internos relacionados principalmente con la inestabilidad de las organizaciones estatales a cargo, lo cual resulta en una notable pérdida de la diversidad original del germoplasma y, en muchos casos, de la mayoría de los árboles más valiosos. La identificación de los recursos genéticos sigue siendo más y más problemática y poco fiable debido a la desaparición de información (etiquetas, carteles, números, maquetas

y mapas). Además, la pérdida gradual de la capacidad de germinación de la semilla de teca no permite almacenarla por más de algunos años.

El desarrollo de las nuevas opciones de propagación vegetativa (*in vitro* e *in vivo* o de mini-estaquillas en invernadero), se ofrecen hoy día como una opción para el intercambio de material genético entre países y organizaciones. Sin embargo, persisten limitaciones para el comercio de plantas vivas en muchos países debido a las restricciones fitosanitarias. En estos casos, el material producido *in vitro* tiene mejores posibilidades que las mini-estaquillas enraizadas o *cuttings*, debido a que no requiere de sustrato para ser enviado a otro país.

Derechos de propiedad y protección del germoplasma

Los derechos de propiedad y la legislación existente sobre protección de obtenciones vegetales han creado una nueva realidad a nivel mundial. Aunque se logre un consenso general e internacional, cada país puede y tiene reglas particulares que hacen difícil evitar, mediante procedimientos exclusivamente legales, la propagación comercial y uso ilegal de semilla o clones. Por ello, las organizaciones involucradas en el mejoramiento de la teca necesitan entender las leyes sobre la protección de las variedades de plantas en sus países y en la región.

El primer paso importante es lograr el registro, en las entidades estatales, de todos y cada uno de los materiales desarrollados por los programas de mejoramiento genético. Este registro se realiza de manera rigurosa y permite establecer la identidad de cada material con su debida denominación de origen. Dado que los descriptores morfológicos pueden no ser suficientes para identificar cada genotipo, hoy en día se vienen utilizando con éxito los marcadores moleculares (AFLP, microsatélites y otros), que permiten una total confiabilidad en la determinación de la huella digital de cada individuo (Araya et ál. 2005, Fofana et ál. 2009, Verhaegen et ál. 2010, Rojas y Murillo 2011). Sin embargo, a la fecha, su utilización en América Latina se ha logrado únicamente con las empresas miembros de Genfores.

La protección de los derechos de los productores de germoplasma no es fácil. Es importante lograr una negociación transparente entre productores y compradores de material genético. Esta situación puede facilitar el entendimiento y continuar motivando la inversión en mejoramiento genético de teca en la región.

Consideraciones generales sobre el potencial de la silvicultura clonal en teca

En América Latina, al igual que en la mayor parte del mundo, la teca ha sido propagada principalmente por semilla hasta hace unos 6-7 años, cuando se iniciaron las plantaciones clonales a escala comercial. La propagación de la teca por semillas tiene serias desventajas:

- I. Cuantitativamente se limita a la producción de semillas (Wellendorf y Kaosa-ard 1988, White 1991) y a una determinada época del año (fenología).
- II. Los individuos con mayor tasa de crecimiento tienden a florecer tarde, posiblemente debido a la función de la capacidad terminal del tejido de prolongar su periodo de crecimiento vegetativo el mayor tiempo posible (White 1991).
- III. Se ha reportado que muchos de los mejores genotipos tienden a producir semilla con baja tasa de geminación (Kaosa-ard 1986, Mascarenhas et ál. 1987, White 1991).
- IV. La obtención de plantas por semilla produce individuos sumamente variables, aun cuando sean medio hermanos o hermanos completos, lo cual puede tener un impacto económico alto en aspectos como tasa de crecimiento y calidad de la madera (Bailleres y Durand 2000, Chaix et ál. 2008, Chaix et ál. 2011).
- V. El limitado conocimiento genético preciso sobre la heredabilidad de los rasgos con importancia económica, como los hábitos de ramificación y otros aspectos cualitativos, presentan cierto grado de incertidumbre sobre la probable ganancia genética.
- VI. La heredabilidad y la ganancia genética es significativamente inferior al uso del clon, debido a que cada plántula solamente logra capturar una porción de la información genética (Murillo et ál. 2001).

Las nuevas tecnologías de producción masiva de clones permiten la producción constante de material de plantación en cualquier época del año y prácticamente sin limitación en la cantidad de individuos (Murillo et ál. 2003). En contraste con la propagación de semillas, donde cada individuo es genéticamente diferente, la propagación asexual o vegetativa consiste en la duplicación de genotipos; la información genética original se preserva mediante la división por mitosis y, por tanto, también se duplica la reproducción completa de los rasgos del árbol originalmente seleccionado. Esto es esencial porque permite la captura y reproducción de toda la

información genética y los rasgos de importancia económica de cada árbol plus que ha sido seleccionado (Chaix et ál. 2011, Monteuis et ál. 2011). Otra ventaja de la propagación vegetativa es que puede ser aplicada a cualquier individuo que, por ser muy joven aun, no produce todavía semillas fértiles o no haya iniciado su capacidad reproductiva, o en árboles que no logren producir flores o frutos debido a condiciones ambientales desfavorables (Murillo et ál. 2001).

Para la propagación vegetativa en teca se pueden usar varias técnicas. El injerto ha sido empleado con éxito, pero exclusivamente para el establecimiento de huertos semilleros clonales (Emmanuel y Bagchi 1984, Bagchi et ál. 1991, Tilakaratna y Dayananda 1994, Kaosa-ard 1998). La producción vegetativa masiva de la teca se inició en la década de 1990, principalmente vía micro-propagación *in vitro* (Monteuis 1995, Monteuis et ál. 1995, 1998). Esto ha sido posible gracias al desarrollo de técnicas eficientes adaptadas a los clones de árboles de teca seleccionados a cualquier edad (Monteuis 2000). La micro-propagación de teca ha sido exitosamente alcanzada en diferentes países en Latinoamérica como Colombia (Castro et ál. 2002) y Cuba (Daquinta et ál. 2001) a partir de la selección de árboles plus locales. Mientras que en Brasil y Ecuador se reproduce y comercializa masivamente material clonal introducido y de selecciones locales.

A partir del 2000, se inicia el desarrollo de una nueva línea de clonación de teca basada en la producción de minijardines clonales y obtención de mini-estaquillas en ambiente protegido o invernadero. Cada árbol plus es capturado vegetativamente a partir de uno o varios brotes basales. El material se pone a enraizar en un ambiente protegido con alta humedad relativa y alta temperatura, y luego se planta en bancales de arena en un sistema hidropónico, donde conforman pequeños lotes por cada árbol plus. Estas plantas se constituyen entonces en un minijardín clonal y sus nuevos brotes tiernos son cosechados cada 10-15 días, para producir nuevas plantas idénticas genéticamente. El sistema continúa y se puede dimensionar según la demanda de plantas del mercado. Por lo general, estos sistemas de producción clonal utilizan no menos de 20 clones a escala comercial, de una población base de no menos de 50 a 60 clones. A estas nuevas tecnologías se les conoce como producción clonal *in vivo* y han demostrado su mayor versatilidad, menor costo y mayor eficiencia en general (Murillo et ál. 2003). Los costos de producción de un clon bajo esta modalidad son cada vez más bajos debido al refinamiento de las técnicas de minijardines clonales y de las condiciones de enraizamiento al aire o aeroponía (Figura 6.5). Una nueva versión, conocida como minijardines clonales temporales, permitirá aumentar la eficiencia del sistema y disminuir aún más los costos por planta clonada (Badilla y Murillo 2011a).



Figura 6.5. Sistema de enraizamiento de mini-estaquillas de teca al aire (aeroponía) dentro de minitúneles, desarrollado por Genfores en Costa Rica en el 2006. Foto: Olman Murillo

El sistema de producción clonal puede también ser empleado de manera mixta con semilla mejorada genéticamente. Con frecuencia, los huertos semilleros o determinados genotipos no producen la cantidad de semilla requerida. En estos casos se procede a germinar la poca semilla disponible y se establece como un minijardín clonal. Las plántulas nacidas se propagan masivamente mediante clonación por mini-estaquillas, cosechando los brotes tiernos quincenalmente, con lo cual se pueden obtener grandes cantidades de nuevas plantas. Esta opción de clonación masal se conoce como amplificación familiar y se utiliza también a partir de semilla obtenida por cruzamiento controlado entre dos progenitores de muy alta calidad.

El éxito de la clonación o silvicultura clonal dependerá no solamente de la apropiación correcta de las técnicas de propagación, sino principalmente, de clonar genotipos de árboles superiores genéticamente. La clonación debe considerarse como la fase comercial de un programa de mejoramiento o de conservación genética. No es, por tanto, una actividad aislada y de reproducción de materiales que no han sido debidamente validados en campo, mediante ensayos genéticos rigurosos.

El otro aspecto crucial es el uso de los clones en campo a escala comercial. El primer paso en silvicultura clonal son las plantaciones a partir de mezcla de clones. Estos lotes mixtos tendrán variabilidad genética, con lo que disminuye el riesgo de pobre adaptación de algún genotipo (clon) en particular. Esta estrategia es saludable y previene fracasos con el uso de clones, y se recomienda particularmente cuando se pretenda plantar en un ambiente nuevo con poca o ninguna experiencia previa. Una vez que los ensayos genéticos de campo den información sobre la asociación genotipo/sitio, se podrá entonces avanzar hacia el establecimiento de lotes monoclonales (Ball et ál. 2000, Badilla y Murillo 2011b). Sin embargo, tal y como se mencionó anteriormente, debido a lo largo del ciclo de producción de teca, es recomendable que este proceso lleve su debido tiempo y rigor.

Las plantaciones clonales tenderán a ser mucho más uniformes, lo que facilitará enormemente su manejo. Sin embargo, es sabido que entre dos individuos obtenidos a partir de un mismo clon puede ocurrir variación; esto se conoce como efecto clonal o efecto “C” (Zobel y Talbert 1984, Hackett 1985). Primeros datos de ensayos genéticos clonales muestran una mayor uniformidad, alto rendimiento, calidad de los fustes y una reducción esperada del turno de cosecha, tal y como ha ocurrido con otras especies forestales (Wellendorf y Kaosa-ard 1988, Monteuis y Goh 1999, Goh y Monteuis 2005).

La opción clonal parece ser la mejor manera de maximizar el rendimiento de las inversiones de los productores de teca. Desde un punto de vista más general, con la creciente presión demográfica, la disponibilidad de tierras se está convirtiendo en un problema cada vez más crítico; de allí la necesidad de sacar el mejor provecho de cualquier área que pueda ser plantada. Los clones de teca de alta productividad, con calidad superior de madera y fuste y debidamente seleccionados pueden utilizarse como monocultivo o en sistemas agroforestales. En esta dirección, la selección de genotipos de teca con copa estrecha, podrían ser muy recomendables para la asociación con cultivos. Si se logra plantar los primeros años con cultivos de ciclo corto entre las líneas de la teca clonal, se posibilitaría la reducción de más del 50% de los costos totales de una plantación ordinaria de teca. Estos costos se deben a la preparación de sitio, control de malezas y fertilización, que fácilmente podrían ser “financiados” por el cultivo asociado. Esta combinación permitiría la posibilidad de obtener un flujo de caja positivo temprano debido a los cultivos asociados sembrados entre las filas de la teca. La utilización de leguminosas como cultivos asociados beneficiaría a los árboles de teca por enriquecimiento natural del suelo.

Orientaciones para los cultivadores de teca y los inversionistas

La teca es una especie de gran potencial y hay que hacer todo lo posible por que los que la cultivan, así como los programas de inversiones, hagan todas las operaciones de la mejor manera posible. Una de las fuentes fundamentales de mejoramiento de las inversiones es la genética, pues puede aumentar la rentabilidad del cultivo al mejorarse la forma de los árboles, su productividad, el color de la madera, las propiedades físicas y mecánicas, la resistencia a plagas y enfermedades y el crecimiento en suelos marginales. El mejoramiento genético cuenta con muchas tecnologías en aplicación, desde la utilización de semillas mejoradas de huertos genéticos y huertos clonales, hasta la reproducción clonal *in vitro* o *in vivo*. Dependiendo de la escala de las plantaciones, es recomendable contar con un programa de mejoramiento genético propio, o bien asociarse a algún programa colectivo de mejoramiento, como es el caso de Genfores. También es fundamental que los programas individuales y colectivos consideren la necesidad de ir introduciendo nuevas procedencias en sus colecciones, aun cuando esto se hace cada vez más difícil debido a que cada dueño de material genético desea proteger los derechos de propiedad.

Finalmente, en teca, la reproducción clonal está siendo ya una práctica frecuente y en un futuro próximo será difícil imaginar programas de inversiones o programas de reforestación de asociaciones de propietarios, que no consideren la producción de plantas de clonación en sus plantaciones.

Referencias

- Ahuja, MR; Libby, WJ. 1993a. Clonal forestry I: Genetics and biotechnology. Berlin, Springer-Verlag. 277 p.
- Ahuja, MR; Libby, WJ. 1993b. Clonal Forestry II: Conservation and application. Berlin, Springer-Verlag. 240 p.
- Araya, E; Murillo, O; Aguilar, G; Rocha, O; Woolbright, S; Keim, P. 2005. Possibilities of breeding teak (*Tectona grandis*) in Costa Rica assisted by AFLP markers. Kurú 2(5). http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/antiores/antior5/pdf/Articulo%202.
- Arguedas, M; Murillo, O; Ayuso, F; Madrigal, O. 2005. Variación en la resistencia de clones de teca (*Tectona grandis* L.f.) ante la infección de la roya (*Olivea tectonae* Rac.) en Costa Rica. Kurú: 2(6):10 p. Disponible en http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/antiores/antior6/pdf/Articulo%202.pdf

- Badilla, Y; Murillo, O. 2011a. Avances en el mejoramiento genético de la teca en Genfores, Costa Rica. Conferencia Mundial de Teca patrocinada por CATIE, FAO y Teaknet (San José, CR, 31 oct. – 2 nov.).
- Badilla, Y; Murillo, O. 2011b. Evaluación del comportamiento de clones de teca (*Tectona grandis*) en Costa Rica. V Congreso Forestal Latinoamericano (Lima, PE, 18-21 oct.).
- Bagchi, SK; Gupta, PK; Arya, RS; Joshi, DN. 1991. Evaluation of graft survival percentages in *Tectona grandis*. *J. Tree Sci.* 10 (2): 62-65.
- Baillères, H; Durand, PY. 2000. Non-destructive techniques for wood quality assessment of plantation-grown teak. *Bois et Forêts des Tropiques* 263: 17-29.
- Ball, JB; Pandey, D; Hirai, S. 2000. Global overview of teak plantations. *In Proc., Site, technology and productivity of teak plantations (Chiang Mai, Thaïlande, 26-29 Jan. 1999)*. FORSPA Publication no. 24. TEAKNET Publication no. 3. p. 11-33.
- Barquero, M. 1984. Establecimiento de rodales semilleros en el Centro Agrícola Cantonal de Hojanca, Guanacaste. *Práctica de Especialidad*. Cartago, Costa Rica, ITCR. 85 p.
- Bath, KM. 2000. Timber quality of teak from managed plantations of the tropics. *Bois et Forêts des Tropiques*, 263: 6-16.
- Behaghel, I; Monteuis, O. 1999. A propos du séminaire: «Site, technology and productivity of teak plantations (Chiang Mai, Thaïlande, 26-29 janvier 1999)». *Bois et Forêts des Tropiques* 261: 70-79.
- Behaghel, I. 1999. Etat des plantations de teck (*Tectona grandis* L.f.) dans le monde. *Bois et Forêts des Tropiques* 262: 6-18
- Cameron, AL. 1966. Genetic improvement of teak in New Guinea. *Australian Forestry* 30(1): 76-87.
- Castro, DR; Diaz, J; Linero, JC. 2002. Propagación clonal in vitro de árboles élite de teca (*Tectona grandis* L.) *Biotechnologia* 4(1): 49-53.
- Chaix, G; Monteuis, O; Garcia, C; Alloysius, D; Gidiman, J; Bacilieri, R; Goh, DKS. 2011. Genetic variation in major phenotypic traits among diverse genetic origins of teak (*Tectona grandis* L.f.) planted in Taliwas, Sabah, East Malaysia. *Annals of Forest Science* 68(5):1015-1026.
- Chaix, G; Monteuis, O; Goh, DKS; Bailleres, H; Boutahar, N. 2008. Quality control and mass production of teak clones for tropical plantations. *In Bhat, KM; Balasundaran, M; Bhat, KV; Muralidharan, EM; Thulasidas, PK. (eds.). Proc., 2007 International symposium "Processing and marketing of Teak wood products of planted forests". Kerala Forest Research Institute, India and International Tropical Timber Organization, Japan. p. 146-157.*

- Chalmers, WS. 1962. The breeding of pine (*Pinus caribaea* Mor.) and teak (*Tectona grandis* L.) in Trinidad: Some early observations. Eighth British Commonwealth Forestry Conference, East Africa. 10 p. Trinidad, Government Printing Office.
- CONIF (Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal). 2009. Mejoramiento genético forestal para las especies roble, nogal, teca y aliso. Informe Técnico Convenio No. 023-05 IICA-MADR.
- Danarto, S; Hardiyanto, EB. 2001. Results of the progeny test of teak at 12 years of age at Jember, East Java. *In Proc., Regional Seminar on Teak* (3. Yogyakarta, ID, 31 July - 4 Aug. 2000). p. 249-253.
- Daquinta, M; Ramos, L; Capote, I; Lezcano, Y; Rodríguez, R; Trina, D; Escalona, M. 2001. Micropropagación de la teca (*Tectona grandis* L.F.). *Revista Forestal Centroamericana* 35: 25-28.
- Dupuy, B; Verhaegen, D. 1993. Le teck de plantation *Tectona grandis* en Côte d'Ivoire. *Bois et Forêts des Tropiques* 235: 9-24.
- Emmanuel, CJSK; Bagchi, S. 1984. Stock-scion compatibility in Teak (*Tectona grandis*). *Silvae Genet.* 33(2-3): 53-56.
- Espitia, M; Murillo, O; Castillo, C. 2011. Ganancia genética esperada en teca (*Tectona grandis* L.) en Córdoba (Colombia). *Colombia Forestal* 14(1): 81-93.
- Fofana, IJ; Ofori, D; Poitel, M; Verhaegen, D. 2009. Diversity and genetic structure of teak (*Tectona grandis* L.f) in its natural range using DNA microsatellite markers. *New Forests* 37:175-195.
- Goh, DKS; Chaix, G; Bailleres, 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* 293: 65-77.
- Goh, DKS; Monteuis, O. 2001. Production of tissue-cultured teak: the Plant Biotechnology Laboratory experienc. *In Proc., Regional Seminar on Teak* (3. Yogyakarta, ID, 31 July - 4 Aug. 2000). p. 237-247.
- Goh, DKS; Monteuis, O. 2005. Rationale for developing intensive teak clonal plantations, with special reference to Sabah. *Bois et Forêts des Tropiques* 285: 5-15.
- Goh, DKS; Monteuis, O. 2009. Status of the 'YSG BIOTECH' program of building teak genetic resources in Sabah. *Bois et Forêts des Tropiques* 301: 33-49.
- Gram, K; Larse, C. 1958. The flowering of teak (*Tectona grandis*) in aspect of tree breeding, based on observations in Thailand. *Natural History Bulletin of the Siam Society* no. 19.

- Gramage, C. 2010. Evaluación del comportamiento de clones de teca en Costa Rica. Tesis. Cartago, Costa Rica, ITCR, Escuela de Ingeniería Forestal. 72 p.
- Guzmán, N. 2007. Evaluación del doblamiento de teca (*Tectona grandis* L.f.) en plantaciones jóvenes de la empresa Barca S.A. Práctica de especialidad. Cartago, Costa Rica, ITCR, Escuela de Ing. Forestal. 107 p.
- Hackett, WP. 1985. Juvenility, maturation, and rejuvenation in woody plants. Horticultural reviews 7: 109-155.
- Kaosa-ard, A. 1986. Teak, *Tectona grandis* Linn. f.: nursery techniques, with special reference to Thailand. Copenhagen, Denmark, Danida Forest Seed Center. Seed leaflet no. 4. 42 p.
- Kaosa-ard, A. 1998. Teak breeding and improvement strategies. In Proc., Regional seminar on Teak "Teak for the future" (2. Yangon, Myanmar, 29.5-3.6.1995). FAO-Teaknet. p. 61-81.
- Kedharnath, S; Raizada, MB. 1961. Genetics and forest tree breeding. In Proc., Silvicultural Conference (10. Dehra Dun, India) Part II: 203-214.
- Keiding, H; Boonkird, Sa-Ard. 1960. Budding and grafting of teak. Nueva Delhi, India, Subcomisión de la teca. FAO/TSC 60/3.3.
- Keiding, H; Wellendorf, H; Lauridsen, EB. 1986. Evaluation of an international series of teak provenance trials. Horsholm, Denmark, Danida Forest Seed Centre. 81 p.
- Keogh, R. 1979. Does teak have a future in tropical America? Unasylya 31: 13-19.
- Keogh, R. 1980. Teak (*Tectona grandis*) provenances of the Caribbean, Central America, Venezuela and Colombia. Presented at the Rio Piedras IUFRO Meeting, Working Group S1.07.09 (Rio Piedras, Puerto Rico, 8--12 Sept.). p. 343-358
- Leandro, L; Garzón, D; Murillo, O. 2003. Potencial de mejoramiento genético de propiedades de la madera de teca. In Simposio sobre la teca (26-28 nov. 2003, Heredia, CR). Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional.
- Mascarenhas, AF; Kendurkar, SV; Gupta, PK; Khuspe, SS; Agrawal, DC. 1987. Teak. In Cell and tissue culture in forestry. Vol.3. Bonga, JM; Durzan, DJ. (Eds.). Dordrecht, The Netherlands, Martinus Nijhoff Publishers. p. 330-315.
- Mathews, JD. 1961. A progress of forest genetics and forest tree breeding research. Report to the Government of India under FAO-Expanded Technical Assistance Program FAO-ETAP. Report no. 1349.
- Montenegro, F. 2008. Memoria técnica sobre las actividades resumidas de Fundación Forestal Juan Manuel Durini en Endesa Botrosa y el trópico, bajo la dirección ejecutiva de Fernando Montenegro S. Quito, Ecuador FFJMD 397 p.

- Monteuuis, O. 1995. Recent advances in clonal propagation of teak. *In Proc., International Workshop of BIO-REFOR* (Kangar, Malaysia, Nov. 28 - Dec. 1, 1994). p. 117-121
- Monteuuis, O. 2000. Propagating teak by cuttings and microcuttings. *In Proc., Site, technology and productivity of teak plantations* (Chiang Mai, Thailande, 26-29 Jan. 1999). FORSPA Publication no. 24. TEAKNET Publication no. 3. p. 209-222.
- Monteuuis, O. Vallauri, D; Poupard, C; Hazard, L; Yusof, Y; Wahap Latip, A; Garcia, C; Chauvière, M. 1995. Propagation clonale de tecks (*Tectona grandis*) matures par bouturage horticole. *Bois et Forêts des Tropiques* 243: 25-39.
- Monteuuis, O; Bon, M-C; Goh, DKS. 1998. Teak propagation by in vitro culture. *Bois et Forêts des Tropiques* 256: 43-53.
- Monteuuis, O; Goh, DKS. 1999. About the use of clones in teak. *Bois et Forêts des Tropiques* 261: 28-38.
- Monteuuis, O; Goh, DKS; Garcia, C; Alloysius, D; Gidiman, J; Bacilieri, R; Chaix, G. 2011. Genetic variation of growth and tree quality traits among 42 diverse genetic origins of *Tectona grandis* planted under humid tropical conditions in Sabah, East Malaysia. *Tree Genetics and Genomes* 7(6):1263-1275.
- Moya, R; Marín, JD; Murillo, O; Leandro, L. 2013. Wood physical properties, color, decay resistance and stiffness in *Tectona grandis* clones with evidence of genetic control. *Silvae Genética* 62(3):142-152.
- Mukhtar, A. 1987. Relative resistance of different clones of *Tectona grandis* to teak defoliator, *Hyblaea puera* Cram (Lepidoptera: *Hyblaeidae*) in south India. *Indian Forester* 113(4): 281-286.
- Murillo, O. 1992. Metodología para el diseño y establecimiento de rodales semilleros. *Tecnología en Marcha (ITCR)* 11 (Número especial): 3-9.
- Murillo, O; Badilla, Y. 2004a. Breeding teak in Costa Rica. *In IUFRO Meeting. Forest Genetics and Genomics*. (1-5 nov., Charleston, South Carolina, USA). www.ncsu.edu/feop/iufro_genetics2004/proceedings.pdf
- Murillo, O; Badilla, Y. 2004b. Calidad y valoración de plantaciones forestales. Manual. Cartago, Costa Rica, ITCR. 51 p.
- Murillo, O; Badilla, Y. 2009a. Mejora genética de la teca: avances y tendencias en los últimos 10 años. *In Congreso Internacional del Cultivo de Teca* (1. 16-17 set., 2009, Universidad de Quevedo, Ecuador).
- Murillo, O; Badilla, Y. 2009b. Calidad y valor en pie de plantaciones de teca en Costa Rica. *In Congreso Internacional del Cultivo de Teca* (1. 16-17 set., 2009, Universidad de Quevedo, Ecuador).

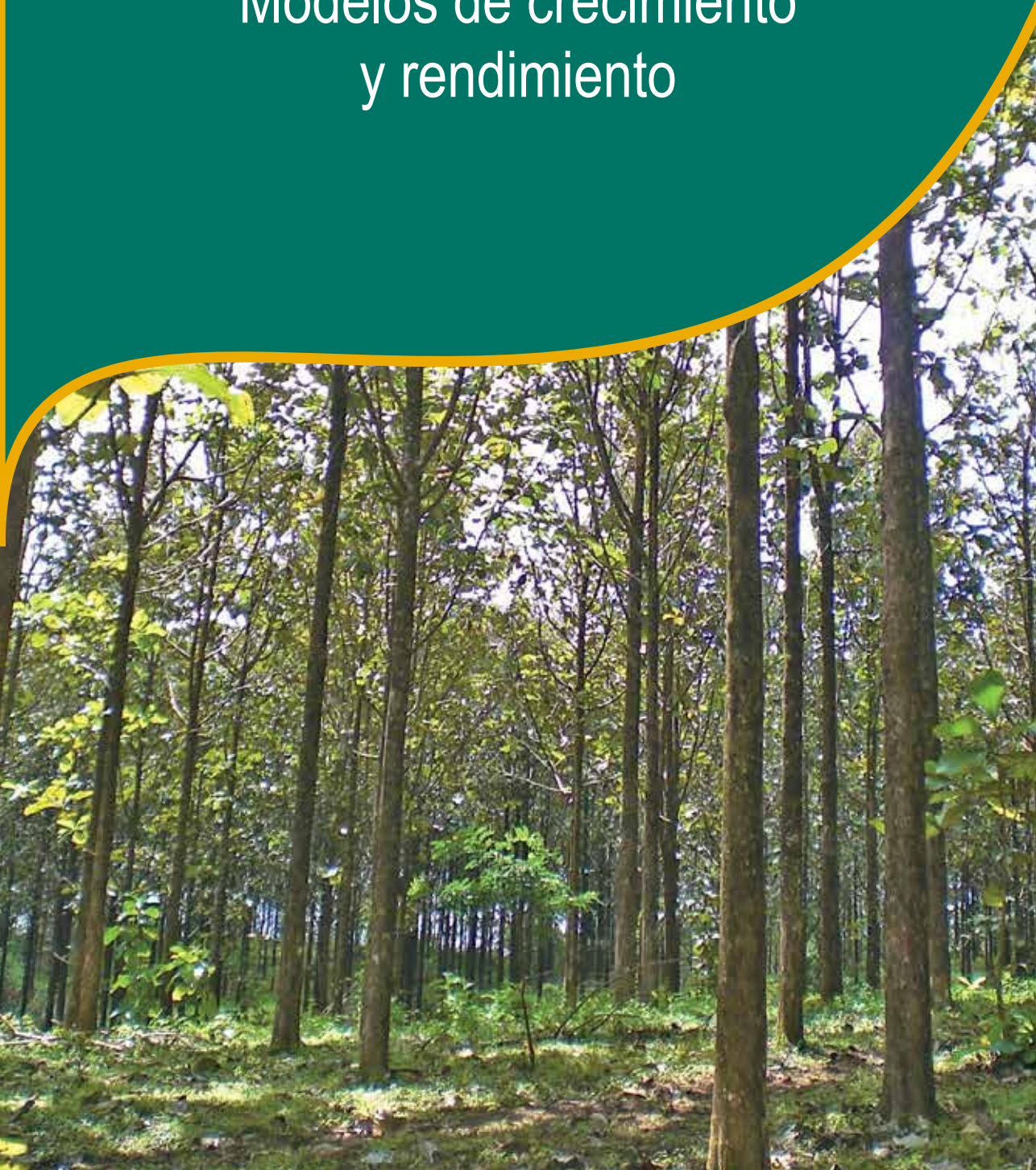
- Murillo, O; Badilla, Y; Obando, G. 2001. Semillas versus propagación vegetativa: ¿hacia dónde vamos? *Revista Forestal Latinoamericana* 16 (30): 67-77.
- Murillo, O; Rojas, JL; Badilla, Y. 2003. Reforestación Clonal. 2 ed. Cartago, Costa Rica, ITCR. 36 p.
- Rance, W; Monteuis, O. 2004. Teak in Tanzania: Overview of the context. *Bois et Forêts des Tropiques* 279: 5-10.
- Richens, RH. 1945. Forest tree breeding and genetics. Burma, Imperial Agricultural Bulletin no. 8. 79 p.
- Rojas, F; Murillo, O. 2011. Avance en el uso de marcadores moleculares en la Cooperativa de Mejoramiento Genético Forestal Genfores. *In Congreso Forestal Latinoamericano* (5. 18-21 oct., Lima, Perú).
- Rudman, P. Costa, EWB da; Gay, FJ. 1967. Wood quality in plus trees of teak (*Tectona grandis*). *Silvae Genetica* 16(3): 102-105.
- Sandiford, M. 1990. An account of the identification of existing *Tectona grandis* populations in Solomon Islands: A first step toward the improvement of *Tectona grandis*. Solomon Islands, Forestry Division. 15 p. (Forestry Research Note N° 61-01/90).
- Schnell e Schuhli, G; Paludzyszyn, F. 2010. O cenário da silvicultura de teca e perspectivas para o melhoramento genético. *Pesquisa Florestal Brasileira (Colombo)* 30(63): 217-230.
- Sen Sarma, PK; Thakur, ML. 1979. Relative termite resistance of heartwood of teak trees from known seed sources. *Holzforschung und Holzverwertung* 31(1): 14-16.
- Thiele, H. 2008. Variables edáficas que afectan el crecimiento de la teca (*Tectona grandis* L.f.) en la vertiente del Pacífico de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. San José, Costa Rica, UCR. Sistemas de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales con énfasis en Suelos. 184 p.
- Tilakaratna, D; Dayananda, KJT. 1994. Forest tree improvement in Sri Lanka: a baseline study. Rome, Italy, UNDP/FAO Working Paper N°3. 23 p.
- Vallejos, J; Badilla, Y; Picado, F; Murillo, O. 2010. Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. *Revista Agronomía Costarricense* 34(1): 105-119. Disponible en http://www.mag.go.cr/rev_agr/v34n01_105.pdf
- Verhaegen, D; Fofana, IJ; Logossa, ZA; Ofori, D. 2010. What is the genetic origin of teak (*Tectona grandis*) introduced in Africa and in Indonesia? *Tree Genetics and Genomes* 6(5):717-733.

- Wellendorf, H; Kaosa-ard A. 1988. Teak improvement strategy in Thailand. *In Proc.*, Site, technology and productivity of teak plantations (Chiang Mai, Thailand, 26-29 Jan. 1999). FORSPA Publication no. 24. TEAKNET Publication no. 3.
- White, KJ. 1991. Teak: some aspects of research and development. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. Publication no. 17. 53p.
- Zobel, B; Talbert, J. 1984. Applied Forest Tree Improvement. New York, Wiley & Sons. 505 p.



Capítulo 7

Modelos de crecimiento y rendimiento



Capítulo 7

Modelos de crecimiento y rendimiento

Álvaro Vallejo
Jeimmy Avendaño

La teca cuenta con una larga historia como especie para plantación en las regiones tropicales y subtropicales del planeta. En el último siglo ha sido una de las especies forestales más plantada fuera de su área natural y, a la vez, una de las más estudiadas: fácilmente se encuentran más de 4000 títulos que documentan su uso y manejo por más de 200 años (Tewari 1992, Weaver 1993, Nair y Souvannavong 2000, Pandey y Brown 2000), plantada en gran escala a partir de los años sesentas en al menos 24 países (Graudal et ál. 1999, Kjaer et ál. 2000, Nair y Souvannavong 2000, Pandey y Brown 2000, Ladrach 2009). Esta dispersión geográfica y en el tiempo implica que las referencias sobre crecimiento y producción representan una gran variedad de condiciones ambientales, calidades genéticas, técnicas de manejo e intensidad y, por lo tanto, es de esperar que los datos de crecimiento y producción reportados tengan una gran amplitud y sean de utilidad moderada en circunstancias específicas.

Dada la gran variabilidad presente en las plantaciones de teca en cuanto a los aspectos que afectan su crecimiento, es difícil ofrecer valores o modelos que reflejen el crecimiento de la especie de manera precisa. Por lo anterior, y para describir el crecimiento de la especie de la manera más general posible, se revisaron 143 publicaciones relacionadas con la teca; además, se empleó la base de datos Minga (Vallejo 2011) que contiene más de 5000 registros de crecimiento para más de 340 especies, 560 de los cuales están relacionados con la teca en 12 países de América Latina. La información sobre teca se filtró para eliminar el 25% de los datos más bajos y los datos por fuera del rango de manejo estándar (p.e., densidades mayores a 1600 árboles por hectárea), ya que se presume que tales datos corresponden a plantaciones por fuera del rango aceptable de crecimiento, o no tienen el manejo o calidad de plantas adecuado. Como resultado, los datos presentados **no representan** el crecimiento de la teca en sitios de baja a muy baja calidad o con manejo abiertamente inadecuado.

Los datos generales de crecimiento y productividad (no referidos a una medición concreta) reportados en diferentes estudios y publicaciones se contrastaron con

las observaciones concretas colectadas en la base de datos (las cuales representan diferentes condiciones ambientales y sistemas de manejo), con el objetivo de confrontar y validar datos publicados en cuanto al crecimiento de la especie. También se presentan modelos de crecimiento y volumen reportados en diferentes estudios y publicaciones y desarrollados para sitios o condiciones específicas de crecimiento. Finalmente, se ofrece un grupo de ecuaciones basado en los datos colectados que representan diferentes tasas de crecimiento y que dan cuenta del amplio rango de crecimientos y productividad que se puede esperar bajo diferentes condiciones de crecimiento y manejo en los países en que se cultiva la teca.

Generalidades sobre el crecimiento de la teca

De acuerdo con Chanda Bacha (1977), *Tectona grandis* es un árbol de gran porte, decíduo, que alcanza alturas máximas de 30 a 40 metros y diámetros de hasta 2 metros. En cuanto a la tasa de crecimiento en general, tal como es de esperar con las especies forestales, se producen diferencias en el desarrollo de los árboles según se varíe el material genético empleado, las condiciones ambientales (especialmente el tipo de suelo, nivel de precipitación y distribución en el año, radiación solar, etc.), y el manejo forestal (espaciamiento inicial, raleos, control de malezas, fertilización y podas).

Algunos autores consideran que la teca es una especie de rápido o muy rápido crecimiento (Lamprecht 1990, Betancourt 2000, Chinchilla 2000, Pérez 2005), en tanto que otros la consideran como de crecimiento moderado (Francis y Lowe 2000, Krishnapillay 2000). Algunos afirman que el crecimiento es rápido en la etapa inicial, seguida por una etapa de crecimiento medio, el cual decrece paulatinamente (Chávez y Fonseca 1991, Ladrach 2009). En la Figura 7.1 se presentan datos de crecimiento en altura que provienen de una amplia variedad de calidades de sitio, materiales genéticos y técnicas de establecimiento y manejo forestal. La tendencia general encontrada de rápido crecimiento inicial seguido por un crecimiento moderado a bajo es corroborada con datos más homogéneos de la base de datos Minga.

Bajo condiciones adecuadas de sitio en plantaciones del sureste de Asia, el crecimiento inicial de la teca es bastante bueno, pero el crecimiento promedio en rotaciones muy largas es bajo (Ladrach 2009). Un aspecto que debe considerarse en el análisis de los datos de crecimiento reportados en diferentes estudios de esta zona, es el manejo tradicional que se le ha dado a la teca; en las plantaciones de América Latina es más común el empleo de técnicas modernas de plantación.

Recuadro 7.1**Resumen para quienes toman decisiones**

En la tabla siguiente se presenta tres escenarios de crecimiento calculados mediante la base de datos y herramienta Minga, los cuales consideran la realización de tres raleos a los 4, 8 y 12 años. La variación inicial, hasta el año 3, del número de árboles por hectárea obedece a una mortalidad inicial estimada.

Escenarios de crecimiento de plantaciones de teca*

Edad (años)	No. (árboles/ha)	Conservador				Promedio				Optimista			
		Hd (m)	D (cm)	Vtc (m ³ /ha)	Vex	Hd (m)	D (cm)	Vtc (m ³ /ha)	Vex	Hd (m)	D (cm)	Vtc (m ³ /ha)	Vex
1	1111	0,2	0,6	0,0		0,2	0,6	0,0		0,3	0,7	0,0	
2	1030	1,6	2,5	0,3		1,7	2,7	0,4		1,9	3,0	0,5	
3	1000	4,2	5,2	3,2		4,5	5,7	4,1		4,8	6,2	5,2	
3,99	1000	7,4	8,0	13,5	3,4	8,0	8,7	17,2	4,4	8,5	9,5	21,6	5,5
4	600	7,4	8,9	10,0		8,0	9,7	12,8		8,6	10,5	16,1	
5	600	10,7	11,8	25,5		11,6	12,9	32,6		12,4	13,9	40,9	
6	600	13,8	14,3	48,1		14,9	15,6	61,3		15,9	16,9	77,1	
7	600	16,5	16,4	74,8		17,7	17,8	95,4		19,0	19,3	119,9	
7,99	600	18,6	18,0	102,0	21,8	20,1	19,6	130,1	27,8	21,5	21,2	163,6	35,0
8	400	18,6	19,5	80,2		20,1	21,2	102,3		21,5	23,0	128,6	
9	400	20,4	20,9	100,5		21,9	22,7	128,1		23,5	24,6	161,0	
10	400	21,7	21,9	118,3		23,4	23,9	150,8		25,1	25,8	189,6	
11,99	400	23,6	23,3	145,2	49,3	25,4	25,4	185,2	62,9	27,2	27,5	232,8	79,1
12	200	23,6	26,8	95,9		25,4	29,2	122,3		27,2	31,6	153,7	
14	200	24,7	27,7	107,2		26,6	30,2	136,7		28,5	32,7	171,8	
16	200	25,3	28,2	113,8		27,2	30,7	145,2		29,1	33,3	182,5	
18	200	25,6	28,5	117,7		27,6	31,0	150,0		29,5	33,6	188,6	
20	200	25,8	28,7	119,8		27,8	31,2	152,8		29,7	33,8	192,0	
22	200	25,9	28,8	121,0		27,9	31,3	154,3		29,9	33,9	193,9	
25	200	25,9	28,8	121,8	121,8	27,9	31,4	155,4	155,4	29,9	34,0	195,3	195,3
Total					196,5				250,5				314,9

* Ver descripción de variables y unidades en el Cuadro 7.3.

El modelo optimista podría ser utilizado para estimar crecimientos en plantaciones de teca establecidas en ambientes óptimos, con buena calidad genética y de plántulas y un manejo intensivo. El modelo promedio podría ser utilizado para plantaciones establecidas en condiciones ambientales o técnicas¹ poco favorables, o en aquellas cuyos planes de manejo no fueron aplicados con la intensidad requerida (por abandono temporal o por falta de recursos), o cuyas actividades programadas en el plan de manejo no fueron ejecutadas

¹ Nota de los editores. En toda propiedad o proyecto se encuentran sitios de calidad diferente; el promedio posible es algún crecimiento ponderado de los tres escenarios mencionados. Se advierte que, al preparar propuestas de proyectos, es necesario considerar toda la gama de calidades de sitio disponibles en *el área a plantar*.

en el momento oportuno (podas y raleos tardíos). Es importante considerar, sin embargo, que muchas de las plantaciones establecidas en lugares o con técnicas inadecuadas, abundantes en varios países y regiones de América Latina, donde se ha plantado la teca más por moda y por la promesa de fabulosos resultados económicos, no alcanzarán ni siquiera los resultados planteados en el escenario conservador.

Para hacer cálculos relativamente precisos sobre la rentabilidad de una plantación de teca es necesario considerar además de la distribución de los diámetros de los árboles en la plantación, las alturas comerciales, la calidad de la madera y la proporción de albura y duramen. En este último caso, para descontar el volumen de la corteza se puede utilizar un factor de descuento del 37% del volumen total para plantaciones jóvenes, de hasta nueve años de edad y del 14% para plantaciones adultas.

Todos estos factores no son generalizables porque dependen de numerosas variables relacionadas con la calidad genética, el establecimiento y el manejo de las plantaciones.

Crecimiento en altura

El crecimiento de los árboles de *Tectona grandis* es bastante rápido durante los primeros años, principalmente en altura (en promedio 2 m/año), luego va disminuyendo y pasados los 50 años es muy lento (CONIF 2002). Según Martínez (1981), citado por CONIF (2002), el crecimiento inicial en altura hasta los cinco años es de 3-5 m/año en los mejores sitios y luego de los cinco años, el crecimiento rara vez excede los 2 m/año. Estos reportes son coherentes con lo encontrado en la base de datos Minga (Figura 7.1).

En cuanto al potencial máximo de tamaño de la especie, Krishnapillay (2000) reporta que en los mejores sitios de Myanmar e India, se observaron alturas de 30 metros y diámetros de 60 cm a los 50 años de edad.

A diferencia de las plantaciones establecidas en décadas anteriores y como resultado de una mejor selección del sitio, mejores prácticas de manejo, mayor intensidad de manejo y el empleo de semillas de mejor calidad (por lo menos, de árboles seleccionados), es muy probable que el crecimiento en altura de las plantaciones establecidas en condiciones adecuadas superen los 30 m cuando alcancen 25 a 30 años de edad.

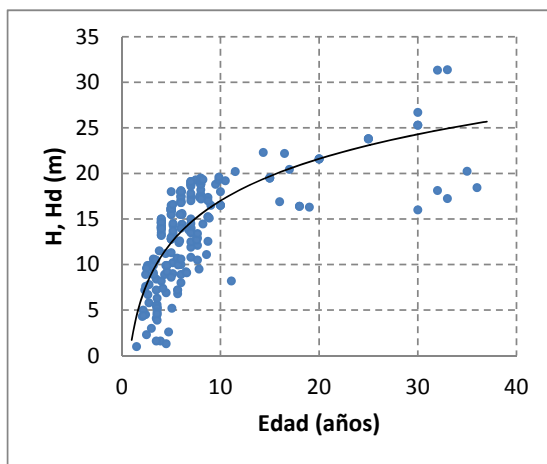


Figura 7.1. Relación altura - edad para datos de teca de 11 países de América Latina (La curva obtenida muestra una tendencia logarítmica)

Fuente: Elaborado con datos de la base de datos Minga V.2011.05.01 (Vallejo 2011).

Crecimiento en diámetro y área basal

Aparentemente, la teca es una especie sensitiva y con un crecimiento fuertemente diferencial en las plantaciones coetáneas (lo cual podría deberse a la variabilidad genética del material utilizado para las siembras). Una cuarta parte de los árboles puede llegar a representar más del 50% del área basal cuando aparece la dominancia vertical debido a la competencia (Lowe 1976, citado por Kanninen et ál. 2004). Esta conducta también se confirmó con los datos colectados, mediante el análisis de la relación diámetro/altura en función de la densidad y la edad. En la Figura 7.2 se presenta la relación en función del número de árboles en pie, estimada para los datos colectados (esto es, se descartaron las parcelas sin información sobre densidad de plantación, diámetro o altura). Estos datos indican que la teca tiene una relación de esbeltez alta (mucha altura en relación con el diámetro), así como una alta afectación del crecimiento en diámetro por altas densidades de la plantación (Figura 7.2).

Según Chaves y Fonseca (1991), las altas densidades a temprana edad afectan el crecimiento en diámetro, en altura y hasta la productividad del sitio. Los aclareos realizados para dejar 500 árboles/ha a los seis años mostraron un mayor crecimiento diamétrico que los realizados tomando en cuenta el área basal en sitios de similar calidad. En un ensayo de raleos en plantaciones de teca, Pérez y Kanninen (2003a)

encontraron diferencias evidentes en diámetro, el cual aumentó a medida que se aumentó la intensidad del raleo. Los tratamientos aplicados al año 4 recuperaron el área basal extraída más rápidamente que los tratamientos realizados al año 6, luego de un período de dos años.

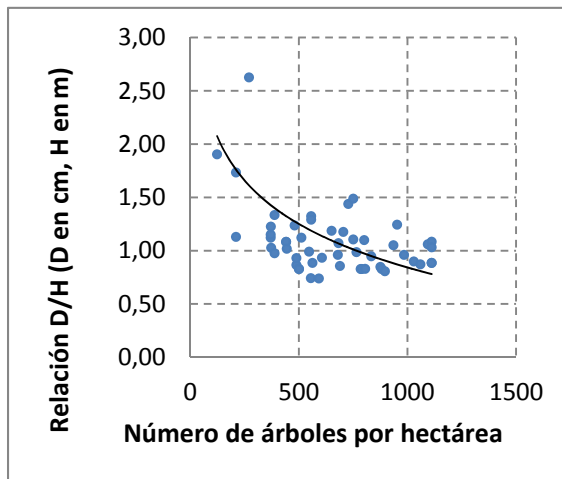


Figura 7.2. Relación diámetro/altura y densidad de plantación de teca según datos de 11 países de América Latina (La línea representa una tendencia logarítmica)

Fuente: Elaborado con datos de la base de datos Minga V.2011.05.01 (Vallejo 2011).

Crecimiento en volumen

Cuando se hace referencia al crecimiento en volumen en plantaciones forestales, normalmente la expresión se refiere al volumen del fuste (y no al volumen total del árbol, incluyendo raíces, ramas y follaje); por lo tanto, este crecimiento en volumen es una consecuencia directa del crecimiento en altura y en diámetro.

Como el crecimiento en altura en las primeras etapas de desarrollo del árbol es muy rápido, con frecuencia se producen incrementos en altura de 3 o más metros durante los dos primeros años de edad y no es raro encontrar árboles con alturas desde 5 hasta 15 m a los 5 años de edad. Estos valores se traducen también parcialmente en rápidos crecimientos en volumen. Sin embargo, el incremento en altura y en volumen se desacelera sustancialmente después de aproximadamente 15 a 20 años. Según Conif (2002), el rápido incremento del volumen culmina después de los 20 años y, a

partir de los 40 años, el valor comercial de la madera aumenta principalmente por la ampliación del duramen. La Figura 7.3 presenta los valores en volumen por hectárea observados en la base de datos Minga.

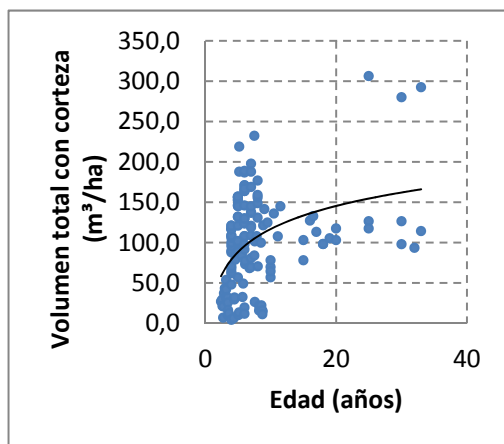


Figura 7.3. Volúmenes netos en plantaciones de teca según datos de 11 países de América Latina (La línea representa una tendencia logarítmica)

Fuente: Elaborado con datos de la base de datos Minga V.2011.05.01 (Vallejo 2011).

Dependiendo del sitio y de la calidad del material vegetal, normalmente hasta los 5 o 10 m de altura no se forman ramas inicialmente y, por eso, el espaciamiento estrecho mejora muy poco o nada la forma de los árboles. Aunque este espaciamiento puede disminuir los costos de control de malezas, quizás se incurra en costos adicionales por compra y establecimiento de plantas que no tendrán un rol decisivo y que deberán ser eliminadas en un primer raleo temprano, sin posibilidad de obtener productos aprovechables. A su vez, se tiende a acelerar la erosión de la superficie al existir una menor cantidad de vegetación en el sotobosque, lo cual puede mejorarse si se realiza un raleo precomercial temprano (Conif 2002).

Bajo condiciones favorables iniciales, una plantación de teca puede presentar tasas de crecimiento de 10 a 20 m³/ha/año. Sin embargo, el crecimiento decrece hasta niveles de 4-8 m³/ha/año a medida que envejece la plantación (Htwe 1999 y Cao 1999, citados por Krishnapillay 2000). Según Miller (1969) y Fonseca (2004) citados por Ladrach (2009), el valor máximo de incremento medio anual (IMA) ocurre a una edad relativamente joven, entre 7 y 12 años, dependiendo de la calidad de sitio. Pandey y Brown (2000)

también indican que entre los 6 y 20 años ocurre un pico precoz en los incrementos corrientes anuales en volumen (ICA).

Las curvas del ICA siguen un patrón que es característico de especies tropicales de pino de rápido crecimiento, manejados con rotaciones de 15 a 25 años. Cuando la teca es manejada con rotaciones cortas, el IMA calculado a la edad de cosecha puede ser de 10-15 m³/ha/año (Ladrach 2009). Este estimado resulta coherente con el IMA promedio de 16,5 m³/ha/año obtenido al promediar los datos de IMA de todas las plantaciones de hasta 15 años de edad disponibles en la base de datos.

En la Figura 7.4 se presentan los incrementos corrientes anuales calculados para la información disponible en la base de datos Minga. Como se puede observar, el ICA alcanza un pico de aproximadamente 30 m³/ha/año entre los 4 y 8 años de edad y luego decrece rápidamente a niveles por debajo de los 10 m³/ha/año en plantaciones de 10 o más años de edad. Es importante considerar que los cálculos de Ladrach (2009) se basan en datos entre 1980 y 1995 provenientes de Asia, de regímenes de manejo menos intensivos que los actuales y con menor o poco mejoramiento genético en comparación con las plantaciones más jóvenes. Esto podría significar que las plantaciones de teca más recientes establecidas en América Latina, con mejor calidad genética y bajo sistemas de manejo más intensivos podrían resultar en mayores tasas de crecimiento en relación con lo observado en la base de datos Minga.

La rotación de las nuevas plantaciones de teca intensivamente explotadas suele ser de 20 a 25 años (Torres 1999, Ugalde y Pérez 1999); es decir, tres a cuatro veces más corta que la de las antiguas plantaciones con un manejo menos intensivo en el sureste de Asia. El IMA esperado es superior a 10 m³/ha/año, frente a los 3-8 m³/ha/año registrados en plantaciones establecidas en buenos terrenos pero con un manejo menos intensivo (Subramanian et ál. 1999, Maître 1983)¹.

Modelos alométricos

Los modelos alométricos son modelos matemáticos que permiten estimar una determinada variable (en este caso, el volumen de madera del fuste de un árbol), en función de otras variables –básicamente, el diámetro a la altura de pecho y la altura. La definición de modelos alométricos para una especie reduce la cantidad de trabajo y

¹ *Nota de los editores.* La diferencia en edad de rotación entre Asia y América Latina se debe, en parte, a que en ambos casos se trata de producir madera de calidad diferente; en Asia se busca producir madera con una alta proporción de duramen y diámetros más grandes.

esfuerzos requeridos para cuantificar ciertas variables y permite la estimación de otras que serían de difícil y costosa medición en campo, a partir de características de fácil medición.

El Cuadro 7.1 ofrece una recopilación de modelos alométricos desarrollados en América Latina aplicables a la especie. Estos son utilizados con frecuencia en los inventarios forestales, junto con los modelos de crecimiento, como base para la estimación de las existencias en pie y para el manejo de plantaciones.

Para realizar cálculos financieros y de productos más precisos es necesario también conocer el volumen de la corteza, la proporción albura/duramen y la calidad de madera. Aunque existen varios estudios que abordan estas variables, no resultan generalizables para todas las condiciones de plantaciones. Al respecto de la proporción de la corteza y duramen en relación con el fuste, Pérez y Kanninen (2003b), en un estudio en Costa Rica, encontraron que la proporción de duramen llegó a representar el 61% del volumen de fuste, mientras que la corteza representó del 14 al 37% del volumen del fuste, disminuyendo en función de la edad. El duramen aumenta al disminuir la densidad del rodal, aún si no se considera el factor edad.

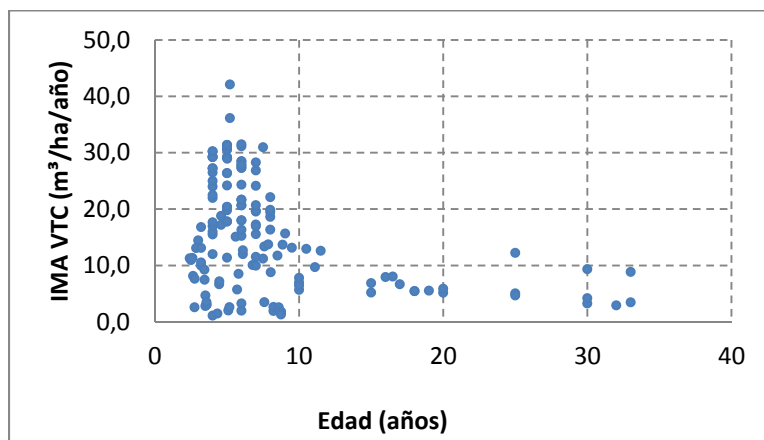


Figura 7.4. Incrementos medios anuales netos en volumen calculados para datos de teca provenientes de 11 países de América Latina

Fuente: Elaborado con datos de la base de datos Minga V.2011.05.01 (Vallejo 2011).

Cuadro 7.1. Modelos alométricos para *Tectona grandis* desarrollados en diferentes países de América Latina*

Ref	Ecuación	País	Núm datos	Ámbito de variables	r ²	Ámbito ambiental	Observaciones	
1	$vccc = -0.00453996 + 0.00003251 * (dap^2 * ht)$	Costa Rica	140	dap entre 5 y 30 cm	0,984	Temperatura media anual: 25°C	Camacho y Madrigal (1997)	
1	$vccc = -0.01097847 + 0.00003377 * (dap^2 * ht)$				0,978			
1	$vcsc = -0.01908878 + 0.00002646 * (dap^2 * ht)$				0,971			
1	$vcsc = -0.00191115 + 0.00002548 * (dap^2 * ht)$				0,975			
1	$vtcc = 0.00877993 + 0.00003251 * (dap^2 * ht)$							
1	$vtsc = 0.00306108 + 0.00002535 * (dap^2 * ht)$				0,971			
4	$vcsc = 0.0359 + 0.0000216 * dap^2 * ht$	Costa Rica		dap entre 18 y 53 cm			Keogh (1987)	
4	$vcsc = -0.0111 + 0.000025 * dap^2 * ht$	El Salvador		dap entre 10 y 44 cm				
5	$vtsc = 0.26005789 * (dap^2 * ht)^{0.963638}$	Venezuela (Barinas)	174			Altitud: 100 msnm	Moret et ál. (1998)	
5	$vccc = 0.34337814 * (dap^2 * ht)^{0.9338306}$		174			Zona de vida: bh-T	Volumen con corteza aprovechable hasta altura comercial.	
5	$vccc = 0.43945454 * dap^{1.915947} * ht^{0.877762}$		174			Temperatura media anual: 25°C	Volumen sin corteza aprovechable hasta altura comercial.	
5	$vcsc = 0.33185903 * dap^{1.966151} * ht^{0.903806}$		174			Precipitación promedio anual: 1900 mm	Volumen sin corteza aprovechable hasta altura comercial.	
6	$baa = 0.131748 * dap^2.406413$	Colombia	102				bta en kg/árbol.	
6	$vtsc = 0.00013 * dap^2.480705$							Torres (2004)
6	$vtcc = 0.00028 * dap^2.326409$							

Ref	Ecuación	País	Núm datos	Ámbito de variables	r ²	Ámbito ambiental	Observaciones
8	$vcsc = -26.7721 + 0.02566 \text{ dap}^2 \cdot ht$	Costa Rica	318	dap entre 10 y 27,2 cm. h entre 12 y 23,2 m.	0,80	Altitud: 300 msnm Temperatura: 26-29°C Precipitación promedio anual: 1800-2450 mm	Vcsc en décímetros cúbicos, hasta 10 cm de dap. Bermejo et al. (2004)
10	$dsci = 0.947 \cdot dccci - 0.918$	Centro América					Keogh (2005)
10	$vpsc = -0.0111 + 0.000025 \cdot (dccci^2 \cdot h)$						
12	$bfo = -2.138 + 2.272 \cdot \text{Log}(\text{dap})$	Costa Rica	40	Densidad inicial de siembra de 1111 a 2500 ár/ha. Densidad final entre 170 y 1600 ár/ha. Edad entre 8 y 47 años.	0,83	Altitud: 23-300 msnm	Pérez y Kanninen (2003a)
12	$bfu = -0.804 + 2.303 \cdot \text{Log}(\text{dap})$				0,98	Temperatura media anual: 26-27,1°C	
12	$brm = -2.380 + 2.920 \cdot \text{Log}(\text{dap})$				0,89	Precipitación promedio anual: 1659-4200 mm	
12	$bla = -0.815 + 2.382 \cdot \text{Log}(\text{dap})$				0,98		
12	$dcar = -0.317 + 0.771 \cdot \text{Log}(\text{dap})$				0,75		
12	$bfo = -8.569 + 0.881 \cdot \text{dap}$				0,451		
12	$brm = -72.397 + 5.750 \cdot \text{dap}$				0,219		

*Descripción de variables y unidades en Cuadro 7.3.

Cuadro 7.2. Modelos de crecimiento para *Tectona grandis* desarrollados en diferentes países de América Latina*

Ref	Ecuación	País	Núm datos	Ámbito de variables	r ²	Ámbito ambiental	Observaciones				
3	$V_{sc} = 10^{(0.96220+0.838304 \cdot \text{Log}(G)+0.149660/T)}$	Colombia			0,973	Temperatura media anual: 24°C	Henao e Iván(1982)				
3	$H = 10^{(1.38568-1.28190/T)}$				0,906						
3	$V_{tc} = 10^{(1.09048+0.813855 \cdot \text{Log}(G)+0.312302/T)}$				0,967						
3	$G = 10^{(1.55139-2.48178/T)}$				0,8						
3	$H = 10^{(10 \cdot \text{Ln}(S) / \text{Ln}(10) - 1.2819 \cdot (1/T - 1/10))}$				0,716						
3	$V_{tc} = 10^{(2.35309-1.70751/T)}$				0,754						
3	$V_{sc} = 10^{(2.26274-1.93083/T)}$										
6	Baha=2.6342*G^1.2225				Colombia	102		dap entre 1,7 y 35 cm		Altitud: 60-110 msnm	Torres (2004)
6	$Hd = 17.28 \cdot \text{Exp}(-1.96 \cdot ((1/T)^{0.65} - (1/12)^{0.65}))$							ht entre 1,9 y 26,5 m		Zona de vida: bh-T	Edad de referencia de 12 años.
6	$S = Hd/\text{Exp}(-1.96 \cdot ((1/T)^{0.65} - (1/12)^{0.65}))$							hc entre 1,4 y 20,7 m		Temperatura media anual: 27°C	
6	$V_{tc} = 3.7468 \cdot G^{1.2289}$					Precipitación promedio anual: 2478 mm					
6	$V_{ts} = 2.4414 \cdot G^{1.2664}$										
7	$D = 25 \cdot (\text{IDR}/N)^{0.5839}$	Costa Rica	26		0,989		Arias (2004)				
8	$Hd = T^2 / (0.6926 + 0.0108t + 0.0396T^2)$	Costa Rica			0,80		Bermejo et al. (2004)				
8	$Dg = -3.034 + 0.964ht + 2510.28/N$				0,698						
8	$Ve = 0.28 \cdot G^{*ht}$				0,698						

Ref	Ecuación	País	Núm datos	Ámbito de variables	r ²	Ámbito ambiental	Observaciones
9	$H=0.348+0.936^*Hd$	Cuba	74		0,95	Altitud: hasta 1300 msnm Temperatura media: 15-24,7°C	García et ál. (sf) Edad de referencia de 25 años.
9	$Hd= 2.343^*exp(2.303/25)$						
9	$Vtc=4.567^*H^0.396$						
11	$Hd=Exp(1.7024+b^*(1/T)^0.3974)$	Costa Rica	3**	Edad hasta 28 años	0,87		Lemckert, Quirós y Ramírez (1983)
11	$Hd=Exp(4.3739 - 3.6279*(1/T)^0.3889)$						
11	$Hd=10^{\wedge}(1.4449 - 17.5506*(1/T))$						
11	$Hd=Exp(3.4723 - 1.8253*(1/T)^0.5162)$		664		0,478		Mora y Meza (2003) Greijmans y Lammens (1992) Vallejos (1996)

*Descripción de variables y unidades en Cuadro 7.3

**Árboles estudiados mediante análisis fustal.

Cuadro 7.3. Descripción de las variables usadas en los modelos presentados

Variable	Descripción	Variable	Descripción
baa	Biomasa aérea (arriba del suelo) árbol (kg/ár)	ht	Altura total del árbol (m)
Baha	Biomasa aérea total (rodal) (t/ha)	ldr	Índice de densidad relativa (ár 25 cm dap/ha)
bfo	Biomasa follaje (kg/ár)	N	Número de árboles en pie
brm	Biomasa ramas (kg/ár)	S	Índice de sitio
bta	Biomasa total árbol (kg/ár)	T	Edad
D	Diámetro normal promedio del rodal (cm)	Tr	Edad de referencia
dap	Diámetro normal del árbol (a la altura de pecho, cm)	vccc	Volumen comercial con corteza (árbol, m ³)
dcar	Diámetro de copa del árbol (m)	Vex	Volumen total extraído (rodal, m ³)
dcci	Diámetro con corteza a la altura hcci (cm)	Vsc	Volumen comercial sin corteza (rodal, m ³)
Dg	Diámetro cuadrático del rodal (cm)	vcsc	Volumen comercial sin corteza (árbol, m ³)
dsci	Diámetro sin corteza a la altura hcci (cm)	Vtc	Volumen total con corteza (rodal, m ³)
G	Área basal (m ² /ha)	vtcc	Volumen total con corteza (árbol m ³)
Gb	Área basal bruta (m ² /ha)	Vts	Volumen total sin corteza (rodal, m ³)
H	Altura promedio del rodal (m)	vtsc	Volumen total sin corteza (árbol, m ³)
Hd	Altura de árboles dominantes (m)		

Modelos de crecimiento y productividad

Como es frecuente en los estudios de crecimiento, la información de ámbitos ambientales y de variables se presenta de manera parcial o incluso mínima, por lo cual resulta difícil comparar modelos en general o sugerir modelos para ser aplicados en condiciones específicas (Cuadro 7.2). Sin embargo, aunque no se tenga información precisa del ámbito de variables o plantaciones utilizadas para la generación de los modelos, es muy probable que la mayoría de ellos se basen en datos de plantaciones jóvenes. En el caso de los modelos de Mora y Meza (sf), dos fueron desarrollados con base en el análisis fustal de árboles de edad relativamente avanzada; en los modelos desarrollados por Lemckert, Quirós y Ramírez (1983) se utilizaron árboles de 28 años de edad.

Para ofrecer un conjunto de modelos genéricos, aplicables al crecimiento de las plantaciones de teca en América Latina, se generaron para este libro tres conjuntos (o escenarios) de modelos genéricos utilizando los datos y los modelos genéricos de la herramienta Minga (Cuadro 7.4). Nótese que los tres escenarios comparten los mismos modelos de volumen, debido a que este es simplemente una expansión de un modelo genérico de volumen de árbol individual al valor por hectárea, en el cual el factor mórfo se obtuvo con base en los volúmenes observados en los diferentes estudios recopilados en la base de datos Minga.

Cuadro 7.4. Modelos genéricos para *Tectona grandis* en América Latina

Variable	Modelo		
	Conservador	Promedio	Optimista
Hd	$Hd=26*(1-EXP(-0.3*T))^{3.5}$	$Hd=28*(1-EXP(-0.366*T))^{5}$	$Hd=30*(1-EXP(-0.37*T))^{5}$
D	$D = 7 * Hd^{0.76} * N^{-0.2}$	$D = 7.2 * Hd^{0.76} * N^{-0.2}$	$D = 7.4 * Hd^{0.76} * N^{-0.2}$
Vtc	$V = 0.36*\pi*D^2*Hd/40000 * N$		

Estos modelos no son ajustados mediante técnicas estadísticas, sino mediante un ajuste manual de los datos existentes seleccionados de la base de datos a modelos predefinidos de la herramienta Minga. A pesar de no estar ajustados estadísticamente, estos modelos están basados en un amplio número de observaciones, provenientes de varios países, condiciones ambientales y rango de edades, por lo que son adecuados para la simulación del crecimiento *ex-ante* de la especie en sitios o condiciones específicas de crecimiento donde no se dispone de información previa de plantaciones o modelos *ad-hoc*².

El modelo optimista podría ser utilizado para estimar crecimientos en plantaciones de teca, establecidas en ambientes óptimos, con buena calidad genética y de plántulas y un manejo intensivo (normalmente sólo una parte de las áreas a plantar dentro de un proyecto). El modelo promedio podría ser utilizado para plantaciones establecidas en condiciones ambientales o técnicas poco favorables, o en aquellas cuyos planes de manejo no fueron aplicados con la intensidad requerida, o cuyas actividades programadas en el plan de manejo no fueron ejecutadas en el momento oportuno; estas condiciones ocurren con frecuencia en los planes de reforestación implementados

² Nota de los editores. Sin embargo, a partir de la información del Capítulo 6 y de este capítulo, y con los estudios de suelo necesarios, es posible construir escenarios para los proyectos de inversión en teca. Puesto que la mayoría de los modelos se basan en plantaciones jóvenes, es recomendable hacer las proyecciones basadas en los modelos conservador y promedio, y con base en mapas de suelos y de sitio. Es mejor tener una estimación sobria y que luego la realidad supere las expectativas que, por el contrario, vender un sueño que no puede hacerse realidad.

por gobiernos o por iniciativas de cooperación internacional. El modelo conservador podría ser usado para el diseño de proyectos de captura de carbono, donde más que promedios o estimados precisos, se requieren datos que no sobreestimen el potencial de mitigación del cambio climático de las plantaciones forestales, o en casos en que de antemano se sospecha el uso de material genético de pobre calidad o técnicas deficientes de establecimiento y manejo, como podría ser el caso en planes de fomento o incentivos previos u otorgados con base en el número de árboles plantados.

Limitaciones para el uso de los modelos y la toma de decisiones

Cualquiera que sea el modelo que se emplee, debe reemplazarse por modelos desarrollados para condiciones locales y específicas de manejo y crecimiento, para obtener estimados y proyecciones más sólidas y confiables, una vez que se tengan los datos requeridos.

Por otra parte, los diámetros promedios, las alturas y los volúmenes brutos de las plantaciones no son suficientes para describir la calidad, tipo y distribución de los productos primarios que pueden obtenerse de las plantaciones. Factores tales como espesor de corteza, porcentaje de albura y duramen, distribución diamétrica, altura comercial, presencia de nudos vivos o muertos y calidad de madera pueden hacer que dos rodales con idénticos valores de diámetro promedio, altura y volumen total, tengan un valor completamente diferente. Así pues, los modelos acá presentados son apenas una aproximación al volumen bruto que puede obtenerse de las plantaciones y deben complementarse con datos sobre las demás variables mencionadas. En general, cualquier modelo de crecimiento, sin importar la calidad estadística del mismo, desarrollado fuera del área y de las condiciones en que se planea utilizar, podría no ser adecuado en casos concretos, ya que el crecimiento de una especie depende de una gran cantidad de variables que interactúan constantemente por ejemplo, calidad del material genético, del material de plantación, de las actividades de preparación, de las condiciones ambientales en la época.

Referencias

Arias, D. 2004. Validación del índice de densidad del rodal para el manejo de plantaciones forestales de *Tectona grandis* L.f. en el trópico. Kurú (CR) 1(1): 7 p.

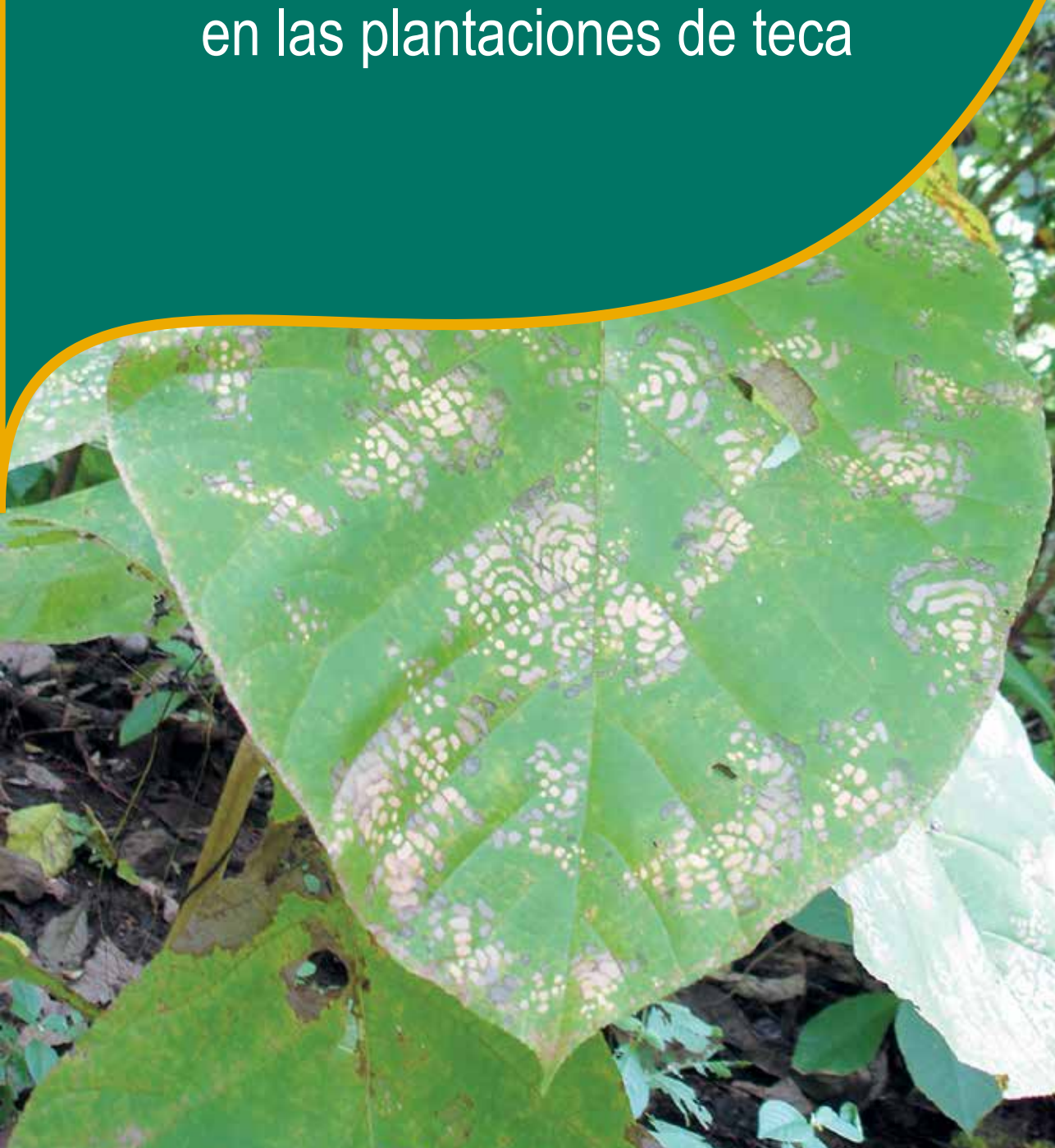
- Bermejo, I; Cañellas, I; San Miguel, A. 2004. Growth and yield models for teak plantations in Costa Rica Forest Ecology and Management 189(1/3):97-110.
- Betancourt, A. 2000. Árboles maderables exóticos en Cuba. La Habana, Cuba, Editorial Científico-Técnica. 352 p.
- Camacho, P; Madrigal, T. 1997. Ecuaciones de volumen preliminares para *Tectona grandis*. Presentado al Congreso Forestal Nacional (3. Ago. 1997, MINAE, San José, Costa Rica). p. 131-133.
- Chanda Bacha, S. 1977. The Kannimara teak. Indian Farming 26(11):23.
- Chaves, E; Fonseca, W. 1991. teca (*Tectona grandis* L.f.) árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 179. 60 p.
- Chinchilla, JA. 2000. Tablas de producción de teca (*Tectona grandis*) en Costa de Marfil, África Occidental. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. 7 p.
- CONIF (Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal). 2002. Guía forestal para teca, *Tectona grandis*. Bogotá, Colombia, Proyecto adecuación de instrumentos financieros aplicables a plantaciones comerciales y su análisis de rentabilidad. 25 p.
- Francis, JK; Lowe, CA. (eds.). 2000. Silvics of native and exotic trees of Puerto Rico and the Caribbean Islands. Río Piedras, Puerto Rico, US Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry. 582 p.
- García, I; Fidalgo, D; Fria, M; Aldana, E. sf. Índice de sitio y tablas de crecimiento para plantaciones jóvenes de *Tectona grandis* L. en la Unidad Silvícola Guisa. Granma, Cuba, Universidad Pinar del Río. 15 p.
- Graudal, L; Kjaer, ED; Suangtho, V; Saardavut, P; Kaosa-ard, A. 1999. Conservation of genetic resources of Teak (*Tectona grandis*) in Thailand. Humlebaek, Denmark, Danida Forest Seed Centre. DFSC Series of Technical Notes no. 52.
- Henao, T; Iván, D. 1982. Estudio de rendimientos y rentabilidad en una plantación de teca (*Tectona grandis* L.f.) del departamento de Córdoba, Colombia. Crónica Forestal y del Medio Ambiente (U. Nal Colombia - Sede Medellín) II(1-2): p. 1-78.
- Kanninen, M; Pérez, D; Montero, M; Viquez, E. 2004. Intensity and timing of the first thinning of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica: results of a thinning trial. Forest Ecology and Management 203: 89-99.
- Keogh, RM. 1987. The care and management of teak (*Tectona grandis* L.F.) plantations. Heredia, Costa Rica, UNA, Escuela de Ciencias Forestales. 48 p.

- Keogh, RM. 2005. Carbon models and tables for teak (*Tectona grandis* Linn f.) in Central America and the Caribbean. International Teak Unit. 6 p.
- Kjaer, ED; Kaosa-ard, A; Suangtho, V. 2000. Domestication of teak through tree improvement: Options, possible gains and critical factors. In Proc., Site, technology and productivity of teak plantations (Chiang Mai, Thailande, 26-29 Jan. 1999). FORSPA Publication no. 24. TEAKNET Publication no. 3. 6-9.
- Krishnapillay, B. 2000. Silviculture and management of Teak plantations. *Unasylya* 51(201):14-21.
- Ladrach, W. 2009. Management of Teak plantations for solid wood products. Maryland. US, ISTF News. 25 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Trad. A. Carrillo. Eschborn, Alemania, GTZ. 335 p.
- Maître, HF. 1983. Table de production provisoire du teck (*Tectona grandis*) en Côte d'Ivoire. Abidjan, Côte d'Ivoire, Centre Technique Forestier Tropical.
- Mora, F; Meza, V. sf. Comparación del crecimiento en altura de la teca (*Tectona grandis*) en Costa Rica con otros trabajos previos y con otras regiones del mundo. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional, Instituto de Investigación y Servicios Forestales. 22 p.
- Moret, AY; Jerez, M; Mora, A. 1998. Determinación de ecuaciones de volumen para plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.) en la unidad experimental de la Reserva Forestal Caparo, Estado Barinas - Venezuela. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales.
- Nair, CTS; Souvannavong, O. 2000. Emerging research issues in the management of teak. *Unasylya* 51(201):45-54.
- Pandey, D; Brown, C. 2000. Teak: a global overview. *Unasylya* 51(201):3-13.
- Pérez, D. 2005. Stand growth scenarios for *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. *Disertaciones Forestales* 1. 77 p.
- Pérez Cordero, LD; Kanninen, M. 2003a. Aboveground biomass of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. *Journal of Tropical Forest Science (Malaysia)* 15(1): 199-213.
- Pérez Cordero, LD; Kanninen, M. 2003b. Heartwood, sapwood and bark content, and wood dry density of young and mature teak (*Tectona grandis*) trees grown in Costa Rica. *Silva Fennica* 37(1): 45-54.
- Subramanian, K; Mandal, AK; Rambabu, N; Chundamannil, M; Nagarajan, B. 1999. Site technology and productivity of teak plantations in India. Ponencia presentada en el seminario regional Site, Technology and Productivity of Teak Plantations, 26-29 de enero de 1999, Chiang Mai, Tailandia.

- Tewari, DN. 1992. A monograph on teak. Dehra Dun, India, Indian Council of Forestry Research and Education.
- Torres, DA. 2004. Modelación del crecimiento y producción en volumen y biomasa de la teca. Tesis. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. 51 p.
- Ugalde, L; Pérez, O. 2001. Mean Annual Volume Increment of Selected Industrial Forest Plantation Species. Forest Plantations Thematic Papers. Rome, Italy, FAO. (Working Paper FP/1).
- Vallejo, A. 2011. Minga – Base de datos de observaciones de especies forestales tropicales y modelos genéricos de crecimiento. Base de datos en formato MS Access.
- Vallejos, Ó. 1996. Productividad y relaciones del índice de sitio con variables fisiográficas, edáficas y foliares para *Tectona grandis* L.f., *Bombacopsis quinatum* (Jacq) Dugand y *Gmelina arborea* Roxb. en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 147 p.
- Weaver, PL. 1993. *Tectona grandis* L.f. Teak. New Orleans, LA, US.

Capítulo 8

Principales riesgos fitosanitarios en las plantaciones de teca



Capítulo 8

Principales riesgos fitosanitarios en las plantaciones de teca

Marcela Arguedas

Phil Cannon

Mike Wingfield

Fernando Montenegro

Introducción

Con el transcurso del tiempo y en la medida en que aumenta el área reforestada con una especie, aumentan también los riesgos de daños producidos por plagas y enfermedades. Dicha situación se ha presentado en América tropical en las plantaciones de teca (*Tectona grandis*). Durante los últimos años, en esta región se ha incrementado el número de especies de insectos, patógenos y otros organismos asociados a la teca, así como la intensidad de los daños causados.

En este capítulo se ofrece una lista de insectos y patógenos que están afectando la teca en América tropical; aunque en la zona de donde la teca es nativa, el sureste de Asia, hay muchos otros insectos y patógenos que aún no se han encontrado en las Américas. Por otra parte, las condiciones climáticas de los sitios en donde se está plantando teca en América tropical son diferentes del clima en la zona nativa de la especie, lo cual podría estar favoreciendo el desarrollo de problemas fitosanitarios.

Diagnóstico

En América tropical se han reportado 53 especies de insectos, 34 de patógenos, dos de vertebrados (*Orthogeomys underwoodii* y *Sigmodon hispidus*), el ácaro *Tetranychus* sp. (Tetranychidae, Acari) y cuatro muérdagos de la familia Lorantácea (*Oryctanthus alveolatus*, *Phoradendron* sp., *Phthirusa* sp.; *Phthirusa stelis*, *Struthanthus* cf *leptostachyus* (Gibson 1975; CATIE 1991; Arguedas 2008, 2011). En el Cuadro 8.1 se enlistan las especies de insectos y de patógenos reportados.

Cuadro 8.1. Problemas fitosanitarios en *Tectona grandis* en América tropical al 2012, según la parte del árbol afectada

Insecto*		Patógeno	
Especie	Referencia	Especie	Referencia
Plántula			
<i>Spodoptera</i> sp. (Noctuidae, Lep.)	Arguedas (2008, 2011), Madrigal (1989, 2003)	<i>Aphelencchus</i> spp.	Arguedas (2008, 2011)
Sp. no id. (Chrysomelidae, Col.)	Arguedas (2008, 2011)	<i>Fusarium</i> sp.	Arguedas (2008, 2011)
		<i>Pseudomonas</i> sp.	Arguedas (2008, 2011)
		<i>Trypadorus</i> spp.	Arguedas (2008, 2011)
Brotos			
		<i>Phomopsis</i> sp.	Arguedas (2008, 2011)
		<i>Nigrospora</i> sp.	Arguedas (2008, 2011)
Follaje			
<i>Aeneolamia postica</i> (Cercopidae, Hom.)	Flores (2005), Flores et al. (2010)	<i>Cercospora rangita</i>	Arguedas (2008, 2011)
<i>Anasa</i> sp. (Coreidae, Hem.)	Flores (2005), Flores et al. (2010)	<i>Cochliobolus</i> sp.	Arguedas (2008, 2011)
<i>Aphis gossypii</i> (Aphididae, Hom.)	Brunner et al. (1975), Madrigal (2003)	<i>Colletotrichum</i> sp.	Flores (2005), Flores et al. (2010)
Alta spp. (Formicidae, Hym.)	Arguedas (2008, 2011), CATIE (1991), Madrigal (1989, 2003), Flores (2005), Flores et al. (2010)	<i>Corynespora</i> sp.	CATIE (1991)
<i>Automeris</i> sp. (Saturniidae, Lep.)	Arguedas (2008, 2011), Madrigal (1989, 2003)	<i>Olivea tectonae</i>	Arguedas (2008, 2011), Esquivel (2003), Flores (2005), Flores et al. (2010), Matarrita et al. (2006)
<i>Bemisia tabaco</i> (Aleyrodidae, Hom.)	Flores (2005), Flores et al. (2010)	<i>Pestabolia</i> sp.	Arguedas (2008, 2011), Flores (2005), Flores et al. (2010)
<i>Disentiria violacens</i> (Notodondidae, Lep.)	Arguedas (2008, 2011)	<i>Nigrospora</i> sp.	Flores (2005), Flores et al. (2010)
<i>Eurypetus nigrosignata</i> (Chrysomelidae, Col)	Madrigal (1989, 2003), Gallego y Vélez (1992)	<i>Phomopsis</i> sp.	Arguedas (2008, 2011)
<i>Gastrothrips</i> sp. (Phlaeothripidae, Thy.)	Madrigal (1989, 2003)	<i>Pseudoecopocum</i> sp.	Arguedas (2008, 2011)

Plántula	Insecto*		Patógeno	
	Especie	Referencia	Especie	Referencia
Follaje				
<i>Hemileuca maia</i> (Saturniidae, Lep.)	Flores (2005), Flores et al. (2010)	"Fumagina"	Arguedas (2008, 2011)	
<i>Hortensia similis</i> (Cicadellidae, Hom.)	Flores (2005), Flores et al. (2010)	<i>Phyllactinia guttata</i>	Bagchee (1952)	
<i>Hyadaphis enysimi</i> (Aphididae, Hom.)	Flores (2005), Flores et al. (2010)			
<i>Hyblaea puera</i> (Hyblaeidae, Lep.)	Arguedas (2008, 2011)			
<i>Hylesia</i> sp. (Saturniidae, Lep.)	Arguedas (2008, 2011)			
<i>Megalopyge orsilochus</i> (Megalopygidae, Lep.)	Madrigal (1989, 2003)			
<i>Myzus persicae</i> (Zulzer) (Aphididae, Hom.)	Brunner et al. (1975), Madrigal (2003)			
<i>Nesara</i> sp. (Pentatomidae, Hem.)	Flores (2005), Flores et al. (2010)			
<i>Oiketicus kirbii</i> (Psychidae, Lep.)	Arguedas (2008, 2011), Madrigal (1989, 2003)			
<i>Oncometopia</i> sp. (Cicadellidae, Hom.)	Madrigal (1989, 2003), Flores (2005), Flores et al. (2010)			
<i>Oxydia</i> spp. (Geometridae, Lep.)	Arguedas (2008, 2011)			
<i>Pachybrachis</i> sp. ca. <i>reticulata</i> (Chrysomelidae, Col.)	Madrigal (1989, 2003)			
<i>Pulvinaria psidii</i> (Coccidae, Hom.)	Madrigal (1989, 2003)			
<i>Rhadbopterus</i> sp. (Chrysomelidae, Lep.)	Arguedas (2008, 2011)			
<i>Sibine</i> sp. (Limacodidae, Lep.)	Madrigal (1989, 2003)			
<i>Schistocercus</i> sp. (Acrididae, Ort.)	Flores (2005), Flores et al. (2010)			
<i>Spodoptera</i> sp. (Noctuidae, Lep.)	Arguedas (2010), Madrigal (1989, 2003)			
<i>Taeniopoda</i> sp. (Romaleidae, Ort.)	Arguedas (2008)			
<i>Teleonemia</i> sp. (Tingidae, Hem.)	Madrigal (1989, 2003)			
<i>Urodera</i> sp. (Chrysomelidae, Col.)	Madrigal (1989, 2003)			

Insecto*		Referencia		Patógeno	
Plántula	Especie	Referencia	Especie	Referencia	Referencia
	<i>Walterianella</i> sp. (Chrysomelidae, Lep.)	Arguedas (2008, 2011)			
	<i>Zigogramma</i> sp. (Chrysomelidae, Col.)	Madrigal (1989, 2003)			
Follaje					
	Sp. no id. (Aleyrodidae, Hom.)	Arguedas (2008, 2011)			
Ramillas					
	<i>Edessa</i> sp. (Pentatomidae, Hem.)	Arguedas (2008, 2011)			
Fuste					
	<i>Apate monachus</i> (Bostichidae, Col.)	Brunner et al. (1975), Madrigal (2003)	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Arguedas (2008, 2011), CATIE (1991)	
	<i>Chrysobothris femorata</i> (Buprestidae, Col.)	Flores et al (2010)	<i>Botryodiplodia</i> sp.	Arguedas (2008, 2011), Flores et al. (2010)	
	<i>Coplotermes testaceus</i> (Rhinothormidae, Iso.)	Arguedas (2008, 2011)	<i>Botryosphaeria</i> sp.	Arguedas (2008, 2011)	
	<i>Euplatypus parallelus</i> (Curculionidae/Scolytinae, Col.)	Arguedas (2008, 2011)	<i>Ceratocystis</i> sp.	Arguedas (2008, 2011)	
	<i>Hypothenemus</i> sp. (Curculionidae/Scolytinae, Col.)	Brunner et al. (1975), Madrigal (2003)	<i>Dothiorella</i> sp.	Arguedas (2008, 2011)	
	<i>Nasutitermes corniger</i> (Termitidae, Iso.)	Arguedas (2008, 2011)	<i>Erythricium salmonicolor</i>	Arguedas (2008, 2011)	
	<i>Neodytus cacticus</i> (Cerambycidae, Col.)	Arguedas (2008, 2011), CATIE (1991)	<i>Erwinia</i> sp.	Arguedas (2008, 2011)	
	<i>Neotermes castaneum</i> (Termitidae, Iso.)	Madrigal (2003)	<i>Macrophomina</i> sp.	Arguedas (2008, 2011)	
	<i>Obeera tripunctata</i> (Cerambycidae, Col.)	Flores (2005), Flores et al. (2010)	<i>Nectria nautilicola</i>	Arguedas (2008, 2011)	
	<i>Plagiohammus spinipennis</i> (Cerambycidae, Col.)	Arguedas (2008, 2011), CATIE (1991)	<i>Phomopsis</i> sp.	Arguedas (2008, 2011)	
	<i>Plagiohammus rubefactus</i> (Cerambycidae, Col.)	Arguedas (2008)	<i>Fusarium</i> sp.	Arguedas (2008, 2011)	
	<i>Scolytus</i> sp. (Curculionidae/Scolytinae, Col.)	Flores (2005), Flores et al. (2010)			
	<i>Xyleborus affinis</i> (Curculionidae/Scolytinae, Col.)	Arguedas (2008, 2011)			

Insecto*		Patógeno	
Especie	Referencia	Especie	Referencia
Plántula			
<i>Xylosandrus crassiuscullus</i> (Curculionidae/Scolytinae, Col.)	Arguedas (2008, 2011)		
Sp. no id. (Sesiidae, Lep.)	Arguedas (2008, 2011)		
Raíz			
<i>Cyclocephala ruficollis</i> (Meloidthidae, Col.)	Gallego y Veléz (1992)	<i>Cylindrocladium</i> sp.	Arguedas (2008, 2011)
<i>Phyllophaga</i> sp. (Scarabaeidae, Col.)	Arguedas (2008, 2011), CATIE (1991), Flores (2005), Flores et al. (2010)	<i>Dematophora</i> sp.	Arguedas (2008, 2011)
		<i>Fusarium oxysporum</i>	Arguedas (2008, 2011), CATIE (1991)
		<i>Fusarium</i> spp.	Arguedas (2008, 2011)
		<i>Phytophthora</i> spp.	Arguedas (2008, 2011), Flores et al. (2010)

* Coleoptera (Col.), Hemiptera (Hem.), Homoptera (Hom.), Hymenoptera (Hym.), Isoptera (Iso.), Lepidoptera (Lep.), Orthoptera (Ort.), Thysanoptera (Thy.)

Principales problemas

Se describen a continuación los principales problemas fitosanitarios de la teca, según la parte del árbol afectada.

Quema de los brotes (*Phomopsis* sp.)

Se han observado focos de hasta 50 árboles enfermos de 6 a 24 meses de edad. La infección comienza en el meristemo apical, cuyas hojas inmaduras se tornan pardo oscuro y después se desvanecen. Aparentemente, en menos de cinco días el hongo desciende por los tejidos corticales del tallo, los cuales inicialmente adquieren una coloración parda morada, que luego se torna negra.

En algunas ocasiones las nervaduras principales de las hojas se encuentran también afectadas y presentan una necrosis color negro. Si en el campo hay períodos prolongados de alta humedad relativa se observan pequeñas estructuras negras y duras que emergen de los tejidos, que corresponden a los picnidios o estructuras reproductivas del hongo (Macías et ál. 2002b).



Figura 8.1. Árboles jóvenes de *Tectona grandis* afectados por *Phomopsis* sp. Foto: Marcela Arguedas

“Malla de la teca” (*Ralstonia* sp.)

Los árboles afectados presentan un leve amarillamiento y flacidez del follaje, el cual posteriormente comienza a necrosarse desde los bordes, hasta cubrir toda la hoja y matarla. Como son árboles pequeños (menos de 1,5 m de altura), la infección comienza a afectar también los tejidos corticales del tallo hasta causar la muerte de todo el individuo. El sistema radical se encuentra totalmente deteriorado, la corteza se desprende fácilmente de las raicillas finas y en las más gruesas estos tejidos se encuentran podridos.

Esta enfermedad es de cuidado, ya que se trata de una bacteria que mata árboles recién plantados y puede contaminar el suelo. Se ha manejado eficientemente eliminando desde la raíz los individuos afectados, los cuales se extraen de la plantación. Los hoyos dejados se asperjan con antibióticos como estreptomina u otros desinfectantes (Arguedas 2011).



Figura 8.2. Árbol joven de *Tectona grandis* afectados por *Ralstonia* sp. Foto: Marcela Arguedas

“Mancha tiro al blanco” (*Pseudoepicocus tectonae*)

En las regiones húmedas, se observa comúnmente una mancha circular de hasta 8 cm de diámetro conformada por aros necróticos circuncéntricos, que le dan el nombre. Es producida por el hongo *Pseudoepicocus* sp. Cada hoja puede presentar varias manchas, las cuales se unen y producen grandes áreas necróticas. El resto de la lámina foliar aparentemente no es afectada y no produce la caída de las hojas. Sharma et ál. (1985) indican que en India, los ataques de este hongo representan un problema importante en árboles jóvenes; sin embargo, en Costa Rica solamente se han observado en árboles mayores de tres años.

“Cenicillas polvorientas” (*Phyllactinia* sp. y *Uncinula* sp.)

Especies de *Phyllactinia* y *Uncinula* producen necrosis de la lámina foliar. Pertenecen al orden Erysiphales, las cuales son parásitos obligados que forman mantos de micelios algodonosos color blanco sobre las partes afectadas de los hospederos. La fase imperfecta o asexual de estos hongos es la especie *Oidium*, la cual domina su ciclo de vida y produce grandes cantidades de esporas que dan la apariencia de polvo blanquecino, lo que le da el nombre (Agrios 2005, Cibrián y Arguedas 2007). Bajo condiciones de temperatura y humedad altas, los daños producidos por estos hongos pueden transformarse en defoliaciones severas en teca (Prasanth y Naik 2010).



Figura 8.3. Hoja de *Tectona grandis* afectada por la “mancha de tiro al blanco” (*Pseudoepicoccus tectonae*). Foto: Marcela Arguedas

“Roya de la teca” (*Olivea tectonae*)

Esta enfermedad ha sido reportada históricamente en toda Asia; sin embargo, durante los últimos años se ha presentado en plantaciones de teca en América desde el sur de México hasta Ecuador y Brasil y el Caribe (Matarrita et ál. 2006, Pérez et ál. 2008, Cabral et ál. 2010, EPPO 2005).

Afecta el follaje de plántulas en el vivero hasta árboles adultos. En estos últimos, las hojas afectadas son las más viejas, especialmente las de las partes bajas. Estas hojas presentan inicialmente manchas necróticas de tamaño y forma variable, de color verdoso que cambia a tonos claros y luego a café y grises. Las hojas severamente afectadas pueden caer. En el envés se forman estructuras llamadas uredinios, los cuales son eruptivos, cilíndricos y curvados; su abundancia es tan grande que las esporas o urediniosporas que liberan cubren toda la superficie inferior de la hoja, dándole un color anaranjado y una apariencia polvosa; las urediniosporas son equinuladas, ovoides a elipsoidales y miden de 17-20 x 15-25 μm (Arguedas 2004b, Arguedas et ál. 2006, Cibrián y Arguedas 2007).

La roya es afectada por hongos antagonistas y es común encontrar un hongo blanco y otro negro, de los géneros *Acremonium* y *Cladosporium* respectivamente, que crecen sobre las esporas de la roya. Es por ello que debe haber mucha precaución antes de iniciar programas de control con fungicidas (Arguedas 2004b, Cibrián y Arguedas 2007, Sharma et ál. 1985).



A



B

Figura 8.4. Sintomatología de *Olivea tectonae* en *Tectona grandis*. Plántulas (A). Árboles adultos (B).
Fotos: Marcela Arguedas

“Esqueletizadora” (*Hyblaea puera*)

Hyblaea puera, comúnmente conocida como la esqueletizadora de la teca, es la plaga más importante de la especie en la región del Pacífico de Asia y actualmente sus ataques en plantaciones en Latinoamérica han crecido en forma importante (Nair 2001).

Las larvas pliegan y unen con seda un borde de la hoja con la lámina foliar donde se albergan. De allí salen a alimentarse del resto de la lámina foliar dejando únicamente las nervaduras primarias y secundarias. Si el ataque es muy severo, se pueden observar hasta 12 larvas por hoja y defoliaciones totales, partiendo en forma preferencial de las hojas más jóvenes.

Las larvas, en su último instar, pueden medir de 3,5 a 4,5 cm de largo; el cuerpo tiene una apariencia suave, lisa y opaca, con coloraciones que varían de gris oscuro a negro, con bandas longitudinales de color naranja y laterales blancas. La larva madura desciende al suelo en un hilo de seda y pupa bajo una delgada capa de hojas secas. Las palomillas son relativamente pequeñas, con una envergadura alar de 3-4 cm y una postura de descanso característica que le oculta el negro y naranja (Ordóñez 1999, Nair 2007, Arguedas 2011).

H. puera puede llegar a producir defoliaciones muy severas y mermar los índices de crecimiento de los rodales. En Asia, los brotes suceden cada año; en países de Latinoamérica como Costa Rica y Panamá, estos no tienen comportamientos periódicos establecidos.



Figura 8.5. *Hyblaea puera* en *Tectona grandis*. Hoja dañada (A); larva (B). Fotos: Marcela Arguedas

Los defoliadores *Rabdopterus* sp. y *Walterianella* sp. (Chrysomelidae)

Rabdopterus sp. y *Walterianella* sp. (Chrysomelidae, Coleoptera), son dos especies comunes defoliadoras de la teca. *Rabdopterus* sp. es una especie polífaga; los adultos se alimentan de follaje de la teca, y producen perforaciones características de forma elongada y curva de aproximadamente 1,3 de largo y 0,16 cm de ancho.

Los huevos son puestos en grietas en la superficie del suelo. Las larvas son blancas con una línea longitudinal oscura y la cabeza color marrón con mandíbulas bien desarrolladas. Los adultos son escarabajos pequeños (4-5 mm de largo), compactos, robustos, de forma óvalo-alargada, de color verde oscuro a negruzco con brillo metálico; los ángulos anteriores del tórax son finos y dirigidos hacia fuera, las patas son rojizo claro con la tibia media arqueada. Posee hábitos alimenticios nocturnos. Se determinó que el ciclo de vida oscila entre 39 y 52 días. Los ataques están relacionados con la dominancia de gramíneas en el sitio, ya que las larvas se alimentan de las raíces de gramíneas y arándanos (Muñoz 2002).

Los adultos de *Walterianella* sp. se alimentan del follaje y producen pequeñas raspaduras de la cutícula superior y del parénquima de aproximadamente 10 x 2 mm. Por la cantidad de daños en una sola hoja, esta puede quedar casi totalmente perforada y morir. Los daños dentro de las plantaciones se concentran en grupos de árboles o focos. Los adultos son pequeñas “mariquitas” (6 mm de longitud) amarillas con secciones en los élitros (alas anteriores) y el par de patas traseras de color pardo. Las poblaciones se concentran en uno o dos árboles y cuando son alteradas, brincan y abarcan el ambiente como “nubes”. Es una plaga, cuya incidencia ha aumentado notablemente durante los últimos años (Arguedas 2011).



A

B

Figura 8.6. Daños producidos en hojas de *Tectona grandis* por *Rabdopterus* sp. (A) y *Walterianella* sp. (B). Fotos: Marcela Arguedas

Otros defoliadores

Aunque de menor importancia en cuanto al nivel de daños causados, otras plagas comienzan a presentarse en forma más frecuente y produciendo cada vez daños más severos. Se trata de especies de gran tamaño y voracidad de *Automerix* (Familia Saturniidae, Orden Lepidoptera), tres especies de *Oxidia* (Familia Geometridae, Orden Lepidoptera) conocidas como los “medidores gigantes de la teca” y varias especies no identificadas de saltamontes (Orden Saltatoria). Estos últimos también pueden alimentarse de los brotes terminales, lo que hace que las consecuencias de sus daños sean de gran importancia económica (Arguedas 2003).



A

B

C

Figura 8.7. Defoliadores de *Tectona grandis*. Larva de *Automerix* sp. (A), larva de *Oxidia* sp. (B), daños producidos por saltamontes (C). Fotos: Marcela Arguedas

Eutectoma machaeralis (Pyrallidae, Lepidoptera) es un defoliador causante de severos daños en Asia (Nair 2007); en Latinoamérica aún no se ha informado de su presencia.

El caracol gigante *Helix* sp.

Los moluscos, como las babosas y los caracoles, son plagas que producen daños en estructuras reproductivas, follaje y raíces de cultivos agrícolas. Se ha considerado que en plantas leñosas solamente se alimentan del follaje (Johnson y Lyon 1991); sin embargo, en Ecuador se han observado grandes poblaciones de *Helix* sp. en árboles recién establecidos de teca, a los que causan daños importantes.

Los caracoles tienen en la boca una especie de lima con pequeños dientes llamada ródula, que les permite cortar los tejidos de los hospederos; las especies del género *Helix* pueden regenerar hasta siete filas de dientes radulares por día (CATIE 1991b, Monge-Nájera 1996). En los árboles jóvenes de teca, se alimentan del follaje, peciolo y eventualmente el ápice, pero el principal daño son las heridas que provocan al cortar la corteza del tallo, lo que deja heridas extensivas y hasta anillamientos.



A



B

Figura 8.8. Daños producidos por *Helix* sp. en *Tectona grandis*, Ecuador. Fotos: Marcela Arguedas

Cancros fustales

En el fuste, principalmente en las regiones más húmedas, se presentan diversos tipos de canchros, los cuales se describen en el Cuadro 8.2.

Cuadro 8.2. Cancros encontrados en *Tectona grandis* en América Central

Nombre común/ agente causal	Descripción
Cancro nectria (<i>Nectria nauriticola</i>)	En la base del fuste se observa un área ovalada de la corteza de color oscuro. Esta corteza podrida se puede desprender manualmente, por lo que los tejidos del xilema quedan expuestos. Los cancros pueden permanecer mucho tiempo en el árbol, el cual comienza a producir tejidos de defensa como callos y, posiblemente, corteza subepidérmica que provoca grandes áreas abultadas y deformes principalmente en la base del árbol. En árboles jóvenes el cancro puede ser longitudinal y ampliarse en la base, lo que provoca, en algunos casos, la muerte del árbol por anillamiento.
Cancro alargado (<i>Dothiorella</i> sp.)	Resquebrajamiento longitudinal de la corteza que puede profundizar hasta el xilema. En algunos casos, se desarrolla en forma extensiva y cubre áreas en promedio de 12 x 6 cm; cuando se corta la corteza superficial es posible observar los tejidos internos totalmente necrosados (coloración parda oscura). En otros casos aparentemente los cancros más viejos el resquebrajamiento se prolonga a lo largo del fuste (hasta 60 cm) y el árbol forma callos en los bordes, lo cual delimita la extensión perimetral de los mismos. Es el cancro más común en la región centroamericana.
Cancro múltiple (<i>Botryosphaeria</i> sp.)	Cada cancro representa un abultamiento de 3 a 20 cm de largo y de 2 a 23 cm de ancho a lo largo del fuste, en los cuales se abre la corteza; se ubican principalmente en los puntos de poda. En un árbol se pueden encontrar hasta 16 cancros.
Enfermedad rosada (<i>Erythricium salmonicolor</i>)	Áreas necróticas extensas bordeadas de callos cuya corteza queda adherida al fuste, lo que da al cancro un aspecto rugoso y abultado. Sobre los tejidos enfermos crece el micelio del hongo, el cual, al madurar toma una coloración rosa que da el nombre a la enfermedad. El daño puede abarcar todo el perímetro del árbol lo que provoca anillamiento y muerte de las ramas o de los árboles atacados, si el daño es en el fuste.

Fuentes: Arguedas et ál. (1995), Ordóñez (1999), Arguedas et ál. (2003), Arguedas (2008, 2011), Macías et ál. (2002a), Prasanth y Naik (2010).

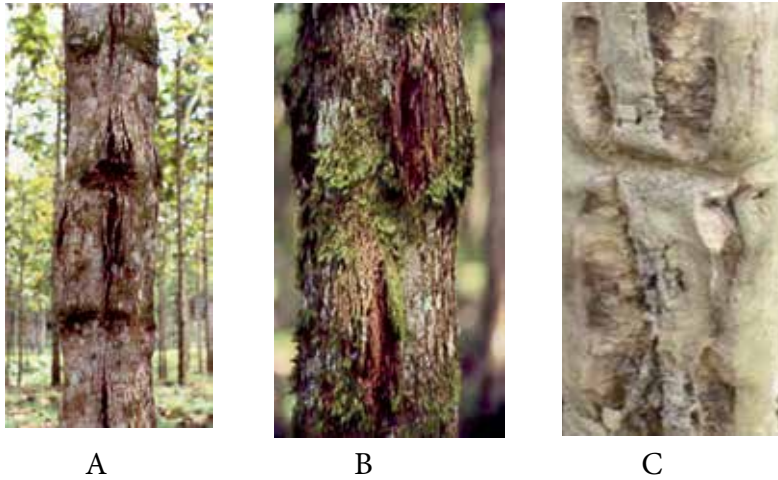


Figura 8.9. Cancros en *Tectona grandis* causados por *Dothiorella* sp. (A), *Botryosphaeria* sp. (B) y *Erythricium salmonicolor* (C). Fotos: Marcela Arguedas

“Corona de agallas” (*Agrobacterium tumefaciens*)

Agrobacterium tumefaciens es una bacteria de la familia Rhizobiaceae que produce una enfermedad denominada “corona de agallas”, la cual causa tumores a más de 600 especies de plantas herbáceas y forestales (Sinclair y Lyon 2005, Agrios 2005, Fucikovsky 2007). En teca, se forman agallas o tumores, principalmente en la base de los tallos a nivel de la superficie del suelo. Inicialmente forma pequeños crecimientos esféricos con la apariencia de callos, los cuales crecen rápidamente hasta constituirse en grupos de protuberancias fácilmente distinguibles. En árboles de dos a tres años, los tumores pueden llegar a alcanzar diámetros superiores al de su hospedero. Estas agallas son leñosas y mantienen la coloración y la textura del resto de la corteza.



Figura 8.10. La “corona de agallas” (*Agrobacterium tumefaciens*) en *Tectona grandis*. Foto: Marcela Arguedas

Con el tiempo, la superficie se rompe y toma una coloración oscura; en algunas ocasiones las agallas terminan por desintegrarse. Árboles de más de dos años de edad presentan las agallas generalmente en la base del fuste, pero en algunos casos se han observado en los puntos de poda o en las ramas. Generalmente los árboles adultos logran desarrollarse con la presencia de la enfermedad sin efectos aparentes; sin embargo, otros patógenos de suelo pueden penetrar por las agallas decadentes y producir otras enfermedades (Arguedas y Quirós 1997).

La bacteria se dispersa en el suelo por la remoción de este, el agua de riego, la escorrentía y por la maquinaria utilizada para las labores de manejo (tractores, chapeadoras, etc.). Se ha observado su dispersión en el mismo árbol o entre árboles de la plantación por medio de instrumentos contaminados como cuchillos y podadoras. Las heridas innecesarias causadas por el cuchillo durante las deshijas y las rodajeas, así como el maltrato de raíces por pisaduras, son los principales sitios de entrada de la bacteria en los árboles (Arguedas 2009).

“Barrenador del fuste” (*Plagiohammus spinipennis*)

Otro daño importante a nivel de fuste lo constituyen los ataques de *Plagiohammus spinipennis* (Cerambycidae, Coleoptera). En sus primeros estadios, las larvas se alimentan en la zona del líber, lo que obstaculiza el flujo de nutrimentos; en consecuencia, el tallo se abulta en el punto del ataque y aparecen yemas debajo de ese punto, dando origen a ramificaciones. Posteriormente, la larva barrena el xilema, donde forma galerías en forma de anillo. En los últimos estadios puede penetrar hasta la médula, donde barrena hacia arriba. Además del daño que causa a la madera, muchos árboles se quiebran con el viento en los puntos de ataque. Los daños se presentan durante los tres primeros años.

La larva madura puede medir más de 5 cm y tiene la forma típica de un cerambícido: no posee patas y algunos segmentos del tórax son muy anchos. Ella se convierte en pupa dentro de una celda excavada en la médula y la madera circundante. Para salir del árbol, el adulto hace un agujero circular, de 6-8 mm de diámetro. El macho adulto mide 2,2 cm de longitud y sus antenas miden 4,5 cm, en tanto que la hembra mide 2,5 cm y sus antenas miden 3,5 cm. Ambos sexos exhiben una coloración pardo oscura. En cada élitro hay seis manchas blancas e irregulares; en el ápice de cada élitro hay una espina.

Se han detectado dos hospederos silvestres: un arbusto, el tuete (*Vernonia patens*) y una planta herbácea, la cinco negritos (*Lantana camara*), las dos son de la misma familia que la teca (Verbenaceae). En Panamá se reportó un ataque de *P. rubefactus*, la cual es una especie de mayor tamaño que *P. spinipennis* (Ford 1981, CATIE 1991, Arguedas 2004a, 2011).



A



B

Figura 8.11. *Plagiohammus spinipennis* en *Tectona grandis*. Larva y galerías (A), adulto (B). Fotos: Marcela Arguedas

Las larvas de lepidópteras de las especies *Xyleutes ceramicus* (Cossidae) y *Sahyadrassus malabaricus* (Hepialidae) son barrenadoras de gran importancia en Asia (Nair 2007), sin embargo no han sido reportadas aun en Latinoamérica.

“Barrenador de las tucas” *Neoclytus cacticus*

En piezas de fuste almacenadas en patios, provenientes principalmente de raleos, se han presentado ataques del barrenador *Neoclytus cacticus* (Cerambycidae, Coleoptera). Las larvas construyen galerías en la albura, sin que externamente se detecten signos del ataque. El ciclo de vida se completa en las galerías y es el adulto el que construye orificios circulares de aproximadamente 5 mm de diámetro por donde emergen. El adulto puede medir hasta 1,5 cm de largo, es de color café claro con cuatro marcas blancas sobre los élitros. Las primeras manchas forman conjuntamente como una “M” y las últimas forman como una “V” invertida. Las antenas son más cortas que el cuerpo. El primer par de patas es más pequeño que los dos otros pares. Los dos últimos pares de patas son más largas que el cuerpo. Este insecto tiene como hospedero nativo la planta *Guaiacum officinale* (Duffy 1960).



A



B

Figura 8.12. *Neoclytus cassicus* en *Tectona grandis*. Larva y galerías (A), adulto (B). Fotos: Marcela Arguedas

“Comedor de raíces” *Phyllophaga* spp.

Las larvas de muchas especies del género *Phyllophaga* pueden ser consideradas como las plagas más importantes de suelo que se alimentan de tubérculos y raíces. Los daños son producidos por las larvas en su tercer instar, las cuales son conocidas en la región como “jogotos”, “fogotos” o “gallinas ciegas”. Los adultos son los conocidos “abejones de mayo” (CATIE 1991, Coto 2000).

Esta plaga causa fuertes impactos en plantaciones recién establecidas y en grandes extensiones de plantaciones de hasta tres años. En los meses de septiembre y octubre del 2003 hubo un serio ataque en Panamá. Se encontraron hasta cien o más larvas en algunos individuos afectados y el sistema radical severamente afectado, tanto por ausencia casi total de raicecillas de absorción, como perforaciones en las raíces primarias y secundarias. Esta situación hace que estos árboles sean mucho más propensos a otros problemas fitosanitarios, como los producidos por patógenos de suelo.



Figura 8.13. Raíces secundarias de *Tectona grandis* dañadas por *Phyllophaga* sp. Foto: Marcela Arguedas

“Síndrome del decaimiento lento de la teca”

En plantaciones de *T. grandis* mayores de 7 años, en las regiones húmedas (precipitaciones anuales superiores a los 2500 mm), se ha observado un proceso de mortalidad de árboles aislados y en grupos, denominado el “síndrome del decaimiento lento de la teca”. En los árboles afectados, las raicillas adventicias se degeneran hasta morir. Estudios recientes indican que el fenómeno está asociado a factores climáticos y edafológicos que afectan el sistema radical y posteriormente, patógenos oportunistas aprovechan la condición de estrés para atacar. Los sitios más afectados presentan de 190 a 255 días con lluvia, exceso de agua entre 8 y 12 meses, precipitación media anual entre 2700 y 5000 mm, índice de aridez entre 0 y 6%, conductividad hidráulica lenta o muy lenta en algún horizonte, episaturación, baja fertilidad, un régimen de humedad údico y un drenaje moderadamente lento o lento (Arguedas et ál. 2006, 2009).



A



B

Figura 8.14. “Síndrome del decaimiento lento de la teca”. Árboles muertos (A), degeneración de raicillas de absorción (B). Fotos: Marcela Arguedas

Referencias

- Agrios, GN. 2005. Plant Pathology. 5 ed. London, UK. Elvesier Academic Press. 530 p.
- Arguedas, M. 2003. Problemas fitosanitarios en teca (*Tectona grandis* L.f.) en América Central: nuevos reportes. Seminario y grupo de discusión virtual: Teca (*Tectona grandis*). Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. Disponible en <http://www.una.ac.cr/inis/docs/teca/temas/M.pdf>

- Arguedas, M. 2004a. Escarabajos barrenadores de la madera: reconocimiento de daños y manejo. Soluciones tecnológicas. Kurú (CR) 1(1): 3 p. Disponible en http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/antiores/antior1/pdf/ARGUEDAS15feb04.pdf
- Arguedas, M. 2004b. La roya de la teca *Olivea tectonae* (Rac.): consideraciones sobre su presencia en Panamá y Costa Rica. Kurú (CR) 1(1): 5 p.
- Arguedas, M. 2008. Plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. Kurú (CR) 4(11-12 Especial): 70 p. Disponible en <http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/servicios/ojs/index.php/kuru/article/view/494>
- Arguedas, M. 2009. La “corona de agallas” (*Agrobacterium tumefaciens*). Kurú (CR) 6(16): 5 p. Disponible en http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/antiores/antior16/pdf/solucion%205.pdf
- Arguedas, M. 2011. Problemas fitosanitarios en teca (*Tectona grandis* L.f.) en América Central. In Chavarriaga, DM. (Ed.). Protección Fitosanitaria Forestal. Medellín, Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario. p.147-160.
- Arguedas, M; Calvo-Alvarado, J; Mata, R; Herrera, W; Arias, D. 2009. Síndrome del decaimiento lento de la teca (SLDT) en Costa Rica. In XVIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. (16-20 nov, 2009. San José, CR). Sociedad Latinoamericana de la Ciencia del Suelo/Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. (Memoria en CD).
- Arguedas, M; Chaverri, P; Miller, C. 1995. Cancro *Nectria* en especies forestales. Cartago, Costa Rica, ITCR. Serie Plagas y enfermedades forestales no. 18. 8 p.
- Arguedas, M; Chaverri, P; Verjans, J.M. 2004b. Problemas fitosanitarios en teca (*Tectona grandis* L.f.) en Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente 41:131-136.
- Arguedas, M; Mata, R; Herrera, W; Arias, D; Calvo, J; Salas, B. 2006. Síndrome de decaimiento lento de la teca en Costa Rica. Segunda Etapa. Informe Final. Proyecto de Investigación. VIE. Stichting Terra Vitalis. 186 p.
- Arguedas, M; Murillo, O; Ayuso, F; Madrigal, O. 2006. Variación en la resistencia de clones de teca (*Tectona grandis* L.f.) ante la infección de la roya (*Olivea tectonae* Rac.) en Costa Rica. Kurú (CR) 2(6): 10 p. Disponible en <http://www.itcr.ac.cr/revistakuru/antiores/antior6/Articulo%202.htm>
- Arguedas, M; Quirós, L. 1997. Experiencias y perspectivas del manejo de plagas forestales en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (CR) 45:34-42.
- Bagchee, KD. 1952. A review of work on Indian tree diseases and decay and methods of control. Indian Forester 78: 540-546.
- Brunner, SC; Scaramuzza, LC; Otero, AR. 1975. Catálogo de los insectos que atacan a las plantas económicas en Cuba. La Habana, Cuba, Instituto de Zoología. 399 p.

- Cabral, PGC; Capucho, AS; Pereira, OL; Maciel-Zambolim, E; Freitas, RL; Zambolim, L. 2010. First report of teak leaf rust disease caused by *Olivea tectonae* in Brazil. *Australasian Plant Disease Notes* 5(1): 113-114.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1991a. Plagas y enfermedades forestales en América Central. Guía de Campo. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico. no. 4. 260 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1991b. Plagas y enfermedades forestales en América Central. Manual de consulta. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico. no.3. 187 p.
- Cibrián, D; Arguedas, M. 2007. Roya de la teca *Olivea tectonae* (T.S. Ramakr. & K. Ramakr.) Thirum. (Uredinales, Chaconiaceae). In Cibrián, D. (Ed.) Enfermedades Forestales en México. Chapingo, México, Universidad Autónoma de Chapingo. p. 206-207.
- Coto, D. 2000. Gallinas ciegas como plagas de cultivos anuales y perennes. Hoja técnica N° 32. Manejo Integrado de Plagas (CR) 55: i-iv.
- Duffy, EAJ. 1960. A monograph of the immature stages of neotropical timber beetles (Cerambycidae). Londres, UK, British Museum. 327 p.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). 2005. Teak rust (*Olivea tectonae*) is spreading in America. Paris, FR, EPPO. Reporting Service No. 8. p.10.
- Esquivel, E. 2003. La roya de la teca (*Tectona grandis* L.; Verbenaceae) causada por *Olivea tectonae* (T.S. & K. Ramak) Mulder (Chaconiaceae) en Panamá – primer reporte en América. *Agrociencia Panamensis* 25(3-4): 2 p.
- Flores, T. 2005. Diagnóstico fitosanitario en bosques implantados de *Tectona grandis* (Teca) en la zona de Balzar, Provincia de Guayas. Tesis Ing. Forestal. Quevedo, EC, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 79 p.
- Flores, T; Crespo, R; Cabeza, F. 2010. Plagas y enfermedades en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f) en la zona de Balzar, provincia del Guayas. *Ciencia y Tecnología* 3(1): 15-22.
- Ford, LB. 1981. Reconocimiento de las plagas de plantaciones forestales en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 53 p. (Serie técnica. Informe técnico no. 7).
- Fucikovsky, L. 2007. Tumor bacteriano *Agrobacterium tumefaciens* (Smih El Townsed). (Tenericutes, Rhizobiaceae). In Cibrián, D. (Ed.) Enfermedades Forestales en México. Chapingo, México, Universidad Autónoma de Chapingo. p. 206-207.
- Gallego, FL; Vélez, AR. 1992. Lista de insectos que afectan los principales cultivos, plantas forestales, animales domésticos y al hombre en Colombia. Medellín, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 150 p.

- Gibson, IAS. 1975. Diseases of forest trees planted as exotics in the tropics and Southern Hemisphere. Part 1: Important members of the Myrtaceae, Leguminosae, Verbanaceae and Meliaceae. Commonwealth Mycological Institute. Commonwealth Forestry Institute. University of Oxford. 51 p.
- Johnson, WT; Lyon, HH. 1991. Insects that feed on trees and shrubs. 2 ed. New York, US, Cornell University Press. 560 p.
- Macías, J; Arguedas, M; Hilje, L. 2002a. Plagas forestales neotropicales Manejo Integrado de Plagas (CR) 63: 88-89.
- Macías, J; Arguedas, M; Zaniccio, JC; Hilje, L. 2002b. Plagas forestales neotropicales Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 65: 116-117.
- Madrigal, CA. 1989. Reconocimiento de los insectos dañinos en plantaciones forestales de la costa atlántica colombiana. Revista Miscelánea Sociedad Colombiana de Entomología 12: 3-24.
- Madrigal, CA. 2003. Insectos forestales en Colombia: biología, hábitos, ecología y manejo. Medellín, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 848 p.
- Matarrita Díaz, L; Sandoval Islas, JS; Arguedas Gamboa, M. 2006. Prevalencia de la roya *Olivea tectonae* (Rac.) de la teca (*Tectona grandis* L.f.) en Costa Rica. Kurú (CR) 3(9): 13 p. <http://www.itcr.ac.cr/revistakuru/anteriores/anterior9/Articulo%202.htm>
- Monge-Nájera, J. 1996. Moluscos de importancia agrícola y sanitaria en el trópico: la experiencia costarricense. San José, Costa Rica, UCR. 166 p.
- Muñoz, R. 2002. Estudios básicos del defoliador *Rhabdopterus* sp. en plantaciones de teca (*Tectona grandis*) de Flor y Fauna S.A. y Brinkman y Asociados Reforestadores de Centroamérica S.A. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica, ITCR. 100 p.
- Nair, KSS. 2001. Management of the teak defoliator *Hyblaea puera*: current status. In Alfaro, R. (ed.). Protection of world forests from insect pests: advances in research. Kuala Lumpur, Malaysia, IUFRO. IUFRO World Series Vol. 11. p. 231-238.
- Nair, KSS. 2007. Tropical forest insect pests, ecology, impact, and management. Cambridge, UK, Cambridge University Press. 392 p.
- Ordoñez, H. 1999. Evaluación de problemas fitosanitarios en plantaciones de teca en Forestales Costarricenses S.A. Informe de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica, ITCR. 62 p.
- Pérez, M; López, MO; Martí, O. 2008. *Olivea tectonae*, leaf rust of teak, occurs in Cuba. New Disease Reports. 17: 32.
- Prasanth, RH; Naik, ST. 2010. Diversity of fungi in different teak ecosystems. Karnataka J. Agric. Sci., 23(2): 394-396

- Sharma, JK; Mohanan, C; Florence, EJM. 1985. Disease survey in nurseries and plantations of forest tree species grown en Kerala, India. Kerala Forest Res. Inst. 275 p.
- Sinclair, WA; Lyon, HH. 2005. Diseases of trees and shrubs. 2 ed. New York, US, Cornell University Press. 660 p.

Capítulo 9

Condiciones habilitadoras y barreras para el cultivo de la teca en América Latina



Capítulo 9

Condiciones habilitadoras y barreras para el cultivo de la teca en América

Ronnie de Camino
Jean Pierre Morales

Introducción

Debido a que tradicionalmente la prioridad ha sido la conservación, en las políticas y legislaciones forestales de los países de Latinoamérica no es fácil encontrar referencias a plantaciones. Solo en aquellos países en donde el enfoque es más productivo, está presente el tema de plantaciones. Aun así, no es usual que se delimite una política a una especie en particular; por esto, no es posible identificar una separación entre las plantaciones en general y las plantaciones de teca, en particular. Las condiciones habilitadoras (para que la actividad crezca) y las barreras (que inhiben el crecimiento de la actividad) son válidas para cualquier especie. En ese sentido, pareciera que lo que vale para el pino o el eucalipto, también es válido para teca, melina y otras especies forestales que se cultivan en plantaciones.

En relación con las condiciones biofísicas, las condiciones habilitadoras y barreras son claramente diferentes entre especies: lo que es un buen sitio para teca, no lo es para pino, y uno que funciona con melina, no necesariamente sirve para la caoba. Sin embargo, cuando nos referimos a los factores de política y legislación, institucionales, tenencia de la tierra, posibilidades de inversión, legalidad, costos de transacción y esquemas de incentivos, podemos usar ‘plantación’ como término genérico y ‘teca’ quizás para presentar ejemplos explicativos.

Para analizar las condiciones habilitadoras o las posibles barreras a la actividad forestal de plantaciones, en este capítulo nos basaremos en los pilares principales de la gobernanza desarrollados por FAO (2011), con el fin de analizar cómo la parte legal, institucional y de los actores interactúan para generar una buena gestión de los recursos forestales. Intencionalmente, algunos planteamientos se generalizan cuando tenemos la certeza de que existen diversidad de situaciones, actitudes y comportamientos políticos e institucionales. De esa forma se quiere provocar al lector para que verifique

si las barreras y condiciones habilitadoras que se discuten son también válidas en su contexto en particular.

Antecedentes del desarrollo forestal de América Latina

El sesgo agroexportador de las políticas en la mayoría de los países de la región no ha fomentado la formación de una cultura forestal; los incipientes actores del sector desprovistos de apoyo tienen serias carencias, como poca capacidad de negociación política, debilidad institucional en la coordinación y ejecución de las políticas y visiones no compartida entre todos los actores. Asimismo, no hay coincidencia entre las agendas nacionales e internacionales que trabajan en el sector, ni se dan condiciones estructurales adecuadas para el desarrollo del sector (Segura et ál. 1997).

Aunado a esto, las crisis económicas disminuyeron las posibilidades de los gobiernos de la región para desarrollar instituciones que cubrieran las necesidades de sus usuarios y que realizaran las funciones de fiscalización y vigilancia en el cumplimiento de las leyes. Se generaron, así, instituciones forestales públicas débiles y trámites excesivos que propiciaron la corrupción.

Ante este panorama, era evidente la necesidad de fortalecer las capacidades y competencias del sector forestal (público y privado) para la implementación, evaluación y control de las políticas. Esto habría propiciado un mayor grado de satisfacción entre los diferentes actores del sector, producto de una mayor respuesta, agilidad y simplificación en los trámites de las instituciones a cargo. Si se logran cambios en esta línea, la actividad forestal podría incrementar sus aportes a la economía nacional.

En el Cuadro 9.1 se resumen las políticas forestales relacionadas con las plantaciones en los principales países productores de teca en Latinoamérica. Un común denominador es la promoción del establecimiento de plantaciones forestales, para lo que se requiere de un esfuerzo del Estado, pues con las plantaciones se busca, por una parte, garantizar una provisión estable de materia prima para la industria local y la exportación (caso de la teca) y, por otra, que la sociedad externe su necesidad de que se protejan los recursos boscosos (Bull et ál. 2006).

Cuadro 9.1. Temas relacionados con plantaciones en las políticas forestales de algunos países latinoamericanos

País	Temas relevantes en la política
México	Fomento de las plantaciones forestales comerciales entre el Estado Federal y los gobiernos locales; creación de un sistema de incentivos (Prodeplan).
Guatemala	Promoción de las plantaciones, mercados financieros, industrialización, regeneración por medio de plantaciones, modernización de tecnología y generación de espacios degradados. Creación del Pinfor y Pinpep para el fomento de las plantaciones forestales.
Nicaragua	Promoción
Costa Rica	Instrumentos financieros y mecanismos de investigación. Incentivos tipo subsidios y luego pago por servicios forestales, incluyendo plantaciones.
Panamá	Aumento de la superficie forestada, fomento de plantaciones, mejoramiento del clima de negocios, investigación. El sistema de incentivos para plantaciones fue interrumpido.
Ecuador	Incentivos, desregulación de procedimientos, promoción
Colombia	Fortalecimiento de la capacidad institucional y promoción del desarrollo tecnológico; seguro a las plantaciones

La tarea de promocionar un sector es realmente muy compleja por la cantidad y variedad de condiciones y grupos de interés que deben tenerse en cuenta. Esto significa una tarea titánica para cualquier Estado; por eso, es frecuente que las políticas se queden en el papel. En cuanto a las políticas y leyes forestales, otra preocupación son los sistemas de incentivos. Hay que evitar, a toda costa, los esquemas de subsidios que estuvieron vigentes en la década de 1980, los cuales permitieron lucrar con el subsidio y no realmente crear emprendimientos forestales estables (Cossalter y Pye-Smith 2003). Esto trajo en consecuencia el establecimiento de plantaciones en sitios inadecuados, con material genético de baja calidad y nulo o pobre mantenimiento.

Política, institucionalidad y marcos regulatorios

Las instituciones relacionadas con el sector forestal básicamente tienen el mandato de velar por dos elementos: la conservación del recurso y la producción de madera y otros productos y servicios de bosques y plantaciones. Cuando se revisan las políticas, leyes e institucionalidad vigente se evidencia la poca relevancia de las plantaciones, ya que todo el aparato gubernamental direcciona sus esfuerzos hacia el primer elemento: la conservación (FAO/OIMT 2006).

En esas condiciones, el desarrollo de plantaciones forestales es atendido solo a medias por el Estado, a pesar de que las plantaciones son una actividad netamente productiva, como cualquier otro producto agrícola. Sin embargo, la cantidad de regulaciones que se aplican a esta actividad es mucho mayor. Para la mayoría de los dueños de tierras con vocación forestal, es preferible dedicarlas a la actividad agropecuaria que a la forestal, ante la ausencia de capacidades técnicas y financieras para plantar y mantener un cultivo forestal de largo plazo. En consecuencia, el mayor crecimiento en el sector forestal corresponde a grandes empresas industriales o, como en el caso de la teca, a inversionistas extranjeros. Además, es frecuente que los inversionistas privados grandes prefieran no aprovechar los sistemas de incentivos, para reducir las obligaciones que las regulaciones de esos incentivos imponen.

Otra carencia que se manifiesta en la reforestación con especies como la teca es que no se considera la cadena completa; si bien la especie forma parte de las acciones de promoción a la reforestación, no se piensa en la madera como un producto de exportación. El fomento se queda, entonces, a nivel del sector primario si no se integra con los ministerios de economía y comercio del país.

La actividad de los promotores de inversiones en teca funciona sin regulación de ninguna especie; la mayoría de ellos no presentan ofertas claras, ocultan información de costos reales y sobrestiman los rendimientos y precios. Esta situación pone en desventaja a los potenciales clientes/inversionistas, que desconocen el desarrollo normal del negocio. En este sentido, **es fundamental institucionalizar, tanto en el ámbito nacional como internacional, un sistema de certificación de las propuestas de inversión en sus aspectos técnicos, económicos, financieros, ambientales y sociales.**

Por lo común, los proyectos de teca vienen de fuera del país y las comunidades aledañas no tienen mayor participación ni relación con ellos. Se pierde así una oportunidad para que los propietarios pequeños y medianos de tierras con vocación forestal en los alrededores se integren al negocio. A mediano plazo, la integración sería beneficiosa para grandes y pequeños productores, ya que se podría crear una “cuenca de abastecimiento”, en donde se dieran negociaciones conjuntas para la venta de la madera mediante un modelo de desarrollo de territorios y de responsabilidad social.

Asimismo, no existe una cultura de información al público local y al público en general sobre lo que las empresas hacen. Aun peor, hay un alto grado de secretismo en las empresas plantadoras de teca que creen que todo lo que hacen es único: no admiten

visitantes, no comparten experiencias, no buscan mercados de manera conjunta y, en consecuencia, dejan de aprovechar oportunidades. Esto se aprecia en varios rubros: costos, material genético, cifras de rendimiento, etc.¹.

Ante esta situación, es necesario que el Estado tome acciones en cuanto al tema de las plantaciones (FAO/OIMT 2006):

- Iniciar un proceso de priorización de acciones en las instituciones públicas. Se debe diseñar un sistema de seguimiento más estricto y eficiente de las iniciativas de reforestación en general y de teca en particular, y decidir cuáles sistemas de control se pueden delegar al sector privado (p.e., certificación forestal).
- Aumentar la capacidad del personal y apoyar con más tecnología para la detección y prevención de delitos. La cooperación de los colegios profesionales y las cámaras forestales es fundamental; en ambos gremios, el concepto de ÉTICA debe escribirse con mayúscula.
- Optimizar las relaciones entre las instituciones del Estado encargadas de los factores relacionados con las plantaciones como actividad comercial (asistencia técnica, procesamiento de permisos, información de mercado, etc.).
- Implementar sistemas similares a la certificación o sistemas de observancia civil en los que se involucre al sector privado en la tarea de hacer cumplir las leyes.

Uno de los aspectos que ha sido exitoso es la certificación en el ámbito de las plantaciones, lo que ha contribuido a ganar credibilidad, mercados legales y buenas relaciones con los vecinos. En el proceso de certificación FSC, los auditores podrían considerar como aspecto favorable, bajo el concepto de mejoramiento continuo, la inclusión de actividades conjuntas con propietarios pequeños y medianos en sus zonas de influencia. Sin embargo, en muchos casos, la certificación no entra en el análisis de las relaciones con otros propietarios forestales, ni de los complejos mecanismos financieros que utilizan los promotores de plantaciones de teca -la existencia de proyectos certificados que financieramente no son viables, o son incluso fraudulentos, es de todos conocida.

El sector privado bien puede asumir un rol importante en el sector forestal. En México, por ejemplo, con la aprobación de la Ley Forestal 1992, se abrió la posibilidad de que personas y entes privados pudieran brindar servicios técnicos forestales que hasta

¹ *Nota de los editores.* Este libro muestra que existe conocimiento convencional sobre el cultivo de la teca que se puede compartir ampliamente para que las empresas y plantadores tengan éxito y, con ello, prestigien la actividad y contribuyan a su desarrollo acelerado.

entonces estaban regulados por el Estado (FAO 2004). En línea con esto, países como Costa Rica, Ecuador y México han delegado funciones del Estado a nivel de la unidad de organización forestal. En Costa Rica, en los años 1990 se creó el primer sistema de regencia forestal, proceso que ha sido emulado por Ecuador, México y otros países. Sin embargo, el sistema de regencia no es ideal pues los profesionales que ejercen la función no dan necesariamente asistencia técnica a los reforestadores, sino que se limitan a ejercer la función de control delegada por el Estado.

Es necesario definir bajo qué conceptos se deben legislar las plantaciones ya que, como producto comercial, requieren de un marco jurídico que fomente la actividad sin olvidar los principios de la buena gobernanza forestal y los objetivos de conservación. La reforestación exitosa no solo beneficia a las empresas grandes, sino también a pequeños y medianos propietarios.

En términos de los beneficios ecológicos, es claro que una plantación es un mejor uso de suelo que cualquier otro monocultivo de carácter agrícola. Así, si un país desea que se genere una cultura forestal, se debe hacer una promoción real del sector, al estilo de los sectores agrícolas como el café o la caña, o pecuarios como el ganado vacuno. Esto amerita cambios en la legislación, para que realmente el sector perciba una promoción y un acompañamiento del Estado en las labores iniciales.

Barreras y condiciones habilitadoras

Las barreras a las que se enfrenta el sector forestal en el tema de plantaciones son de dos tipos; por un lado, se trata de una inversión que produce rentas de largo plazo y, por otro, los costos y beneficios de la cadena productiva se reparten de manera poco equitativa. Para la identificación de las variables habilitadoras y de las barreras se consultaron los esquemas propuestos por el Banco Mundial (WB 2009) y FAO (2011); esto porque se trata de visiones holísticas que tratan de abordar y sistematizar la gobernanza del sector forestal.

Planificación y toma de decisiones en el sector forestal

En esta sección se busca explorar el grado de transparencia, la rendición de cuentas y la inclusión de las instituciones claves en el proceso de gobernanza del sector forestal. La idea es analizar procesos y operaciones de las instituciones públicas para decidir si este marco promueve la participación de los actores del sector y la rendición de cuentas de quienes toman las decisiones (FAO 2011).

Barreras

- Los marcos jurídicos que tienen injerencia en el sector forestal están fragmentados y regulan el mismo recurso desde perspectivas diferentes. Esto hace que se den traslapes entre leyes o reglamentos que generan trabas a la gestión del recurso forestal. Ante este escenario es importante optimizar las relaciones entre las instituciones con injerencia en el sector (FAO/OIMT 2006).
- El secretismo entre los productores fragmenta al sector y promueve condiciones para la corrupción y el fraude.
- La falta de control sobre las ofertas que aparecen en el internet para plantaciones forestales de teca sin los niveles mínimos de información para los inversionistas, abre el espacio para el engaño a los inversionistas pequeños y medianos.
- A pesar de la participación del sector privado nacional en las plantaciones forestales, este no ha logrado sentar a la mesa de negociación a las empresas de capital extranjero y, al final, ellas dominan la escena forestal.
- Si bien cada vez hay más sistemas de incentivos forestales, las plantaciones con especies introducidas, como la teca, y de carácter netamente comercial sufren fuertes presiones para que se excluyan de los esquemas de fomento.

Condiciones habilitadoras

- Un proceso de involucramiento del sector privado conlleva a un sistema de fiscalización más sencillo y transparente, ya que se limitan arbitrariedades de los funcionarios del Estado y se involucran actores externos a la gestión pública.
- La mayoría de los países cuentan con algún tipo de asociación que agrupa al sector forestal: el CNIF (Cámara Nacional de la Industria Forestal) en México, en Perú la CNF (Cámara Nacional Forestal), Asoteca (la Asociación Ecuatoriana de Productores de Teca y Maderas Tropicales) en Ecuador, en Colombia, la Asociación Forestal, Agrícola y Ganadera y SPF (la Sociedad de *Productores Forestales*), y la CCF (Cámara Costarricense Forestal) y la ONF (Oficina Nacional Forestal) en Costa Rica. Estas organizaciones representan los intereses del sector y tienen algún grado de intervención en los procesos de decisión del sector público.
- En algunos países ya se tienen sistemas de incentivos a la reforestación por medio de plantaciones forestales comerciales.

Entre los principios que deben estar presentes en cualquier proceso de toma de decisiones están la participación de los interesados, la transparencia y la rendición de cuentas; adicionalmente, es crucial que los actores del sector cuenten con capacidades para que puedan llevar a cabo las acciones que les faciliten su actividad (FAO 2011).

Elementos que componen la seguridad jurídica

López (2006) se refiere al término de seguridad jurídica desde dos perspectivas que realmente apuntan al problema del negocio forestal. La primera acepción se orienta por la teoría económica que se ha aplicado en los últimos 30 años: *“Cualquier plan de negocios aspira a que (i) el derecho imponga la menor cantidad posible de “costos” en la ejecución del mismo y a que (ii) el derecho minimice (dentro de lo posible) la distribución de ingresos a terceros que sean ajenos a los inversionistas originales. Un derecho diseñado con estas dos reglas generales genera confianza por parte del inversionista ya que evidentemente maximiza su ingreso. Bajo esta visión, la seguridad jurídica de la teoría económica está íntimamente relacionada con la maximización de las llamadas libertades económicas”*.

La segunda acepción es independiente del modelo económico: *“El principio de la seguridad jurídica en derecho exige únicamente que las normas actualmente vigentes sean estables en el tiempo y que los actores económicos puedan hacer predicciones más o menos firmes de cómo los tribunales resolverán sus disputas en caso de conflicto. Esta condición formal no exige, por tanto, que el sistema jurídico tenga que maximizar el ingreso de los inversionistas y de los emprendedores. La seguridad jurídica del derecho es agnóstica sobre el modelo económico que se implante en la sociedad.”*

En el contexto de este capítulo, estamos con la definición agnóstica en relación al modelo económico y, por lo tanto, un concepto válido para reforestadores grandes y pequeños, nacionales o extranjeros. La seguridad jurídica implica la certeza del derecho; en otras palabras, es el conocimiento cierto del derecho. Entonces, se tiene seguridad jurídica cuando el individuo conoce la legislación que regula su comportamiento en cierta actividad y le concede derechos y deberes que lo protegen; y cuando el sistema jurídico tiene procesos de elaboración, revisión y aplicación en forma transparente, consistente y eficaz de las leyes, normas y regulaciones, de manera que se garantice a quienes están involucrados en la cadena productiva forestal o en cualquier otro sector que no hay lugar para la discrecionalidad (Álvarez sf).

Hay seguridad jurídica cuando las instituciones públicas amplían su función facilitadora más allá del comando y el control. Lo anterior permitirá que los propietarios de terrenos tengan seguridad sobre sus derechos de pertenencia y uso de sus tierras, y que la aplicación de la ley se maneje bajo un concepto de desarrollo y de servicios a los actores del sector, con procesos ágiles que promuevan la inversión (Minaet 2011).

Las condiciones que impulsan la ilegalidad y la no inversión en la actividad forestal se relacionan estrechamente con la seguridad jurídica que las leyes del país ofrecen, como los sistemas de tenencia con vacíos legales e inconsistencias, los procedimientos extremadamente burocráticos, las leyes cuyos estándares son muy altos con respecto a la realidad nacional, las deficiencias en las normas y reglamentos jurídicos, la incertidumbre sobre el derecho a cosechar lo que se ha plantado. Un sistema jurídico que presenta este tipo de carencias genera dos tipos de comportamientos en el sector: que las personas que desean invertir en plantaciones se abstengan, y que quienes están invirtiendo busquen formas de evadir la ley, pues la ilegalidad ofrece alternativas más rentables que si se respetan todas las normas.

Para que brinde seguridad a los usuarios, un marco jurídico debe eliminar todas las contradicciones, los requisitos imposibles de cumplir, o que vayan en contra del ciclo del negocio. Estos procesos de simplificación de trámites son importantes para promover la inversión en un sector por parte de la sociedad civil nacional o extranjera; no obstante, se debe aclarar que la simplificación no significa desregulación. Hasta el momento, ya se han dado diversos esfuerzos para simplificar las leyes, procedimientos y normas técnicas para facilitar el manejo forestal e, indirectamente, mejorar la seguridad jurídica, pero con éxito variado (Navarro 2008, Orozco 2004, FAO/OIMT 2006).

Antes de hacer reformas a las leyes o reglamentos para que sirvan de marco habilitador al sector, se deben hacer estudios que muestren los efectos reales en aspectos financieros, técnicos y de gestión de las normativas vigentes en los distintos actores del sector. Cuando se logra racionalizar los marcos jurídicos a las realidades nacionales, los incentivos pueden alentar a los actores forestales a cumplir con las leyes (este punto se ampliará en la sección siguiente de este capítulo). En el caso de las plantaciones forestales, con largos plazos de retorno, un esquema de incentivos consistente que facilite trámites y reduzca costos de transacción haría que el proceso para el cumplimiento de la ley sea más fluido.

Los efectos de un marco jurídico en los diferentes actores es otro aspecto a tomar en cuenta en la reforma o adecuación de leyes. Para un pequeño o mediano productor, los cambios en una ley pueden afectar sus medios de vida, ya que este tipo de productor por lo general está más integrado en la comunidad y su actividad económica principal no es la forestal. Un posible resultado del cambio es que el productor decida no replantar o cortar antes de que finalice el ciclo de la plantación, debido a que las

nuevas regulaciones les hacen perder la rentabilidad de su proyecto². Esto sucede por la inexistencia de regulaciones diferenciadas según las características de los actores en cuanto a tamaño de propiedad, propósitos de la reforestación, etc.

Así las cosas, los gobiernos que deseen brindar seguridad jurídica a la promoción del crecimiento forestal bajo el marco de las leyes deben construir esquemas regulatorios que consideren la transparencia y la rendición de cuentas, y se apoyen en las estructuras internacionales, como sistemas de certificación y otras iniciativas, para limitar el accionar de los operadores ilegales. Es claro que para lograr lo anterior, la legislación relacionada debe ser sólida y coherente; estas son condiciones indispensables para la elaboración de una ley clara, transparente y racional (FAO/OIMT 2006). En este sentido, nos atrevemos a afirmar que la mayoría de las leyes y reglamentos forestales de los países de la región latinoamericana requieren de revisiones profundas.

En síntesis, según FAO/OIMT (2006), para que un código o un marco jurídico que regule la actividad del sector forestal se convierta en un marco habilitador debe contar con:

- Estudios de las causas del incumplimiento de la ley para sustentar las reformas.
- Mayor claridad, transparencia y coherencia de las leyes forestales, para que esta sea una legislación sencilla y sin ambigüedades, y se minimicen las facultades discrecionales de los funcionarios públicos.
- Un sistema participativo que asegure la transparencia, equidad y la minimización o eliminación de los aspectos negativos (corrupción, grupos de poder e ineficiencia).
- Mecanismos que aseguren la coherencia de la ley para evitar traslajos entre leyes.
- La simplificación de procedimientos y reglamentos como forma de minimizar la burocracia.
- Una clarificación de los derechos de propiedad sobre los terrenos forestales, con el fin de garantizar la rendición de cuentas.
- La formación de nexos intersectoriales para generar un sistema de apoyo que facilite una visión global del quehacer forestal.
- Mecanismos que aseguren que las operaciones dentro del marco legal ganen competitividad y rentabilidad, para desincentivar las operaciones ilegales.
- Independencia del poder judicial y transparencia en sus procedimientos.

² *Nota de los editores.* No pretendemos impulsar una visión economicista, sino una estrategia que incorpore el mejoramiento de los medios de vida de los propietarios de tierras forestales, junto con la provisión de beneficios ambientales y sociales por medio de plantaciones bien hechas.

En los países de Latinoamérica, en general los actores del sector forestal ven la necesidad urgente de cambiar leyes y políticas forestales hacia códigos que se negocien a partir de procesos más participativos, donde primen principios de transparencia, participación y equidad, y realmente se regule en bienestar del sector (Recuadro 9.1).

Puesta en práctica, cumplimiento y aplicación

El análisis de todo el sistema desde las políticas, el marco legal, la institucionalidad y las estructuras reglamentarias que se están aplicando pasa por dar énfasis no solo a los aspectos de conservación de la naturaleza y el cumplimiento de regulaciones técnicas razonables, sino también por observar normas y principios robustos de eficiencia, eficacia y equidad en la implementación.

Recuadro 9.1

La situación del sector forestal y reformas a la legislación forestal de Panamá

En el 2008 se planteó la necesidad de hacer un taller para analizar la problemática que enfrenta el sector forestal en Panamá, e identificar y proponer acciones técnicas y legales que contribuyan al desarrollo y crecimiento sostenido del sector. Al evento asistieron 52 representantes de 23 instituciones.

El sentir general sobre el sector forestal por parte de los participantes se puede resumir así:

- Ausencia de incentivos para la inversión forestal, sobre todo para que se compensen una serie de costos que son generados por los procedimientos legales impuestos y los costos altos en el transporte por la carencia de infraestructura vial.
- Poca autonomía de los entes relacionados con el sector forestal como el Dpto. de Desarrollo y Manejo Forestal cuya dualidad de funciones dificulta su accionar.
- Gran cantidad de trámites y normas legales que inciden en el tiempo (y por ende en los costos) que tarda la aprobación de un proyecto.
- La ambigüedad de la legislación ha originado una serie de trámites discrecionales que no están fundamentados en la ley, pero que son exigidos.

Para que la ley se convierta en un medio que permita alcanzar mejores resultados para el sector forestal, los participantes recomendaron acciones a corto plazo:

- Las reformas o modificaciones a la ley deben darse en un contexto participativo con todos los actores del sector forestal.
- Los trámites requeridos deben simplificarse y agilizarse.
- Algunos puntos de la ley ya están obsoletos, por lo que deben eliminarse.

- Los funcionarios públicos relacionados con el sector forestal deben ser más capacitados.

Nueva visión del sector forestal en Panamá:

- El sector debe contribuir al desarrollo del país.
- Se debe incentivar y facilitar el manejo de los bosques, recuperar tierras con potencial forestal mediante plantaciones y agregar valor y calidad a los productos comerciales.
- El Estado debe garantizar la actividad reguladora para asegurar la competitividad del sector forestal.
- El sector privado debe realizar acciones solidariamente responsables en las actividades de manejo.

Fuente: ANAM-USAID/CBC-UE/WWF (2008)

Barreras

- En la mayoría de los países de Latinoamérica hay cambios frecuentes en la dirigencia de las instituciones públicas, lo cual impide un proceso continuo en el tratamiento de los temas forestales; lo mismo sucede con las empresas creadas a partir de esquemas especulativos. Bajo este contexto es difícil generar una masa crítica y estable de capital humano que vele correctamente por los intereses del sector productor de teca.
- Los funcionarios del Estado asumen el papel poco grato, pero más fácil, de imponer las normativas de comando y control. No se tiene en cuenta que en cualquier actividad económica –y, desde luego, la forestal es una de ellas; los procesos burocráticos de larga duración hacen perder el momento del negocio a los productores.
- Uno de los pilares de la buena gobernanza forestal son los procesos participativos aunque, si bien algunas de las legislaciones promueven estos espacios, no van a ser eficientes hasta que el sector forestal no se capacite para que pueda tener una representación que realice propuestas concretas y consensuadas.
- Aunque es importante contar con instituciones que representen los intereses del sector forestal privado y comunitario, en ocasiones se limitan a proteger intereses puntuales y no ven la importancia ni participan en las mesas de negociación más amplias, incluyendo la formulación de políticas y propuestas de leyes y reglamentos en sentido amplio.

Condiciones habilitadoras

- Una autoridad forestal con estructura autónoma y, por lo tanto, con más independencia política. Muchos de los países en lo que se ha avanzado más en el tema de reforestación tienen autoridades forestales consolidadas y mecanismos de incentivos y de apoyo técnico muy claros. Esto sucede en Guatemala con el INAB, encargado de fomentar las plantaciones forestales y el manejo de bosques (de Camino y Breitling 2008). En Costa Rica, el Fondo Nacional de Inversiones Forestales (Fonafifo) opera en acuerdos directos con los dueños de bosques y terrenos forestales (Fonafifo 2005). En Chile se han dado avances sustantivos en reforestación; allí, el Instituto Forestal hace investigación orientada hacia los productores privados y reforestadores. En general, las empresas forestales grandes no tienen mayores problemas pues por lo general trabajan sin subsidios y en esa medida no tienen compromisos fuertes con el Estado. Para los pequeños propietarios, que normalmente requieren de subsidios, la existencia de organizaciones fuertes del Estado es mucho más importante.
- Juntas directivas balanceadas entre los grupos de actores. Para que las políticas forestales funcionen, así como la aplicación de sus herramientas, es importante que exista un balance de poder en las instancias de Gobierno de los entes ejecutores de las políticas. Esto quiere decir que es positivo y habilitador, cuando los empresarios, los medianos y pequeños propietarios y los gremios profesionales, ONG y organizaciones comunitarias están representadas. Para mantener el sentido de realidad en las decisiones que se toman, también es importante que en las juntas directivas de las empresas promotoras de teca, normalmente extranjeras, haya miembros del país en donde se establecen las plantaciones.
- Funcionarios de carrera. Tanto en las autoridades forestales como en las empresas, asociaciones de productores y propietarios es conveniente la continuidad de las personas, para que se cree escuela, excelencia y visión a largo plazo. Esto, sin embargo, implica que las organizaciones deben ofrecer condiciones que permitan hacer carrera y así la experiencia se acumule y se comparta.
- Fomento a la participación de los actores reforestadores y de los actores comunales. Una política forestal implica no solamente plantar árboles. Ellos pueden ser un eje (y probablemente importante, según el valor de la especie), a partir del cual, la autoridad forestal actúe como facilitador para que los actores locales (dueños de viveros, de maquinaria, de tierra, técnicos) participen en encuentros periódicos que mejoren el intercambio de conocimiento, las tecnologías, el acceso al mercado y la información en general. Uno de

los espacios a impulsar son las instancias de diálogo efectivo (comités de conservación, mesas de concertación, etc.)

Calidad de la administración forestal

Barreras

- El tamaño de la administración no es adecuado para la dimensión de las tareas. Desde la época de los planes de ajuste estructural, las instituciones forestales se han ido reduciendo y no tienen personal técnico para las actividades de fomento de las plantaciones y del manejo forestal. Incluso, en muchos países la mayor proporción del personal se concentra en torno a las áreas protegidas y las tareas de conservación, pero no en los sitios mismos sino en las ciudades capitales; el escaso presupuesto y la falta de medios les impide desplazarse regularmente al campo.
- Los regentes forestales no tienen, entre sus tareas principales, la asistencia técnica a los propietarios sino, más bien, las funciones de monitoreo y control que debieran ejercer los funcionarios de la autoridad forestal. Los propietarios pagan al regente para que los controle, lo que supone una contradicción fundamental.
- Muchas de las carencias en la autoridad forestal nacional atentan contra su eficiencia: mala dotación de equipos tanto informáticos como de medición; funcionarios mal pagados, sin seguridad laboral y por lo tanto susceptibles a ser corrompidos; carencia de sistemas eficientes de promoción y compensación; falta del instrumental adecuado para el monitoreo eficiente; valoración y prestigio social.
- No existe cultura de servicio, sino más bien de comando y control -los funcionarios no son realmente servidores públicos. Esa actitud crea un clima de desconfianza entre propietarios y funcionarios, pues los primeros no se sienten recompensados en sus esfuerzos por hacer un buen manejo de sus plantaciones. La réplica de esta actitud es un ambiente de falta de gobernanza en que los permisos no son procedimientos regulares y rutinarios, sino sujetos a la discrecionalidad de los funcionarios y por ende de la Organización Forestal del Estado

Condiciones habilitadoras

Una adecuada conformación institucional para quienes reforestan con teca y otras especies (y en general para un sector forestal dinámico y que aporta social, económica y ambientalmente a la sociedad) tiene una serie de características importantes:

- Los funcionarios cuentan con facilidades en equipo, instrumental y presupuesto para hacer eficientemente su tarea y promover la reforestación. Los funcionarios no tienen prejuicios con los monocultivos, ni con la reforestación y más bien tratan de que en sus distritos se conserven y manejen los bosques naturales y secundarios, se planten los terrenos degradados y deforestados. Esto se logra con una actitud funcionaria de servicio al cliente y con una comprensión cabal de lo que es conservación y ambientalismo bien informado.
- Regentes eficientes asesoran a los reforestadores y no son simples delegados de la autoridad forestal. Estos regentes se actualizan, capacitan y tienden a desarrollar forestería de alto nivel técnico apoyada en los últimos conocimientos científicos.
- El empoderamiento de los funcionarios locales de la autoridad forestal, por medio de la descentralización del poder de decisión, mejora la eficiencia en tiempo y costos de las actividades de reforestación, al estar situados en las cercanías de donde ocurren las operaciones de reforestación y manejo forestal.
- La descentralización efectiva supone un reconocimiento de la carrera funcionaria en terreno, con una ponderación especial para fomentar la permanencia en zonas rurales.
- Los funcionarios de la autoridad forestal deben estar capacitados en atención al cliente y en vocación de servicio público.

Este conjunto de condiciones habilitadoras deberían propiciar una administración forestal de calidad, favorable al desarrollo de un capital importante de plantaciones forestales con especies de valor.

Coherencia entre la legislación forestal y el imperio de la ley

Barreras

- La ley no se cumple por falta de capacidad de monitoreo. La dimensión de la autoridad forestal es muy reducida y el sistema de regencias no ha sido bien concebido. Los Estados deben propiciar mecanismos de observancia de la ley con fuerte involucramiento de la sociedad civil.
- La ley impone costos de transacción muy altos que se transforman en costos mayores por demoras en los servicios y en la ejecución de las inversiones y por la reducción de las superficies disponibles para la reforestación y el manejo forestal. Los costos de transacción operan como impuestos, pues incrementan los costos al tener que contratarse servicios adicionales.
- Funcionarios corruptos y empresarios y propietarios corruptores hacen que

las operaciones legales sean poco competitivas. La corrupción, transformada en soborno, es un costo de transacción adicional. Con frecuencia se acusa a los funcionarios de corruptos y se ignora la acción de los corruptores (propietarios, promotores de inversiones, intermediarios operacionales).

- Discrecionalidad política y funcionaria en la aplicación de la ley y los reglamentos, incluyendo la asignación de incentivos. Esto tiene relación con algo que ya se mencionó: los funcionarios no son promotores sino fiscalizadores de la actividad forestal y con frecuencia tienen prejuicios ambientalistas en contra de las plantaciones forestales, especialmente si se trata de especies exóticas. Esto se traduce en actitudes negativas que en la práctica generan una veda administrativa. La situación ha llegado a ser tan extrema que a los forestales les asusta el aprovechamiento de madera.

Condiciones habilitadoras

- La política, junto con las leyes y reglamentos, marcan las prioridades del desarrollo forestal a través de mecanismos y herramientas. Ciertos países gozan de condiciones de fomento claras, aceptables y competitivas para las plantaciones forestales. Guatemala, Costa Rica, Brasil y Chile han logrado establecer superficies grandes de reforestación, ya sea mediante la regeneración del bosque o plantaciones de especies como la teca³.
- Un programa de reforestación no funciona si no se tienen funcionarios que apliquen exactamente el mismo criterio y tomen la misma decisión frente a situaciones similares –solo así aumenta la transparencia y se reduce la discrecionalidad. Además, los funcionarios deben ser expeditos en el cumplimiento de sus labores (trámite de permisos, visitas de campo, resoluciones en tiempos prudenciales, etc.). Para que todo esto suceda se requiere un proceso largo de cambio de cultura institucional.

Eficiencia económica, equidad e incentivos

Uno de los principales retos de la actividad forestal es el horizonte de inversión a largo plazo, lo cual la vuelve prohibitiva para la mayoría de propietarios rurales de Latinoamérica. Una de las variables que influyen en la decisión de emprender un proyecto forestal es la estructura del flujo de caja, con largos períodos de desembolso

³ *Nota de los editores.* El fomento de la reforestación en gran escala implica, desde luego, que se deben tomar previsiones para incrementar los impactos positivos y reducir o eliminar los impactos negativos de las plantaciones a gran escala. En muchos países ha habido una gran concentración de poder e, incluso, una distribución regresiva de los ingresos generados, por falta de políticas serias, consecuentes y proporcionales a la magnitud de la responsabilidad social corporativa.

y pocos y tardíos momentos de beneficio neto (tradicionalmente la cosecha final). Por esto, es necesario que los gobiernos y otras entidades promuevan sistemas de créditos blandos para productores forestales (Siregar et ál. 2006).

Barreras

- Plantaciones financiadas con incentivos mal diseñados que no motivan al productor o promueven abusos. Cuando se ofrecen incentivos indiscriminados, la reforestación se hace por interés en el incentivo (el subsidio, la reducción o eliminación de impuestos), más que por interés en la actividad forestal; muchas veces las plantaciones así generadas no reciben posteriormente ningún manejo forestal pues el incentivo no cubre las primeras prácticas silvícolas, como podas y raleos (Cossalter y Pye-Smith 2003).
- La legislación actual del sector forestal no considera aspectos de la promoción del negocio; por ejemplo, no se regulan las modalidades de venta de las plantaciones (venta de acciones, venta de hectáreas o de árboles individuales).
- La mayoría de los marcos legales actuales no logran sentar responsabilidades por negocios inadecuadamente planteados, tanto para los financiados por grupos externos, como los que reciben ayudas de programas de incentivos.
- Los primeros sistemas de incentivos basados en exenciones o reducción de impuestos sobre la renta, o bien subsidios en efectivo, concentran poder y oportunidades en un solo grupo de actores: los dueños de capital y de tierras.
- No existen sistemas de información que permitan localizar eficientemente los profesionales más indicados para cada tarea.

Condiciones habilitadoras

Para un mejoramiento de las condiciones económicas y de equidad se requiere de incentivos cuidadosamente diseñados que permitan valorizar el capital ‘tierra’ disponible para buenas plantaciones forestales de teca y otras especies.

- Incentivos basados en análisis financieros realistas y con buena información. Un incentivo debe tener en cuenta los costos reales de las actividades a fomentar, el potencial de generación de renta y la realidad económica y social de los posibles beneficiarios.
- Los sistemas de subsidios o incentivos se deben plantear como un primer paso para abrir espacio a la introducción del capital privado y así generar un cambio paulatino del flujo de fondos de quien financia al sector: del Estado a propietarios

privados; del financiamiento total, pasando por el costo compartido hasta el uso del sistema bancario tradicional. Algunos ejemplos de esto se han dado en Chile, Nueva Zelanda y Australia (Wunder 1994).

- Otras funciones de los sistemas de incentivos son: cambiar la concepción de los agricultores hacia las plantaciones forestales, incrementar la tasa de retorno, reducir el riesgo, reducir el problema del flujo de caja, generar una masa crítica de productores e impulsar los procesos de industrialización, inteligencia de mercado y comercialización de productos (Beattie 1995, McGaughey y Gregersen 1988).
- La información de las proyecciones de los proyectos de reforestación deberían estar reguladas o revisadas (certificadas) por algún ente, para que se verifiquen los supuestos con que se construyen.
- Los procesos del ordenamiento forestal y otras medidas, como los incentivos, deberían direccionar los esfuerzos de plantación en los terrenos más adecuados para cada especie. Es decir, no se debería dar incentivos a especies fuera de sus condiciones ecológicas necesarias y suficientes.
- El encadenamiento de los productores de diferentes escalas lleva a una adecuada combinación entre autoabastecimiento y abastecimiento a terceros, que diversifica las fuentes de materia prima y distribuye riqueza en determinados paisajes.
- La asistencia técnica de la mejor calidad posible a todo tipo de propietarios. En ese sentido, hay muchos arreglos de tipo público/privado que pueden facilitar la asistencia técnica.
- La integración horizontal y vertical de propietarios y operadores industriales, con el fin de llegar a acuerdos de precios favorables para todos. En el mercado de la teca, los pequeños propietarios son muy vulnerables a los compradores externos (India, China, Vietnam, intermediarios europeos, etc.). Si hubiera una mayor cohesión, todos se beneficiarían con un mercado creciente y rentable.

En conclusión

Es necesario cambiar la forma en que se ha promovido el desarrollo del sector forestal en los países latinoamericanos: de arriba hacia abajo. Los principios de la buena gobernanza van encaminados a promover un desarrollo más participativo, donde las comunidades y sectores involucrados proponen, generan y crean sus sistemas institucionales hasta llegar al Estado (de abajo hacia arriba); sin embargo, hay que tener conciencia de que se trata de un proceso a largo plazo. Por tal motivo, se hace necesario que el proceso sea “acompañado”, para lograr una administración pública eficiente, que emprenda acciones que impliquen poco costo, sin que esto conlleve a

procesos de desregulación irresponsable y consecuente corrupción. El hilo conductor de estos cambios debería ser el desarrollo de la institucionalidad en el sector público, privado, de ONG, gremios y comunidades.

Referencias

- Álvarez, N. sf. Aspectos meta jurídicos de la seguridad jurídica (Síntesis de una visión crítica), Alcalá de Henares, España, Universidad de Alcalá. 20 p. Disponible en <http://dspace.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/1255/ASPECTOS%20METAJUR%20C3%8DDICOS%20DE%20LA%20SEGURIDAD%20JUR%20C3%8DDICA%20-%202008.pdf?sequence=1>
- ANAM-USAID/CBC-UE/WWF. 2008. Seminario Taller “Situación del sector Forestal en Panamá“. 23 y 24 de octubre. 25 p. Disponible en: www.usaid.gov/.../Memoria%20Taller%20Normativa%20y%20Proced%20%20Secto.
- Beattie, W. 1995. The Forestry Sector in Chile. Paper Presented at a Workshop on the Use of Financial Incentives for Industrial Forest Plantations (January, 19, Inter-American Development Bank, Washington, DC). P. 24-26. Disponible en <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=1441368>
- Bull, G; Bazett, M; Schwabb, O; Nilsson, S; White, A; Manginnis, S. 2006. Industrial forest plantation subsidies: impacts and implications. *Forest Policy and Economics* 9: 13-31.
- Cossalter, C; Pye-Smith, C. 2003. Fast-wood forestry: myths and realities. Jakarta, Indonesia, Cifor.
- De Camino, R; Breitling, J. (Facilitadores). 2008. El cambio es posible: 20 años de experiencias innovadoras en los recursos naturales en Guatemala. San José, Costa Rica, Upaz. 182 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2004. Estado y tendencias de la ordenación forestal en 17 países de América Latina. Informe preparado para FAO por Consultores Forestales Asociados de Honduras (FORESTA). Roma, Italia, FAO. Documentos de Trabajo sobre Ordenación Forestal FM/26. Consultado abril 2012. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/008/j2628s/J2628S00.htm#TopOfPage>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011. Framework for assessing and monitoring forest governance. Rome, Italy. 36 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); OIMT (Organización Internacional de las Maderas Tropicales). 2006. Las mejores prácticas para fomentar la observancia de la ley en el sector forestal. Roma, Italia. 121p.

- Fonafifo (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal). 2005. Fonafifo: más de una década de acción. 70 p. Disponible en http://www.fonafifo.com/paginas_espanol/noticias/FBS/UnadecadadeAccion.pdf
- López, D. 2006. ¿Qué es la seguridad jurídica? Bogotá, Colombia, Centro de Estudios de Derecho, Justicia y Sociedad. 2 p. Disponible en http://www.dejusticia.org/index.php?modo=interna&tema=cultura_juridica_y_educacion&publicacion=382
- McGaughey, SE; Gregersen, HM. 1988. Investment policies and financing mechanisms for sustainable forest development. Washington, D.C., Inter-American Development Bank.
- Minaet (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, CR). 2011. Plan nacional de desarrollo forestal 2011- 2020. 60 p. Disponible en http://www.google.co.cr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=2&ved=0CCMQFjAB&url=http%3A%2F%2Ffinfor.catie.ac.cr%2Fadmin%2Fdocuments%2F47&ei=k1vpUJ7tEpSC9gTlzYDYCg&usg=AFQjC-NEN3V-9OoSmeHvfPMeJweQR4PvOqg&sig2=Mb-jVUKT97_PJ6zdhG-o7
- Navarro, G. 2008. Evaluación del sistema administrativo para acceso al uso legal del recurso y propuesta conceptual de simplificación de trámites de permisos forestales para el sistema de verificación de la legalidad del sector forestal en Nicaragua. GTZ, UE, VERIFOR, CATIE, BM. 114 p. Disponible en <http://masrenace.wikispaces.com/file/view/Verificaci%C3%B3n+Forestal+Nicaragua+06.2008.pdf>
- Orozco, L. 2004. (ed.). Planificación del manejo diversificado de bosques latifoliados húmedos tropicales. Turrialba, Costa Rica, IPFE/CATIE. 329 p. (Serie Técnica. Manual Técnico no. 56).
- Segura, O; Kaimowitz, D; Rodríguez, J. 1997. Políticas forestales en Centroamérica: análisis de las restricciones para el desarrollo del sector forestal. IICA-Holanda MADERAS C.A., CCAB-AP, Frontera Agrícola. 348 p.
- Siregar, U; Rachmi, A; Massijaya, M; Ishibashi, N; Ando, K. 2006. Economic analysis of sengon (*Paraserianthes falcataria*) community forest plantation, a fast growing species in East Java, Indonesia. Darmaga, Indonesia, Bogor Agricultural University. 12 p.
- World Bank. 2009. Roots for good forest outcomes: an analytical framework for governance reforms. Washington, D.C. 64 p.
- Wunder, S. 1994. Quantitative effects of the Chilean forestry promotion law. Valparaíso, Chile, Ibanez University/ Inter-American Development Bank.



Capítulo 10

Argumentos ambientalistas en
relación con las plantaciones de
teca



Capítulo 10

Argumentos ambientalistas en relación con las plantaciones de teca

Braulio Vílchez
Ricardo Luján

Introducción

Cuando hablamos de argumentos ambientalistas en relación con un uso del suelo debemos considerar varios aspectos:

- Cuando se compara un uso de la tierra, ya sea agrícola, forestal, ganadero o minero, la comparación debe ser hecha a partir de un uso de referencia (uso alternativo).
- El uso alternativo debe fijarse en términos realistas; es decir, el uso que se daría a la tierra si se deja de hacer lo que actualmente se está haciendo.
- Para que las comparaciones sean válidas, ambos usos deben tener factores en común.

Una operación ganadera, por ejemplo, difícilmente es comparable con el bosque natural original si no existe la posibilidad que la tierra retorne a ese uso. Lo mismo sucede con una plantación forestal. Tampoco hace sentido comparar sistemas desarrollados con sistemas en formación: por ejemplo, un suelo de pastizales bien manejados, maduros, con un suelo con un largo uso como pastizal y que recientemente se ha transformado a plantación forestal.

Con frecuencia se comparan los parámetros ambientales de una plantación forestal (por ejemplo de teca) con el bosque primario tropical estacional que en algún momento existió allí, lo cual no es el uso alternativo real.

El concepto filosófico clásico de 'biodiversidad' considera la variabilidad natural existente entre los organismos vivos de toda procedencia, tanto terrestres como acuáticos, así como los complejos ecológicos de los cuales forman parte. En cualquier emprendimiento forestal se deben considerar las interrelaciones tanto dentro como entre las especies y los ecosistemas pertinentes (CDB 1992).

Desde hace ya un par de décadas se ha venido dando una polémica entre grupos en favor y en contra de las plantaciones forestales (incluyendo especialmente especies de pino y eucalipto, melina y teca). Se han discutido incansablemente los impactos ambientales, sociales y económicos que ellas provocan. Esta polémica se refleja en muchos documentos sobre el tema, no solo respecto a la biodiversidad, sino a muchas otras variables del ambiente, como el agua, la estabilidad de los suelos, el presupuesto de carbono, el paisaje, etc. (Magginis et ál. 2006, de Camino y Budowski 1993, de Camino 2007, Carrere y Castro 2008, Pérez 1997, Wornwald 1995). Algunos de los autores mencionados consideran que las plantaciones benefician el equilibrio ecológico al producir madera en grandes cantidades homogéneas que, a la vez, colaboran con la conservación de suelos y específicamente, con la calidad del agua al evitar la erosión, mantener o mejorar la conectividad en el paisaje y funcionar como secuestradores de carbono.

Autores como Bremer y Farley (2010), por el contrario, consideran que las plantaciones forestales reducen drásticamente la capacidad de manutención natural de la biodiversidad vegetal y faunística; dichos autores van más allá al afirmar que las plantaciones, junto con los grandes cultivos agrícolas y la ganadería, son desiertos verdes. Consideremos por ejemplo, un área de 500 hectáreas plantada con teca y otra área similar plantada con caña de azúcar. ¿Será que el área agrícola mantendrá una mayor y significativa diversidad biológica? Esa es una pregunta fundamental para aclarar esta disyuntiva. De Camino (2007) sostiene que hay buenas y malas prácticas, tanto en la agricultura como en la ganadería, en el manejo y protección de bosques naturales y en las plantaciones forestales, y que los impactos dependen de esas prácticas. También sostiene que una plantación forestal solo se puede comparar con su uso alternativo, y no con el ideal del bosque húmedo tropical, pues difícilmente el área convertida volverá a su uso original. Por lo tanto, no es válida la comparación entre la diversidad de los bosques naturales con las plantaciones; en cambio, sería más lógico hacer la comparación con la biodiversidad de la agricultura, la ganadería y el uso urbano.

Los índices de medidas universales de diversidad usadas por Bremer y Farley (2010) y Tangmitcharoen et ál. (2006) consideran la riqueza de la diversidad como la cantidad de especies diferentes y el número acumulado presentes en determinado lugar y momento específico. Desde el punto de vista de la diversidad de árboles por unidad de área, los bosques naturales y las plantaciones evidentemente no pueden ser comparables. En este sentido, no puede darse una simple comparación de las densidades poblacionales

de un bosque natural y una plantación para calcular sus correspondientes índices de diversidad, toda vez que se trata de fito-fisionomías en ecosistemas distintos y cuyas disyuntivas de ocupación estructural son antagónicas.

Las plantaciones mantienen en su hábitat natural un número muy reducido de especies vegetales y, en consecuencia, probablemente una pequeña cantidad de especies faunísticas¹. Normalmente, las plantaciones forestales por unidad de área son sembradas de manera intensiva con el objetivo específico de producir madera en cantidad suficiente y constante de una sola especie o un par de ellas; por lo tanto, no son biodiversas en especies forestales. Sin embargo, en esas drásticas circunstancias las plantaciones forestales son lugares de cobertura vegetal que ciertamente colaboran con los ciclos de vida de diversos organismos biológicos. Y si se considera la biodiversidad a nivel de la finca, la situación cambia pues en toda plantación hay áreas de reserva natural voluntaria y legal (cursos de agua).



Figura 10.1. Estrato vertical de un bosque natural (izquierda) y de una plantación forestal (derecha).
Fotos Braulio Vílchez

Efectos de las plantaciones de teca

A continuación se detallan los efectos que provocan las plantaciones de teca en los diversos componentes del entorno.

Paisaje

En el paisaje forestal de América Latina, los parches de bosque tropical se enmarcan en territorios fragmentados con tamaños, formas, distancias y longitudes de bordes en

¹ *Nota de los editores.* Sin embargo, muchas especies de la fauna viven en un paisaje que tiene diferentes tipos de uso de la tierra y el animal se desplaza a través de ellos para desarrollar funciones biológicas y ecológicas diferentes.

distintos grados de interrelación con áreas agrícolas, ganaderas, plantaciones forestales. Estos mosaicos de uso del suelo contribuyen a los movimientos de especies residentes y migratorias, así como también al mantenimiento de los servicios ecosistémicos (agua, sumideros de carbono) y pudieran ser de importancia para los programas nacionales de mitigación de los efectos del cambio climático.

El paisaje actual no es el producto natural de la biogeografía ni de la evolución. Los bosques naturales tuvieron millones de años para llegar al clímax de su desarrollo, mientras que las plantaciones están y fueron ordenadas como unidades menores en cuanto al área, tiempo y cosecha. Actualmente el paisaje forestal y la biodiversidad integrada en él pueden ser mensurables. Las técnicas pertinentes calculan los usos de suelo, la densidad de parches (especialmente en paisajes fragmentados), el tamaño y longitud del borde, su conectividad entremezclada, la yuxtaposición y la intrínseca diversidad biológica del paisaje. Las comprobaciones de campo de esas características adquieren fundamental connotación para la correcta evaluación de los efectos en la biodiversidad, su composición y de la dinámica de movimiento de las especies vegetales y animales.

Las plantaciones forestales suelen funcionar como corredores ecológicos para la conectividad biológica de las especies. Trabajos realizados por Alvarado (2002), Marín (2003) y Carrillo (2009) registran la ocurrencia de especies resilientes de plantas y animales, nativas y migratorias, clasificadas como especies generalistas de bosques naturales o disturbados, bosques ribereños y humedales. Las plantaciones forestales sirven como percha, refugio temporal, o de paso hacia bosques naturales. En esa concepción, varias empresas de plantaciones forestales mantienen fragmentos intactos de bosques naturales con la intención de colaborar con la manutención de la diversidad biológica².

En la matriz de uso del suelo, la riqueza biológica de una plantación forestal se deriva, al igual que en la agricultura tradicional, de un área de terreno que se dedica a la siembra, cultivo y cosecha de árboles perennes que viven años y que, como en el caso de las plantaciones de teca, se ordenan en turnos de corta de al menos 15 a 20 años.

² *Nota de los editores.* Mantener esos corredores es una obligación en las plantaciones certificadas; además, las leyes nacionales obligan a mantener franjas de bosque a lo largo de los cursos de agua.



Figura 10.2. Paisaje agroforestal con diferentes usos del suelo

Servicios ecosistémicos

Las plantas, como organismos dinámicos y tridimensionales, muestran gran diversidad morfológica y numerosas variaciones en su patrón de crecimiento con complejos sistemas estructurales y funcionales cuyo conocimiento y comprensión requiere de cuidadosos estudios (Flores 1989). Desde sus inicios, las plantaciones empiezan a transformar la energía solar en energía química por medio de la fotosíntesis. Entre los productos y bienes de esa transformación, el dióxido de carbono (CO_2) y el agua (H_2O) producen carbohidratos (CHO), elementos esenciales para la construcción del tejido vegetal de los árboles; así, la energía primaria se almacena en la madera de los árboles y se libera el oxígeno, elemento fundamental en la atmósfera para la vida de los seres vivos. Una plantación forestal es, entonces, un enorme depósito natural destinado al mejoramiento de la calidad del aire. Asimismo, las plantaciones actúan como sumideros de la absorción neta del carbono durante el periodo de crecimiento vegetativo o como fuente de emisiones a través de los procesos de deforestación y degradación.

A escala global, en las últimas décadas el sector de los recursos naturales renovables ha sufrido severas consecuencias provocadas por el cambio climático. Los bosques naturales y las plantaciones forestales en el trópico han cobrado especial importancia pues, por un lado, mantienen una productividad neta superior en comparación con otras latitudes (secuestro de carbono) y, por otro lado, los bosques naturales sufren niveles altos de deforestación y degradación como consecuencia de la intensificación del uso del suelo por la presión demográfica (emisión de carbono). Esas dos variantes favorecen directamente el dinamismo de los balances de carbono. Actualmente, las emisiones globales de CO₂ se estiman en 47 billones de toneladas por año, y continúan en aumento. El cambio de uso forestal a cultivos agrícolas o ganadería representa el 20% de las emisiones totales de CO₂ (Stern 2009). Sin embargo, los bosques tropicales ocupan el 22% del área de vegetación en el mundo (Melillo et ál. 1993) donde se acumula más del 75% del almacenamiento de carbono mundial (Schlesinger 1997) y el 43% de la productividad primaria neta potencial (Field et ál. 1998).

A pesar de que estas cifras constituyen un punto de partida hacia una posible implementación de estrategias ante el cambio climático, el nivel real de deforestación y degradación de los bosques tropicales, su ubicación y extensión geográfica y el efectivo aporte de las plantaciones forestales en el balance de carbono, siguen estando sujetos a muchos debates. Incluso la cantidad de carbono que se acumula o libera de los ecosistemas forestales en los trópicos aún presenta grandes incertidumbres (Archard et ál. 2004).

Considerando el polémico debate internacional, se reconoce que la reforestación y la restauración de tierras agrícolas en áreas forestales pueden revertir potencialmente los procesos de pérdida de carbono e incrementar su correspondiente almacenaje (Ross et ál. 2002). En este sentido, el establecimiento de extensas y ordenadas plantaciones forestales de corta rotación se ha definido como un método eficaz para secuestrar CO₂ tanto en la biomasa aérea como en el suelo (Schimel et ál. 2001, Garten 2002), con lo que se conseguiría mitigar substancialmente el aumento de los niveles de CO₂ atmosférico (IPCC 2007).

Cuando se reforesta un área con teca, el objetivo obvio es producir madera de calidad y no secuestrar carbono. El secuestro de carbono es una adicionalidad, o un servicio ambiental que agrega valor a la plantación forestal. Si el plantador de teca logra vender el carbono secuestrado, logrará un incremento en su flujo de caja.

Recuadro 10.1

Algunas cifras sobre las plantaciones y el carbono

Los bosques juegan un papel importante en el ciclo del carbono. Los bosques mundiales albergan alrededor de 830 Pg C (1015 g) en su vegetación y suelo, con 1,5 veces más en el suelo que en la vegetación. Los bosques cubren el 29% de las tierras y contienen el 60% del carbono de la vegetación terrestre. El carbono almacenado en los suelos forestales representa el 36% del total del carbono del suelo a un metro de profundidad (1500 Pg). Los ecosistemas forestales contienen más carbono por unidad de superficie que cualquier otro uso de la tierra y sus suelos (que contienen cerca del 40% del total del carbono). El carbono del suelo en las tierras de pastoreo es estimado en 70 t/ha, cifra similar a las cantidades almacenadas en los suelos forestales (Zambrano et ál. 2004).

La reforestación, y las plantaciones de teca en particular, son una opción para mitigar el cambio climático por medio del secuestro de carbono. Kraentzel et ál. (2003) midieron el carbono secuestrado en plantaciones de teca de 20 años de edad, considerando la hojarasca, el sotobosque y los perfiles del suelo; en promedio, encontraron 3,4, 2,6 y 225 t C/ha respectivamente, con un almacenaje total de 351 t/ha. Petsri et ál. (2007) determinaron que el contenido de carbono en plantaciones de teca de 6, 10, 15 y 23 años de edad y de un bosque mixto caducifolio fueron de 39,5; 40,8; 33,9; 55,2 y 71,6 t/ha, respectivamente. Ugalde y Gómez (2006) encontraron que el incremento medio anual de las plantaciones de teca en Panamá fluctúa entre 1,81 y 4,64 t/ha/año según sitio y edad. Cubero y Rojas (1999) determinaron crecimientos medios en el secuestro de carbono en Costa Rica de 2,7 t/ha/año en plantaciones de teca vs. 2,26 t/ha/año en melina y 1,58 t/ha/año de *Bombacopsis*. Obviamente las diferencias están en gran parte influenciadas por la densidad de la madera.

Una clara ventaja del carbono secuestrado en la madera de teca es que se usa con propósitos estructurales, de manera que el fin de la rotación no implica el fin del secuestro, puesto que la cosecha no causa la liberación del carbono almacenado. La relación entre la cosecha y el carbono almacenado depende del ciclo de vida de cada una de las partes del árbol que se cosechan.

Dentro del concepto de carbono neutral, la producción de madera incide directamente en la eficiencia e integración energética en los países de la región tropical. Las plantaciones forestales se transforman así, en eficientes impulsoras de cambio hacia la promoción de los beneficios que significan la fijación de carbono en la madera, a la vez que ofrecen otros productos secundarios, como múltiples bienes y servicios a las comunidades rurales y, por ende, a la sociedad civil.

El segundo aspecto de la contribución de las plantaciones al balance de carbono es que, en comparación con productos sustitutos, el uso de la madera evita emisiones. Investigaciones demuestran que para producir un metro cúbico de madera son necesarios 110 KWh de combustibles fósiles, mientras que para producir un metro cúbico de cemento se necesitan 2860 KWh, 75.600 KWh para el aluminio y 103.000 KWh para el acero; además, una estructura de acero produce 36% más gases de efecto invernadero que una estructura de madera (Navarro 2010).

En este contexto, se debe destacar el rol de las plantaciones en las estrategias técnico-científicas para acumular carbono y aumentar la eficiencia energética. Es, entonces, una necesidad perentoria que se desarrolle la voluntad política que permita situar las áreas reforestadas y sus productos forestales al servicio de la sociedad.

Protección de suelos

En condiciones naturales, los suelos tropicales junto con factores del clima y la topografía influyen directamente el crecimiento de las plantas, su supervivencia y proceso reproductivo. Esas características determinan la composición y productividad de las comunidades arbóreas (Austin et ál. 1972, Baillie et ál. 1987), así como también las oportunidades para el desarrollo de la agricultura y la forestería (Sánchez 1976). En consecuencia, el adecuado entendimiento de los procesos y propiedades del suelo para el manejo de ecosistemas boscosos se torna fundamental.

Por lo general, se afirma que los suelos forestales tropicales son rojos, infértiles e irreversiblemente compactados. Sin embargo, muchos de los suelos en tierras bajas tropicales son tan diversos como en otras regiones; de hecho, los suelos en áreas con terrenos aluviales son de los más fértiles del mundo (Sánchez 1976).

En cuanto a la conservación de los suelos bajo teca, la documentación existente asevera que las plantaciones puras de esta especie provocan erosión en áreas de pendientes pronunciadas, únicamente. La mayoría de los estudios coinciden en relacionar la erosión del suelo bajo plantaciones de teca a la carencia de un adecuado sotobosque y aunado a pendientes abruptas (Negi 1996, Kadambi 1993, Lamprecht 1990, MAG-

Mirenem 1994, Fonseca 2004, Ugalde y Gómez 2006). Centeno (1997) afirma que no hay evidencia de erosión en rodales puros de teca establecidos en terrenos de pendiente acentuada y con deficiente o carente sotobosque. Sin embargo, la existencia o no de sotobosque en las plantaciones depende del manejo a la densidad de los rodales y, por lo tanto, de la llegada de luz al suelo. Esto se aprecia en las Figuras 10.3 y 10.4.



Figura 10.3. Raíces de teca expuestas bajo dosel de plantación de teca y sin sotobosque. Foto Braulio Vilchez

No se han encontrado registros bibliográficos del deterioro de los suelos por efecto del establecimiento de varias rotaciones de plantaciones puras de teca en un mismo sitio. En la India se han documentado pequeños efectos negativos en el suelo al continuar con la plantación de una misma especie en el mismo sitio por varias rotaciones (Shanmuganathan 1997). Negi (1996) menciona la falta de evidencia definitiva en este sentido. Un posible efecto erosivo podría evitarse de manera eficaz si se mantiene un adecuado sotobosque debajo del dosel de los rodales puros de teca.

En cuanto a los efectos alelopáticos de unas especies sobre otras, Ladrach (2010) menciona que la carencia de floración y producción de semillas del sotobosque puede

deberse a la falta de radiación solar. El autor muestra también que después de la explotación de la plantación se establecieron cultivos anuales (maíz, y potreros para ganado) y perennes (café) en forma exitosa, lo que desvirtúa el mito de la imposibilidad de utilizar el suelo una vez la plantación forestal haya sido aprovechada.



Figura 10.4. Rodal de teca puro con sotobosque saludable y sin erosión de suelos. Foto Braulio Vilchez

En Petén, Guatemala, Rodas-Castellano (2006) investigó el efecto del establecimiento de plantaciones puras de teca (de entre 5 y 7 años de edad) sobre las características del suelo. Mediante la comparación de los suelos bajo las plantaciones puras, sitios colindantes y potreros (ganadería extensiva), el autor encontró que las propiedades químicas del suelo no mostraban diferencias significativas. Las características morfológicas del suelo (estructura, consistencia, porosidad, compactación) sí mostraron diferencias significativas: las condiciones más favorables se presentaron en el suelo bajo teca, con significativo aumento en la cantidad de lombrices.

Entonces, es evidente que cuando se dan efectos negativos sobre el suelo bajo plantaciones puras de teca, la causa principal no es la especie sino el mal manejo. El mismo razonamiento es válido para cualquier cultivo agrícola, forestal, ganadero, urbano o industrial del suelo.

Los problemas potenciales de erosión de suelos se pueden evitar con buen manejo de los rodales de teca y monitoreo de aspectos claves, como la radiación solar que llega al sotobosque, para asegurar la regeneración natural del mismo. El respeto a las áreas de protección de cauces de agua y nacientes y el fomento de corredores de vegetación nativa son básicos para mantener un paisaje más biodiverso entre los rodales de teca en producción. En este sentido, si en las zonas de protección no existen bosques nativos, debiera fomentarse la regeneración natural y enriquecimiento (de ser necesario) con especies de flora de la región. La Figura 10.5 muestra un área de plantaciones de teca en la que se ha respetado la vegetación original a lo largo de los cursos de agua y se han construido corredores biológicos entre las áreas de protección.

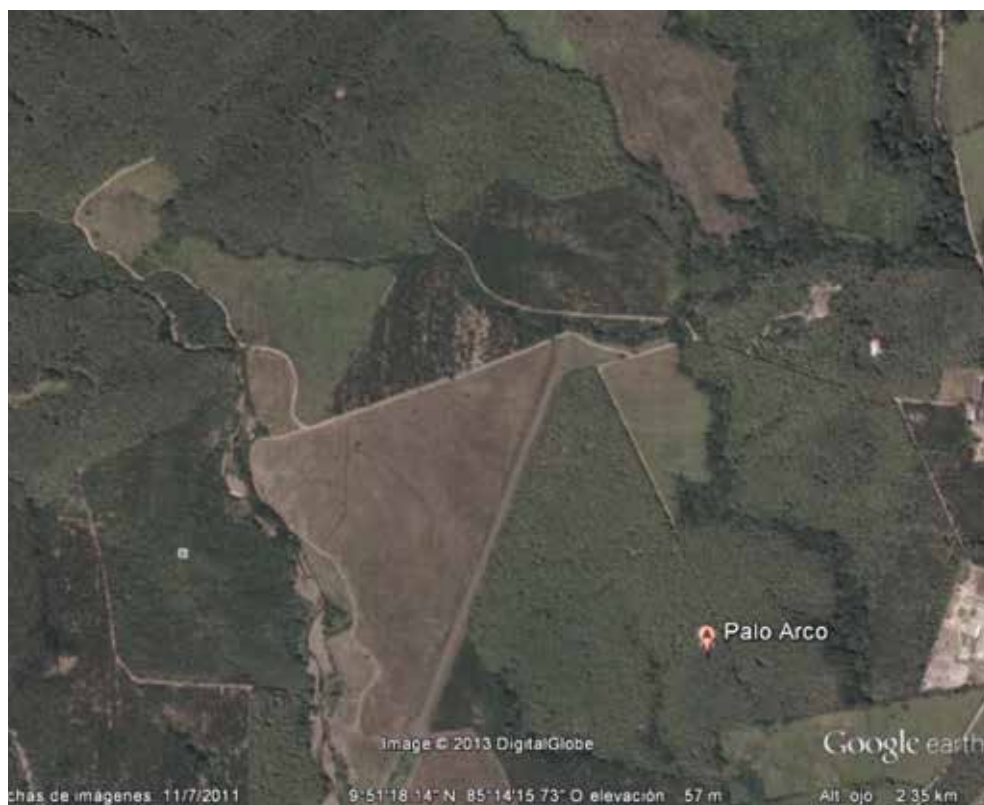


Figura 10.5. Manejo del paisaje y su diversidad en un área de plantaciones de teca

Algunos mitos en torno a las plantaciones de teca

Las plantaciones de teca en América Latina no escapan a las críticas que hacen los ambientalistas a este sistema productivo. Un ejemplo de ello es el *World Rain Forest Movement* que, como muchos otros movimientos ambientalistas, contrapone las plantaciones forestales a los bosques naturales cuando, en la realidad, el uso alternativo de muchas tierras de vocación forestal es la agricultura y la ganadería. En su página en internet, el movimiento viene atacando a las plantaciones forestales desde hace ya varios años (Carrere (1998). “Diez respuestas a diez mentiras” es uno de los clásicos manifiestos contra las plantaciones; a continuación analizaremos, una a una, las “diez mentiras” para determinar la realidad del caso. Según Carrere (2008), es mentira que...

- **Las plantaciones forestales son bosques plantados.** Si una empresa que planta teca, por ejemplo, trata de utilizar hasta el último metro cuadrado de tierra en la plantación y no deja espacios de áreas de protección a lo largo de cursos de agua, corta la vegetación natural para plantar y no crea corredores biológicos entre los diferentes espacios en un territorio, la afirmación sería una mentira y, sin duda, hay casos en que esto sucede. No obstante, si el manejo de la plantación se realiza basado en principios ecológicos, una plantación pura podrá acercarse bastante a las condiciones del bosque. Por ejemplo, en algunos países, los PC&I nacionales y de certificación FSC promueven condiciones de protección al ambiente, las comunidades y los trabajadores. Dependiendo del manejo del paisaje, es común que una plantación brinde más servicios ecosistémicos que la producción agropecuaria tradicional.
- **Las plantaciones forestales mejoran el ambiente.** Obviamente, si no se tienen en cuenta los principios de manejo sostenible, esta afirmación sería una mentira. Pero las plantaciones de teca pueden recuperar áreas de vocación forestal que estaban bajo ganadería o cultivos agrícolas con rendimientos bajos. Además, se puede fomentar la buena distribución espacial de las plantaciones de teca con fajas de diversidad biológica, con especies que fomenten la fauna y la captación de agua.
- **Las plantaciones forestales alivian la presión sobre los bosques naturales.** En ciertas condiciones, como cuando las áreas de bosque natural y las áreas plantables están muy alejadas unas de otras, dicho efecto no es tangible. No obstante, en muchos países las plantaciones forestales han hecho que se reduzca el consumo de maderas provenientes de bosque natural. Un caso bien concreto es el de Costa Rica. Según Barrantes (2008), en 1998, el 85,4% del consumo de

madera era abastecido por maderas nativas (el 30% de las cuales provenían de bosque natural); para el 2006, el 29,5% del consumo era de maderas nativas (el 5,9% de bosque natural). La madera de plantaciones (incluyendo la madera de teca) contribuyó con el 14,6% en 1998 y con el 70,5% en el 2006. En América Latina y el Caribe, la producción de madera en rollo proveniente de bosque natural varió, entre 1980 y 2003, de 96 a 71 millones de m³/año, en tanto que la producción en bosques plantados varió de 60 a 182 millones de m³/año. Es decir que el consumo de maderas del bosque nativo se ha reducido del 61 a 28% del consumo total de maderas y que el resto es abastecido por las plantaciones. Este gran cambio no puede atribuirse, desde luego, únicamente a la teca, pero sin duda la especie ha hecho su aporte a la reducción del consumo de maderas valiosas de los bosques tropicales (FAO 2006).

- **Las plantaciones forestales posibilitan el mejoramiento de las tierras degradadas y hacen mejor uso de ellas.** En el caso de la teca, esta afirmación no aplica pues la especie requiere de suelos profundos, bien drenados, fértiles, planos a suavemente ondulados y con buen drenaje. Por razones de precios de la tierra, no siempre se planta en los mejores suelos; sin embargo, en ninguno de los países productores, la teca ha sustituido a los bosques naturales tropicales.
- **Las plantaciones forestales son mucho más productivas que los bosques naturales.** La producción y productividad de un bosque o de una plantación no pueden medirse solamente en madera. Sin embargo, si solo consideramos este rubro, un bosque natural sería muy productivo en madera si todas las especies fueran comerciales y tuvieran mercado. En el caso de una plantación de teca, toda la productividad del sitio se concentra en una sola especie y producto; en ese sentido, sí es más productiva que el bosque natural.
- **Las plantaciones forestales generan empleo.** Aquí sí que no hay ninguna duda, ya que una plantación de teca genera empleos desde la semilla hasta la casa o el mueble terminado. Uno de los problemas con la teca en América Latina es que se está vendiendo principalmente madera en rollo para ser exportada a India, China y Vietnam, ya que los costos de producción de madera elaborada en esta región son más altos que en los países asiáticos. Esta tendencia pudiera revertirse a mediano plazo, pues los salarios en China están subiendo y hay presión social para que así continúen.
- **Los impactos negativos de los monocultivos industriales pueden ser evitados o mitigados con el buen manejo forestal.** Esto tampoco es una mentira. Como todo negocio, una plantación puede ser bien o mal hecha (lo que no depende del producto sino de las personas, las empresas y las regulaciones del país).

Además, un monocultivo industrial no necesariamente es negativo: la plantación de rodales pequeños, los mosaicos de especies diferentes (aunque predomine la teca), las fajas de aislamiento, los corredores de protección de cursos de agua son solo algunas formas de evitar posibles impactos negativos de un monocultivo³ (Figura 10.4).

A todas estas argumentaciones se debe agregar otra que es más seria que todas las de Carrere: muchos de los que plantan teca han exagerado sus virtudes y hablan del ‘oro verde’, ‘la reina de las especies’ y se llenan la boca con las fabulosas ganancias que se obtienen debido a los fantásticos crecimientos (inexistentes) y a los precios exorbitantes (también inexistentes). En América Central y del Sur, así como en India, se han dado numerosos fraudes financieros en torno a los negocios con teca (Balooni 2000). Información complementaria sobre el tema en el Capítulo 14.

La deconstrucción del discurso anterior debe hacerse de dos formas: con la acción y con la comunicación de la acción. Siguiendo la argumentación de Carrere, es necesario que...

- Las plantaciones de teca sean realmente bosques, en paisajes que integren otros usos y cultivos y donde se mezclen sabiamente árboles en líneas perimetrales y rodales de otras especies; donde se protejan los bordes de los cursos de agua y se mantengan y construyan corredores biológicos que den conectividad. De esa manera, no solo podremos hablar más propiamente de bosques, sino que las plantaciones mejorarán el ambiente a pesar de ser monocultivos⁴.
- Los que plantan teca conserven las áreas de bosques naturales dentro de sus propiedades y generen un producto que realmente sustituya el uso de maderas duras de calidad, tanto nacional como internacionalmente.
- Las plantaciones de teca reconviertan áreas actualmente bajo agricultura y ganadería en bosques plantados que restituyan la cubierta forestal. Como se dijo antes, en el caso de la teca no es conveniente el uso de terrenos degradados por tratarse de una especie exigente, a no ser que se apliquen medidas para descompactación de suelos y se acompañe la plantación con cultivos de cobertura (Sima 2010).

³ Curiosamente, los ambientalistas no hacen referencias negativas tan fuertes a los cultivos frutales, de granos básicos o de frutas tropicales que, además de ser monocultivos, usan grandes cantidades de fertilizantes y pesticidas, lo que no ocurre en las plantaciones de teca. De Camino (2007) ofrece más detalles al respecto.

⁴ Hay formaciones naturales que son monocultivos o que tienen una baja diversidad de especies arbóreas, como los manglares, los pinares naturales y, parcialmente, las formaciones de teca y melina.

- Se calculen y divulguen los efectos de las plantaciones de teca en el balance de carbono en la atmósfera, aun cuando no se negocien los créditos de carbono (estos pueden ser un complemento financiero razonable, aunque no decisivo). Por tratarse de una madera de gran durabilidad, el carbono permanecerá fijado por largo tiempo en muebles y construcciones de calidad. Es importante que las comparaciones de usos y carbono incluyan el carbono del suelo y de la vegetación, y no olvidar que las comparaciones tienen sentido si se consideran usos alternativos del suelo y no el uso ideal.
- Se abandone el círculo vicioso de la argumentación confrontativa sobre usos de la tierra; hay que destacar que las plantaciones de teca y los bosques naturales deben ser complementarios y no alternativos. Sin duda, el reemplazo del bosque por otro uso es criticable; en Kalimantan, Indonesia, por ejemplo, se cortó el bosque nativo para establecer plantaciones forestales y de palma aceitera. Hay que buscar las formas de compensar a los estados y propietarios que desisten de hacer el cambio de uso (Boer et ál. 2012).
- Se den a conocer las cifras de producción de madera redonda y elaborada, así como de otros productos de madera, sus valores, impactos sobre la balanza comercial, generación de empleos a todo lo largo de la cadena de valor (el bosque, la industria y servicios conexos como transporte, tecnología, etc.)
- Los plantadores de teca no se aíslen de su entorno, sino que se integren para mejorar la oferta del paisaje en cuanto a productos, empleo, secuestro de carbono, conservación de la biodiversidad, etc.

Es urgente y necesario que se fomente una cultura forestal que incluya bosques naturales y plantaciones; que rescate la importancia de todo sistema arbolado para el desarrollo sostenible de una sociedad. Para ello, se debe invertir no solo en la promoción de proyectos forestales en plantaciones, sino también en la promoción del sector forestal como un todo y las plantaciones de teca en particular, a partir de las condiciones reales del entorno.

Referencias

- Alvarado Salazar, G. 2002. Estudio comparativo de vertebrados terrestres para dos sitios de diferente cobertura boscosa en Altamira, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Informe de práctica de especialidad. Cartago, Costa Rica, ITCR. 119 p.
- Archard, F; Hugh, DE; Mayaux, P; Stibig, HJ; Belward, A. 2004. Improved estimates of net carbon emissions from land cover change in the tropics for the 1990s. *Global Biogeochemical Cycles* 18: 1-11.

- Austin, MP; Ashton, PS; Greig-Smith, P. 1972. The application of quantitative methods to vegetation survey. Part 3. A re-examination of rain forest data from Brunei. *J. Ecol.* 60: 305-24.
- Baillie, IC; Ashton, PS; Court, MN; Anderson, JAR; Pitzpatrick, EA; Tinsley, J. 1987. Site characteristics and the distribution of tree species in mixed dipterocarp forest on Tertiary sediments in central Sarawak, Malaysia. *J. Trop. Ecol.* 3:201-20.
- Balooni, K. 2000. Teak investment programmes: an Indian perspective. *Unasylva* 51(201):22-28.
- Barrantes, A. 2008. El desabastecimiento de madera en Costa Rica: causas, efectos y propuestas de solución. In OET, CRUSA, CATIE (Eds.). *El abastecimiento sostenible de madera en Costa Rica*. San José, Costa Rica.
- Boer, R; Nurrochmat, D; Ardiansyah, M; Hariyadi, H; Purwawangsa, G; Ginting, G. 2012. Reducing agricultural expansion into forests in Central Kalimantan-Indonesia: Analysis of implementation and financing gaps. Bogor, Indonesia, Center for Climate Risk & Opportunity Management, Bogor Agricultural University. 79 p.
- Bremer, L; Farley, K. 2010. Does plantation forestry restore biodiversity or create green deserts? A synthesis of the effects of land-use transitions on plant species richness. *Biodiversity Conservation* 19: 3893–3915
- Carrere, R. 1998. Ten replies to ten lies. Briefing paper. Plantations campaign. World Rain Forest Movement. <http://www.wrm.org.uy/plantations/material/lies.html>
- Carrere, R; Castro, G. 2008. Las plantaciones forestales: diez respuestas a diez mentiras. Chiapas, México, WRFM. Serie Biodiversidad.
- Carrillo Vega, P. 2009. Evaluación de atributos de alto valor de conservación en bosques naturales propiedad de Maderas Preciosas (Costa Rica) S.A., Guanacaste, Costa Rica. Tesis de licenciatura. Cartago, Costa Rica, ITCR. 119 p.
- CDB (Convención sobre la Diversidad Biológica). 1992. Página web. Disponible en <http://www.biodiv.org/>
- Centeno, JC. 1997. The management of teak plantations. *ITTO. Tropical Forest Update.* 7(2): 10-12.
- Cubero, J; Rojas, S. 1999. Fijación de carbono en plantaciones de melina (*Gmelina arborea* Roxb.), teca (*Tectona grandis* L.f.) y pochote (*Bombacopsis quinata* Jacq.) en los cantones de Hojancha y Nicoya, Guanacaste, Costa Rica. Tesis Licenciatura en Ciencias Forestales con Énfasis en Desarrollo Forestal. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. 95 p.

- De Camino, R. 2007. Impactos ambientales y socioeconómicos de las plantaciones forestales: una visión desde la práctica. Esquell, Argentina, CIEFAP. ECOFORESTAR 2007.
- De Camino, R.; Budowski, G. 1993. Impactos ambientales de las plantaciones forestales y medidas correctivas de carácter silvicultural. *In* Anales del 1er Congreso Forestal Panamericano (1993, Brasilia, BR). 12 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2006. Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina y el Caribe. Roma, Italia. (Estudio FAO Montes no. 148).
- Field, CB; Behrenfeld, MJ; Randerson, JT; Falkowski, P. 1998. Primary production of the biosphere: Integrating terrestrial and oceanic components. *Science* 281: 237–240.
- Flores Vindas, E. 1989. La Planta: estructura y función. 1ª ed. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica. p15.
- Fonseca, GW. 2004. Manual para productores de teca (*Tectona grandis* L.f.) en Costa Rica. Heredia, Costa Rica Universidad Nacional.
- Garten Jr., CT. 2002. Soil carbon storage beneath recently established tree plantations in Tennessee and South Carolina, USA. *Biomass Bioenergy* 23:93–102.
- IPCC (Panel Intergubernamental del Cambio Climático). 2007. Climate Change 2007: Mitigation (Contribution of Working Group III). *In* Mertz, B; Davidson, OR; Bosch, PR; Dave, R; Meyer, LA. (Eds.). Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press.
- Kadambi, K. 1993. Silviculture and management of Teak. Dehra Dun, India, Natraj Publishers. 137 p.
- Kraenzel, M; Castillo, A; Moore, T; Potvin, C. 2003. Carbon storage of harvest-age teak (*Tectona grandis*) plantations, Panama. *Forest Ecology and Management* 173:(1-3): 213–225.
- Ladrach, W. 2010. Manejo práctico de plantaciones forestales en el trópico y subtrópico. Cartago, Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 655 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Trad. A. Carrillo. Eschborn, Alemania, GTZ. 335 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería); Mirenem (Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas). 1994. Metodología: determinación de la capacidad de uso de la tierra en Costa Rica. San José, Costa Rica, La Gaceta No. 107, Decreto No. 23214.
- Marín, M. 2003. Relación entre los vertebrados terrestres y los recursos florísticos de una plantación de teca (*Tectona grandis*) y un bosque natural en Altamira,

- San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Informe de práctica de especialidad. Cartago, Costa Rica, ITCR. 210 p.
- Melillo, JM; McGuire, AD; Kicklighter, DW; Moore, B; Vorosmarty, CJ; Schloss, AL. 1993. Global climate change and terrestrial net primary production. *Nature* 363: 234-240.
- Navarro, G. 2010. ¿Será posible que Costa Rica sea un país ecológico, de gente ambientalista y hasta carbono neutral, pero sin consumir madera? *Germinar* 1:10-11.
- Negi, SS. 1996. Teak (*Tectona grandis*). Dehra Dun, India, Bishen Singh Mahendra Pal Singh. 114 p.
- Pérez, C. 1997. Impactos ambientales y económicos de las plantaciones forestales. Montevideo, Uruguay, Centro Interdisciplinario de Estudios sobre el Desarrollo. 7 p.
- Petsri, S; Pumijumnong, N; Wachninrat, C; Thoranisom, S. 2007. Aboveground carbon content. *In Mixed deciduous forest and Teak plantations. Environment and Natural Resources Journal* 5(1):10 p.
- Rodas-Castellano, AF. 2006. Efecto de establecimiento de plantaciones forestales de teca (*Tectona grandis* L.f.) en áreas de potrero sobre las características del suelo en Petén, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 91 p.
- Ross, DJ; Tate, KR; Scott, NA; Wilde, RH; Rodda, NJ; Townsend, JA. 2002. Afforestation of pastures with *Pinus radiata* influences soil carbon and nitrogen pools and mineralization and microbial properties. *Australian Journal of Soil Research* 40(8): 1303-1318.
- Sánchez, PA. 1976. Properties and management of soils in the tropics. New York, USA, Wiley & Sons.
- Schimel, DS; House, JI; Hibbard, KA; Bousquet, P; Ciais, P; Peylin, P; Braswell, BH; Apps, MJ; Baker, D; Bondeau, A; Canadell, J; Churkina, G; Cramer, W; Denning, AS; Field, CB; Friedlingstein, P; Goodale, C; Heimann, M; Houghton, RA; Melillo, JM; Moore, B; Murdiyarso, D; Noble, I; Pacala SW; Prentice, IC; Raupach, MR; Rayner, PJ; Scholes, RJ; Steffen, WL; Wirth, C. 2001. Recent patterns and mechanisms of carbon exchange by terrestrial ecosystems. *Nature* 414: 169-172.
- Schlesinger, WH. 1997. Biogeochemistry: an analysis of global change. 2 ed. New York, US, Academic Press. 588 p.
- Shanmuganathan, K. 1997. Teak plantations and environment. *In Proceedings: Int. Teak Symp. (1991, Kerala, India)*. pp. 259-261.

- Sima, S. 2010. Relación del suelo con el crecimiento inicial y contenido foliar de teca (*Tectona grandis*), y adaptación de leguminosas para control de arvenses bajo un sistema fertirriego en Campeche, México. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 90 p
- Stern, LN. 2009. Copenhagen Agreement could give us a '50-50 chance' of avoiding global warming of more than 2°C. Consultado 3 febrero 2012. Disponible en <http://www2.lse.ac.uk/newsAndMedia/newsArchive/archives/2009/12/SternOnCopenhagen.aspx>
- Tangmitcharoen, S; Takaso, T; Siripatanadilox, S; Taseen, W; Owens, JN. 2006. Insect biodiversity in flowering teak (*Tectona grandis* L.f.) canopies: Comparison of wild and plantation stands. *Forest Ecology and Management* 222: 99-107.
- Ugalde, L; Gómez, MF. 2006. Perspectivas económicas y ambientales de las plantaciones de teca bajo manejo sostenible en Panamá. USAID-Autoridad Nacional del Ambiente. 76 p.
- Wornwald, T. 1995. Plantaciones forestales mixtas y puras de zonas tropicales y subtropicales. 166 p. (Estudio FAO Montes no. 103).
- Zambrano, A; Franquis, F; Infante, A. 2004. Emisión y captura de carbono en los suelos en ecosistemas forestales. *Rev. Forestal Latinoamericana* no. 35: 11-20.

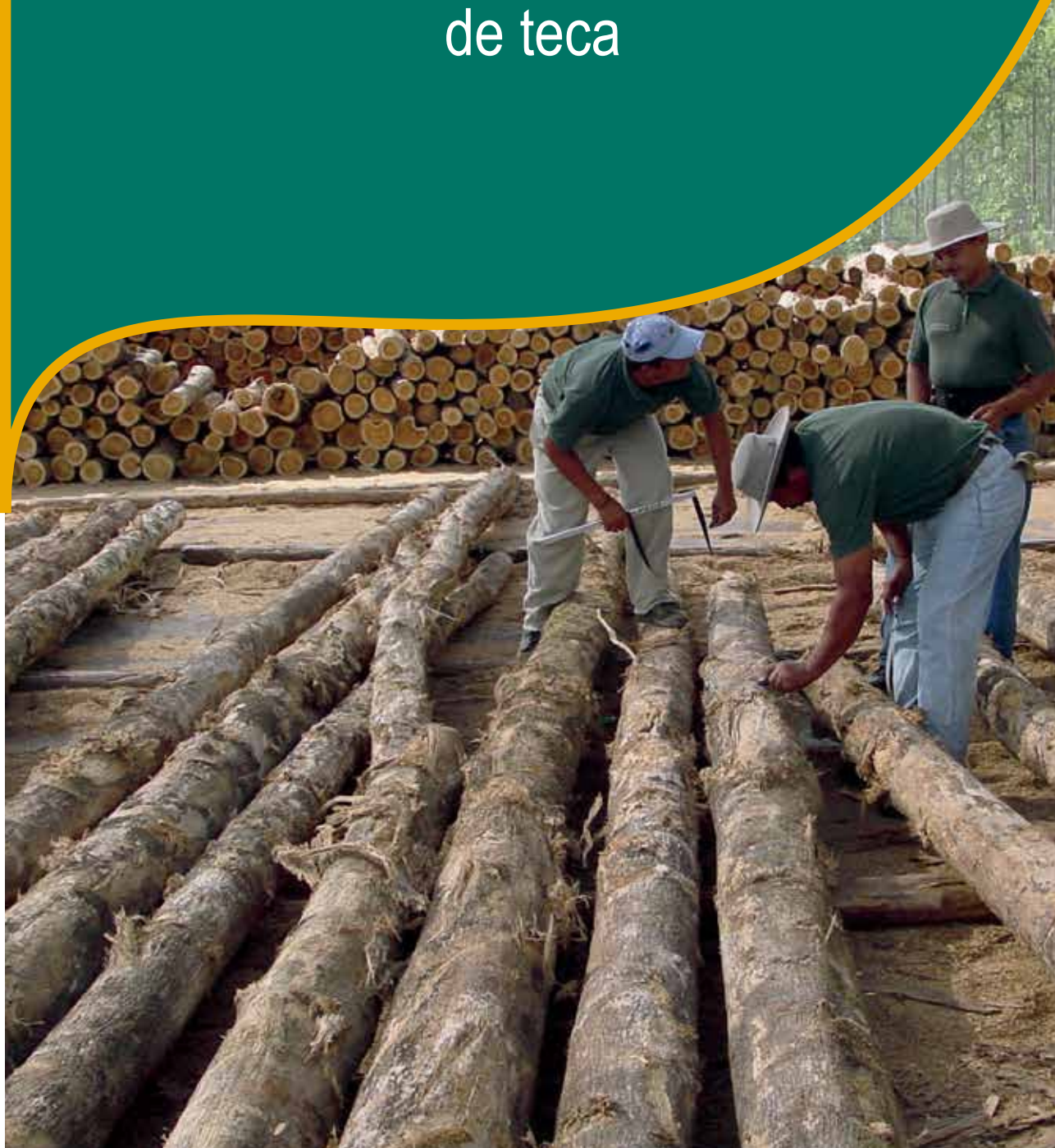
Tercera Parte

Aspectos económicos de las
inversiones en plantaciones de teca



Capítulo 11

Rentabilidad de las inversiones de teca



Capítulo 11

Rentabilidad de las inversiones de teca

Luis Fernando Sage

Justine Kent

Jean Pierre Morales

Para determinar la rentabilidad de una plantación de teca en forma adecuada es necesario contar con información técnica, financiera y administrativa específica sobre el país y la zona de trabajo. Sin embargo, en el campo forestal en América Latina, existen todavía limitantes con respecto a la disponibilidad de información sobre rendimientos, costos e ingresos de las plantaciones de teca, lo cual dificulta la elaboración de estudios de rentabilidad.

Actualmente, la mayoría de los análisis de rentabilidad de teca disponibles en la literatura están basados en proyecciones, tanto en la parte técnica como financiera. Pocos productores, sean pequeños o medianos, recopilan y analizan los datos en forma detallada y sistemática a lo largo del tiempo. Las empresas comerciales –que, según Kollert y Cherubini (2012), son las que predominan en el negocio forestal de plantaciones en América Latina sí recopilan datos técnicos y financieros; sin embargo, esta información no está disponible para el público en general. En otras palabras, los operadores de plantaciones, por lo común, no comparten la información. Debido a estas limitaciones, es necesario elaborar el análisis de la rentabilidad con información primaria y secundaria y hacer proyecciones.

La principal información que se requiere para determinar la rentabilidad y el valor de las inversiones en teca es:

1. **Estudio de mercado** para determinar cuáles productos producir, dónde se venden y cuáles son los precios potenciales.
2. **Rendimiento de plantaciones e ingresos esperados** para determinar el volumen total y comercial disponible para la venta, según diferentes tipos de productos. Es importante tener en cuenta que en el caso de la madera redonda de teca, los precios se incrementan de forma más que proporcional según su diámetro.

3. **Identificación de las actividades de manejo, intensidad y costos asociados** incluyendo la administración, establecimiento, actividades de manejo, aprovechamiento y comercialización de los productos definidos
4. **Análisis de indicadores de rentabilidad y sensibilidad;** se trata de los ingresos netos anuales e indicadores que toman en cuenta el tiempo, tales como el valor actualizado neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), la relación beneficio costo, el valor esperado de la tierra (VET), etc.

En este capítulo se pretende orientar a los productores, gerentes, e inversionistas de proyectos de teca sobre los elementos necesarios para determinar una rentabilidad realista de las plantaciones. Para ello se evaluaron once estudios de caso generados en la región latinoamericana por organizaciones de investigación, academia y servicios forestales. En los casos evaluados se analizaron los costos e ingresos (y sus rangos). Tales estudios fueron los siguientes: Figueredo y Pinho de Sá (2005), Sanguino (2009), Angelo et ál. (2007) y Pinho de Sá et ál. (2010) en Brasil; Griess y Knoke (2005), Herrera (2001) y Ugalde y Gómez (2006) en Panamá; Restrepo (2012) en Colombia; Peñaherrera (2003) y Quevedo y Barragán (2011) en Ecuador; Ibarra (2004) en México, Sandoval (2008) en Bolivia, Pérez (2005) y Zambrano (2011).

Estudio de mercado¹

La experiencia de comercialización de la teca en América Latina es incipiente todavía, considerando que el 77% de las plantaciones establecidas tienen menos de 20 años (Kollert y Cherubini 2012). Dado que el propósito de una plantación de teca es la comercialización del producto maderable, uno de los primeros pasos de la planificación debería ser indagar sobre las oportunidades reales y potenciales de mercado a nivel nacional, regional y/o internacional para contestar las preguntas siguientes: ¿qué tipo y cantidad de productos se esperan?, ¿cuándo van a estar listos para la venta?, ¿en qué mercado?, ¿a qué compradores?, ¿cuáles son los puntos de venta de los productos y qué actividades de comercialización debe realizar el productor?, ¿cuál es la capacidad del mercado para absorber el volumen de productos esperados? Lo anterior debe tomar en cuenta que las características del mercado, y por ende los precios, difieren según la zona y el país.

Los principales factores que el comprador considera son “*la dimensión, la forma del fuste (la redondez y la rectitud), la proporción de duramen y albura, la regularidad*

¹ Nota de los editores: Información complementaria en el Capítulo 12.

de los anillos de crecimiento, el número de nudos, el color, la textura y la pudrición en la primera troza” (Kollert y Cherubini 2012). El mercado paga mejores precios para la madera de calidad con características cotizadas. Si desde un inicio se conocen las características esperadas de la madera al final de la rotación, entonces se debe planificar desde el principio e invertir en prácticas silvícolas para producir lo que requiere el mercado.

Para fines del análisis de rentabilidad, es importante conocer la ruta de comercialización y el uso final de los productos de las plantaciones de teca. La información sobre las necesidades del consumidor final permite al productor decidir qué prácticas de manejo de la plantación se deben aplicar para cumplir con las especificaciones requeridas por el mercado. Por ejemplo, el mercado asiático absorbe madera joven, de diámetros menores proveniente de raleos, lo cual implica anticipo de ingresos antes de la corta final. Los mercados de la India, Vietnam y China prefieren la madera redonda; los compradores directos e indirectos negocian la madera de las plantaciones de América Latina en pie o en rollo y puesta en el patio de acopio de la finca. Es importante tener en cuenta que actualmente América Latina no puede competir con Asia en cuanto a la industrialización de la madera debido principalmente a los costos más altos de mano de obra

Si se tiene claro el mercado de venta prevista, en el análisis de rentabilidad se pueden incorporar los costos asociados con el producto esperado. Por ejemplo, la venta de madera en pie implica solamente las funciones de marcaje y supervisión por parte del productor. Los precios pagados para la venta de madera en pie son, en general, menores que la entrega de madera en el patio de carga o transportada a puerto; el precio de la madera aserrada es mayor, pero la posibilidad de industrialización depende de lo que quiera el mercado.

En los casos de aserraderos pequeños, que producen madera para el mercado local o de una gran empresa, que produce a gran escala para exportar a un mercado específico, el procesamiento de la madera puede ser una alternativa válida. Si para los análisis de rentabilidad se asume un precio más elevado para la venta de madera procesada, es importante tomar en cuenta los costos adicionales de la industrialización (valores del aserradero, infraestructura, transporte, mano de obra, insumos, etc.) y venta del producto. En el caso de que no exista un mercado cierto para los productos de la plantación (madera de pobre calidad/pequeños diámetros), estos elementos deben ser indicados en forma explícita en el análisis de rentabilidad (por ejemplo, un raleo pre-

comercial tendría costos pero no generaría un ingreso). Se puede incorporar el valor de la madera utilizada en la misma finca usando valores del mercado como un ingreso no en efectivo (aunque se trate de sumas marginales). Además, se debe actualizar la información recopilada de los estudios de mercado en forma continua a lo largo de la rotación para tomar decisiones y ajustar las expectativas.

En la práctica, muchas de las plantaciones de teca de América Latina sembradas por pequeños y medianos productores en los últimos 20-30 años no han contado con estudios de mercado que permiten determinar cuáles son las condiciones reales que enfrentan los productores a la hora de tratar de vender sus productos. Los productores simplemente establecen el cultivo y esperan hasta el momento de aprovechamiento, o cuando tienen necesidad de ingresos, para buscar la forma de vender la madera.

Zambrano (2011) elaboró un estudio sobre la comercialización de la teca en la península de Nicoya, Costa Rica, y encontró que el 84% de los 94 productores encuestados vendieron su teca en respuesta a iniciativas del comprador. La venta de la madera en ese momento obedeció a la necesidad de ingresos de parte de los productores (64%). Según los resultados del estudio, en esta zona era común vender la producción maderable por árbol, no por volumen. Los pequeños y medianos productores de esta zona cuentan con un promedio de 4 hectáreas y vendieron sus árboles a una edad de 16 años con un precio promedio de US\$42,74/árbol (con un precio mínimo de US\$2, máximo de US\$218/árbol), ajustado a m³ para un precio neto promedio de US\$54/m³ (mínimo de US\$3/m³ y máximo de 228/m³)². La mayoría de estos productores vendieron su madera en pie (85%), un 10% la vendieron por árbol medido y 5% como madera aserrada. Zambrano (2011) indica que los productores que tienen volúmenes pequeños tienen menor capacidad de negociar el precio, en comparación con una empresa que trabaja a mayor escala. Los principales problemas de la comercialización de la teca en la península de Nicoya son los siguientes: falta de información, escaso nivel organizativo para la comercialización, poca capacidad de negociar y un alto nivel de intermediación.

Productos, precios y volúmenes

Aunque existe información puntual sobre precios, muchas veces los datos no han sido recopilados en forma sistemática, no están actualizados o se presentan en forma muy general (por ejemplo son especificación clara del producto). Muchas veces no se cuenta

² La mayor parte de la madera de las plantaciones se vendió por árbol, pero el estudio no ofrece información sobre diámetros de los árboles, por tratarse de una evaluación *ex post* y no de seguimiento.

con datos esenciales sobre productos específicos, dimensiones del tronco, período en que se recopilaron los datos y en qué punto de venta se recolectaron (Keogh 2008). A nivel mundial, la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT) ha venido publicando precios de la teca en forma bimensual desde 1998; para América Latina se publicaron entre el 2009 y el 2011³ en el boletín: *Tropical Timber Market Report* (http://www.itto.int/mis_back_issues/). Los precios de la teca en rollo puesta en el mercado en la India (precios CIF) sirven como un punto de referencia y son una manera de revisar tendencias en el mercado internacional, pero no son apropiados para el análisis de rentabilidad a nivel local. En este caso, es necesario consultar a conocedores del sector a nivel local. Las asociaciones y cámaras forestales de la región, y de los países en particular, son fuentes más relevantes en cuanto a precios nacionales o locales para estudios de rentabilidad (Cuadro 11.1).

Cuadro 11.1. Organizaciones latinoamericanas ligadas con la producción forestal y de teca en particular

Enfoque geográfico/país	Organización	Dirección en internet
Regional	Organización Latinoamericana de la teca (OLAT)	http://www.olatgroup.com/
Internacional	Teaknet	www.teaknet.org
Bolivia	Cámara Forestal	http://www.cfb.org.bo/CFBInicio/
Brasil	Associação Brasileira de Florestas Plantadas	http://www.abraflor.org.br/
Colombia	Fedemaderas	http://fedemaderas.org.co/
Costa Rica	Oficina Nacional Forestal	http://oficinaforestalcr.org/
Ecuador	Asociación ecuatoriana de productores de teca y maderas tropicales (Asoteca)	http://asoteca.org.ec/
Guatemala	Gremial Forestal	http://www.gremialforestal.com
Nicaragua	Asociación de reforestadores (Confor)	No disponible
Panamá	Comité Nacional de Gestión Forestal (Conagefor)	http://www.conagefor.com/

En el caso de Costa Rica, la Oficina Nacional Forestal (ONF) empezó a publicar en su página en internet desde el 2007 y en forma sistemática, los precios de especies de interés comercial, incluyendo la teca. En el Cuadro 11.2 se presentan los precios de teca en Costa Rica publicados por la ONF para el año 2011. Ese fue el primer año que se ofrecieron los precios según dimensiones.

³ La OIMT suspendió la publicación de *Tropical Timber Market Report* a finales del 2011 por falta de fondos.

Cuadro 11.2. Precios de madera en rollo de teca para exportación, puesta en contenedor (US\$/m³), julio 2011

Diámetro (cm)	Circunferencia (cm)	2,2 a 3,95 m (US\$/m ³)	4 a 7,95 m	>8 m
13-14,9	41-47	122	134	150
15-16,9	48-53	132	145	165
17-18,9	54-59	142	156	180
19-20,9	60-66	152	168	205
21-22,9	67-72	162	179	230
23-24,9	73-78	178	197	255
25-26,9	79-84	196	218	270
27-28,9	85-91	214	237	285
29-30,9	92-97	246	273	320
31-35,0	98-110	282	313	360
35,1-60	111-190	346	385	420

Fuente: Paniagua y Salazar (2011).

Según los resultados de una encuesta realizada en el 2010 por la FAO en ocho países de América Latina, los precios internos para la teca puesta en el patio de acopio de la finca fueron de US\$129/m³ para dimensiones pequeñas (menores de 24 cm), US\$199/m³ para dimensiones medianas (24-48 cm en la mitad del tronco) y US\$267/m³ para dimensiones más grandes (mayor que 48 cm). El precio de la madera en rollo más grande es dos veces superior a la madera de diámetros pequeños y los precios pagados mejoran para madera de calidad (Kollert y Cherubini 2012).

Según la literatura sobre estudios de rentabilidad de las plantaciones de teca, existe una variación muy grande en los precios utilizados: con un mínimo de US\$129/m³ (en pie) hasta US\$704/m³ (madera aserrada) y un precio promedio en rollo de US\$282/m³ (Figura 11.1). De los once estudios revisados que presentan precios desglosados, cuatro utilizaron precios de madera aserrada (precio FOB puesto en contenedor en el país de origen), uno de madera en pie y seis en rollo. De estos últimos, solamente tres de los estudios definieron el punto de venta de la madera como patio de acopio, uno como precio FOB puesto en contenedor y los demás no identifican el lugar de venta. Solo dos de los once estudios definieron precios por productos diferenciados según dimensiones; la mayoría utilizaron precios promedios. El análisis de los casos

analizados muestra, por un lado, la gran variabilidad de los precios utilizados, y por el otro, el uso generalizado de precios promedio. Lo anterior muestra la falta de información detallada en los países latinoamericanos. En efecto, no se puede atribuir dicha variabilidad a características específicas del país/sitio, ya que en forma generalizada los estudios retoman datos promedio y hacen extrapolaciones.

Dado que no existe información sistemática sobre los precios de la teca y a nivel del detalle requerido (especificidades de la región o país de interés) se evidencia la necesidad de que los estudios de mercado incluyan claramente una etapa de búsqueda de información primaria para llenar las lagunas de información sobre los precios y otros factores de venta.

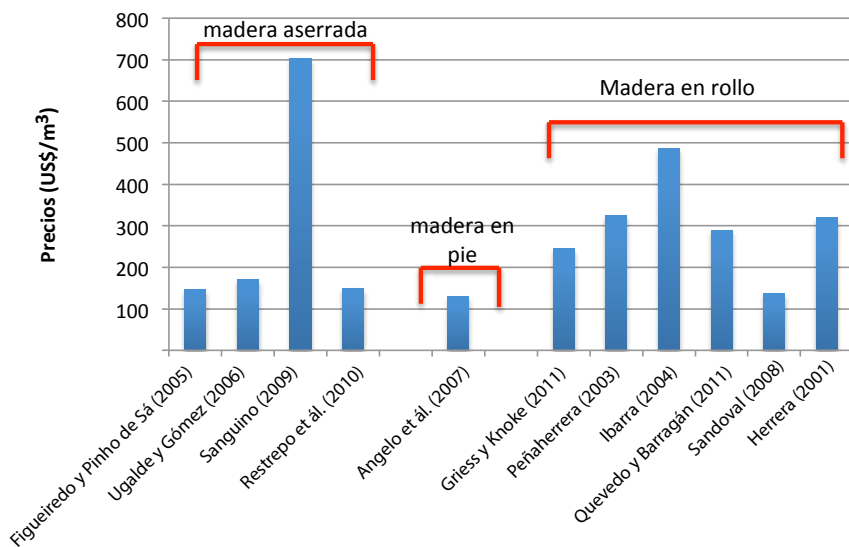


Figura 11.1. Precios promedio ponderados según tipo de productos (en US\$/m³), utilizados para determinar la rentabilidad de plantaciones de teca en estudios de casos en América Latina

Para tomar en cuenta la diferencia de precios de raleos vs. corta final, se determinó la proporción del volumen por precio pagado y se multiplicó por el precio para llegar a un precio promedio ponderado/hectárea.

Rendimientos de plantaciones e ingresos esperados

Los tres factores más importantes para determinar el rendimiento de una plantación son: i) información sobre la calidad del sitio, crecimiento y rendimiento de la plantación

ii) el potencial genético del material plantado y iii) las características del manejo aplicado.

Para proyectar el comportamiento productivo de la plantación, si no se dispone de datos de rendimientos específicos a las condiciones de la plantación obtenidos por medio de mediciones de campo o de información real de cosechas pasadas, se pueden utilizar datos de sitios similares o los modelos de crecimiento y rendimiento reportados en la literatura y elaborados en condiciones específicas (Alder 1980, Pérez et ál. 2000, Castro y Raigosa 2000, Bermejo et ál. 2004). Sin embargo, puesto que se desconocen las posibles diferencias entre la realidad de estos casos y el emprendimiento que se quiere montar, es necesario ser muy conservador con los datos base de rendimientos mientras no se cuente con información real de los sitios obtenida en parcelas permanentes de medición. A partir de la información de crecimiento en el sitio de establecimiento de la plantación, se pueden elaborar tablas de rendimientos.

En América Latina, el rango de rendimientos varía para rotaciones de 20 a 30 años; en Centroamérica se estiman entre 5-30 m³/ha/año y en Suramérica entre 10-27 m³/ha/año (Kollert y Cherubini 2012). En el caso de Costa Rica y para plantaciones jóvenes, los rendimientos varían entre 10 a 15 m³/ha/año (Picado 1997, Fonseca 2004).

En los estudios de casos revisados (Figura 11.2), los rendimientos totales por hectárea utilizados para proyectar la rentabilidad de la teca varían de 135 m³/ha a 450 m³/ha, con un promedio de 295 m³/ha. Esto refleja una producción comercial de 5,3-24,36 m³/ha (promedio de 13,04 m³/ha). Sin embargo, en la práctica, los rendimientos actuales de las plantaciones de teca que han llegado a la corta final están más cerca de los mínimos (de 5-10 m³/ha) que de los máximos (25-30 m³/ha). El rendimiento mayor ocurre en sitios aislados con las mejores condiciones, los cuales son la minoría del total producido en una plantación.

Rendimiento comercial: una vez que se haya definido la producción bruta de la plantación a lo largo de los años de la rotación, es necesario proyectar/contabilizar el rendimiento comercial de la plantación, incluyendo el volumen aprovechable de los raleos y la corta final. La forma de cubicación del volumen de la teca (ver Capítulo 12) puede afectar fuertemente las estimaciones de ingresos. Según la Organización Latinoamericana de la Teca (OLAT), el volumen pagado puede fluctuar en un 30% (mayor o menor) a lo esperado, dependiendo de la forma de cubicación de la madera. Por ejemplo, en el caso de Costa Rica, se encontró que “...*el sistema de medición*

utilizando mecate en pulgadas maderas ticas (pmt) reduce el volumen de hasta 22%, respecto al sistema Smalian; mientras que el método Hoppus comúnmente utilizado en la comercialización de teca para exportación, puede reducir en hasta un 50% el volumen cubicado con el método Smalian” (Paniagua y Salazar 2011). Para el análisis de rentabilidad, las estimaciones del volumen bruto, el volumen comercial y precios esperados deben ser lo más conservadoras posible.

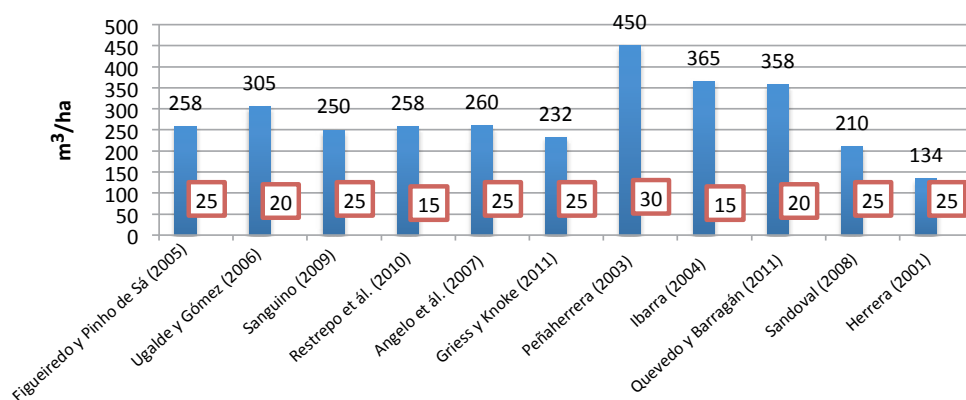


Figura 11.2. Datos de rendimiento (en m³/ha), según rotación, utilizados para determinar rentabilidad de plantaciones de teca en once estudios de casos en países en América Latina. Períodos de rotación en años demarcados en cuadros rojos.

Transformación: con la transformación de la madera se pierde parte del volumen maderable y es necesario ajustar, a la baja, el volumen comercial esperado de la madera. El rendimiento final se calcula dividiendo el volumen de la madera aserrada por el volumen de la madera en troza y se multiplica por 100 (Muñoz 2006). Según estudios de transformación de madera en Costa Rica, con el proceso de aserrío se puede perder en promedio entre 40-51% del volumen de madera en trozas (Quirós et ál. 2005, Serrano y Moya 2011). Por ello es importante contemplar en el análisis financiero el desperdicio cuando se calcula el volumen a comercializar.

Ingresos brutos: los ingresos brutos se calculan multiplicando el precio unitario por la producción vendida. Los ingresos brutos (sin restar los costos) que se generan de las plantaciones forestales de teca provienen en mayor medida de las operaciones de venta de la madera con valor comercial, incluyendo los raleos comerciales y la corta

final o cosecha, además de los ingresos recibidos por subsidios o incentivos, o pagos por servicios ambientales. Si la plantación se maneja como sistema agroforestal, es necesario incorporar los ingresos de los cultivos agrícolas asociados.

Costos e intensidad del manejo

Los factores que inciden en los costos de las plantaciones son la topografía del área a plantar o plantada, el tipo de suelo y el sitio, el uso previo del suelo, la cercanía y disponibilidad de infraestructura vial, la disponibilidad y valor de la mano de obra, las prácticas de manejo (con/sin maquinaria, material genético, espaciamiento entre plantas, podas, raleos, etc.), la intensidad de manejo y la escala de la plantación (Ball et ál. 2000, Pérez 2005).

Para estructurar el análisis de rentabilidad de cualquier tipo de plantación de teca, sea esta de un pequeño productor o de una gran empresa comercial, es importante incluir todos los costos según los cinco grandes tipos de actividades requeridas para producir la teca. Dentro de cada una de estas actividades se deben registrar los diferentes tipos de costos fijos (costos de inversión en el terreno, infraestructura, maquinaria, herramientas, personal de tiempo completo, etc.), y los costos variables (insumos y materiales que varían según el nivel de producción). Las cinco grandes actividades son:

- **El establecimiento:** los costos de las actividades de inversión inicial contemplan la compra o alquiler de la tierra, la construcción de caminos, la infraestructura, preparación de la tierra (limpieza, drenaje, ahoyado), material de plantación (arbolitos, estacas, semillas, clones), fertilización, maquinaria, herramientas, vehículos, servicios profesionales de ingenieros forestales, abogados, contadores, etc.
- **El mantenimiento/manejo:** después de establecer la plantación, es necesario desarrollar labores que incluyen el manejo de plagas, control de incendios, eliminación de malezas, podas, las cuales requieren insumos, materiales, herramientas y mano de obra; además de costos de certificación, si es del caso.
- **Los raleos/aprovechamiento:** se trata de los costos asociados a los raleos pre-comerciales, comerciales, de corta final, transporte al patio de acopio, y sus respectivos costos de materiales, mano de obra y servicios.
- **La comercialización:** los costos del estudio de mercado al inicio y a lo largo del proyecto, la búsqueda/negociación con el comprador para los productos de raleo y corta final, los costos de transporte de la madera desde la finca hasta el comprador son los principales costos de este tipo de actividad.

- **La administración:** estas actividades están relacionadas con la gestión de la plantación, incluyendo costos de personal de administración, vigilancia, equipo y materiales de administración, costos financieros de los préstamos/ créditos, servicios como teléfono y luz, impuestos, costos de certificación, costos de transacción de trámites de legalización de la tierra, venta del producto e imprevistos.

Dependiendo del tamaño de la operación, hay otros costos que debieran considerarse, como los costos de inventarios (temporales o continuos), desarrollo de modelos de crecimiento, investigación, etc. Los costos de personal técnico también dependen de la escala de la plantación; a veces estos costos deben distribuirse entre varias tareas, según sean las actividades que desempeñen los ingenieros o técnicos que laboran con el proyecto. Por ejemplo, en algunos casos se tiene un solo profesional forestal para varias actividades de un grupo de propietarios, mientras que en otros casos hay profesionales que se dedican al establecimiento y manejo y otros al aprovechamiento.

Es de esperar que los costos varíen con las condiciones en que se desarrollan los proyectos. Se puede lograr la disminución de los costos fijos por unidad producida con un proyecto más grande versus uno más pequeño. Por ejemplo, la construcción de infraestructura y caminos es mucho más eficiente en proyectos grandes y se traduce en costos menores por unidad producida. Dependiendo de la topografía del terreno, se podrá contemplar el uso de maquinaria para la preparación del terreno y el mantenimiento de las plantaciones; en este caso, se reduce la contratación de mano de obra.

Otros factores que inciden en los costos tienen que ver con la existencia de inversiones previamente realizadas para otras actividades. Tal es el caso de pequeños productores que dedican la mayor parte de su predio a otras actividades agrícolas y para las cuales el productor ha hecho la inversión en infraestructura; en consecuencia, generalmente, no tiene que correr con costos extras de adquisición de cierta maquinaria o herramientas, y porque la administración del predio puede absorber la nueva actividad forestal⁴. En cambio, en el caso de una finca nueva comprada exclusivamente para establecer una plantación forestal, el que compra la finca debe correr con costos adicionales de inversión y, a la hora de comercializar su producción, puede tener cierta ventaja en la negociación por el mayor volumen comercializado.

⁴ Si la contabilidad es fiel, debería reflejar la parte proporcional de los costos del pequeño productor en administración y utilización de infraestructura.

También es importante tener cuidado en no exceder los costos asociados con las plantaciones forestales. Es frecuente encontrar, en proyectos grandes promovidos para interesar a financiadores internacionales, que se cubran costos de infraestructura de lujo, con oficinas en las ciudades capitales o en el extranjero, casas de huéspedes, y gastos de la junta directiva de la empresa. Estos costos también deben ser incorporados en el análisis cuando aplica.

Si bien es cierto que los costos de las plantaciones de pequeños y medianos propietarios pueden ser más altos que los de proyectos grandes, también es posible lograr reducciones de costos derivadas de la integración horizontal, que permitirían bajar costos de asistencia técnica, certificación y comercialización.

El Cuadro 11.3 muestra el amplio rango de costos considerados en la literatura para plantaciones de teca en América Latina, normalizados a una hectárea. Más de la mitad de los estudios (54%) evaluaron los costos de rotaciones de 25 años, con un rango de 15-30 años. De estos estudios, los costos totales acumulados del periodo de la rotación varían entre US\$1547 y US\$3.741/ha con un promedio de US\$14.225/ha.

Los costos son más pesados al inicio de la inversión, o sea, cuando se establece la plantación en los años 0 a año 1 (para los estudios revisados, los costos iniciales representan el 28% de los costos totales en promedio, con un rango 3 a 80% de los costos totales). Según Gómez y Reiche (1996), los costos de establecimiento de una plantación forestal representan entre 46-53% de los costos totales.

Según los estudios evaluados, los costos de mantenimiento y manejo representan un costo anual de entre 2-4% de los costos totales entre el año 2 y el año de la corta final; los años de raleos acumulan los mayores gastos. Los estudios evidenciaron que el aprovechamiento o la corta final llevan un peso promedio del 11% de los costos totales (Figura 11.3). Entre estudios hay mucha variabilidad debido a múltiples factores, incluyendo características de suelos, costos de los insumos, servicios y mano de obra, y la distancia al mercado.

Solo seis de los doce estudios de caso revisados incluyeron el valor de la tierra. Esto lleva a una valoración incompleta de los costos y de las inversiones, pues el valor de la tierra debería ser incluido al inicio como un costo y en el último año del análisis como un activo. En caso de no incluir este valor (dependiendo del propósito del análisis), es importante recalcarlo en forma explícita en el análisis descriptivo. Asimismo, en la

Cuadro 11.3. Costos corrientes anuales* (en US\$/m³/ha) utilizados para determinar la rentabilidad de plantaciones de teca en estudios de casos en América Latina

Autor	Figueredo	Girress	Ugalde	Sanguino	Herrera	Angelo	Pinho de Sá	Restrepo	Peñaherrera	Ibarra	Quevedo	Sandoval
País	BR	PA	PA	BR	PA	BR	BR	CO	EC	MX	EC	BO
Rotación	25	25	20	25	25	25	25	15	30	15	20	25
Año 0	541	974	0	26351	1861	630	1647	1211	0	670	9524	691
Año 1	102	748	1591	1704	1949	143	420	306	628	527	1026	699
Año 2	150	871	621	109	642	86	480	298	47	527	1057	436
Año 3	251	871	776	109	562	57	164	207	48	527	1057	401
Año 4	281	514	460	79	472	29	249	258	73	527	1057	153
Año 5	168	504	650	344	387	29	334	115	48	591	748	150
Año 6	67	747	355	79	288	29	75	218	106	527	718	43
Año 7	19	747	355	79	288	29	37	95	78	655	718	44
Año 8	67	747	958	79	408	29	82	95	47	527	718	1984
Año 9	19	747	355	79	393	29	48	96	48	527	718	45
Año 10	228	747	355	426	305	29	70	96	731	527	718	34
Año 11	275	747	355	79	269	29	248	109	539	527	718	44
Año 12	228	747	1025	79	385	29	78	97	534	527	703	2570
Año 13	19	747	355	79	403	29	37	221	559	527	703	44
Año 14	36	747	355	79	277	29	56	97	537	527	703	34
Año 15	291	747	355	716	318	29	62	98	596	732	703	45
Año 16	309	747	1100	79	283	29	53		560		703	34
Año 17	291	747	355	79	286	29	98		535		703	44
Año 18	36	747	355	79	290	29	45		534		703	40
Año 19	19	747	355	79	293	29	37		562		703	34
Año 20	440	747	874	569	335	29	53		706		703	3481
Año 21	422	747		68	301	29	601		533			32
Año 22	36	747		68	305	29	45		563			31
Año 23	19	747		68	310	29	37		533			31
Año 24	36	747		68	314	29	53		534			32
Año 25	1664	1300		1119	754	29	2229		625			14024
Año 26									1034			
Año 27									1033			
Año 28									1063			
Año 29									1033			
Año 30									1103			
	6016	19975	11960	32741	12680	1547	7339	3617	15570	8966	25098	25200

BR= Brasil, PA= Panamá, CO= Colombia, EC= Ecuador, MX= México, BO= Bolivia

* Los costos corrientes son aquellos que no toman en cuenta la inflación.

mayoría de los casos revisados no se detallaron los costos por actividad, lo cual limita grandemente la comprensión de la información y su transparencia. Debido a que los costos incluyen diferentes actividades y condiciones, difícilmente se pueden establecer comparaciones entre los casos. Este análisis pone en evidencia la urgente necesidad de elaborar coeficientes de costos (número de jornales, cantidad de insumos requeridos, horas máquina por actividad productiva) para diferentes tipos de plantaciones, si se quieren hacer proyecciones confiables⁵.

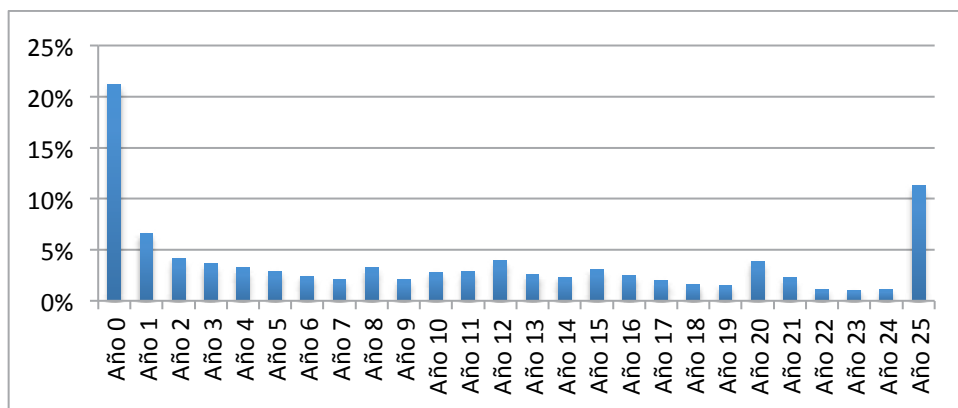


Figura 11.3. Distribución porcentual de los costos a lo largo de la rotación, según los estudios de casos evaluados en América Latina

No es fácil ni relevante utilizar la información de costos de otros estudios. Cada productor debe construir su propio presupuesto de costos acorde con las actividades para evaluar y programar las inversiones requeridas y con las condiciones locales de salarios, sueldos y costos de los insumos. Cuando se construye el presupuesto se desglosan los costos por actividad desde el inicio hasta el final del período, incluyendo tanto los costos de inversión y producción como los de comercialización y administración, de manera que se pueda analizar la rentabilidad real de la actividad forestal.

⁵ *Nota de los editores.* El estudio de Sanguino (2009), por ejemplo, pone un costo de US\$26.000 en el año 20 y un costo total de US\$37.000 en 25 años. Esto está totalmente fuera de las posibilidades de representar una operación rentable. Muchas veces, las ofertas de los promotores se basan en cifras como las mencionadas y así justifican la venta de hectáreas y acciones a precios desproporcionados.

Instrumentos financieros que se aplican a la inversión en teca

Las plantaciones forestales requieren de una inversión privada o pública para su establecimiento y mantenimiento. Los aportes en capital pueden tener diversas formas o denominaciones; no obstante, se puede clasificar en cuatro tipos⁶:

- **Créditos forestales:** préstamos de bancos públicos o privados
- **Incentivos estatales:** inversiones provistas por el Estado para promover una actividad económica con posibilidades de tener impactos sociales o económicos mayores que su inversión (generación de empleos y de divisas, entre otros).
- **Capitalización por acciones:** la reunión de capital privado para llevar a cabo un emprendimiento que promete devolver el capital invertido más una ganancia adicional a los inversionistas.
- **Fondos de inversión:** instrumentos de financiamiento diseñados entre grupos de productores o inversionistas corporativos, individuales, fondos de pensión para transferir fondos a actividades productivas con miras a inversiones de largo plazo.

El efecto de los subsidios sobre la rentabilidad de las plantaciones de teca varía según los casos. Según Cubbage et ál. (2007), los subsidios de los gobiernos ayudan en forma mínima (2-3%), pero incremental, a mejorar la rentabilidad de las actividades forestales de plantaciones forestales. Según Zambrano (2011), los incentivos (certificados de abono forestal, pagos por servicios ambientales) no inciden significativamente en la rentabilidad de las plantaciones de teca⁷.

Los principales factores de riesgo en la inversión de largo plazo en la teca son la reducción de la flexibilidad del uso de la tierra (inmovilización de la tierra durante un largo periodo), riesgo cambiario, seguridad de la tenencia de la tierra, seguridad jurídica para inversiones extranjeras en particular, riesgo de cambios a nivel de leyes y normativas (Scholtens y Spierdijk 2007). Además, uno de los riesgos que tienen que enfrentar los inversionistas es la falta de transparencia en la información productiva y financiera para tomar decisiones adecuadas para la rentabilidad de la inversión.

Rentabilidad

Al disponer del flujo de caja con todos los costos identificados para cada año y cada actividad y los ingresos brutos para la rotación completa (incluyendo incentivos, raleos

⁶ El capítulo 14 ahonda más en este tema.

⁷ *Nota de los editores.* Sin embargo, los incentivos en forma de subsidios pueden superar el problema de flujo de caja que representa la mayor inversión en los primeros 3 a 5 años de un proyecto.

pre-comerciales y comerciales y la corta final), se puede calcular la rentabilidad de la actividad.

Con tasas de descuento de 6-10%, los estudios de caso demuestran un VAN que varía entre US\$602/ha y US\$8556/ha, con un promedio de US\$3552/ha. Cuando se toman en cuenta las diferencias entre las rotaciones, el VAN anual tiene un rango de US\$24 a US\$343/ha/año con un promedio de US\$165/ha/año (Figura 11.4). Cada caso demuestra que el valor actualizado neto de la actividad productiva de la teca es mayor que cero, lo que indica que la actividad es rentable bajo las condiciones del estudio.

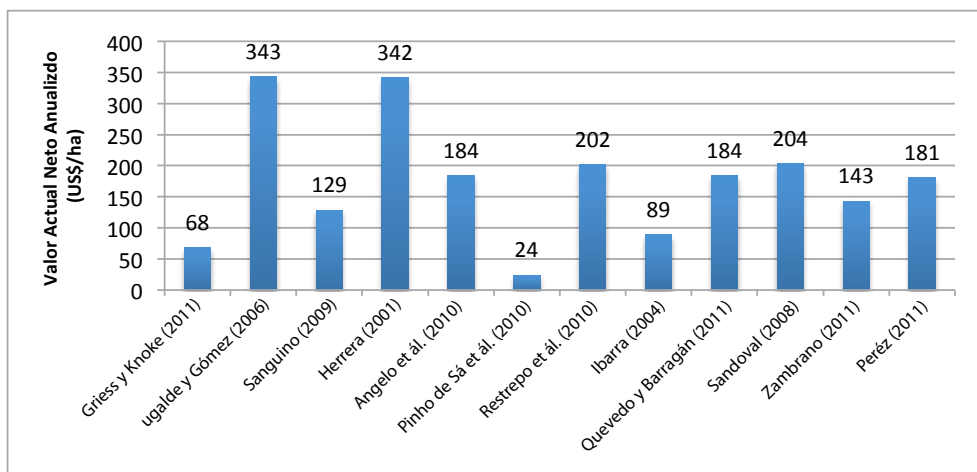


Figura 11.4. Rentabilidad de la teca (valor actual neto) según los estudios de caso evaluados

Las tasas internas de retorno varían entre 10% y 18,8% en estos casos, con un promedio de 13%. En cada caso, la rentabilidad de la plantación de teca (barra roja en la Figura 11.5) fue igual o hasta 9% mayor que el costo de oportunidad del capital en el momento de elaborar los estudios (barra verde en la Figura 11.5). Los factores principales que influyen en la rentabilidad de las plantaciones forestales, incluyendo la teca, y que deben ser evaluados por medio de un análisis de sensibilidad, son el crecimiento de los árboles, los precios de la madera, el valor de la tierra y los costos de manejo (Walotek 2011). Considerando que hay una tendencia a sobrestimar la producción comercial final de las plantaciones, y a subestimar los costos, el análisis de sensibilidad es muy importante para definir los rangos más bajos tanto como los más altos. En el caso de la teca, la rentabilidad está más cerca al rango inferior de las estimaciones (10% tasa

de retorno). En comparación, la rentabilidad de especies de pino varía entre 9-17% y entre 13-23% para especies de eucalipto (Cubbage et ál. 2007).

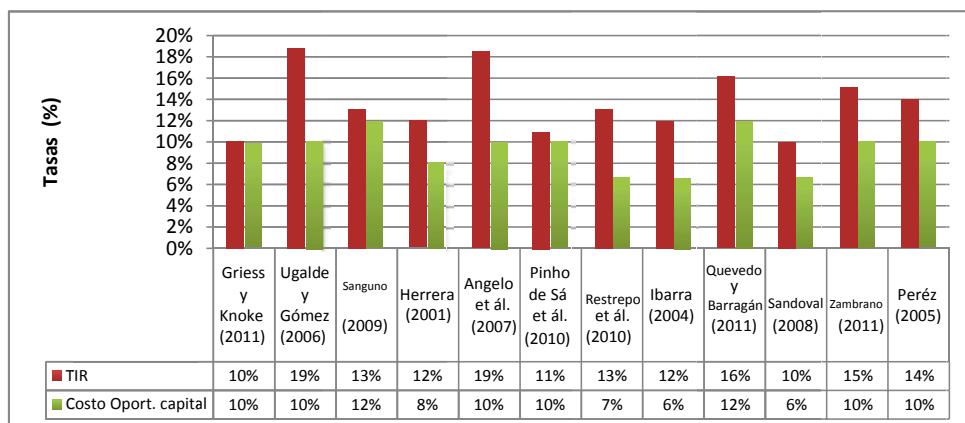


Figura 11.5. Rentabilidad de teca (tasa interna de retorno (TIR) y su costo de oportunidad del capital según los estudios de caso evaluados

El Recuadro 11.1 muestra en forma resumida la estructura del análisis (desde el inicio hasta el final, incluyendo el costo de la tierra y los costos de transacción), así como los parámetros de rendimiento y precios utilizados. Con rendimientos conservadores de 5,75 m³/ha, la actividad forestal dio un VAN positivo de US\$2918, y una TIR de 5,45%, la cual fue mayor que el costo de oportunidad del capital (3,45%) en el 2009. Todos los costos e ingresos de este ejemplo son nominales (o sea que no se tomó en cuenta el efecto de la inflación).

Recuadro 11.1

Ejemplo simplificado del cálculo de rentabilidad de una hectárea de teca en Panamá

Supuestos	Cantidad	Valor	Descripción
Rotación	20		Años
Tasa de cambio		1	Balboa/US\$*
IMA	5.75		m ³ /ha/año
Venta local: varas	200	1,5	Balboa/unidad
Venta local: postes	600	2	Balboa/unidad

	Madera en rollo puesta en patio de acopio de la finca/Segundo raleo: 45-75 cm de circunferencia	15	85	Balboa/m ³
	Madera en rollo puesta en patio de acopio de la finca corta final: >110 cm de circunferencia	100	200	Balboa/m ³
	Valor de la tierra	1	3000	Balboa/ha
Año	Actividad	Costos/ha	Ingresos brutos/ha	Ingresos netos/ha
0	Compra de la tierra	3000	0	-3000
1	Establecimiento	1590,5	0	-1590,5
2	Manejo y mantenimiento	621	0	-621
3	Manejo y mantenimiento	551	0	-551
4	Manejo y mantenimiento	460	0	-460
5	Manejo y mantenimiento	390	0	-390
6	Primer raleo	603	0	-603
7	Manejo y mantenimiento	355	0	-355
8	Manejo y mantenimiento	355	0	-355
9	Manejo y mantenimiento	355	0	-355
10	Manejo y mantenimiento	355	0	-355
11	Segundo raleo	669	2475	1806
12	Manejo y mantenimiento	355	0	-355
13	Manejo y mantenimiento	355	0	-355
14	Manejo y mantenimiento	355	0	-355
15	Manejo y mantenimiento	355	0	-355
16	Manejo y mantenimiento	355	0	-355
17	Manejo y mantenimiento	355	0	-355
18	Manejo y mantenimiento	355	0	-355
19	Manejo y mantenimiento	355	0	-355
20	Corta final (incluyendo valor de la tierra)	857	23 400	22 543
	TOTAL (no actualizado)	13 001,5	25 875	12 873,5
	Tasa pasiva nominal en 2009**	3,49%		
	VAN	US\$2918,03		
	TIR	5,45%		

*1 Balboa panameño = 1 US Dólar

**CEPAL (2011), basado en datos de la Superintendencia de Bancos de Panamá.

Fuentes: Costos basados en ANAM (2010); precios basados en Ugalde y Gómez (2006); rendimiento/ha/año basado en el límite conservador definido por Kollert y Cherubini (2012).

En conclusión

Existen parámetros claros del tipo de información que debiera incluirse en un análisis de rentabilidad de plantaciones de teca. La etapa de conocimiento del mercado final es imprescindible para establecer un análisis de rentabilidad completa, aunque otros insumos necesarios son el rendimiento, los precios esperados, la intensidad de manejo y los costos. Al analizar los indicadores de rentabilidad, los estudios evaluados demuestran que sus proyectos de teca son rentables porque ofrecen una alternativa mejor que el costo del capital (con TIR de un 13%, en promedio). Sin embargo, esos mismos estudios muestran una gran variabilidad en la calidad de información utilizada en cuanto a rendimientos, precios y costos, con rentabilidades más cercanas al límite inferior de las estimaciones revisadas que al límite superior.

Lecciones aprendidas y recomendaciones

- Las proyecciones de rentabilidad de la teca deben basarse en parámetros conservadores y con información confiable sobre costos e ingresos; en caso contrario, se estarían arriesgando las inversiones y, por ende, el impulso a la actividad.
- Todos los costos, incluyendo los estudios de factibilidad de mercado, análisis de suelos, compra de tierra, costos de manejo y aprovechamiento, comercialización y asistencia técnica y la gestión administrativa deben considerarse en el análisis de rentabilidad. La transparencia con la cual se presenta la información es clave para que los inversionistas y productores puedan tomar decisiones acordes con sus expectativas; en este sentido, los supuestos deben ser explícitos.
- Dado que las plantaciones forestales son una actividad de largo plazo es imprescindible actualizar la información de manera permanente, en particular la referente a los costos.
- La rentabilidad de la actividad forestal es relativa y varía a lo largo del tiempo por el plazo de maduración de la inversión. Uno de los aspectos centrales a tomar en cuenta es el costo de oportunidad de la tierra y del capital para asegurar la estabilidad de la inversión en comparación con otros usos de la tierra. Considerando que los resultados de los análisis financieros son la base *sine qua non* para la toma de decisiones, se deben ir incorporando los datos reales a lo largo del proyecto para mejorar la calidad del análisis y su seguimiento.
- Es necesario generar información confiable sobre el rendimiento final de las plantaciones para determinar la rentabilidad real vs. lo proyectado con los estudios realizados.

- La calidad de los datos de los estudios de caso es aún frágil, por lo que se deben mejorar las metodologías y la transparencia con la cual se presenta la información. En particular, en muchos casos no se han considerado los costos relevantes, ni se ha tomado en cuenta la inflación en los costos y precios utilizados, ni se han definido los productos y sus dimensiones. Estas deficiencias dificultan el análisis y la posibilidad de evaluar la rentabilidad según tipos de productos.

En cuanto a los rendimientos, se requiere más información sobre la productividad específica del sitio y en los rodales para afinar las proyecciones de los ingresos. Es necesario sobrepasar las barreras de “confidencialidad” de la información técnica y financiera de las empresas forestales de teca y desarrollar mecanismos de intercambios de información real y precisa sobre el manejo y comercialización de teca (en particular en relación con tipos de costos por actividad y por unidad/valor, rendimientos y precios), con el fin de promover la creación de mejores bases y transparencia en la toma de decisiones sobre la actividad.

Referencias

- Alder, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Vol. 2: Predicción del rendimiento. Roma, Italia, FAO. Estudios FAO Montes no. 22.
- Angelo, H; De Moraes e Silva, VS; Nogueira de Souza, A; Corraza Gatto, A. 2007. Aspectos financeiros da producao de teca no estado de Mato Grosso. Floresta 39(1):23-32.
- ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente, PA). 2010. Guía técnica de la reforestación en Panamá. 88 p.
- Ball, JB; Pandey, D; Hirai, S. 2000. Global overview of Teak plantations. *In* Regional seminar on site, technology and productivity of Teak plantations (Chiang Mai, Thailand, 26-29 Jan. 1999). p. 11-34.
- Bermejo, I; Cañella, I; San Miguel, A. 2004. Growth and yield models for Teak plantations in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 189: 97-110.
- Castro, F; Raigosa, J. 2000. Crecimiento y propiedades físico-mecánicas de la madera de teca (*Tectona grandis*) de 17 años de edad en San Joaquín de Abangares, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 24(2): 07-23.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2011. Panamá: evolución económica durante 2010. México, D.F. 40 p.

- Cubbage, FP; MacDonagh, J; Sawinski Jr, R; Rubilar, P; Donoso, A; Ferreira, V; Hoeflich, V; Morales Olmos, G; Ferreira, G; Balmelli, J; Siry, MN; Báez, J; Alvarez, J. 2007. Timber investment returns for selected plantations and native forests in South America and the Southern United States. *New Forests* 33: 237-255.
- Figueiredo, EO; Pinho de Sá, C. 2005. Estimativa de custos e coeficientes técnicos para instalação y manejo de povoamentos de teca (*Tectona grandis* L.f.). Circular Técnico no. 48. Belem, Brasil, Empraba. 16 p.
- Fonseca, W. 2004. Manual para productores de teca (*Tectona grandis* L. F) en Costa Rica. Heredia, Costa Rica, UNA.
- Gómez, M; Reiche, C. 1996. Costos de establecimiento y manejo de plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE/IICA/GIZ. 49 p.
- Griess, VC; Knoke, T. 2011. Can native tree species plantations in Panama compete with Teak plantations? An economic estimation. *New Forests* 41: 1-39.
- Herrera, J. 2001. Análisis de crecimiento de procedencias y rentabilidad financiera de *Tectona grandis* en la zona oeste del canal de Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 81 p.
- Ibarra Molina, E. 2004. Evaluación financiera de una plantación forestal comercial de teca (*Tectona grandis*) en el municipio de Zihuateutla. Puebla, México, Universidad Autónoma Chapingo. 43 p.
- Keogh, R. 2008. International pricing mechanism for Teak: A proposal to bring transparency to log markets. *ITTO Tropical Forest Update* 18(2):24-26.
- Kollert, W; Cherubini, L. 2012. Teak resources and market assessment 2010 (*Tectona grandis*). Rome, Italy, FAO. 42 p. (Planted Forests and Trees Working Paper Series. Working Paper FP/47/E).
- Muñoz Acosta, F. 2006. Sistemas de medición utilizados en Costa Rica para calcular volumen de madera en troza y aserrada. *Kurú (CR)* 3(7): 4 p.
- Paniagua, R; Salazar, G. 2011. Precios de la madera en Costa Rica y tendencias de las principales especies comercializadas. San José, Costa Rica, Oficina Nacional Forestal. 13 p.
- Peñaherrera, A. 2003. Producción, comercialización y exportación de madera teca al mercado español. Tesis de grado. Ecuador, Universidad Tecnológica Equinoccial. 125 p.
- Pérez, D. 2005. Stand growth scenarios for *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. Academic Dissertation. Helsinki, Finland, University of Helsinki. 77 p.
- Pérez, D; Ugalde, L; Kanninen, M. 2000. Desarrollo de escenarios de crecimiento para plantaciones de teca (*Tectona grandis*) en Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana* 31:16-22.

- Picado, W. 1997. La teca en plantación. *In* Memorias, Seminario (31 jun. y 1 ago., 1997, San José, Costa Rica). Recursos Naturales Tropicales, S.A. San José, Costa Rica. p. 13-27.
- Pinho de Sá, C; Figueiredo, EO; de Oliveira, LC. 2010. Caracterização e análise da rentabilidade financeira do cultivo da teca (*Tectona grandis* L.f.) para produção de madeira em Rio Branco, Acre. Circular Técnica no. 53. Acre, Empraba.
- Quevedo, V; Barragán Rodas, C. 2011. Estudio de factibilidad para la inversión en establecimiento de cultivo de teca en el cantón Santa Rosa de la provincia de El Oro. Tesis de grado. Loja, Ecuador, Universidad Técnica de Machala, Escuela de Gestión Empresarial. 150 p.
- Quirós, R; Chinchilla, O; Gómez, M. 2005. Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera proveniente de plantaciones forestales. *Agronomía Costarricense* 29(2):7-15.
- Restrepo, HI; Orrego, SA; del Valle, JI; Salazar, JC. 2012. Rendimiento, turno óptimo forestal y rentabilidad de plantaciones forestales de *Tectona grandis* y *Pinus patula* en Colombia. *Interciencia* 37(1):14-20.
- Sandoval, E. 2008. El potencial económico de las plantaciones forestales en el trópico de Bolivia. Tesis PhD. Dinamarca, Universidad de Copenhagen. 113 p.
- Sanguino, AC. 2009. Custos de implantacao e rentabilidades económica de povoamentos florestais com teca no estado do Pará. *Rev. Ciências Agrarias* no. 52: 61-78.
- Serrano, R; Moya, R. 2011. Procesamiento, uso y mercado de la madera en Costa Rica: aspectos históricos y análisis crítico. *Kurú (CR)* 8(21): 12 p.
- Scholtens, B; Spierdijk, L. 2007. Causes and consequences of financial risks of tropical timber investment funds. The Netherlands, University of Groningen. 20 p.
- Ugalde, L; Gómez, M. 2006. Perspectivas económicas y ambientales de las plantaciones de teca bajo manejo sostenible en Panamá. USAID/ANAM. 71 p.
- Walotek, PJ. 2011. Estimating prices for teak using a teak-price index. Presentation in World Teak Conference, San José, Costa Rica. 30 de octubre-2 de noviembre, 2011.
- Zambrano Quijano, MJ. 2011. Análisis de la red y sus márgenes de comercialización de la teca (*Tectona grandis*) proveniente de Hojanca y Nandayure, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 171 p.



Capítulo 12

Comercialización de la teca



Capítulo 12

Comercialización de la teca

Róger Moya

Juan Solera

Ronald Guerrero

Kulbhushan Balooni

Introducción

La teca (*Tectona grandis*) es una especie ampliamente comercializada y utilizada por sus características físico-mecánicas, por su buen crecimiento en plantaciones y por la apariencia de su madera. La región asiática domina desde hace largo tiempo la producción y comercialización de maderas tropicales (Keogh 2009). Esto es especialmente cierto en el caso de la teca: Asia acumula el 88% de las existencias mundiales, y solamente Indonesia tiene más del 40% de las plantaciones mundiales de teca (Keogh 2010).

De acuerdo con la capacidad de producción de madera en troza y con las tendencias del mercado actual, se considera que el mercado de la teca –tanto productor como consumidor seguirá dominado por el mercado asiático (Keogh 2010). En los últimos años, la demanda interna en los países asiáticos productores ha aumentado considerablemente. Las empresas locales de elaboración son, por lo general, artesanales y bien adaptadas a la transformación de trozas de pequeño diámetro; por eso, varios de los países asiáticos han comenzado a importar teca proveniente de plantaciones en África y América Latina (ITTO 2010).

La India, además de consumir localmente su inmensa producción de teca, importa un volumen anual de madera en rollo industrial de alrededor de 1,7 millones de metros cúbicos, cuya mayor parte (aproximadamente el 95%) comprende maderas duras tropicales de Malasia, Myanmar e Indonesia y también de África y América Latina (ITTO 2006). Según datos de la Organización Internacional de Maderas Tropicales, la India, a pesar de ser el mayor productor mundial de teca, importa más del 80% de la teca comercializada en troza en el mundo (ITTO 2010).

Tailandia e Indonesia ocupan los siguientes lugares en consumo de madera de teca. Estos países absorben la totalidad de sus producciones nacionales e importan

volúmenes considerables de madera de teca de Myanmar, país que además presenta un activo comercio transfronterizo con China continental (ITTO 2006). Indonesia y Tailandia reportan importaciones cercanas a los 100.000 m³ anuales cada uno; junto con la India, estos países concentran la importación de un volumen de teca en troza cercano al 98% del comercio internacional (Kollert y Cherubini 2005).

La Figura 12.1 muestra un estimado de la distribución mundial de áreas de producción de teca. Es necesario recalcar, sin embargo, que esta información se debe considerar con cautela, dado que el volumen de madera no necesariamente tiene una relación directa con el área. Es de esperar que algunas plantaciones bien manejadas en Latinoamérica, por ejemplo, produzcan varias veces más por hectárea sembrada que áreas en la India, por ejemplo¹.

Kozhikode (también conocido como Calicut) en el estado de Kerala, sur de la India, es uno de los más grandes centros de comercio de madera de teca en el centro de Asia. Los resultados obtenidos con un caso de estudio del mercado de la madera de teca confirman que la tendencia del mercado tradicional de teca es hacia la baja, primordialmente por el descenso de la oferta de madera nativa (Keogh 2010).

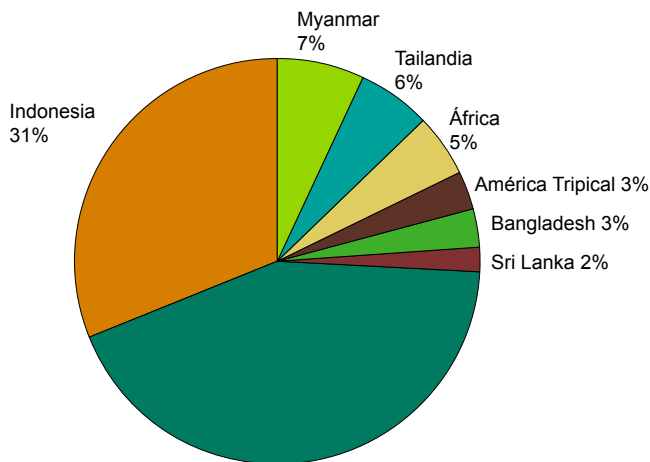


Figura 12.1. Distribución del área mundial de producción de teca

¹ Nota de los editores. Como se indicó en los capítulos 2 y 3, los bosques naturales de teca cubren unas 27 millones de hectáreas, pero solo Myanmar es productor pues India, Laos y Tailandia tienen moratorias (restricciones totales o parciales) a la cosecha de sus bosques naturales de teca (AAG 2007).

La madera de teca procedente de bosques naturales en la India se vende por medio de subastas coordinadas por el gobierno. Cuando se va a dar una subasta, el gobierno informa de todos los detalles del producto que va ser subastado: cantidad de madera, tamaños, precio base, horario del evento, etc. Las subastas son públicas y en ellas participan tanto comerciantes como consumidores. De hecho, una buena proporción (40% a 50%) de la teca subastada es comprada por los consumidores directos.

La preocupación central es que la teca disponible para las subastas no es suficiente para satisfacer la demanda. Como resultado, el incremento de los precios es constante y perceptible. En general, la estrategia de subasta del gobierno está diseñada para que la prioridad sea mantener el precio estable y en ascenso, en lugar de beneficiar a los consumidores, tal como destacan los comerciantes del caso de estudio mencionado. En consecuencia, el impacto afecta principalmente en los compradores pertenecientes a los grupos de ingresos medios y bajos, que se ven más afectados por los precios prohibitivos que ha alcanzado esta madera en los mercados.

Un aspecto que afecta a los comerciantes de madera es la falta de transparencia en el proceso de subasta en cuanto a la calidad y precio de la teca. Muy a menudo, la madera de baja calidad es subastada al mismo precio que la teca de alta calidad, y los compradores no tienen forma de verificar la calidad o la procedencia de la madera antes de comprarla. Así, se puede terminar pagando altas sumas por madera de poco valor real. Dada esta situación, la demanda insatisfecha en el mercado indio se ha ido subsanando con importaciones. El caso de estudio mencionado indica que si no fuera por la madera importada (entre las cuales, la teca es una especie más) de Myanmar, Malasia, Costa de Marfil, Ghana, y de otros lugares como Costa Rica, Brasil y otros países latinoamericanos, la mayoría de los comerciantes de madera en Kozhikode estarían en quiebra y la actividad del comercio y procesamiento de teca habría probablemente desaparecido de la zona.

Las importaciones de maderas duras se iniciaron en los años 1980 y 1990, cuando importadores, comerciantes y usuarios finales a menudo los tres combinados en una sola compañía empezaron a trabajar con productos de países africanos. El mecanismo de trabajo era designar representantes a nivel local, quienes buscaban y negociaban las plantaciones ya maduras. Una vez comprada la madera en pie, se cosechaba y transportaba en rollo a la India. Después de dos décadas de exportaciones, las mejores plantaciones ya habían desaparecido, por lo que las empresas indias volvieron sus ojos hacia Latinoamérica a inicios del nuevo milenio.

En varios países de América Central y Suramérica, las políticas de reforestación habían estimulado el establecimiento de plantaciones forestales. En Costa Rica y Panamá, a finales de los años 1990 se plantaron alrededor de 30.000 ha de teca con los planes de incentivos forestales. En Ecuador y Brasil también se han desarrollado áreas importantes de plantaciones. Luego de veinte años, algunas de estas plantaciones ya contaban con diámetros atractivos para la exportación a la India. Así, en la primera década de este siglo las empresas indias comenzaron a establecer sus operaciones de comercialización en Latinoamérica². En la actualidad, un alto porcentaje de la teca producida en los países latinoamericanos se exporta con niveles mínimos de valor agregado (principalmente trozas o bloques) a mercados asiáticos, principalmente India, a través de cadenas de intermediación que se explican a continuación.

Las cadenas de comercialización y el grado de intermediación

En Asia

En India, un comerciante de madera requiere una licencia de importación para comprar madera de teca en el extranjero; esta licencia no es difícil de obtener. La importación de madera de teca esencialmente requiere que los comerciantes (agentes o importadores) viajen al extranjero para garantizar que la madera adquirida sea de la calidad adecuada (el tema de la calidad de la madera es uno de los más importantes para los importadores indios de teca), y que se garantice un volumen suficiente que asegure las características de calidad aprobadas. Para los pequeños comerciantes, debido al alto costo de los viajes y su escala de operación (pequeñas cantidades de madera), no tiene mucho sentido solicitar una licencia de importación. Por lo general, son los grandes agentes o intermediarios quienes concentran las licencias de importación de teca y otras maderas procedentes del extranjero. Estos importadores transportan la madera a los puertos de entrada, donde se descargan los contenedores para que los compradores potenciales (agentes o comerciantes locales) puedan evaluar la madera y realicen las ofertas. El importador vende la madera a crédito de 60 a 90 días, en rupias indias, lo que les exige tener grandes cantidades de capital de trabajo. Entre los riesgos que el importador enfrenta están los créditos de calidad, problemas con las agencias aduaneras indias, clientes que pagan en dólares de los EE.UU., el riesgo cambiario de la rupia y las condiciones generales del mercado (los precios tienden a subir, pero también pueden bajar). Por su trabajo, la inversión y el riesgo que implica, el

² *Nota de los editores.* Entre los países importadores de madera redonda de teca están también China y Vietman, que si bien no necesariamente han desarrollado mercados internos de consumo, procesan la madera en productos como muebles para exteriores que se exportan a Europa y EE.UU.

importador persigue una utilidad bruta de \$500 a \$1000 por contenedor. Esto funciona bien con grandes volúmenes y si no se dan problemas a lo largo de toda la cadena; si surgen problemas, el beneficio se pierde rápidamente.

Los agentes locales, que generalmente se ubican en los puertos de entrada de la madera, compran la madera de los importadores. En general, la madera de teca importada tiene un menor precio que la madera local, principalmente por ser de inferior calidad. Un metro cúbico de madera de teca local tiene un precio en rupias indias (INR) entre 4000-4500 (1 US\$ = INR 45) en la ciudad de Kozhikode, mientras que la madera de teca importada tiene un precio de 3000-3500 INR (Gandhi 2011). Tanto los importadores como los agentes locales utilizan aserraderos para procesar la madera y convertirla en tabla y otros componentes, que luego venden a los comerciantes locales o a consumidores finales

Los márgenes de intermediación a nivel del comercio local también son diferentes. La teca nativa comprada en las subastas del gobierno produce ganancias del 10%, en tanto que la teca importada deja a los madereros una ganancia de no más del 5%, libre de costos.

Las cadenas de comercialización de la teca latinoamericana dependen del tamaño del productor y de su capacidad de conectarse en los diferentes niveles de la cadena de comercialización. Los productores en gran escala (miles de hectáreas) tienen capacidad para buscar y encontrar clientes en los mercados destino; así logran eliminar parcial o totalmente a los intermediarios. Algunos de los grandes productores buscan agregar valor a la teca por medio de procesos de manufactura, especialmente primarios.

Los pequeños y medianos productores no cuentan con la capacidad de llevar a cabo las acciones necesarias para acceder directamente a los mercados destino, por lo cual, casi siempre tienen que recurrir a los intermediarios. En algunos casos, las cadenas de intermediarios puede sumar hasta tres o más eslabones: un intermediario local que contacta a los productores y negocia la madera; muchas veces, este es el encargado de los procesos de extracción y carga de contenedores. El intermediario vende o está asociado a una empresa comercializadora de madera que vende a importadores indios o asiáticos en general. Estos importadores comercializan la madera al usuario final en los mercados destino. En otros casos, los pequeños o medianos productores pueden optar por vender su madera a los grandes productores del país, quienes pueden cumplir el rol de intermediarios, o comprar la madera para procesarla y agregarle valor.

En Latinoamérica

Producto de la estructura del mercado, se ha venido generando una situación que ha complicado el comercio de la teca en la región latinoamericana: el surgimiento de una enorme cantidad de intermediarios locales; si bien algunos son serios y profesionales, otros no lo son tanto. Por negligencia o mala intención, el intermediario realiza negociaciones perjudiciales para los productores, especialmente los pequeños o medianos, quienes no tienen las herramientas técnicas necesarias para dirigir una negociación exitosa. Algunos de los intermediarios locales trabajan en colaboración con importadores de la India o, simplemente, son especuladores que buscan una oportunidad de hacer dinero rápido, sin agregar mucho valor a la cadena de comercialización.

Existen diferentes tipos de personas involucradas en el comercio de la madera de teca: grandes compañías, empresas registradas en las bolsas de valores, compañías que procesan la madera, comerciantes puros, aventureros y especuladores. Esto evidencia la necesidad de ser cuidadosos al seleccionar con quien se quiere hacer negocios y, puesto que hay muchas opciones, tal selección puede ser muy difícil.

Uno de los aspectos claves en el comercio de la teca, y que se presta a confusiones durante el proceso de negociación entre el productor y el comprador, es el sistema de medición (cálculo de volumen) utilizado por los compradores.

La medición de la madera

En el negocio de la teca hay dos métodos que se utilizan en el ámbito internacional para negociar la compra y venta de trozas: la fórmula Hoppus y la fórmula Berenthon. En cada país, además, suele haber sistemas de medición particulares, como el pie tablar, la pulgada maderera, etc.

Fórmula Hoppus: Volumen (m³) Hoppus = ((circunferencia de la troza-castigo/4)**2*largo)/10000

Circunferencia de la troza medida en centímetros en el centro de la troza, aunque se dan variaciones como medir en uno o ambos extremos.

Castigo que depende de las características de la troza, tales como espesor de la corteza, cantidad de albura. El comprador trata de aumentar el castigo, aunque lo normal en los mercados es que esté entre 4 y 8. La medida es también en centímetros.

Largo medido en metros.

Fórmula de Berenthon: $\text{Volúmen (m}^3\text{) Berenthon} = 0,25 * \pi * (\text{diámetro}^{**2}) * \text{largo} / 10000$

Pi, constante universal de la relación entre el diámetro y la circunferencia de un círculo
= 3,1415

Diámetro de la troza medido en centímetros al centro de la troza, aunque se dan variaciones como medir en uno o ambos extremos.

Largo medido en metros.

Como es evidente, el volumen de una troza va a depender del sistema de medición que se utilice. Por ejemplo, una troza de 50 cm de circunferencia al centro y 2 metros de longitud dará un volumen de 0,393 m³ Berenthon, o 0,308 m³ Hoppus sin castigo; si se aplica un castigo de seis (Hoppus – 6), se tendrá un volumen de 0,242 m³. Entre más grande el castigo, menor será el volumen medido de madera; este efecto aumenta conforme se va adelgazando la troza.

Hoppus sin castigo es un 78,54% del volumen Berenthon; entonces, un contenedor de 40 pies medido en Hoppus (lo que se paga) puede cargar unos 16 m³, o unos 20-23 m³ si se utiliza el método de medición Berenthon. El Recuadro 12.1 brinda mayores detalles sobre la capacidad de carga de los contenedores.

Recuadro 12.1³**Capacidad de un contenedor, según la experiencia de una empresa costarricense**

Folkert Kotman
PanAmerican Woods, S.A.

La empresa PanAmerican Woods usa el sistema métrico decimal para sus mediciones; es decir, metros cúbicos reales (1x1x1 m), o la fórmula $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot L$ para madera en rollo.

Un contenedor estándar de 40 pies tiene un peso máximo neto de carga de 26,6 toneladas. La teca recién cortada tiene un peso aproximado de 1,1 t/m³; o sea que se pueden cargar entre 24-25/m³. Este es el peso máximo aceptado en la generalidad de las instalaciones portuarias debido a la capacidad de la maquinaria usada para mover y cargar contenedores. Cuando la teca ha secado durante algunos meses, se pueden cargar 1-2 m³ más, pero el mejor promedio es de 25/m³ por contenedor. Esto corresponde a 16 m³ Hoppus con el castigo usual de 6 cm en circunferencia y 5 cm en largo.

Un contenedor estándar de 20 pies ofrece como peso máximo neto de carga 28,2 toneladas y es en general usado para transportar bloques de filo vivo y brutos (*clean and rough squares*), debido a que sus dimensiones internas son limitadas. Se pueden cargar unos 16 m³ redondo y la diferencia en costo no cubre la pérdida en volumen que se puede cargar. La cantidad total de metros cúbicos en bloques que se puede cargar depende de la calidad del corte: los bloques filo vivo pueden dar 28 m³ y los bloques en bruto unos 26 m³ (o 23 m³ si solo están raspados (*scraped*) con una motosierra. La fórmula de Hoppus da como resultado 78,5% del volumen métrico usado sin castigos. Un castigo fijo en dimensiones diferentes da diferentes factores de conversión, lo que es uno de los problemas para mucha gente al momento de analizar las ofertas de compra.

La primera regla en la comercialización de trozas de teca es tener absolutamente claro qué método de medición se utilizará, ya que la evaluación y negociación de los precios dependerá de esto. Es claro que si el comprador A ofrece una medida Hoppus, deberá pagar un precio mayor por metro cúbico que el comprador B que emplea una medida Berenthon. Los compradores experimentados ofrecen montos muy altos por metro cúbico de madera para convencer a los productores; sin embargo, al final, cuando se aplican los castigos, el monto neto de dinero que llega al productor por cada metro cúbico vendido (o cada contenedor vendido) es menor. En el Cuadro 12.1 se presenta una tabla modelo con los factores de conversión para comprar volúmenes de madera en metro cúbico con diferentes modalidades (castigos) de Hoppus.

³ *Nota de los editores.* Puesto que el demonio está en los detalles, se incluyó esta información para despejar dudas en cuanto a medidas y capacidades de transporte.

Cuadro 12.1. Factores de conversión de metro cúbico a Hoppus con diferentes castigos

Categoría	Circunferencia (cm)		Hoppus – 6	Hoppus - 3	Hoppus
1	40	44,9	0,579	0,678	0,7854
2	45	49,9	0,600	0,689	0,7854
3	50	54,9	0,616	0,698	0,7854
4	55	59,9	0,630	0,706	0,7854
5	60	64,9	0,642	0,712	0,7854
6	65	69,9	0,652	0,717	0,7854
7	70	74,9	0,661	0,722	0,7854
8	75	79,9	0,668	0,726	0,7854
9	80	84,9	0,675	0,729	0,7854
10	85	89,9	0,681	0,732	0,7854
11	90	94,9	0,687	0,735	0,7854
12	95	99,9	0,692	0,738	0,7854

Es obvio que la comparación de todos los precios y ofertas requiere de muchos cálculos, así como una cierta comprensión del mercado. Pero la buena noticia es que ya que hay muchos compradores en el mercado, no debería ser demasiado difícil para el productor comparar los precios y luego negociar con la parte que ofrezca los mejores precios, en busca de una situación ganar-ganar.

Características de la madera redonda

Íntimamente relacionadas con el sistema de medición, están las características de la troza que se vende, especialmente en relación con los largos. El vendedor debe tener claro que el volumen total de una troza varía si se vende en secciones –midiendo cada sección por separado– o como una sola troza. En la Figura 12.2 se ilustra la diferencia de volumen medido que puede tener una misma troza, dependiendo de la forma de medición. La pieza entera tiene un largo de 4,45 m que daría un volumen de 0,18 m³ y un valor de \$26,3. Si se divide en dos trozas de 1,8 m y 2,6 m, el volumen total sería de 0,22 m³ con un valor total de \$38,20. Hay una diferencia de 22% en volumen y de 45% en valor. A la hora de vender trozas más largas, el vendedor deberá tener el cuidado de hacer el ajuste respectivo de precio para reflejar esta variación.

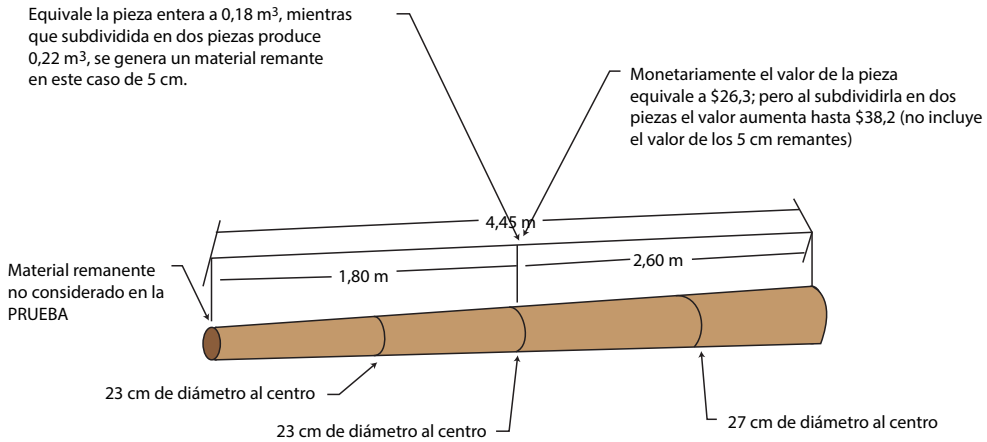


Figura 12.2. Comparación de cálculo de volumen de troza dependiendo del largo

Aparte del sistema de medición, el productor/vendedor debe además tener cuidado con otros aspectos; especialmente si el intermediario (sospechosamente) está ofreciendo precios más altos que los normales. Por ejemplo:

- Que se utilice una cinta de medición que esté debidamente calibrada (muchos compradores usan cintas desajustadas a su favor).
- Que solamente compren y/o carguen el mejor material, y se deje en el patio la madera de segunda. Esto es un ardid muy común: el intermediario convence al productor para que haga un raleo por lo alto (sacar los árboles gruesos de más valor) y que deje lo delgado para la cosecha final, cuando lo que se debe hacer es exactamente lo contrario para maximizar el valor de la plantación.
- Prácticas de comercio desleales, como sobornar a la persona que tiene a su cargo el control de la medición en nombre del propietario; no medir el diámetro en el medio sino en el extremo de menor tamaño; aplicación de castigos fuertes por pequeños defectos, etc.
- Con los envíos a la India hay que tener el cuidado de cargar lo que se previamente se acordó, de preferencia ante un representante del comprador (y la firma de un protocolo), para evitar reclamos por defectos, diferencias de medición, problemas de calidad (trozas huecas, curvaturas, tubos (patas de elefante), nudos grandes, etc.).
- El pequeño productor debe tratar de negociar precios puestos en finca, dado que el transporte es un rubro muy importante dentro de la estructura total de costos del negocio y para negociar tarifas se requieren volúmenes significativos.

- Se recomienda asegurar el pago del producto antes de la entrega del mismo.

La madera de teca es una mercancía como muchas otras. No hay milagros en este comercio; el secreto está en conocer los principios básicos que lo rigen. Los precios de la madera de teca varían con el diámetro, la cantidad de albura, color, ubicación, cantidad vendida, los costos de transporte. Otros aspectos a tener en cuenta son:

- **Precios por diámetro.** El diámetro es quizás el principal factor para determinar el precio de venta de la teca en troza. Entre mayor el diámetro, más alto es el precio (básicamente de acuerdo con el rendimiento del aserradero). Esta es una relación exponencial; es decir, un pequeño aumento en diámetro usualmente implica un aumento importante en precio. De ahí que el manejo de las plantaciones se deba hacer para buscar árboles gruesos en la cosecha final.
- **Características de la madera.** Entre más duramen tenga la troza, más valiosa es (o se castiga menos). Igualmente, el mercado premia madera de buen color (café oro parejo), con corteza de poco espesor y, por supuesto, sin daños aparentes como reventaduras, daños por insectos, etc.
- **Ubicación y costos de transporte.** Para llevar la madera de la plantación al mercado, hay un largo proceso con muchos costos involucrados. Primero, la cosecha y la extracción de la madera, la cual se transporta a un patio central de registro; luego se carga en un contenedor, se transporta al puerto y en buque a la India o cualquier otro destino final. Además, hay gastos de inspección, tiempo libre del contenedor en el puerto, derechos de aduana, cargos por documentación, gastos de fumigación, gastos de inspección independiente en materia de drogas (en algunos países) y así sucesivamente. Desde América Central, los costos totales de transporte puede alcanzar fácilmente US\$2500 por un contenedor de 20 pies. Los contenedores de 40 pies son unos pocos cientos de dólares más caros, pero albergan unos cuantos metros cúbicos adicionales. Debido a la restricción de peso, generalmente los bloques o madera procesada se cargan en contenedores de 20 pies, mientras que la madera en rollo debe cargarse en contenedores de 40 pies. Para reducir los costos de transporte, o para acceder al permiso de exportación de madera (en algunos países, como el Ecuador, no se permite la exportación de trozas), la madera en rollo se puede procesar en forma de cuadros en bruto. En lugar de cargar 16 m³ Hoppus (con castigo de 6 cm) de piezas de madera en rollo de 2,25 m en un contenedor de 40 pies, uno puede cargar 23 m³ de madera elaborada en bruto en un contenedor de 20 pies. El impacto en el costo de transporte es significativo. El procesamiento de la madera

en sección cuadrada es la forma más básica de industrialización que exige una inversión adicional y habilidades (como la aritmética básica y la coordinación logística). Esta no es una forma de transformación para agregar valor, sino más bien para reducir los costos de transporte.

- **Volumen.** El intercambio comercial entre las empresas suele ser más profesional a medida que aumenta el volumen transado. El dueño de una pequeña plantación de 3 hectáreas puede tener \$40.000 en valor de la madera en pie después de 20 años, pero a menudo no está entre sus posibilidades visitar la India para negociar contratos y llegar a una comprensión completa del negocio. Por otra parte, es una venta de una sola vez, sin mucho poder de negociación, ni con el comprador, ni con las empresas de transporte, ni probablemente se cuente con equipo en caso de tener que realizar algún proceso como el bloqueo para optimizar costos de transporte. Por ello, desde un inicio es conveniente combinar fuerzas e integrarse con otros vendedores o propietarios de plantaciones, para crear ventajas de economía de escala (integración vertical). Si no es así, es probable que este pequeño productor reciba un precio considerablemente más bajo que los grandes proveedores con continuidad en la producción y un buen rendimiento.

La cadena de comercialización de la teca puede ser más eficiente con la venta de grandes volúmenes, la negociación con las empresas de transporte y carga y la escogencia del tipo de producto a embarcar (bloques, madera redonda, madera aserrada). A veces tiene más sentido vender las trozas a su largo completo, de hasta 12 metros y cargarla en la plantación, pero esto requiere el equipo adecuado, es decir, una inversión importante. Los pequeños productores deben unirse para lograr los beneficios que disfrutaban los grandes proveedores. En palabras de Ladrach (2009), *“La clave del éxito de las plantaciones de teca para los inversionistas es aunar sus esfuerzos trabajando en conjunto para desarrollar ese potencial”*.

La posibilidad del valor agregado en la cadena de comercialización

La comercialización de la madera en América Latina es todavía de corta vida y no existen grandes unidades industriales que agreguen valor. El valor agregado que se puede dar es el manejo adecuado de las plantaciones para obtener la mayor cantidad de trozas posibles con diámetros importantes y con buena forma y características, de manera que se pueda diferenciar de la madera común de plantaciones normales y mejore la posibilidad de obtener mayores precios. Otro aspecto para agregar valor a la madera y diferenciarse de los competidores es hacer un manejo ambiental y socialmente correcto, para tener la posibilidad de certificación (por ejemplo, la certificación FSC

www.fsc.org). Junto con los canales de comercialización adecuados, la certificación puede ayudar al productor a obtener ventajas competitivas y, eventualmente, un premio en el precio de venta de su madera. Otro posible valor agregado se puede alcanzar por medio de la organización de propietarios de plantaciones, de manera que se junten volúmenes significativos que permitan el acceso a economías de escala para negociar las tarifas de transporte y una mejor logística; así se evitaría la negociación con intermediarios y se acercaría el productor al consumidor final.

Sin embargo, también existe la posibilidad de agregar valor a la madera mediante la aplicación de procesos productivos primarios y/o secundarios, lo que requeriría utilizar canales de comercialización diferentes y llegar a mercados meta diferentes, tanto nacionales como internacionales.

La estrategia de agregar valor mediante el procesamiento de la teca, sin embargo, es una decisión que se debe tomar con cautela pues ya se han dado algunas experiencias no exitosas de intentos de procesamiento primario y secundario en varios países de Latinoamérica. En primer lugar, la teca tiene un valor muy alto por el premio que pagan muchos de los mercados asiáticos. Esto impone un castigo de entrada (alto costo de materia prima) para la producción en países donde los consumidores no pagan este premio, sea por menor capacidad de compra o porque estos mercados locales tiene otras especies preferidas. Además, en general los costos de producción en América Latina han demostrado ser altos en comparación con sus pares asiáticos. En término de costos, suele ser más eficiente exportar las trozas a los países asiáticos para que allí las transformen en muebles y luego importar los muebles. El típico argumento de que “el ganadero puede agregar valor abriendo un restaurante, donde venda su carne a un precio mucho mejor”, no es tan cierto para el ganadero, y menos para la producción de teca elaborada: “el restaurante” es otro negocio que requiere de otras cualidades, conocimientos, otra gente, e involucra muchos costos, competitividad, etc. Igual sucede con el procesamiento de la madera.

La exportación de madera en bloques o aserrada puede reducir el costo de flete y, a la vez, esta última tiene un precio de importación en Asia más alto que la madera redonda o los bloques. Pero para ir a grados mayores de transformación se requiere de estudios muy precisos antes de su implementación. El procesamiento de teca de plantación requiere de una gran capacidad técnica, conocimiento y equipos. Dado que se compite contra países como India o China (donde se cuenta en muchos casos con procesos artesanales muy adecuados para diámetros menores y ventajas a nivel de

costo de mano de obra, principalmente), la integración vertical, si bien una opción que puede deparar algunas ventajas, no es una decisión que automáticamente favorezca al productor.

La madera de teca de plantación sirve para usos diversos (Cuadro 12.2). El tipo de uso se relaciona directamente con el diámetro de la troza y la edad de la plantación (Figura 12. 3). Con frecuencia, la madera proveniente del segundo y tercer raleo, o algunas trozas de las partes superiores de los árboles gruesos de cosechas finales, se utilizan para la obtención de bloques cuadrados para exportación al mercado asiático, o bien para bloques de dimensiones estructurales; de esta forma, se concentra la médula en una sola pieza, que puede ser usada en la fabricación de vigas laminadas o bien como pieza estructural (Moya 2010). Las trozas de dimensiones inferiores a 15 cm obtenidas en los primeros raleos, o bien de las partes superiores de árboles gruesos, se emplean como postes para cercas preservadas y madera aserrada.

Cuadro 12.2. Posibles usos de la madera de teca de plantaciones de rápido crecimiento

Construcción civil	Muebles	Otros usos
Vigas laminadas	Archivadores	Componentes de barcos
Piezas molduradas	Bancas	Artesanías
Vigas de madera sólida	Camas	Postes preservados
Pisos	Cómodas	Postes de más de 6 m
Forros para paredes	Juegos de comedor y sala	Urnas para cenizas
Tablas con ancho inferior a 15 cm	Mesas	Leña*
Peldaños para escalera	Sillas y sillones	Carbón*
Puertas	Aparadores	
Ventanas	Escritorios	
Pisos (<i>decks</i>) en sitios de recreo	Estantes para oficinas	

*Principalmente como deshechos de la cosecha y raleos

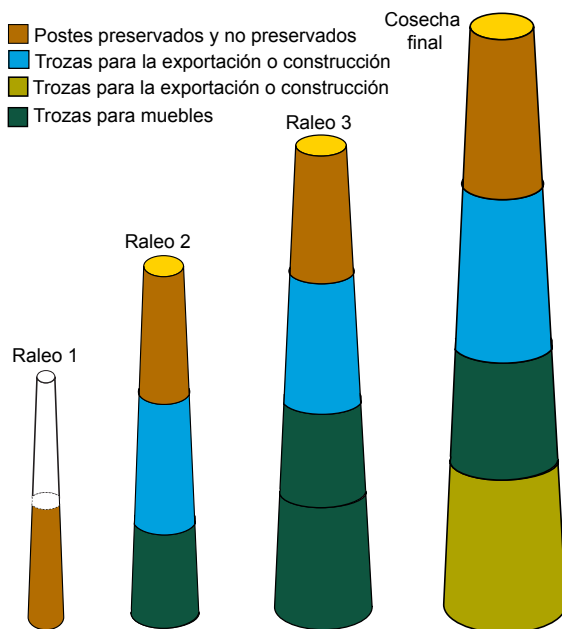


Figura 12.3. Propuesta de uso de la madera proveniente de plantaciones de teca, según la edad

La madera con diferentes grados de procesamiento se puede comercializar tanto en el mercado local como a nivel internacional. Por lo general, las exigencias de los mercados internacionales suelen ser muy altas en términos de calidad dimensional, secado y apariencia de la madera, por lo que usualmente solo los productores grandes (o grupos de pequeños productores organizados) cuentan con la maquinaria y equipo necesario para cumplir con las especificaciones de calidad. Si bien los procesos industriales de la teca son tan variados como productos finales pueda haber, se pueden separar en grandes grupos:

- Aserrío
- Secado
- Cepillado / moldurado
- Acabado
- Empaque

Algunos de los aspectos claves que se deben considerar a la hora de procesar madera de teca de plantación son los siguientes:

- **Rendimiento.** Se debe tener en cuenta que se trabaja con árboles de diámetros menores, con trozas que muchas veces no son rectas, con mucha presencia de nudos y con médula grande y migrante en el medio de la troza, todo lo cual dificulta la obtención de tablas largas y anchas. Otro tema a considerar es que la mayoría de los mercados de tabla y producto terminado castigan (si es que aceptan) la presencia de nudos, médula y albura, por lo que generalmente se requiere un diseño de producto novedoso, o aceptar que los rendimientos (volumen de madera en tabla obtenida como porcentaje del total de volumen aserrado) será bajo: 30-50%, dependiendo de los productos que se puedan obtener (Moya 1990).
- **Equipo y herramientas.** La teca es una madera sumamente abrasiva que requiere de herramientas especiales (carburo de tungsteno o similar), ya que las herramientas tradicionales pierden el filo rápidamente. También se necesitan equipos especiales para el procesamiento de trozas de diámetros menores.

A nivel de mercados internacionales, los productos terminados de teca de plantación no son bien aceptados. Los mercados de productos finales están acostumbrados a la teca de los bosques nativos de Myanmar, que es madura, proveniente de árboles viejos, con características que la madera de plantación no puede emular. Por otra parte, la presencia de nudos, médula y albura son características poco aceptables en el mercado, pero imposibles de obviar sin que el productor logre un rendimiento a un costo razonable. Se requiere, por lo tanto, desarrollar diseños de productos innovadores o buscar nichos de mercado específicos donde valoren la teca de plantación por sus características particulares. Todos estos aspectos deben haberse clarificado antes de emprender una inversión importante para el procesamiento.

La otra cara de la moneda es que, si se tiene claridad en el mercado meta y se cuenta con un producto ganador, la teca de plantación es una madera que presenta buenas características físico-mecánicas, no es difícil de secar y una vez seca es bastante estable; permite acabados con facilidad y, al final, cuenta con el nombre “teca”, que sigue siendo ampliamente apreciado en el mundo entero.

A diferencia de la troza, cuyo principal mercado es Asia, los productos semi-terminados o terminados pueden tener cualquier destino, desde el mercado local, hasta Norteamérica y Europa. Tanto el mercado norteamericano como el europeo reconocen el valor ambiental de la madera de plantación contra la madera de bosque natural; además, en Norteamérica son más tolerantes a la presencia de albura.

A nivel internacional, los canales de comercialización varían dependiendo del tipo y nivel de acabado del producto. Para productos terminados, los clientes potenciales son generalmente importadores que a su vez los distribuyen localmente a tiendas y almacenes. Sin embargo, se han dado casos exitosos de comercialización directa con los almacenes. Para ello se requiere contar con volúmenes importantes y con exigentes normas de calidad. Al igual que con las trozas, existen intermediarios que suelen no dar ningún valor agregado al proceso y cuya participación (comisión) al final lo que hace es aumentar los costos.

Al igual que sucede con el resto de las maderas de plantación o de bosques naturales, existen varios canales de comercialización hasta llegar al consumidor final en los mercados nacionales. Veamos los más frecuentes:

- Un dueño de aserradero compra la madera al dueño de la plantación, hace el proceso de transformación y la coloca en el depósito de madera o ferretería, que puede ser de su propiedad o de una segunda persona, para su comercialización.
- Un dueño de ferretería o depósito de madera va al bosque, donde compra los árboles, paga el servicio de aserrío y realiza la venta de madera.
- Un dueño del bosque paga por el servicio de aserrío y realiza la venta directa de la madera al consumidor o bien a una ferretería.
- Un intermediario (camionero u otro) realiza el aprovechamiento, paga el servicio de aserrío y realiza la venta a un depósito de madera o bien al consumidor directamente.
- Los talleres o fábricas de muebles obtienen la materia prima directamente de los dueños de las plantaciones, intermediarios o aserraderos, y venden directamente al consumidor del producto final.

Propuesta para mejorar la comercialización de teca

Se pudieran tomar varias acciones para mejorar la comercialización de la teca producida en plantaciones en los países latinoamericanos; entre ellas:

1. Los productores deben hacer un manejo adecuado de sus plantaciones para obtener trozas de buena calidad (diámetro, forma, salud.) que les aseguren buenos precios y una posición privilegiada de negociación. A nivel público y privado, deben darse esfuerzos significativos para diseminar la información relevante (De Camino 2010).
2. Cuando un productor vende, debe tener claro cuál es la cadena de comercialización

- en la que está entrando y saber quién es su comprador –siempre se debe tratar con compradores serios y conocidos. Si el productor mismo no tiene el conocimiento adecuado para asegurar que su madera sea medida correctamente, debe buscar ayuda de alguien que sí sepa y negocie, en su nombre, condiciones justas y correctas.
3. En caso de no contar con volúmenes importantes de madera, el productor debiera buscar a otros pequeños productores y organizarse juntos para tener economías de escala de negociación con compradores y agencias de carga y transporte, y abarcar más eslabones de la cadena de comercialización.
 4. El vendedor debe tener contacto con varios compradores, de manera que pueda comparar ofertas. Para que tal comparación sea válida, se debe cuidar que las condiciones de compra sean parecidas.
 5. La certificación forestal puede ser un medio para diferenciar la madera y acceder a nichos de mercado específicos.
 6. En caso de decidirse por una alternativa de integración vertical y procesar la troza para agregar valor, hay que considerar aspectos como el tipo de producto, las expectativas del mercado meta, la disponibilidad del equipo necesario; además, hay que determinar –por adelantado el costo del producto, incluyendo el rendimiento de madera, y garantizar costos competitivos. Es fundamental contar con mecanismos de apoyo para el desarrollo de productos, investigación de mercados, encadenamientos productivos, etc. Para que esta estrategia tenga éxito, es indispensable que los gobiernos locales apoyen la compra de productos de maderas nacionales, promuevan la formalización del sector y combatan la informalidad.
 7. Se deben propiciar los mecanismos de intercambio de información entre los diferentes actores, de manera que haya un mercado transparente, con una buena ética de negocios y con vías claras para denunciar propuestas irregulares y advertir a inversionistas, compradores y vendedores (De Camino, 2010).

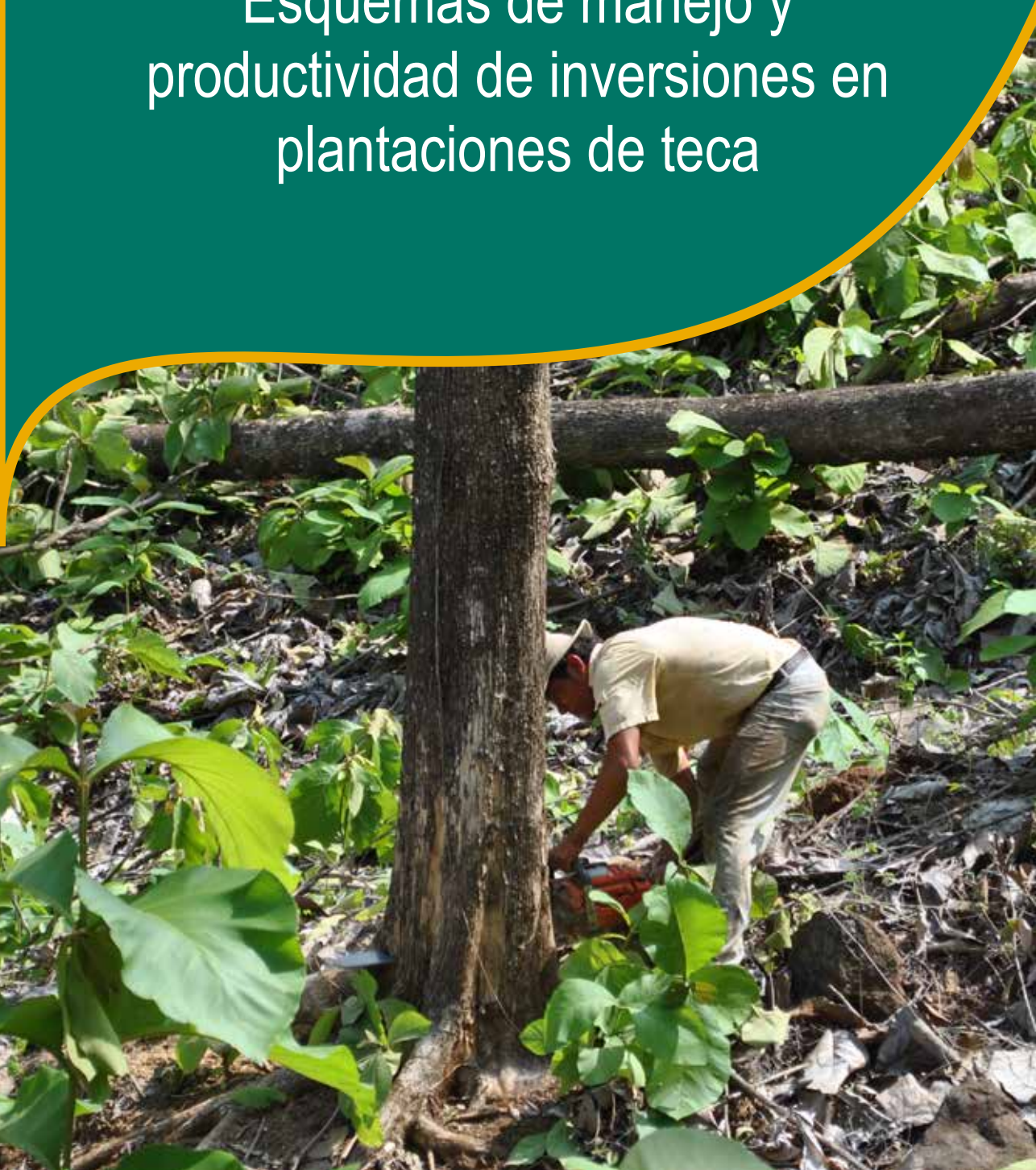
Referencias

- AAG (Australian Agribusiness Group). 2007. Market overview – the Australian teak industry. Independent assessment. Canberra, Australia. 4 p.
- De Camino, R. 2010. ¿Que debe ser OLAT? *In* Memoria; Primera Reunión Latinoamericana de productores de teca (30 nov. - 1 dic. 2010, San José, Costa Rica).
- Gandhi, V. 2011 A Decision-oriented market information system for forest and agro-forest products in India. *In* Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS);

- Asian Federation for Information Technology in Agriculture (AFITA) (eds.). Proceedings of the Third Asian Conference for Information Technology in Agriculture. p. 578-586. Consultado el 1 abr. 2011. <http://zoushoku.narc.affrc.go.jp/ADR/AFITA/afita/afita-conf/2002/part8/p578.pdf>
- ITTO (International Tropical Timber Organization). 2006. Report on the Market Study on Tropical Plantation Timber Products. CEMCFI(XXXIX)/6. Prepared for ITTO by STCP Engenharia de Projetos, Ltda.
- ITTO. 2010. Teak as potential plantation species. ITTO Tropical Timber Market Report 15, 11: 1-15, June 2010.
- Keogh, R, 2009. The future of teak and the high-grade tropical hardwood sector: Solving the tropical hardwood crisis with emphasis on Teak (*Tectona grandis* Linn f.) Rome, Italy, FAO. 37 p.
- Keogh, R. 2010. Visión Global-teca. *In Memoria*; Primera Reunión Latinoamericana de productores de teca (30 nov. - 1 dic. 2010, San José, Costa Rica).
- Kollert, W; Cherubini, L. 2012. Teak resources and market assessment 2010. Rome; Italy, FAO Planted Forests and Trees Working Paper FP/47/E. Available at <http://www.fao.org/forestry/plantedforests/67508@170537/en/>
- Ladrach, W. 2009. Manejo de plantaciones de la teca para productos sólidos. Conferencista invitado, Convención Nacional de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Forestales (Sept. 30 – Oct. 4, 2009, Orlando, FL, US).
- Moya, R. 2010. Procesamiento y comercialización de plantaciones de teca en Costa Rica. *En Memoria*; Primera Reunión Latinoamericana de productores de teca (30 nov. - 1 dic. 2010, San José, Costa Rica).
- Moya, R. 1990. Rendimiento y evaluación de la adherencia en madera de teca (*Tectona grandis*) para la fabricación de veleros. Informe de práctica de especialidad. Cartago, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 149 p.

Capítulo 13

Esquemas de manejo y productividad de inversiones en plantaciones de teca



Capítulo 13

Esquemas de manejo y productividad de inversiones en plantaciones de teca

Álvaro Vallejo
Carlos Julio Castaño
Fredy Zapata

Como muchas otras actividades productivas, las plantaciones de teca tienen una motivación fundamentalmente económica, si bien es posible que de ellas se obtengan también beneficios ambientales y sociales. En el caso de la teca, varias características la hacen atractiva como objeto de inversión: es una especie altamente conocida a nivel internacional desde hace siglos, con mercados internacionales claramente establecidos, excelentes y reconocidas características de la madera, precios sumamente atractivos y tasas de crecimiento bastante buenas en muchos de los casos. Por estas y varias otras razones la teca se considera *la reina de las maderas*¹.

Sin embargo, alrededor de las plantaciones de teca se ha creado una especie de mito que promete rentabilidades fabulosas, el cual es mantenido y fomentado por oportunistas que ven la posibilidad de obtener buenos ingresos... para ellos mismos. Varios son los aspectos que han llevado a esta sobreestimación de los beneficios de las plantaciones de teca:

- La sobreestimación de la productividad de las plantaciones
- La sobreestimación de la cantidad de madera de alta calidad que se produce en las plantaciones
- El uso de factores inadecuados o la omisión de factores importantes relacionados con cálculos de productividad y existencias
- La sobreestimación de los precios por tipo de madera
- La omisión de costos ocultos o implícitos relacionados con la producción y venta de madera de teca.

¹ *Nota de los editores.* Principalmente los promotores de las inversiones, dan a la especie nombres superlativos que han ayudado a crear un mito alrededor de la teca.

Todos estos factores son consistentes con los temas tratados en varios de los capítulos de este libro, que tratan de rescatar las inversiones en teca como colocación rentable de capitales, pero no milagrosa. Puesto que es mucho más fácil gastar dinero que conseguirlo, de deben tomar las precauciones debidas al invertir en negocios de teca ofrecidos por terceros no conocidos.

En este capítulo se analizan los esquemas de manejo y productividad de inversiones en plantaciones de teca, a partir de información colectada sobre ofertas de inversión en Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador y Panamá, con la participación, en algunos casos, de empresas establecidas en Europa. Se analizaron en total diez ofertas de inversión y se descartaron otras cuatro más, por considerar que no alcanzaban un nivel mínimo de seriedad para ser consideradas. Sin embargo, dado que el objetivo no es desvirtuar ninguna empresa o propuesta concreta, sino informar e ilustrar a los posibles inversionistas sobre las posibilidades reales del negocio, se cita la información sobre las ofertas de la manera más genérica posible.

Factores decisivos para la inversión en plantaciones forestales

Antes de decidir la inversión en un proyecto de plantaciones de teca manejado por terceros, es importante analizar numerosos factores relacionados con el negocio, las proyecciones y los retornos esperados. Para efectos de esta sección, los factores de inversión se clasificaron en tres tipos:

1. **Conclusivos:** determinan de manera dicotómica si se puede seguir adelante en la consideración para inversión de un proyecto concreto. Una falla en uno de estos factores debería ser suficiente para descartar una inversión en dicho proyecto.
2. **Limitantes:** si bien no son suficientes para descartar una inversión, sí son voces de alerta acerca de información insuficiente o elementos poco promisorios.
3. **Limitantes-conclusivos:** en casos extremos, estos factores pueden conducir al descarte de la oferta de inversión.

El Cuadro 13.1 presenta los principales factores a ser considerados para decidir inversiones en plantaciones de teca, agrupados según los principales aspectos relacionados con un negocio de reforestación.

Cuadro 13.1. Factores a ser considerados para decidir inversiones en plantaciones de teca

Elemento	Consideraciones	Tipo de factor
Solidez y reconocimiento de proponente		
Existencia legal	¿Está la empresa proponente debidamente registrada en el país donde opera?	Conclusivo
Experiencia previa	¿Puede la empresa proponente demostrar que tiene experiencia previa en la implementación y manejo de proyectos similares?	Limitante
Experiencia del personal clave	¿Cuenta la empresa con personal técnico con la experiencia requerida para establecer y manejar las plantaciones? ¿El personal tiene experiencia de campo, o solo académica?	Limitante
⇒ Una manera rápida de tener una primera idea sobre la empresa es analizar su página en internet y si existen otras páginas reconocidas que la mencionen. Las ofertas de negocio que aparecen en foros o anuncios deben generar un alto nivel de duda inicial.		
Términos del negocio y aspectos legales		
Contrato o términos de la participación	¿Provee la empresa proponente un documento claro y concreto en que se pactan claramente los compromisos de la empresa silvicultora?	Conclusivo
Beneficios esperados	¿Se definen fechas y condiciones en que se entregarán los productos finales, y el valor de venta (por ejemplo, quién se encarga de la cosecha, si se entrega en plantación, en patio, en puerto)?	Limitante
Proyecciones de precios ¹	Si la empresa presenta proyecciones de precios, ¿están suficientemente documentadas las fuentes de consulta?	Limitante
	¿Las proyecciones de precios se presentan para las mismas unidades y calidades de madera y descontando volúmenes no comerciales (puntas, defectos, daños, calidades y tamaños de trozas)?, ¿incluyen o descuentan los costos de aprovechamiento y transporte?	
⇒ La OIMT (Organización Internacional de Maderas Tropicales) publica periódicamente un Reporte de Mercados de Maderas Tropicales y tiene un servicio de información sobre el mercado, el cual puede ser accedido por suscripción gratuita en http://www.itto.int/es/market_information_service/		
Propiedad de la tierra	¿Cuenta el proyecto con documentos claros sobre la propiedad de la tierra que garanticen la propiedad sobre los árboles durante todo el período productivo?	Conclusivo
Documentos aportados	¿Cómo se legalizan los documentos?, ¿con qué aval se cuenta?, ¿a qué autoridad se debe acudir en caso de incumplimiento?	Limitante

Elemento	Consideraciones	Tipo de factor
Seguros y cláusulas de incumplimiento	¿Se contemplan, en los términos de participación, seguros y cláusulas de incumplimiento?	Limitante
Aprovechamiento	¿Se define claramente quién debe hacer el aprovechamiento y dónde y en qué condiciones será entregada la madera producida?	Limitante
Plantaciones espejo	¿Ofrece la empresa una “plantación espejo” (una plantación paralela que reemplazaría la original en caso de pérdida)?	Limitante-conclusivo
<p>⇒ Las plantaciones espejo representan normalmente un seguro por daños/incumplimiento con un costo similar al del bien asegurado y, por lo tanto, son un valor excesivo por el cual usted paga, pero no se recibe nada a cambio a menos que se pierda la plantación original: se paga por dos plantaciones, se disfruta una.</p>		
Certificación		
¿Cuenta el proyecto con algún tipo de certificación o aval que garantice su calidad técnica (por ejemplo certificación, mecanismos de desarrollo limpio, CCBA (Climate, Community and Biodiversity Alliance), VCS (Verified Carbon Standard), certificación forestal FSC, ISO, Icontec u otra.)? En su defecto, ¿cuenta el proyecto con asesores/ auditores externos que puedan dar cuenta de la calidad técnica y administrativa?		Limitante
<p>⇒ No necesariamente la no existencia de certificación es un indicador de falta de idoneidad de la empresa. Dado que prácticamente pocos tipos de certificación implican mejora en los ingresos para la empresa (actualmente solo los proyectos de carbono reciben ingresos por el cumplimiento de un estándar), y dado el alto costo de obtenerla, solo aquellas empresas que perciben beneficios concretos de imagen, o que requieren saltar barreras comerciales buscan certificarse².</p> <p>⇒ Las certificaciones de cualquier tipo deberían ser rastreables en internet, en las páginas de las empresas que emiten tales certificaciones. Idealmente se deberían encontrar los documentos y reportes de certificación, los cuales deben leerse con atención.</p> <p>⇒ Los estándares de certificación forestal más conocidos son, en orden alfabético, CCBA (http://www.climate-standards.org/projects/index.html), FSC (http://info.fsc.org/), ISO (http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/management_and_leadership_standards/environmental_management.htm), MDL (http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html), VCS (http://www.vcsprojectdatabase.org/).</p>		
Localización del proyecto		
Experiencias previas	¿Existen experiencias previas de reforestación con la especie?	Limitante
	Si existen... ¿son de escala, tipo y duración suficiente para que representen al menos de manera general las condiciones en que estarían plantadas?	Limitante
	¿Cuál es la máxima edad alcanzada en plantación en la región? Considere un margen de riesgo mayor si solo existen plantaciones jóvenes en la región (por ejemplo, cinco o menos años).	Limitante
Entorno social y cultural	¿Es el entorno social y cultural adecuado para el establecimiento de plantaciones de teca?	Limitante-conclusivo

Elemento	Consideraciones	Tipo de factor
Ambiente	¿Es la oferta ambiental adecuada para el crecimiento de la teca? (ver capítulo requerimientos ambientales).	Conclusivo
Aspectos silviculturales		
Material genético	¿Cuenta el proyecto con material de propagación mejorado y certificado?	Limitante
Actividades de manejo	¿Son explícitos y detallados los planes de manejo? ¿Difieren altamente de los sugeridos en este libro?	Limitante
Proyecciones de crecimiento	¿Se presentan proyecciones de crecimiento explícitas y detalladas? ¿Difieren altamente de las sugeridas en este libro?	Limitante- conclusivo
Análisis de riesgos		
Ambientales	¿Cuenta la empresa con un análisis de riesgos ambientales y medidas de mitigación/adaptación?	Limitante- conclusivo
Silviculturales	¿Cuenta la empresa con un análisis de riesgos ambientales y medidas de mitigación/adaptación?	Limitante- conclusivo
De localización	Con la información existente, procure evaluar el riesgo de localización; es decir, el riesgo relacionado con la ubicación del proyecto, desde el aspecto meramente local (por ejemplo, problemas sociales potenciales) hasta el riesgo país. Las plantaciones de teca son inversiones al largo plazo. Lo que parece seguro actualmente podría no serlo a la vuelta de un cambio de gobierno en el país donde se encuentran.	Limitante- conclusivo
Del negocio	Con base en todos los elementos anteriores, procure evaluar el riesgo del negocio. ¿Compensan los rendimientos económicos ofrecidos el riesgo previsible?	Conclusivo

Tipos de inversión ofrecidos

A partir de la guía anterior, se analizaron diez ofertas de inversión en teca que se ofrecen en internet. Es poco probable que todos los aspectos mencionados se presenten en una propaganda de inversión, aun en el caso de empresas serias. Sin embargo, la cantidad de información y la manera en que se presenta en los sitios de internet sí permiten descartar engaños y ofertas poco serias.

La información empleada provino de folletos, propuestas de negocios e información disponible en diversos sitios en internet. Dado que no se trata de criticar, juzgar o denunciar propuestas concretas, no se identificará ninguna de las empresas o iniciativas analizadas.

En resumen, con base en la información disponible, solo una de las ofertas de inversión analizadas aparentemente cumplía con los requisitos conclusivos para considerar la inversión, mientras que probablemente otras dos empresas los cumplirían si aportaran documentación adicional sobre pedido. En cuanto a los factores considerados limitantes, solo una de las ofertas de inversión presentó información casi completa sobre todos los aspectos mencionados, sin que causara sospechas la información faltante, dado que no obligatoriamente una oferta de inversión en internet debería presentar toda la información pertinente. Para un análisis definitivo de una oferta concreta de inversión en plantaciones de teca será necesario, en cualquier caso, entrar en contacto con los oferentes y considerar la documentación o información adicional que puedan proveer.

Inversión en árboles

Este tipo de inversión consiste en la compra de un grupo de árboles plenamente identificados en un lote de plantación. En general, las ofertas de invertir en la compra de un número determinado de árboles son exageradas en términos del costo de la inversión y de las proyecciones de ingresos futuros.

En este tipo de inversión, en todos los casos se ofrece una “plantación espejo”, que consiste en un grupo de árboles en igual cantidad plantados en otro lugar como garantía de cumplimiento. Las plantaciones espejo resultan cuestionables como seguro de inversión, porque implican que la empresa establece dos hectáreas de teca por cada una vendida. Como es obvio suponer que las empresas no trabajan a pérdida, el costo del establecimiento de ambas hectáreas lo cubre el comprador, pero la empresa oferente se queda con una de las hectáreas en caso de que las dos lleguen a buen término. Un sistema que resultaría en costos más razonables para el comprador sería ofrecer un seguro contra daños en una empresa de seguros reconocida, o un seguro forestal como el que existe en Colombia.

En ninguno de los casos se especifica cómo se escogen los árboles, si constituyen un grupo en un lugar específico o árboles de determinado tamaño de la cosecha final (normalmente este no es el caso, pues los árboles se escogen desde el inicio del negocio). Dada la variabilidad natural en el tamaño de los árboles en una plantación, esta información es esencial para juzgar la bondad de la oferta. Si se trata de un grupo de árboles adyacentes, es importante considerar que la mayoría de ellos serán removidos en raleos antes de la cosecha final.

Además, hay que tener presente la forma de manejo de una plantación de teca. Este manejo comprende varias fases, la primera es la de establecimiento. Esta fase comprende todas las actividades de preparación del terreno y siembra de los árboles en densidades por hectárea de 600 a 1111 aproximadamente, dependiendo de las condiciones del terreno. Luego vienen los raleos, los cuales buscan eliminar los árboles que, por las relaciones de competencia, se han quedado rezagados en su crecimiento; el programa de raleos comprende al menos tres intervenciones: un raleo de saneamiento, sin valor comercial, y dos raleos con valor comercial pero mucho menor que el de la cosecha final. Según las condiciones de manejo, material genético y biofísicas, para cosecha o corta final podrían quedar entre 180 a 200 árboles con un alto valor comercial.

Veamos a continuación algunos ejemplos de inversión tomados de las ofertas evaluadas.

Ejemplo 1: Inversión de US\$1700 por 20 árboles

Esta oferta de inversión, con la modalidad de compra de árboles, presenta los siguientes aspectos:

- En la página en internet se especifica el país y se identifica la región.
- No se especifica cómo se escogen los árboles.
- La compra se realiza mediante título notariado.
- La cosecha final y venta están a cargo de la empresa, con una comisión del 5%.

Una lectura rápida de la página en internet donde se hace la oferta permite deducir que las plantaciones son todas nuevas y que no hay experiencia de medio o largo plazo en el establecimiento y manejo de plantaciones. Se menciona que se cuenta con asesoría “técnica de varios ingenieros en forestación, análisis de suelo y sistemas de riego”, pero no se describen sus calidades, ni el equipo profesional de la empresa. La fuente de semillas es incorrectamente descrita, aunque es posible deducirla.

Es necesario hacer una lectura de qué significa comprar el número de árboles que indica la oferta, ya que los mismos se escogen desde el comienzo del contrato. Los procedimientos actuales de manejo consideran densidades de siembra en el establecimiento de alrededor de 1000 árboles por hectárea; es probable que la mayoría de los árboles comprados no serán dominantes, ya que en proporción representan un 2% del total plantado por hectárea, lo que quiere decir que no llegarían a la cosecha final y serían vendidos a menor precio en los raleos comerciales.

El ingreso esperado (no garantizado, y no se especifica si es bruto o neto, ni tampoco se especifica el plazo) sería de US\$15.846 (valor futuro), equivalentes a US\$792 por árbol. Dado que no se especifica el turno de la plantación, es difícil realizar estimaciones precisas, pero es poco probable que puedan alcanzarse esos ingresos por árbol.

Ejemplo 2: Inversión de €3.750 por 12 árboles

La empresa indica que tiene plantaciones en dos países de América Latina. No se especifica cómo se escogen los árboles, si son en grupos o componentes de la cosecha final. Aunque la empresa presenta buena información comercial y de referencia, no presenta su perfil como reforestadora y no es posible deducir su experiencia en plantaciones de teca. No se da ninguna información sobre el origen de la semilla, las actividades de manejo, ni las calidades del personal a cargo de las plantaciones.

El ingreso esperado (no garantizado) sería entre €US\$9012 y €9.240 en un plazo de 16 años, equivalentes, en el peor de los casos, a €51 por árbol. En este caso aplican también las consideraciones del ejemplo anterior.

Con respecto a este tipo de ofertas, se deben considerar aspectos básicos como los siguientes²:

- El inversionista debe tener muy claro cuáles son las pautas de manejo que se van a aplicar en los sitios forestales. Se debe solicitar información sobre datos como densidad de árboles plantados por hectárea, actividades de mantenimiento, deshija, podas y control de malezas, y si esas actividades forman parte de los costos iniciales.
- En el caso de plantaciones que están por iniciar, las operaciones de aprovechamiento o raleos son proyectadas y probablemente cambien a medida que se vayan dando las condiciones de competencia entre los árboles, según el suelo y otros factores que son los que determinan los momentos en que se deben realizar las intervenciones. Este tipo de ofertas debe dejar bien claro cuál es la dimensión del proyecto de plantación en el que el inversionista está incursionando, para conocer el tamaño relativo de su contribución al proyecto: si se compran 12 o 20 árboles, las probabilidades de que estos lleguen a la corta final (donde se concentra el 95% de los ingresos) son muy bajas.

² *Nota de los editores.* Si se llevan las cifras de la inversión a una hectárea, y pensando en un rango de 600 a 1000 árboles por hectárea, el ejemplo 1 implicaría una inversión de US\$51.000 a US\$85.000/ha. En el ejemplo 2, la inversión fluctuaría entre US\$187.000 y US\$311.000/ha. Si se tratara de árboles cosechables, y pensando en 250 árboles finales por hectárea, las cifras de inversión para el ejemplo 1 serían de US\$21.000/ha y de US\$37.000/ha para el ejemplo 2. Esto reafirma el punto de los autores de este capítulo: la información suministrada no permite eliminar la incertidumbre que dan márgenes de inversión tan amplios. (Comparar los valores con los Cuadros 11.3, 11.4; 14.1 y 14.3).

- Las ofertas de los dos ejemplos prometen montos de ingresos por la inversión en la corta final. Estos ingresos se calculan con datos de precios del mercado por metro cúbico y datos de los rendimientos esperados de la plantación. El rendimiento de una plantación se estima a partir de modelos conformados para dicho fin, pero son difíciles de generalizar y, por ello, es necesario saber cuál es la fuente de las estimaciones del rendimiento que están presentando en formas de retribuciones al inversionista.

En esta modalidad de inversión, el inversionista debería, al menos, contar con información suficiente para responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál va a ser la densidad de siembra de árboles por hectárea?
- ¿Qué actividades de manejo se van a realizar y su programación en la vida del proyecto?
- ¿Qué rendimientos anuales y finales se esperan de la plantación? ¿El modelo de estimación es uno genérico o probado en plantaciones cercanas a los sitios de siembra?

Inversión por hectárea

Bajo esta modalidad se encontraron varias ofertas de inversión en sitios de anuncios en internet. Si bien los precios de inversión inicial son menos exagerados que en el caso anterior, las ganancias ofrecidas no son menos exageradas. En un caso extremo, uno de los anuncios establece un precio por hectárea de US\$6800 (incluyendo la tierra, lo cual podría ser bastante razonable, dependiendo de la ubicación) y un retorno estimado total neto a los 20 años de US\$174.000 por hectárea; sin embargo, no se mencionan volúmenes comerciales, costos de extracción, transporte y otros, ni precios diferenciales por calidades de la madera. A continuación se ofrece un corto análisis de la única oferta de inversión por hectárea presentada en un sitio empresarial.

Ejemplo 3: Una hectárea de plantación de teca, precio especificado solo por contacto directo

La empresa presenta información medianamente suficiente sobre su existencia y características. En cuanto a la oferta, menciona los principales riesgos de la inversión y las medidas que toma para controlarlos, pero ofrece solo datos genéricos sobre la especie, ninguno relacionado con crecimiento o producción futura. Ofrece plantar 1100 árboles por hectárea, con un turno de 15 años y un solo raleo a los 10 años.

El tipo de manejo que se detalla en la oferta despierta ciertas dudas. Según las nuevas tendencias en el establecimiento de plantaciones, lo recomendable es una densidad de plantación de 600 árboles por hectárea y no 1100, como se acostumbraba antes. Esta reducción en la cantidad de árboles plantados se debe a la mejora en el material genético y a los beneficios en los niveles de crecimiento y rendimiento generados por un mayor espaciamiento de siembra entre individuos.

La segunda duda, que es un aspecto al que se le debe poner más atención, es el raleo. Un solo raleo a los diez años puede implicar varias consecuencias: que la mortalidad en la plantación sea alta; que por la densidad de plantación y la competencia por luz, los árboles van a crecer en altura y probablemente no mucho en diámetro; que la calidad de la madera no sea la mejor y, finalmente, una corta final a los quince producirá diámetros pequeños que no tendrán un buen precio en el mercado. Adicionalmente, un árbol tan joven tendrá una relación duramen/albura que el mercado va a castigar.

La empresa establece una comisión del 10% sobre los rendimientos por participación. Indica certificación y apoyo técnico de empresa certificadora forestal, pero no aparece en registros de certificación. Indica auditorías y acompañamiento por parte de dos empresas no rastreables en internet. No es posible evaluar la calidad del personal técnico que manejaría las plantaciones. A pesar de que la empresa podría ofrecer información detallada a solicitud, la opción más razonable sería el rechazo de la oferta de inversión debido a la información poco transparente sobre certificación y auditoría, lo inadecuado del plan de raleo y el turno extremadamente corto.

En el caso de inversiones por hectárea, el inversionista debería contar con información suficiente que le permita responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué actividades silvícolas, además del raleo, se van a realizar y con qué frecuencia?
- ¿Por qué solo se planifica un único raleo en la plantación?
- ¿Qué factores justifican un turno tan corto (económicos, de mercado, biofísicos)?

Inversión en acciones

Bajo esta modalidad, el negocio se centra en la rentabilidad de la empresa y no en la rentabilidad de plantaciones específicas de teca. En general, se presenta mejor información de la empresa y de las garantías para la inversión, aunque también la

información técnica sobre el crecimiento es deficitaria. La percepción de solidez y experiencia es mayor en este tipo de inversión que en las demás.

Ejemplo 4: Acciones comunes en bolsa de valores para una empresa reforestadora local en Latinoamérica

La empresa ofrece acciones comunes por un monto mínimo sugerido de US\$2000-6000, con una rentabilidad estimada del 15% anual acumulado. Según los cálculos presentados, una inversión de US\$2000 generaría US\$32.700 al final de un turno de 20 años.

La empresa muestra experiencia concreta en el establecimiento de plantaciones desde 2002, e información específica de las condiciones de crecimiento de cada una de sus plantaciones, incluyendo fuentes de semillas empleadas, empresas fiscalizadoras, empresa encargada del manejo técnico y administrativo y empresa responsable del seguro forestal. También identifica claramente quiénes son las personas claves a cargo de la empresa y su experiencia relacionada. No se presenta, sin embargo, información sobre el crecimiento esperado y los esquemas de manejo aplicados a las plantaciones.

La información general es bastante confiable y, de ser respaldada por información técnica detallada, podría ser una opción de inversión seria.

Ejemplo 5: Acciones forestales públicas de empresa reforestadora certificada (sociedad anónima en Europa)

La empresa ofrece participación mediante acciones, sin entrar en detalles de costos o rentabilidad futura. La empresa afirma ser certificada, ofrece el certificado en línea; describe adecuadamente su experiencia, composición de capital y muestra experiencias de reforestación. Además, aparecen datos y fotos de plantaciones ya existentes. También hay información sobre la empresa auditora, una empresa internacional reconocida. La página en internet da una impresión de coherencia y seriedad.

Las imágenes muestran plantaciones establecidas desde 2000, con un excelente aspecto en cuanto a establecimiento y manejo. La información ofrecida sobre el crecimiento de la especie es, sin embargo, muy insuficiente, pues se limita a una gráfica en la cual se proyecta un volumen en pie de más de 500 m³/ha a los 30 años y una descripción del tamaño que pueden alcanzar los árboles en condiciones naturales.

Dado que no se ligan los resultados monetarios recibidos por el inversionista con el crecimiento concreto de determinados rodales, la inversión ofrecida se puede equiparar

a la inversión en cualquier otra empresa. La información disponible muestra que se trata de una alternativa seria de inversión, pero la decisión final sobre invertir o no dependerá de la información adicional concreta que aporte la empresa, especialmente sobre el manejo silvicultural y proyecciones de crecimiento.

Ejemplo 6: Inversión en sociedad anónima pequeña (valor de la acción: US\$1250)

La empresa estima un retorno por acción de aproximadamente US\$15.000 en 2025/2026, e indica un retorno del 1200% (las cifras no cuadran). El proyecto menciona “el uso de “semillas garantizadas y aplicación de técnicas correctas de manejo”, que garantizan una producción final de 300 m³/ha. Se menciona que la teca no tiene plagas y que el proyecto cuenta con un seguro contra incendios.

La empresa posee sus propios terrenos e indica que cumple con los requisitos de certificación forestal (pero no está certificada). La empresa contrata los servicios en silvicultura con otra empresa “reconocida”, cuyo nombre no es rastreable en internet. Se menciona que las plantaciones están aseguradas “con compañías aseguradoras reconocidas”, pero no se indican cuáles.

La información presentada es abiertamente insuficiente para tomar una decisión de inversión, pero tiende más a servir para descartar la inversión que para hacerla. La información es muy general y presentada de manera genérica, con aseveraciones no respaldadas. A menos que la empresa respondiera a un contacto posterior con información transparente, detallada y de alta calidad técnica, no se recomendaría aceptar la oferta de inversión.

Análisis detallado de ofertas concretas

Se presenta a continuación el análisis detallado de dos ofertas concretas de inversión, desde el punto de vista de crecimiento y oferta financiera. Las demás ofertas analizadas no presentan información suficiente para hacer análisis detallados.

Caso de inversión 1

Oferta: plantación de seis árboles de teca, más plantación espejo en turno de 16 años. Rendimientos no garantizados.

Meta establecida: volumen entre 0,8 y 1,2 m³/árbol; captura de 10 toneladas de CO₂.

Análisis: a partir de los modelos de crecimiento y alométricos presentados en el Capítulo 7, un árbol de teca de 16 años de edad tendría 27 metros de altura (modelo promedio); así que un volumen de 0,8 m³ en un árbol con esa altura equivaldría a unos 30 cm de diámetro a la altura de pecho (equivalente a un incremento medio anual en diámetro de 1,9 cm), mientras que un árbol de 1,2 m³ tendría unos 37 cm de diámetro (IMA-dap de 2,3 cm).

El modelo de negocio, tal como es presentado, no detalla el manejo que se le daría a la plantación, ni cómo se escogen los seis árboles de teca comprados. Aunque las dimensiones meta de 27 m de altura y entre 30 y 37 cm dap no son inalcanzables, sí es muy probable que representen solo a los árboles dominantes de la plantación y no a un grupo de árboles adyacentes.

Caso de inversión 2

Oferta: 1 ha de teca, incluyendo el terreno, por US\$6800 más US\$200 de mantenimiento por año, en una rotación de 20 años y raleos a los 6, 10 y 15 años. En cada uno se cortan aproximadamente 225 árb/ha, para una cosecha final de 260 árboles.

En el Cuadro 13.2 se presentan los raleos, la cosecha final y los ingresos estimados. Los valores en verde oliva fueron calculados o deducidos de los valores en negro, provenientes de la oferta de inversión. Los números en rojo representan inconsistencias en los datos presentados.

Cuadro 13.2. Tabla de manejo, cosecha e ingresos estimados

Edad (años)	No. en pie (árb/ha)	No. extraído (árb/ha)	dap árboles cosecha (cm)	ht (m)	Vol. extraído (m ³)	Vol. por árbol (m ³)	Precio (US\$/m ³)	Ingreso (US\$)
0	1100 (densidad inicial)							
6	835*	?	10	4	7,0	?	300	2100
10	710	125	15	6	23,8	0,19	700	16.620
15	485	225	20	8	56,5	0,25	800	45.200
20	0	260	25	10	127,5	0,40	900	114.750

*Mortalidad del 15%

Análisis: los cálculos del número de árboles están parcialmente equivocados. Si se supone una mortalidad del 15% (normal en los primeros años), se llegaría al primer raleo en el año 6 con 835 árboles, 100 menos de los necesarios para hacer raleos aproximados de 225 árboles/ha y llegar al turno final con 260 árboles/ha.

En cuanto a los diámetros, alturas y volúmenes a extraer, no se indica si las alturas son comerciales o totales (aunque serían demasiado bajas para ser totales, así que obligatoriamente se trata de alturas comerciales) y si el volumen es comercial o total. Las cifras resultan bastante bajas, comparables de manera general con el escenario conservador de crecimiento presentado en el Capítulo 7 bajo “Modelos de rendimiento y crecimiento”; en el caso del volumen, representarían un crecimiento promedio si se trata de volúmenes comerciales. Como no se dispone de las alturas totales, un cálculo rápido de volúmenes por árbol basado solo en el dap muestra que también las estimaciones de volumen son realistas (si se trata de volumen total, no de volumen comercial).

Sin embargo, los cálculos monetarios son totalmente irreales e incompletos:

- No se consideran los costos de extracción y transporte, aunque los precios indicados son para productos puestos en el puerto de destino.
- Difícilmente los árboles de los raleos alcanzarán los precios indicados, especialmente en los primeros raleos, donde saldrán los árboles con defectos, mala calidad y más pequeños.
- Los precios utilizados corresponden a las categorías más altas de la escala de calidad y son precios internacionales. Los precios de un producto como la teca son variables, sujetos a fluctuaciones y dependientes de las condiciones locales. Lo más probable es que los precios que se alcancen en una plantación de teca normal sean muy por debajo de los mencionados, a menos que se trate de una empresa grande, con capacidad de saltar algunos intermediarios que normalmente se quedan con la mayor parte de las ganancias.
- Se considera que todo el árbol tiene la misma calidad y dimensiones, cuando lo cierto es que solo las trozas basales alcanzan las dimensiones indicadas. Las demás trozas, debido a la conicidad normal de los árboles, tendrán dimensiones menores y, por lo tanto, precios menores. Aun considerando las trozas basales, hay una variación natural en diámetros promedio debido a la cual algunos de los árboles tendrán diámetros menores (menor precio).

Ofertas adecuadas de inversión

No es de esperar que un anuncio o propaganda de inversión presente todos los elementos que deben ser considerados para tomar una decisión de inversión, pero sí sería de esperar que estos anuncios enlacen a otras páginas en internet o documentos en los cuales se den todos los detalles de la inversión propuesta, o bien que el oferente esté dispuesto a dar dicha información por otros canales.

Una oferta de inversión en plantaciones de teca debería ofrecer, como mínimo, la siguiente información:

Sobre los aspectos legales, el oferente debería proveer su identidad jurídica y aportar (así sea bajo solicitud), una certificación de existencia legal, un modelo de contrato a suscribir y describir los seguros o cláusulas de incumplimiento que protegerían la inversión y datos sobre la tenencia de la tierra en que se establecerían las plantaciones. El proponente debería mencionar cuánto tiempo tiene de **experiencia en el manejo de plantaciones** de teca y **en el manejo del negocio** que propone. El proponente debería presentar proyecciones claras sobre la producción y los ingresos esperados, acompañados de fuentes explícitas de los **datos de crecimiento** y los **datos de proyecciones de precios**. **Las proyecciones de crecimiento** debieran indicar claramente el tipo de volumen considerado en los cálculos (total o comercial, con o sin corteza). También debe haber información explícita sobre las **condiciones ambientales y sociales** de los sitios de plantación, el material genético a ser empleado, el **plan de manejo** de las plantaciones (incluyendo actividades de manejo, control de plagas y enfermedades, raleos y turnos) y quién estará a cargo del aprovechamiento, transporte y venta de los productos obtenidos y en qué condiciones.

Por parte del inversionista, será su obligación analizar y confrontar la información aportada, utilizando fuentes de comprobación cruzadas e independientes, así como evaluar el riesgo que representa el país en que se establecerían las plantaciones para una inversión a largo plazo.

Proyecciones de crecimiento

Sin excepción, las proyecciones de crecimiento presentadas en las ofertas que se analizaron son muy generales, sin soporte técnico, lo cual no resulta inesperado si se considera que pocas empresas están dispuestas a compartir o revelar datos de crecimiento de las plantaciones (no solo de teca). Quien analiza datos de crecimiento de teca debería usar como guía las tablas de crecimiento que aparecen en el Capítulo 7.

Si bien no son una verdad absoluta, sí son un estimado general confiable del potencial de crecimiento de la teca en plantaciones.

La teca crece en altura muy rápidamente durante los primeros años y luego a un ritmo mucho menor. Los crecimientos proyectados en altura de más de 3 m/año durante los ocho primeros años y de más de 2 m/año entre los 8 y 10 años deben ser cuidadosamente analizados. El crecimiento en diámetro también debe tomarse con cautela si supera los 3,5 cm/año después del año cinco y el crecimiento en volumen (incremento corriente anual) solo debería estar por encima de los 30 m³/ha/año durante muy pocos años y normalmente solo hasta el año diez de la plantación.

Otra consideración importante es que, en general, más que el crecimiento en bruto de los árboles, importa el crecimiento **en duramen y calidad de la madera**, pues estas dos variables son las que conceden a la madera de teca su especial valor. Este factor debe tenerse en mente al analizar los precios futuros de la madera, ya que es claro que no toda la madera de una plantación podrá ser vendida en los rangos superiores de calidad.

Recomendaciones para inversionistas

Es probable que las personas que decidan invertir en plantaciones de teca establecidas y manejadas por terceros no sean expertas en el tema. En este caso, la información técnica será más difícil de evaluar, pero no así la información básica de la empresa y del negocio. En cualquier caso, es importante leer cuidadosamente la información presentada, pues a menudo es engañosa. Por ejemplo “La empresa cumple con todos los requisitos necesarios para obtener la certificación FSC” implica realmente que la empresa **no** está certificada bajo ese estándar. Cualquier oferta o aseveración sobre respaldo, certificación, uso de semillas, “manejo de alta calidad” y similares debe estar claramente respaldada por datos y garantías reales.

Las siguientes recomendaciones pretenden servir de guía para las inversiones en negocios de plantaciones de teca:

- Desconfíe de ofertas en foros y sitios de anuncios en internet. Aunque un sitio serio y bien desarrollado no es garantía de una buena inversión, el despliegue de información completa, no genérica y verificable es un buen comienzo.
- Haga un chequeo cruzado de la información sobre la empresa. Verifique que haya varias referencias a la empresa en motores de búsqueda en internet.

- Si la empresa menciona que cuenta con certificación, aval o auditoría externa, verifique la existencia de las empresas/instituciones mencionadas y de ser posible solicíteles referencias sobre la empresa en cuestión.
- Solicite información más detallada sobre el negocio a la empresa oferente y analícela según los elementos del Cuadro 13.1.
- La empresa oferente le debe enviar de antemano un modelo escrito de contrato y de las garantías que usted adquiere al momento de cerrar el negocio.
- Chequee cuidadosamente los datos de crecimiento y manejo presentados y contrástelos con la información disponible en este libro, o mejor aún, consulte con un experto.
- La empresa oferente le debe dar datos detallados de cómo se calculan las proyecciones de crecimiento e ingresos. Debe explicarse claramente si se trata de volúmenes totales o comerciales, cómo se calculan los volúmenes comerciales, las distribuciones diamétricas y los porcentajes de pérdida por daños y defectos en los árboles, cosechas y transporte. Debe estar claramente establecido a qué eslabón de la cadena se refieren los precios de referencia utilizados (madera en pie, talada en patio, en puerto o en destino).

Capítulo 14

Modalidades utilizadas por los intermediarios para la promoción de inversiones de teca con énfasis en las formas de propiedad



Capítulo 14

Modalidades utilizadas por los intermediarios para la promoción de inversiones de teca con énfasis en las formas de propiedad

Ronnie de Camino Velozo
Hessel van Straten
Jean Pierre Morales Aymerich

Introducción

En este capítulo se destacarán algunas nociones básicas de lo que significan las inversiones en teca en América Latina, para que los analistas e inversionistas, especialmente los que no son del sector forestal, puedan apreciar en su real magnitud lo que implica una iniciativa de ese tipo. En la historia de los negocios de inversión en teca, hay lamentablemente un registro de fracasos millonarios que esconden fraudes de los promotores a los inversionistas, en muchos casos acompañados por una falta total de conocimiento del negocio (calidad y ubicación de tierras, clima, material genético, manejo, mercado, aspectos fiscales). Este capítulo se complementa con lo expuesto en el Capítulo 13.

Nuestra intención no es desalentar a los inversionistas, sino por el contrario, informarlos para mostrar que el negocio de la teca, con una gestión responsable y coherente con las posibilidades de sitio y técnicas de la zona escogida, puede dar dividendos razonables con riesgos bajos.

Con el fin de despejar algunas creencias y mitos contruidos sobre las bondades de estas inversiones, iniciaremos con conceptos básicos relacionados con el cultivo de la teca. Luego se mostrará lo que es posible esperar de una inversión en plantaciones de teca, a partir de información real y transacciones reales y no a partir de cálculos basados en expectativas y proyecciones, como lo acostumbran hacer los promotores de

inversiones. A continuación se analizará el papel de la intermediación/promoción (grupos que ofrecen inversiones), los esquemas que ofrecen y especialmente las estructuras de propiedad de las inversiones: ¿qué está comprando realmente el que desea invertir en el cultivo de la teca? En este punto se explicarán algunos de los problemas principales que han sucedido y continúan sucediendo con los intermediarios / promotores. Finalmente, se extraerán algunas conclusiones sobre el tema para que aquellos que quieren invertir tengan una base realista para sus decisiones de inversión.

Recuadro 14.1

¿Por qué el cultivo de teca puede ser una categoría emergente de inversiones?

En el clima actual de las inversiones económicas, desde el 2008 se ha extendido la incertidumbre en los mercados financieros y se ha estimulado la búsqueda de oportunidades de inversión alternativas, que eviten el movimiento volátil de activos y acciones. La madera se ha transformado en una de esas alternativas. Aún antes de la actual recesión económica, las organizaciones de manejo de inversiones en madera (TIMO), los fondos de inversión en tierras forestales (T-REIT), los fondos de pensiones, los fondos fiduciarios y otros mecanismos institucionales de inversión ya mostraban interés en la madera como una clase de activo. Después del establecimiento del primer TIMO en USA en 1981, las inversiones institucionales en tierras y bosques han crecido de menos de US\$1 billón en 1990 a US\$50 billones en el 2008. La *International Woodland Company* estimó que el potencial de tierras para adquirir por compra o alquiler tiene un valor aproximado de US\$480 billones (IWC 2009).

Aspectos básicos sobre el cultivo de la teca

En el mundo de las inversiones, y en general en el mundo de las transacciones, hay una puja entre el que quiere comprar y el que quiere vender. Hay argumentos que se esgrimen, cifras que se citan, precios que se cobran. Incluso en internet, todas las páginas tienen una sección que se llama ‘Preguntas frecuentes’ o ‘FAQ’, por sus siglas en inglés. El único punto problemático de la información en internet es que quienes diseñan las preguntas (que supuestamente se hacen con frecuencia) no son los consumidores, sino los vendedores, intermediarios y promotores, y de esa forma desvían la atención de los problemas reales.

En plantaciones forestales y concretamente cuando hablamos de plantaciones de teca hay algunos aspectos básicos que muchas veces los intermediarios o promotores de las inversiones se olvidan de explicar. Desafortunadamente, algunos forestales también

los olvidan, o no los explican con claridad: este es un problema de responsabilidad profesional y ética que los profesionales deben considerar muy seriamente. Duda (2009) ofrece una buena presentación de lo básico que un inversionista debe conocer sobre las inversiones en plantaciones de teca. Entre esos aspectos básicos están los siguientes:

- El negocio de la madera es complejo, con muchos costos directos, con largas distancias de transporte, con largos períodos de maduración para obtener cosechas, con altos costos de transacción por los trámites y permisos requeridos por las autoridades forestales para la cosecha. Es un negocio en el que abundan las tareas de campo, en terrenos difíciles, con climas difíciles y situaciones imprevistas. **Pero es un negocio posible y hay múltiples casos de éxito**, especialmente cuando se trata de plantaciones forestales.
- **En ningún negocio existen milagros**, y cuando se anuncian milagros (ofertas con ganancias más allá de lo normal), es prudente desconfiar, verificarlas, exigir salvaguardas apropiadas y verificar los antecedentes de los oferentes.
- La teca es una especie excelente por sus características físicas y por la belleza y calidad de la madera y de los productos que con ella se pueden fabricar. **Pero la teca no es una especie milagrosa**, ni en sus rendimientos, ni en sus precios. De manera que si un inversionista está buscando una quimera¹ no debe invertir en teca (y quizás en casi ninguna de las alternativas legales disponibles de inversión). Lamentablemente, con frecuencia los inversionistas potenciales se dejan encantar por folletos bien presentados que ofrecen imposibles. Es un truco de promoción para atraer inversionistas que no son del sector y que, por lo tanto, carecen de información suficiente para tomar una decisión con pleno conocimiento².
- Si una plantación de teca está bien planificada y en forma seria no puede ofrecer sino un negocio forestal normal, con una tecnología normal de alta calidad, con rendimientos normales, con costos y precios normales para la madera y con riesgos razonables. Cualquier profesional forestal serio, al ser consultado sobre una propuesta de inversión de teca, debe ser capaz de distinguir si se trata de una propuesta bien fundamentada o de una estafa (antecedentes para juzgarlo se encuentran en los capítulos 11 y 13).

¹ Quimera es un monstruo femenino de la mitología griega, representado con cabeza de león, cuerpo de cabra y cola de serpiente; es decir, un imposible.

² Se recuerda un caso en que se cuestionó a los promotores de un proyecto de teca que ofrecían ganancias desproporcionadas con las acciones o hectáreas que vendían. En su defensa, alegaban que solo ofrecían algo correspondiente al precio de mercado, puesto que en internet se ofrecían muchas inversiones en condiciones similares. Al investigar las referencias mencionadas, todas las ofertas eran de la misma naturaleza; es decir, proyectos ilusorios con ventajas imposibles.

- La construcción de un negocio de plantaciones de teca es un asunto de **tiempo**. Las plantaciones tienen una edad de rotación que permite que, al cortar el árbol y venderlo, el inversionista maximice el retorno sobre su inversión. La rotación financiera no puede ser forzada a la baja, como lo hacen muchas ofertas de inversión. La rotación depende de la tasa de crecimiento de la plantación en metros cúbicos de madera por hectárea y por año y el precio de la madera. En el caso de la teca, el precio aumenta más que proporcionalmente con el diámetro (hasta un límite de 40 cm), pues la madera se puede usar para productos terminados de mayor calidad y precio. En América Latina, las rotaciones aceptables para teca van desde los 18 a los 25 años de edad.³
- El margen de operación para un plantador depende de varios factores; entre ellos: a) la ubicación del proyecto respecto a carreteras y mercados, e incluso respecto a las posibilidades de puerto y capacidades de procesamiento; b) el diseño de la plantación (material genético y calidad del sitio); c) el manejo forestal es decir, las intervenciones a la plantación para mantener su crecimiento o mejorar la calidad de la madera (fertilización, limpiezas, podas, raleos, cultivos de cobertura; d) la tecnología de extracción y transporte; d) el monitoreo y control sobre el crecimiento (parcelas permanentes e inventarios continuos; e) la innovación a través de la investigación (mejoramiento genético, biotecnología, técnicas de fertilización, cultivos de cobertura, estímulo a la producción de duramen, formas de mejorar el flujo de caja); f) la estrategia de comercialización (mercados nuevos, productos nuevos, forma de corte de la madera) puede contribuir a variar la edad de rotación pero dentro de márgenes relativamente estrechos; g) aspectos fiscales, como incentivos o exoneraciones de impuestos; h) escala en las plantaciones, la escala es importante porque los costos fijos se puede diluir entre más grande sea la superficie.

La construcción de un negocio forestal de plantaciones, y particularmente de teca, debe tener en cuenta los límites que impone la naturaleza y, por lo tanto, **cualquier propuesta de inversión debe basarse en supuestos realistas sobre lo que es posible y lo que no es posible.**

³ Esto hace sospechosas las ofertas de inversión que prometen edades de rotación de 12 a 15 años. Hay que reconocer, sin embargo, que mientras mejor sea el sitio para plantar más corta será la edad de rotación pues los crecimientos máximos a que se aspira llegan en menos años.

Consideraciones sobre el producto

La madera es un producto que puede definirse de diferentes maneras, cada una de las cuales requiere de diferentes niveles de inversión y tiene costos de producción y precios diferentes (Capítulos 11 y 13 ofrecen consideraciones complementarias sobre este tema).

La madera en pie (los árboles en un momento determinado de su vida) es el producto básico de un bosque o de una plantación. Los costos que se deben considerar en esta etapa son los de la tierra, así como los relacionados con el manejo de la plantación (establecimiento y mantenimiento); los ingresos corresponden a los precios que el comprador esté dispuesto a pagar. Por su parte, el comprador debe considerar la producción de la plantación en términos del producto que espera obtener, los costos de aprovechamiento y transporte hasta el punto de elaboración o transporte a otros mercados, más las utilidades del intermediario. Un factor que trae aún más confusión al mercado de la madera y a los precios de los productos son las diferentes medidas en que se expresa el volumen de los productos maderables; así, existen medidas locales (pulgada tica, pulgada hondureña) y medidas internacionales (metros cúbicos con o sin corteza, metros y toneladas Hoppus, Berenthon o Francon (detalles sobre las medidas en el capítulo 12; el enlace <http://en.wikipedia.org/wiki/Hoppus> ofrece información sobre otras unidades de medida). Además, siempre es necesario conocer las equivalencias entre las diferentes medidas.

Otro producto son las trozas o tucas de **madera redonda o simplemente escuadrada**⁴ de una determinada dimensión. Una primera forma de venta es la madera **puesta en un patio de acopio** que puede estar a orillas de un camino forestal, o en un patio de concentración fuera de la plantación. En este caso el propietario tendrá que considerar los costos de producción de la madera en pie y sumarles los costos de aprovechamiento y transporte al lugar de concentración del producto. El propietario de la plantación podría tener una utilidad adicional si corta la madera en trozas de diferentes dimensiones y, de esa manera, hacer discriminación de precios por calidad de la madera. El comprador estará dispuesto a pagar por esa madera un precio dado dependiendo de cuál es el punto de venta siguiente en la cadena de producción. Así, el comprador podrá agregar valor a su beneficio mediante el transporte o el transporte y procesamiento.

⁴ Para aumentar la eficiencia del transporte (contenedor), se pasan las trozas por un aserradero, normalmente cercano al bosque, para aserrar dos o las cuatro caras para escuadrar la madera.

Una segunda variante es la madera redonda puesta en el **puerto de embarque (FOB)**. Este es un producto frecuente en los proyectos de teca para la exportación. También es posible seguir más allá en la cadena de valor y agregar aún más valor al producto si se pone la madera en el **puerto de destino (CIF)**. En los dos casos, hay que agregar costos a la madera, tanto de transporte, como de administración de la logística correspondiente y la tramitología que exigen los países de origen y/o destino respectivamente (algunos países exigen la fumigación de la madera, por ejemplo).

Finalmente, en caso de que el propietario de la plantación tenga acceso a instalaciones industriales (sea propietario o alquile servicios de procesamiento), el producto final puede ser **madera o productos procesados** en la forma de postes, madera aserrada, muebles, pisos, etc. En este caso, el vendedor deberá incluir las inversiones necesarias y los costos respectivos para determinar el mejor precio posible, de acuerdo con las condiciones del mercado. También hay que tener en cuenta que el producto procesado cambia de naturaleza y valor según el lugar en que se haga disponible: en depósito de productos terminados de la industria, en puerto de origen, en puesto de destino, en depósito de venta al público, etc.

Otra consideración importante es que cada bosque produce una mezcla de diferentes calidades y clases de madera redonda que dependen directamente de la calidad del sitio de la plantación, del manejo forestal que se le haya dado, de la edad de corta y de las dimensiones de las piezas y forma del árbol. Lo mismo sucede con los productos de la madera en sus diferentes formas de elaboración –proceso en el que también inciden las exigencias de grados de calidad en los mercados.

Hemos dedicado espacio a este tema de los diferentes productos y formas de medición pues la mayoría de las ofertas de inversión en plantaciones de teca son muy vagas respecto a los productos, las inversiones necesarias y los productos finales. Una buena oferta para un proyecto con teca debe mostrar con absoluta claridad y exactitud hasta qué nivel de la cadena de producción llega la propuesta, ya que para llegar a un determinado nivel, las inversiones necesarias requeridas deben estar explícitas en el plan de negocios. Solo si esas inversiones están previstas, se puede aspirar a los precios del respectivo producto. Con frecuencia aparecen ofertas de inversión en teca que ofrecen precios de productos terminados pero en el plan de inversiones no están consideradas, en forma explícita, las inversiones necesarias para producirlos.

Plantaciones de teca como oportunidad de inversión

Al planificar una inversión en plantaciones de teca, hay que tener en cuenta varios elementos, desde la demanda y la oferta (estos dos elementos conforman el mercado) y los aspectos técnicos hasta los supuestos fundamentales de la inversión y los posibles de los retornos.

Desde la perspectiva de la demanda

- Hay condiciones habilitadoras en los mercados de madera de teca, principalmente como madera redonda para el mercado de la India, China y Vietnam, y como productos terminados para Europa y los Estados Unidos.
- Se trata de una madera de alta calidad y para productos de mercados conspicuos de compradores con rentas altas. Por ejemplo, en India, la teca es un producto de prestigio social; en Europa y los Estados Unidos es muy apreciada para muebles de terraza, pisos interiores y exteriores y construcción de barcos.
- La madera de teca tiene un precio alto dentro de la variada paleta de productos, que van desde la madera en pie hasta los productos terminados. En el caso de la madera redonda, la teca tradicionalmente tiene un precio mayor de exportación que la mayoría de las especies de plantaciones forestales y de bosque natural (obviamente en los países en la mira de los inversionistas internacionales en teca).

Desde la perspectiva de la oferta

- En muchos países y sitios hay condiciones habilitadoras para plantar teca y otras especies forestales; entre esas condiciones están los subsidios para plantaciones forestales, pago por servicios ambientales, franquicias tributarias.
- Hay disponibilidad de capital en los fondos de inversión, los fondos de pensiones, compañías aseguradoras y financistas privados dispuestos a invertir en plantaciones de teca. Esta alta disponibilidad de recursos financieros ha hecho que aparezcan abundantes ofertas disponibles en internet, que con frecuencia exageran la bondad de la inversión y fabrican una demanda sobre bases débiles.
- Hay tierras apropiadas disponibles en América Latina y Asia a costos accesibles, aunque por la competencia de nuevos usos que han aparecido en la última década: biocombustibles y producción de alimentos a gran escala por parte de la agroindustria internacional, uso urbano y desarrollos turísticos, los precios de la tierra empiezan a subir.
- Hay información real sobre crecimiento en diferentes sitios, como resultado de operaciones en curso a escala suficientemente alta y en estado avanzado

de desarrollo. Esta información permiten sustentar propuestas razonables de inversión.

Desde la perspectiva técnica

- La teca es una de las especies maderables más estudiadas, tanto a nivel mundial como en la región latinoamericana. Por ello, no es difícil tener acceso a información sobre temas como crecimiento, rendimiento, manejo, costos...
- Hay buena disponibilidad de recursos genéticos de calidad, tanto en semillas con diferentes grados de selección y mejoramiento, como en material clonal.
- Hay tecnología apropiada desarrollada para la selección de sitios, preparación de suelos, técnicas de plantación, fertilización, mantenimiento del sitio, podas, raleos, aprovechamiento, transporte, modelos de crecimiento y rendimiento.
- Hay tecnologías de inventario y monitoreo del crecimiento que permiten, a la escala de una empresa determinada, tener modelos personalizados con estimaciones precisas que reducen los riesgos.

Supuestos básicos y retorno posible de las inversiones en plantaciones de teca

Para los costos, rendimientos y precios que se presentan en el Cuadro 14.1, los supuestos se basan en la realidad de inversiones concretas en países como Guatemala, Costa Rica, Panamá y Ecuador (de Camino et ál. 1998)⁵. Se asume, además, el principio de un estilo de manejo forestal austero, sin una sobre-capitalización inicial exagerada en infraestructura y otras operaciones como la plantación, la silvicultura y el aprovechamiento. Los valores reportados están dentro de los rangos medios a bajos que se muestran en los Capítulos 11 y 13.

A partir de un ejemplo real, a continuación se exponen los supuestos básicos y cálculos:

Supuestos básicos

- **El precio de la tierra** fluctúa entre US\$2000 y 5000/ha. Un precio más alto pondría en peligro la factibilidad financiera de las inversiones en teca. También hay tierras más baratas pero en sitios menos accesibles, ecológicamente menos apropiados y con mayores costos de aprovechamiento a causa de la pendiente.
- **El área efectiva a plantar** varía del 90% de la superficie en terrenos relativamente planos y con pocos cursos de agua, hasta 50% en terrenos con mayores pendientes, áreas boscosas y con más cursos de agua. La pendiente impone una doble restricción, pues la calidad de los sitios es más baja y en algunos países

⁵ van Stratten y de Camino, autores de este capítulo, tienen experiencia directa en empresas productoras de teca que han funcionado durante los últimos 20 años.

hay limitaciones legales para cosechar en pendientes fuertes. En cuanto a la red fluvial, en la mayoría de los países de América Latina no es posible cortar el bosque en una franja de ancho variable a ambos lados de los cauces permanentes. Adicionalmente, las plantaciones certificadas deben dejar una reserva o área protegida del bosque original, o deben crearla si no existe. Es importante buscar la combinación ideal de factores que hacen que el precio por hectárea útil no suba más allá de los \$6500/ha. Lo esperable, entonces, es lo siguiente:

- a) **Los costos de plantación y mantenimiento** para los primeros siete años fluctúan entre US\$3500 y US\$6000, dependiendo del país, la escala, el manejo y las condiciones del terreno.
- b) **Los costos de mantenimiento por hectárea y por año** varían entre US\$100 y US\$250. También dependen del país, de la experiencia y nivel de organización de la empresa. Al manejo de la plantación siempre hay que agregar los costos fijos significativos, que varían de un país a otro. Por ejemplo, en Panamá son relativamente bajos (unos \$60/ha), pero en Costa Rica superan los \$100/ha.
- c) **Los crecimientos reales en volumen** en pie comercializable van desde 6 m³/ha/año a un máximo de 15 m³/ha/año. Una base de cálculo razonable en sitios de calidad media a alta son 10 m³/ha/año. Hay que tener en cuenta que la variabilidad del suelo es alta y, por lo tanto, no se puede esperar que la finca completa sea de la calidad más alta de sitio (como lo suponen muchas de las ofertas de inversión, que no hacen diferencia entre calidad de sitios).
- d) En el futuro será posible, sin duda, conseguir crecimientos y rendimientos más altos como resultado del mejoramiento genético, la disponibilidad de semillas de calidad y la producción clonal de plantas. Sin embargo, una propuesta de inversión no se puede basar en proyecciones de crecimiento de parcelas experimentales y, mucho menos, hacer proyecciones basadas en el crecimiento de los primeros cinco años del experimento. Lo razonable es hacer las **proyecciones basadas en modelos**; si se es prudente, los resultados de la inversión podrían ser mejores que los proyectados, lo que es una buena noticia y el riesgo de la inversión podría reducirse.
- e) En toda finca hay pequeños parches de terreno donde se dan crecimientos superiores a los 20 m³/ha/año, pero esos valores no pueden usarse como referencia seria para ofertas de inversión y promoción. Lo correcto es **estimar por lo bajo**.

- En una plantación en el límite bajo de los supuestos, se puede esperar que en un primer raleo se extraigan unos 20 m³/ha, pero en volúmenes que no son comerciales. En un segundo raleo se pueden obtener unos 30 m³/ha que sí tienen precio en el mercado. En la corta final, se pueden esperar unos 70 m³/ha, con lo que la producción total es de unos 120 m³ (promedio de 6 m³/ha/año).
 - En una plantación promedio (real) se pueden esperar rendimientos de 30 m³/ha no aprovechables en el primer raleo, 40 m³/ha aprovechables en el segundo raleo y 130 m³/ha en la corta final. Es decir un total de 200 m³/ha (promedio de 10 m³/ha/año).
- f) **El producto** es madera redonda puesta a orillas de camino en el bosque; es decir incluye todos los costos de la tierra, la formación del bosque y su cosecha. El precio de la madera es 'cero' para el primer raleo no comercial; para el segundo raleo, el precio fluctúa entre US\$80 y 120/m³ (equivale a US\$160-200/m³ en el puerto de destino); en la corta final el precio es de US\$180-250/m³ (US\$270-410/m³ en puerto de destino).
- g) Los **costos de corta y extracción** a la orilla de la vía oscilan entre US\$20 y US\$40/m³.

Recuadro 14.2

Con los pies en la tierra

Plantar y cosechar teca es un negocio rural, al igual que una lechería, un cultivo de arroz o de melones.

Los administradores de proyectos de inversión en plantaciones de teca deben entender que no pueden permitirse costos tales como pasajes en primera clase desde la casa matriz en Europa para visitar las plantaciones o para las reuniones de junta directiva; tampoco elegantes oficinas en las ciudades capitales, ni pagar y mantener casas de lujo para huéspedes en los sitios de plantación para que los accionistas las visiten.

A partir de los supuestos analizados, se generó el Cuadro 14.1 de costos e ingresos de una inversión en teca con raleos a los años 9 y 13 y una rotación de 20 años. El Cuadro 14.2 muestra los resultados financieros de la operación siguiendo el esquema del cuadro anterior.

Cuadro 14.1. Flujo de caja de una plantación de teca en US\$ (datos reales de una hectárea)*

Año	Costos plantación/ha	Reventa de tierra	Ingresos/ha	Flujo de caja
0	5100,00		0,00	-5096,15
1	985,00		0,00	-985,00
2	785,00		0,00	-785,00
3	535,00		0,00	-535,00
4	485,00		0,00	-485,00
5	485,00		0,00	-485,00
6	335,00		0,00	-335,00
7	335,00		0,00	-335,00
8	285,00		1024,29	739,29
9	285,00		25,00	-260,00
10	235,00		3782,72	3547,72
11	235,00		0,00	-235,00
12	235,00		0,00	-235,00
13	235,00		0,00	-235,00
14	235,00		0,00	-235,00
15	235,00		0,00	-235,00
16	235,00		0,00	-235,00
17	235,00		0,00	-235,00
18	235,00	3846,15	42.708,43	51.729,65
	11.730,00	3846,15	47.540,43	

*Supuestos para la construcción de la tabla, de donde se extrajeron los datos para el Cuadro 14.2

- El costo de la tierra es un promedio de los precios más altos en zonas aptas para la producción de teca.
- Se pensó en un sitio de calidad media alta (10 m³/ha/año).
- Los costos de establecimiento y mantenimiento son un promedio de los costos más altos encontrados donde la empresa cumple con todas las regulaciones vigentes.
- Los costos del raleo sanitario y el comercial, así como la cosecha, son un promedio de los mayores costos para estas faenas.
- El precio de la madera del segundo raleo es de US\$150/m³ y US\$300/m³ en la cosecha final. Con esta información se construyeron los ingresos, tomando como base los mejores precios para madera a la orilla del camino.

- Ninguno de los datos está actualizado para tomar en cuenta el efecto de la inflación en los costos (o sea que la tabla solo muestra costos corrientes); tampoco se consideró un alza en los precios de la madera, para hacer una estimación mínima de rentabilidad que pueda ser asegurada.

Cuadro 14.2. Resultados de una inversión promedio en plantaciones de teca con 20 años de rotación

	Valor US\$/ha		
Costos acumulados	11.730,00		
Ingresos acumulados	56.796,66		
Tasa de descuento en condiciones actuales	8%	11%	Tasa interna de retorno
Valor actual neto	5.641	923	11,9%

Según los supuestos escogidos a partir de información real, una inversión en plantaciones de teca puede producir una renta neta de 11,9 % anual por cada dólar invertido. De ello, podemos concluir que las inversiones en teca son un negocio que ofrece una buena renta. Los datos del cuadro anterior permiten reafirmar que la estructura de costos es determinante en los rendimientos del proyecto. Una forma de reducir costos y aumentar ingresos es una estrategia de manejo forestal y gerencial más agresivo en temas como aprovechamiento de raleos, exploración de nuevos mercados, conformación de nuevos productos, sin perder de vista el aumento de riesgos relacionado (tal como se detalló en los capítulos 12 y 13). Muchos proyectos de inversión en teca aseguran tasas similares, pero bajo supuestos erróneos, pues por una parte ofrecen precios demasiado altos por metro cúbico de teca, con una vaga especificación del producto y su ubicación geográfica y, por otra, ponen un costo muy alto a la inversión en una hectárea⁶ de teca, pero sin hacer un desglose, ni una justificación precisa de esos costos.

⁶ Los altos costos les justifican un alto precio por el árbol, hectárea o acción que ofrecen a los inversionistas. Incluso, en una consulta directa con uno de los oferentes, la respuesta fue que para qué preocuparse por los costos si los altos ingresos los cubren sobradamente.

Modalidades utilizadas por los intermediarios con énfasis en las formas de propiedad

¿Quiénes están plantando teca?

Uno de los plantadores importantes de teca en Asia son los propios gobiernos de países como Indonesia, donde se han plantado cerca de un millón de hectáreas, India y Myanmar (Kollert 2011, Pandey y Brown 2000, Sein sf.). También el Estado ha plantado en África, en Togo y Benín, y en menor escala en Nigeria y Costa de Marfil (Poopola 2011).

Pero el ritmo actual de las plantaciones forestales de teca en el mundo es liderado por el sector privado, entendido en su sentido más amplio: desde los pequeños propietarios que han recibido incentivos para hacerlo, especialmente mediante el fomento de sistemas apropiados que combinan la plantación de árboles con la producción de alimentos, hasta empresas medianas y grandes bajo diferentes esquemas de propiedad y financiamiento. Entre las empresas privadas que plantan teca, las hay de origen e intención forestal que plantan para mantener y construir una base de producción forestal a largo plazo de maderas duras y valiosas como la teca. Su intención es plantar teca para vender madera y productos forestales y permanecer en el negocio de la madera por tanto tiempo como el mercado lo permita.

También hay empresas conformadas por inversionistas que, si bien son nuevos en el sector forestal, desean construir un negocio basado en la madera. Hay casos notables de fondos de inversión, fondos de pensiones, compañías aseguradoras, o fondos patrimoniales de universidades y organizaciones que tienen otro propósito final del forestal. Un ejemplo son los TIMO (*Timber Investment Management Organization*), que quieren aumentar el valor de su patrimonio constituyendo empresas forestales con especies de alto valor⁷. De esa manera protegen sus fondos contra la inflación y riesgos financieros.

Además, son cada vez más frecuentes los fondos de inversiones cuyo objetivo principal es ganar dinero; su interés no es la producción de madera *per se*, sino en ganar con la intermediación financiera de corto plazo, pues cobran sus honorarios por ella, así como por la administración de los proyectos. En este grupo hay muchas operaciones especulativas y, por lo tanto, con intereses cortoplacistas contrarios a lo que es natural

⁷ Por ser un producto no perecible, cuya cosecha se puede diferir cuando el precio está bajo, o adelantar cuando el precio está alto, la madera de bosques y plantaciones ofrece una ventaja significativa.

en la actividad forestal. Incluso, hay muchos fondos que están en el mercado de compra y venta de plantaciones ya hechas, pues su interés principal es comprar y vender lo más rápido posible y ganar solo con la intermediación.

El rol de los intermediarios

La gente que quiere hacer negocios con plantaciones de teca, pero no tiene suficiente capital para hacerlo en la escala en que lo desea, necesita captar dinero para alcanzar su objetivo. Como se ve en el Cuadro 14.1, la reforestación es una actividad económica que requiere una inversión de capital relativamente intensiva. En otras palabras, es un negocio a largo plazo que requiere cantidades significativamente altas de dinero en los primeros años (digamos un 75% de la inversión)⁸, sin generar ingresos hasta la mitad del período de inversión (primer raleo comercial alrededor del año 8). No obstante, la mayoría de los ingresos (85-90%) se producen al final de la rotación (Capítulo 11). Para plantar 1000 ha de teca (las cifras son similares para otras especies), hay que invertir aproximadamente US\$10 millones para plantar y mantener una plantación forestal, sin recibir ningún ingreso substancial hasta la cosecha en el año 18 o 20. Cualquier individuo o empresa no cuenta con esa cantidad; además, 1000 ha no es un proyecto grande en el mundo forestal. Las personas que tienen experiencia en reforestación saben que se necesita más de un inversionista para cualquier emprendimiento forestal. Es aquí donde **una intermediación financiera para la atracción de fondos de calidad** puede ser de gran importancia, en el sentido de poner en contacto a los que conocen el negocio de las plantaciones de teca con los que el dinero.

Los productos ofrecidos por los intermediarios (promotores)

Los intermediarios o promotores ofrecen diferentes tipos de paquetes a quienes hacen la inversión; las más comunes son la compra de árboles, hectáreas (lotes) o acciones de la empresa forestal que hace el trabajo⁹. En este punto, cualquiera de las modalidades de inversiones mencionadas, y otras que se ofrezcan en el mercado, aparecen como negocios legítimos y honrados si se suministra a los posibles compradores toda la información necesaria y fundamentada en proyecciones económicas hechas con seriedad y precisión, y si se definen con claridad los elementos técnicos y ambientales.

En el mundo de las plantaciones de teca, el dinero se consigue a partir de una propuesta de inversión que se presenta en un prospecto o panfleto informativo, en el cual el promotor explica con cuidado y detalle por qué razón necesita dinero y para

⁸ En el Cuadro 14.1 se muestra que en los primeros 6 años se invierte el 71% de los fondos. Ver también Cuadro 11.3).

⁹ En el Capítulo 13 se presentan casos de cada uno de esos tipos de oferta de inversión.

qué será usado. En la mayor parte de los países hay reglas claras sobre cómo conseguir capitales. Una firma auditora de prestigio debe verificar el contenido, especialmente las proyecciones financieras y avalar el documento de oferta. Incluso, aunque no siempre es el caso, una firma o un especialista forestal de prestigio debe revisar y avalar los aspectos técnicos del prospecto. El promotor es legalmente responsable si en la documentación hay omisiones o faltas a la verdad, que pudieran hacer que el inversionista tome decisiones erróneas al valorar un proyecto como bueno o rentable, o sobrestimar los posibles réditos.

A continuación detallaremos las modalidades de inversión más comunes.

a. Sociedades anónimas o por acciones

Típicamente, en caso de plantaciones jóvenes, se emiten acciones que garantizan al inversionista un título respaldado por la superficie plantada y demás activos de la empresa. En el caso de las plantaciones de teca, las acciones en la estructura de una sociedad anónima hacen mucho sentido, ya que las plantaciones normalmente ocupan una gran superficie y los sitios nunca son homogéneos en calidad, localización, etc. Al tener acciones en una empresa, significa que el riesgo se distribuye entre todas las plantaciones. Una compañía así formada tendrá accionistas y asambleas de accionistas en las que los gerentes y directores deben explicar y justificar lo que hicieron con el dinero invertido. En la asamblea general (ordinaria o extraordinaria), la mayoría de los accionistas pueden decidir la estrategia de la empresa, así como también la administración y gerencia de la misma. De tal manera que si los accionistas sienten que las plantaciones y/o las finanzas están mal manejadas, pueden remplazar y sancionar al equipo gerencial y cambiarlo por uno nuevo.

Por ley, las sociedades anónimas deben suministrar estados financieros auditados que muestren a los accionistas cómo ha sido empleado el dinero. En casi todos los países, el esquema de sociedades anónimas está bien regulado y es una forma frecuente de invertir; en el caso de las plantaciones forestales, esta es la forma más lógica de invertir. No quiere decir, sin embargo, que una sociedad anónima no pueda fallar si su plan de negocios no está basado en supuestos sanos de rendimiento en volumen, edad de rotación, costos de administración y precios de venta de los productos.

Ventajas:

- Se tiene participación en una empresa y se tiene derecho a voz y voto (de acuerdo con el número de acciones); es decir, se participa en la toma de decisiones.
- Hay obligación de la gerencia de rendir cuentas a los inversionistas, y hay leyes y reglamentos que se aplican nacional e internacionalmente para regular su operación.
- Tanto el riesgo como la renta se distribuyen en proporción a la inversión. Por ejemplo, si un incendio o una plaga afectan una parte de las plantaciones, todos los accionistas se ven proporcionalmente afectados, pero ninguno pierde el total de la inversión.
- Varias empresas de teca que operan de esa manera han hecho coincidir el valor aproximado de una acción con el costo de una hectárea, lo que sirve de orientación al accionista sobre lo que puede esperar de su inversión.
- Dependiendo del valor de las acciones, esta modalidad permite captar fondos de pequeños inversionistas.
- La gerencia de la empresa debe responder por los capitales invertidos, de manera que debe haber transparencia en los costos de las operaciones. Asimismo, las condiciones de los contratos de administración se definen de manera clara y por escrito. Lo anterior no necesariamente opera en todos los países de la misma forma, ya que depende de la legislación específica en cada lugar, pero las posibilidades de control son más efectivas.
- En una compañía anónima, cada accionista tiene el derecho a tener la misma información que los demás; por ello, normalmente se distribuyen boletines informativos periódicos.

Desventajas:

- Para algunos posibles clientes es un esquema complejo y difícil de entender; con el fin de hacerlo más transparente, es conveniente establecer claramente una cierta equivalencia en valor con superficies plantadas, lo que no siempre es posible.
- Un accionista minoritario se puede sentir amenazado por el accionista principal, en el sentido de que su poder de decisión es muy bajo. En este sentido, es fundamental que el contrato sea legalmente vinculante para que la gerencia no pueda actuar en forma arbitraria.
- Podría existir nepotismo del socio mayoritario en el nombramiento de directores y gerentes. Nuevamente surge la importancia del contrato y, más aún, de herramientas como la certificación forestal (FSC), que abarca otros temas

como la responsabilidad social corporativa, no solo ante a las comunidades, sino también ante los accionistas minoritarios.

b. La venta de lotes

Algunos promotores ofrecen la venta de hectáreas o fracciones de ellas, plantadas de teca; algunas veces mencionan el número de árboles por lote y cargan un precio por el producto. En la oferta normalmente se compra la superficie plantada, más los costos de mantenimiento (en algunas ofertas el mantenimiento solo se incluye hasta cierta edad del árbol), manejo y administración. Algunas ofertas incluyen garantías, como seguro contra incendios en los primeros años después de establecida la plantación. Por lo general, las ofertas incluyen la delimitación exacta de la propiedad individual en un mapa, y algunos ofrecen incluso la inscripción de la plantación en el registro de propiedad del país donde se localiza el proyecto.

Recuadro 14.3

La percepción de propiedad

Los compradores de lotes tienen una mayor percepción de propiedad que los que compran acciones. Incluso algunos de los promotores ofrecen instalaciones comunes, tipo club, y dan derecho de uso a los propietarios para que puedan visitar su propiedad. En algunas ocasiones, relacionan el producto con la consecución de derechos migratorios a los compradores, lo que es atractivo para pensionados y rentistas (aunque también es válido para un accionista de una sociedad anónima). Así captan como clientes a los que les sale más barato vivir en un país en vías de desarrollo con el monto de su renta o pensión. Este tipo de inversión se asocia también con las ideas de seguro de vida, fondo de retiro o construcción de una herencia física para los descendientes.

Ventajas:

- Mayor identificación física del producto (es una ventaja más bien psicológica).
- Mayor sensación de que se está haciendo un acto ecológicamente favorable.
- Aparente defensa contra el poder de un accionista mayoritario, o incluso de un propietario mayoritario.

Desventajas:

- Dificultad de control por parte de las autoridades.
- Imposibilidad de distribuir el riesgo de ocurrencia de un incendio, plaga o enfermedad. Puesto que estos daños ocurren en superficies concretas, las pérdidas afectan a unos pocos propietarios.
- Heterogeneidad de la calidad de las tierras y, por lo tanto, de los rendimientos que cada uno de los propietarios obtiene. Estas diferencias en los lotes se pueden dar por la topografía (las laderas no son apropiadas para la teca), o el total de área plantada (que también depende del relieve).
- Queda una incógnita en cuanto a la propiedad de las superficies de protección obligatoria y las reservas de bosques naturales que toda finca debe tener. En el supuesto de que se comprendan hectáreas efectivas, siempre hay una superficie de protección y bosques naturales, cuya propiedad quedaría eventualmente para el promotor.
- Necesidad de clarificar la forma de la toma de decisiones sobre la planificación y ejecución del manejo forestal de las tierras al existir varios propietarios individuales que pueden tener diferentes pareceres y prioridades.
- Altos costos de transacción en la parcelación, pues en los registros de propiedad se exigen planos individuales e inscripción por separado de cada una de las propiedades, con los costos técnicos (topógrafos) y legales que ello significa.
- No queda clara la responsabilidad de rendición de cuentas administrativas, financieras y técnicas. Todo el poder de decisión está en manos del promotor y los administradores que él designe.
- Se dificulta la comunicación entre los diferentes propietarios y, por lo tanto, están en un mayor grado de indefensión frente a los problemas antes señalados.
- Es imposible vender la madera individual de cada lote, al igual que es imposible hacer una valorización de cada parcela, administrar los costos e ingresos y manejo por parcela.
- Es imposible actuar como una empresa normal. Debido a la estructura del negocio es difícil obtener préstamos en el sistema financiero tradicional, así como vender lotes individuales, o defender un 'lote' contra precaristas o ladrones.
- El inversionista no tiene control sobre el manejo ni la inversión; solamente tiene un contrato que no puede ser utilizado en la corte ante alguna controversia.
- Se tiene poco o ningún control sobre los ingresos de la venta de madera, que pueden fácilmente desaparecer en caso de promotores mal intencionados.

Sin duda, muchas de estas desventajas pueden subsanarse mediante un documento de oferta que deje en claro los aspectos señalados en las desventajas, y mediante contratos que establezcan claramente los compromisos legalmente vinculantes del promotor. El propietario tendría que delegar toda la responsabilidad sobre las decisiones de manejo en el administrador/promotor.

c. Venta de árboles individuales

La venta de árboles individuales parece más accesible a los inversionistas, especialmente para los pequeños, pues si bien es cierto que US\$50 no representan un gran desembolso, si una hectárea tiene 1000 árboles plantados, quiere decir que se están cobrando en forma efectiva US\$50.000 por cada hectárea plantada. En el ciclo natural de un bosque plantado, hay competencia entre árboles cercanos, algunos dominan y dejan poco espacio, luz y nutrientes a los árboles cercanos. En este proceso algunos árboles mueren. También, en el manejo forestal algunos árboles suprimidos deben ser raleados (cortados), para favorecer el crecimiento de los mejores árboles y unos pocos árboles son podados para que crezca la madera sin nudos.

Ventajas:

- Acceso a los proyectos para los pequeños inversionistas.
- Sensación de los inversionistas de hacer una buena obra ambiental.

Desventajas:

- La mayoría de las desventajas de la venta de lotes individuales aplican también a esta modalidad.
- Se pierde la perspectiva de la dimensión total del proyecto y se corre el riesgo de que los precios por árbol sean muy altos y no correspondan a la realidad.
- En las ofertas de inversión, no queda claro qué se está comprando y que pasa, por ejemplo, con los árboles suprimidos o muertos durante el proceso natural de competencia, o los árboles que se destruyen en incendios, plagas y enfermedades.
- No queda claro tampoco qué sucede con los árboles extraídos en las operaciones silviculturales como los raleos, que cortan los árboles más débiles.
- Tampoco está claro cómo se distribuyen los costos. En el manejo de una plantación, solo unos pocos, los árboles finales, son podados para producir madera valiosa libre de nudos. ¿De quién son esos árboles en los que se debe invertir más dinero?
- La mayoría de los proyectos de árboles individuales no justifican los costos de sus plantaciones, pues muestran ingresos tan favorables que se aparenta que no habrá dificultades para cubrir esos costos.

Esta forma de oferta parece la más extrema e inconveniente de todas, toda vez que los panfletos informativos no dan mucha información sobre detalles de propiedad, manejo, toma de decisiones técnicas y financieras, forma de administración, etc.

En síntesis, para involucrarse en cualquier negocio forestal, el inversionista debe asegurarse de contar con toda la información clave para tomar una decisión informada, que permita identificar los riesgos y beneficios potenciales. En la actualidad las propuestas de inversión carecen de información estratégica; por eso, la idea con este apartado es rescatar los puntos sensibles de cada esquema para que el inversionista potencial tome conciencia de la información que debe solicitar, si no aparece en el prospecto informativo. Algunos de los elementos mínimos que se deben tener claros desde el inicio son los siguientes:

- ¿Cuál va a ser el esquema de gestión de la plantación (quién toma las decisiones y qué derechos y espacios en los procesos de decisión tiene el inversionista)?
- ¿Qué cubre la inversión inicial (compra de acción, lote o árbol)? ¿Existen costos adicionales?
- ¿Cuáles son los riesgos a los que está expuesta la plantación (fuego, robo, plagas y enfermedades)? ¿Cómo los van a cubrir en caso de ocurrencia?
- ¿Cuál es la proporción de las utilidades a las que tengo derecho?
- ¿Existe la posibilidad de entrada o salida de la actividad en cualquier momento del horizonte de inversión del proyecto?

Nada es individual en la reforestación

Una lección clara que deben aprender los promotores, los técnicos y los inversionistas es que no hay nada individual en la reforestación. En la actividad forestal se trabaja a nivel de bosques y fincas completas, e incluso de varias fincas, normalmente en áreas cercanas, para reducir los costos de administración de lo que serían actividades dispersas geográficamente. Se trabaja a nivel de unidades de manejo forestal y se siguen lineamientos técnicos más o menos homogéneos. El manejo de bosques y plantaciones es una actividad “colectiva”, en la que el inversionista adquiere una parte (acciones), típicamente a través de las empresas reforestadoras. Incluso las empresas que dicen vender “parcelas individuales” muestran en sus prospectos montones de madera que son una ratificación del carácter colectivo del negocio.

En el terreno no se establecen límites físicos entre los lotes individuales; se trata simplemente de una sola plantación grande. Los inversionistas nunca reciben un informe

sobre su lote individual, sino una idea general del crecimiento de toda la plantación. Los costos y los riesgos también se distribuyen entre todos los inversionistas. Esto prueba que los promotores deberían vender acciones, ya que todo se hace colectivamente. La venta de lotes a un precio alto y con proyecciones altas por intermediarios sin mucha experiencia significa un riesgo altísimo de encontrarse ante una estafa.

Es claro, entonces, que hay buenas estructuras para invertir: a) forma legal que respalda al inversionista y al gestor y promotor del proyecto, donde ambas partes comparten responsabilidades y derechos que pueden ser reclamables en los juzgados; b) estructura organizacional que ofrezca garantías: organismos de gobierno interno como auditorías, junta directiva y unidades de gestión técnica y financiera; c) modalidad de sociedad anónima con venta de acciones y con un documento de oferta legalmente vinculante; d) personal capaz en los temas técnicos, de mercado y financieros.

Recuadro 14.4

Algunas experiencias del pasado

India.- Los fondos de inversión en programas de plantación con teca han proliferado en la India. A los programas en gran escala promovidos por el Gobierno y la industria maderera han seguido programas privados de inversión en árboles. Desde 1991, se vienen dando esquemas de inversión que ofertan la venta de árboles individuales a un precio nominal, con la promesa de retornos muy altos en un periodo de rotación de 20 años (Balooni 2000).

Las ofertas se basaban en proyecciones promedio de volumen de 1,06 m³ por árbol, con extracción de 927 árboles por hectárea (Chaturvedi 1995); o sea, un rendimiento 16 veces mayor al obtenido en las más productivas plantaciones en la India. Las ofertas realizadas por los promotores de teca a los inversionistas estaban llenas de inconsistencias en aspectos como la silvicultura y los flujos de costos y beneficios (Balooni 2000).

Costa Rica.- WRM (1999) y Centeno (1996) hacen mención a un caso de fraude en Costa Rica en los años 1990, el cual implicó al Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), empresas aseguradoras y bancarias de Holanda y una empresa promotora de reforestación. Para el levantamiento de fondos, la publicidad resaltó la participación de WWF-Holanda, Rainforest Alliance y FSC. La oferta aseguraba rendimientos cuatro veces más elevados que los más altos obtenidos en plantaciones de teca en tierras idóneas. Por la naturaleza exagerada de la publicidad, el Comité Holandés de Estándares de la publicidad manifestó que dichos anuncios eran engañosos. Si bien no hubo implicados del Gobierno o de las instituciones de Costa Rica, se afectó el prestigio de las operaciones forestales tanto dentro como fuera del país.

La preocupación por la intermediación en las plantaciones de teca

Los fraudes recurrentes con plantaciones de teca dejan a la vista las limitaciones de las autoridades para controlar, regular, detectar y detener los fraudes y, por ende, proteger a la ciudadanía. Como se mencionó, la reforestación es un asunto colectivo y los promotores deben apearse a las regulaciones y a la realidad de la actividad que promueven en sus campañas de publicidad. Debido a esta situación es que el papel de la intermediación/promoción de proyectos genera gran preocupación, por varias razones:

- Tasas de crecimiento no realistas, volúmenes de cosechas imposibles biológicamente, basadas en especulaciones o en proyecciones sobre ensayos y plantaciones que no han completado su turno de rotación (cifras no aseguradas).
- Ingresos altos por hectárea basados en precios irreales, productos mal definidos; inversiones industriales no incluidas cuando los precios equivalen a los de productos procesados.
- Costos por unidad de título ofrecido a los inversionistas (árboles, hectáreas, acciones) exageradamente altos, muy por encima de las inversiones necesarias (Cuadro 14.3).
- Honorarios de intermediación muy altos; los promotores, que no arriesgan capital, se convierten en los virtuales socios mayoristas con un poder de decisión demasiado amplio.
- La construcción de un negocio forestal normal, con ingresos al final de la cosecha, no entra en los cálculos de los intermediarios; su meta es hacer dinero fácil. Una vez que forman la empresa y realizan la faena de establecimiento (en el mejor de los casos), venden sus acciones a precios altos y los inversionistas se quedan con un negocio mal construido y con pocas probabilidades de éxito.
- Los promotores no comparten información en forma amplia y clara para evitar que se les cuestione, ni se puedan analizar los pocos datos que exponen. Las empresas debidamente constituidas y en funcionamiento tampoco comparten información sobre sus resultados por temor a que estos sean mal utilizados. A pesar de la experiencia que ya se tiene en América Latina, todavía se siguen haciendo los emprendimientos a pasos ciegos porque no hay información disponible para tener referencias (*benchmarking*) de toda la gama de elementos que deben considerarse en una plantación de teca.

Algunos promotores hacen lo mismo que los bancos serios con sus “*subprimes*” que llevaron a la crisis financiera actual: crear burbujas o esquemas piramidales tipo Ponzie,

en tanto que otros actúan como los Bernie Madoff de la teca¹⁰. Solo que como se trata de un negocio de largo plazo, cuando los problemas aparecen, los promotores ya han desaparecido de la escena. El mundo de la teca es parte del mundo real de las finanzas y, por lo tanto, a veces está más cercano (desafortunadamente) a las operaciones financieras especulativas, que al mundo rural de los negocios forestales tradicionales.

Una advertencia adicional: el sistema de certificación FSC. Sin duda, el FSC ha cumplido una gran tarea en devolver credibilidad al manejo forestal, tanto de plantaciones como de bosques naturales. Sin embargo, grupos de auditoría forestal acreditados ante el FSC han certificado proyectos de teca basados en supuestos poco realistas. Dos casos clásicos son una empresa en Costa Rica que ofrecía lotes de una hectárea de teca a US\$65.750 y prometía rendimientos de US\$600 mil a US\$1,4 millones por hectárea a los 20 años (Centeno 1996). El otro caso fue el de Prime Forestry¹¹: la empresa inició sus operaciones en Panamá en el 2002 y entró en bancarrota en el 2006 debido al manejo fraudulento de los cerca de US\$45 millones que lograron recaudar de 3000 inversionistas ingenuos y mal informados. Ambas empresas estaban certificadas por el FSC. En el caso de Panamá se certificaron plantaciones de 2 a 3 años de edad, sobre la base de supuestos irrealistas. En este sentido es importante que las certificadoras FSC:

- No se adelanten a certificar plantaciones recién establecidas sin haber hecho antes un análisis cuidadoso de los supuestos técnicos y económicos de los proyectos.
- En empresas nuevas en el negocio forestal, los certificadores FSC deben verificar la **experiencia real** en bosques y plantaciones de los gerentes a cargo.
- Los certificadores deben analizar las ofertas de inversión y su factibilidad, o bien declararse incompetentes en ese rubro, en cuyo caso deberá ser el FSC quién contrate, a cargo de la empresa solicitante, servicios especializados que puedan verificar los supuestos bajo los cuales están construidas las propuestas de inversión.
- En los casos de promoción de negocios de teca, las propuestas financieras tendrían que certificarse como producto sano de inversión, como un paso previo

¹⁰ Una burbuja económica (también llamada burbuja especulativa, burbuja de mercado o burbuja financiera) es un fenómeno que se produce en los mercados, en buena parte debido a la especulación. Se caracteriza por una subida anormal y prolongada del precio de un activo o producto, de forma que dicho precio se aleja cada vez más del valor real o intrínseco del producto. http://es.wikipedia.org/wiki/Burbuja_econ%C3%B3mica.

El esquema Ponzi es una operación fraudulenta de inversión que implica el pago de beneficios prometedores o exagerados. Esta estafa consiste en un proceso en el que las ganancias que obtienen los primeros inversionistas son generadas gracias al dinero aportado por los nuevos inversores que caen engañados por las promesas de obtener grandes beneficios. El sistema solo funciona si crece la cantidad de nuevas víctimas. http://es.wikipedia.org/wiki/Esquema_Ponzi. Bernard Madoff es uno de los más famosos estafadores en gran escala con este tipo de operaciones http://es.wikipedia.org/wiki/Bernard_Madoff

¹¹ <http://www.panama-guide.com/article.php/20060528160903483>

a la certificación forestal. Esta certificación no puede ser hecha por las grandes firmas internacionales de auditores si no cuentan con especialistas forestales y ambientales.

En el Cuadro 14.3 se dan algunos ejemplos de propuestas de inversión con malas bases o mal intencionadas, existentes en el mercado de las inversiones de teca (no se citan los nombres de las empresas). La mayoría de estos casos suponen la compra de lotes o de árboles individuales y no de acciones en una empresa.

Cuadro 14.3. Ofertas de inversiones en teca encontradas en internet

Precio por hectárea plantada (US\$)	Ingreso bruto a la edad de rotación (US\$)	Edad de rotación (años)
62.000	284.000	20
15.000	330.000	16
65.000	600.000 a 1.400.000	20
16.000	105.000	20
33.000 a 55.000 (pero se ofrecen árboles individuales plantados a US\$30-50 cada uno)	100.000 a 300.000	20
40.000	240.000	25
59.800	273.628	20
27.700	144.208	10

En los ejemplos mencionados se encuentran varios elementos comunes:

- No se detallan los costos para plantar, mantener, manejar y cosechar una hectárea de teca; por lo tanto, no se ofrecen explicaciones de los precios que se cobran por hectárea plantada y manejada hasta la rotación. En consecuencia, no hay certeza de que los precios (que van desde US\$16 mil a 62 mil/ha) corresponden al costo de la tierra más toda la gestión, o solo uno u otro aspecto. Probablemente, el razonamiento de los promotores es que no es necesario especificar cómo se estructuran los costos y si los ingresos permiten cubrirlos y tener una ganancia generosa¹². Esto es parte de la falacia, pues se ofrecen ingresos tan altos, que se hace casi innecesario justificar los costos.

¹² Como dice un análisis que se encuentra en Investment Options (24-04-2011), <http://investmentoptions.todayswealth.org/2011/04/24/howto-understand-teak-investments/> "Since all those assumptions are subjective, they can be used to 'push' IRR up, showing a more optimistic picture to attract investors than in reality."

- No hay especificación clara sobre las medidas de volumen ni del producto final (Capítulos 12 y 13).
- La información ofrecida en internet no permite hacer cálculos para verificar las cifras. Es necesario entrar en una serie de preguntas y respuestas interminables y si el que pregunta conoce algo del asunto forestal, las respuestas cesan muy pronto, pues el negocio es para pescar ingenuos y no para inversionistas bien informados o bien asesorados.
- En dos de los casos, el costo total de la inversión de alrededor de US\$15.000-16.000 está dentro de lo normal, pero en ninguno de los casos los ingresos prometidos son posibles; especialmente cuando no se sabe a ciencia cierta si se vende madera en pie o madera elaborada industrialmente¹³.

Hay un caso clásico de una empresa que logró captar cerca de US\$90 millones en el mercado de inversionistas y cargó un 30% por la promoción del proyecto y, adicionalmente, se adjudicó la administración del proyecto. Puesto que los promotores no tenían ninguna experiencia en plantaciones e industrias forestales, hicieron incurrir en grandes pérdidas a los inversionistas, hasta que se produjo prácticamente una quiebra y un nuevo grupo de inversores y de gerencia logró retornar el negocio a condiciones normales.

El Recuadro 14.5 muestra otros enganches que las ofertas de plantaciones de teca mencionan y les ayudan a desviar la atención del posible comprador del objetivo central.

Recuadro 14.5

Componentes adicionales frecuentes en los paquetes de inversión en plantaciones de teca

- Ventajas migratorias
- Casa de huéspedes para accionistas
- Parcelas compradas segregadas y tituladas como propiedad individual
- Importación de un carro cada dos años, libre de impuestos
- Descuentos en pensiones, moteles y hoteles
- Descuento del 20% en servicios médicos
- Reducción en las cuentas médicas, si no hay cobertura de seguros de salud

¹³ Un promotor de inversiones de una empresa que ya desapareció justificaba el alto precio de la inversión –que él consideraba “un precio razonable de mercado” amparándose que en internet casi todas las ofertas tienen un costo de alrededor de US\$40-60.000. Esto es obviamente una falacia pues en un mercado abierto y libre no solo se conoce el precio, sino el tipo de producto y los costos en que se incurre para la conformación del precio.

- Descuentos de 10% en las facturas de medicinas recetadas por un médico
- Descuentos en tarifas aéreas de hasta un 25%
- Descuentos en restaurantes
- 30% de descuento en transporte público
- Liberación de impuestos por el menaje de casa, hasta por un total de compra de US\$10 mil
- Descuento de hasta 25% en las cuentas de electricidad, agua y cable
- Liberación de impuesto sobre la propiedad por la casa para uso personal
- Abogados, enfermeras y terapeutas hacen descuentos
- Equipamiento del hogar, si se compra en el país está libre de impuesto
- Menores tasas bancarias de interés en préstamos para jubilados
- Los extranjeros y nacionales son iguales ante la ley
- 50% de descuento para jubilados en cines, eventos deportivos, ballet, parques

En los años 1980, se produjeron cientos de fraudes en la India, donde se vendieron árboles individuales a compradores locales, con la promesa de enormes ingresos. De más está decir que la mayoría de los inversionistas perdieron su dinero. En los años 1990, los engaños empezaron a aparecer en Europa. El caso antes mencionado, en el que se vieron involucrados una compañía aseguradora y el WWF-Holanda, tuvo como resultado que la compañía de seguros tuviera que devolver a todos los inversionistas el dinero, más un pequeño retorno adicional por compensación. Las plantaciones ya no existen pues fueron afectadas por una enfermedad y se cosecharon para no perder la madera. Los inversionistas que aún permanecen en el negocio recibieron solo una fracción de su inversión inicial después de tantos años.

Todo esto ha provocado un escepticismo general sobre las inversiones en plantaciones de teca y mala fama a los países en que se han perpetrado las estafas. Ejemplos recientes de compañías que han colapsado son Bosque Teca Verde, CO2 Invest, Eco Brasil, Eco-sure, Global Green, Green Capital BV, Prime Forestry, Robinia Gold, United Green, Goodwood; todas ellas basadas en Holanda (Scholtens y Spierdijk 2007).

Desafortunadamente, la lista de este tipo de malos manejos es larga. Aún peor, cuando ya es un hecho que la empresa no está bien, los promotores culpan al mercado, los altos costos, la competencia, la mala publicidad por sus fracasos y solicitan a los inversionistas más dinero para salvar sus inversiones. Y todavía algunos inversionistas muerden el anzuelo y pierden sumas adicionales de dinero.

Para convencer a los inversionistas de la legitimidad del negocio, contratan profesionales forestales, empresariales y políticos conocidos que “den la cara” por el negocio. Muchos de ellos han vendido su nombre a empresas que ahora están en bancarrota. Los promotores usan a estas personas, así como a bancos respetables, para mejorar su credibilidad, y agregan historias corporativas agradables, y el nombre del FSC para probar que su negocio es verde y por lo tanto aceptable. WWF se ha visto involucrada más de una vez en estos esquemas (en Holanda y Austria), así como prestigiosas empresas contables cuyos nombres se usan para legitimar el negocio. De esa manera, inversionistas inocentes piensan que el negocio es correcto, dado que todos esos prestigiosos nombres están agregados a las ofertas de inversión. Así, personas e instituciones respetables pasan a formar parte de la estafa, pues ellos deberían saber lo que están promoviendo (a cambio muchas veces de remuneraciones financieras cuantiosas por simplemente agregar su nombre a una campaña de publicidad).

Las autoridades en los países de origen de las promociones y de destino de los fondos han sido muy laxas, aun cuando han sido advertidos en varias oportunidades. A pesar de que cientos de millones de dólares han desaparecido y continúan desapareciendo, es poco lo que se ha hecho al respecto.

Conclusiones

Los inversionistas, autoridades, auditores, empresas contables y profesionales forestales necesitan que el intermediario financiero...

- Tenga conocimiento del negocio en el que participan. Este conocimiento debe abarcar desde la semilla hasta el producto final; es decir, debe cubrir el campo técnico, organizacional, financiero y de mercados, de manera que no solo las propuestas y los folletos promocionales sean de alta calidad, sino que además haya garantías de una ejecución y administración eficiente.
- Conozca las condiciones económicas, financieras, legales, institucionales y técnicas de los países en los cuales se invierte, de manera que pueda identificar los aliados claves y los mejores lugares para instalar los proyectos, además de conocer con exactitud los procedimientos que se aplican.
- Tenga contactos a los niveles correctos para iniciar un proyecto en un país. Dichos contactos deben ser hechos en forma honesta y de acuerdo a los procedimientos legales, sin pagos indebidos a funcionarios y, preferiblemente, que no sean de la esfera política para que, ante un eventual cambio de gobierno, no se ponga en peligro la credibilidad de las acciones.

- Desarrolle nexos con universidades y ONG nacionales e internacionales, no para que endosen la propuesta, sino simplemente para que la conozcan y eventualmente desarrollen estudios e investigaciones dentro de las plantaciones en temas importantes para la agenda internacional, como biodiversidad, cambio climático, responsabilidad corporativa, etc.
- Tenga contactos con fondos de inversión y fondos de capital, inversionistas individuales, fondos de pensiones, compañías aseguradoras, con el fin de asegurar un suministro de capital acorde a las necesidades reales del proyecto.
- Conozca de tecnologías efectivas de mercadeo y comercialización, no solo en la etapa de promoción, sino también en la etapa de producción y venta de productos de diferente naturaleza (diámetros grandes y pequeños, productos terminados, etc.).
- Cuento con un equipo técnico experimentado en los aspectos prácticos del negocio, como costos, rendimientos y precios, y que se exprese en un lenguaje claro para la definición de los productos (características físicas, espaciales y temporales).
- Defina las comisiones y otros cobros por intermediación de acuerdo al tamaño y realidad de mercado del proyecto; las mismas deben estar justificadas y definidas en los contratos por los servicios adquiridos.
- Muestre una conducta intachable desde el punto de vista ético, de honestidad y de transparencia frente a los inversionistas y los agentes externos al proyecto con los que hay que tratar (autoridades, agrupaciones gremiales forestales y de la madera, etc.).
- Sea parte del grupo de inversionistas. Si los intermediarios/promotores hacen sus propios aportes de capital real (y no solo el precio de sus servicios) serán más cuidadosos con todo el proceso, pues ellos también están corriendo riesgos.
- Esté dispuesto a que sus supuestos y operaciones sean evaluadas por agentes independientes: auditorías técnicas, auditorías legales y financieras. Estas auditorías deben ser permanentes a lo largo de la vida del proyecto para garantizar a los inversionistas el buen desarrollo del proceso.

Para que la intermediación se formalice es **indispensable que el FSC certifique el proyecto no solo a partir de sus principios y criterios, sino que también debe abordar los temas financieros y las obligaciones con los accionistas como actores válidos**. Sin duda, esto representa un costo mayor, pero es solo una fracción del costo total del proyecto y una infinitésima parte de los montos que han sido defraudados hasta ahora (más de 1000 millones de dólares) y de los daños al prestigio de personas y países que algunos intermediarios han ocasionado. La información que aparece en los prospectos

promocionales debe ser parte integral de los contratos y, por lo tanto, legalmente vinculante.

La actividad forestal, y sobre todo la actividad de plantaciones de teca, es un negocio con réditos de unos puntos porcentuales por encima de los ofrecidos por las entidades financieras por ahorrar dinero (lo que se puede denominar como una rentabilidad normal). Estamos, entonces, ante una actividad económica como cualquier otra, con riesgos y costos (proporcionales a la escala y el esfuerzo) y rendimientos (proporcionales a los productos que se van a ofrecer en el mercado, según el material genético seleccionado y las faenas silvícolas). Es necesario que los inversionistas y los intermediarios/promotores aprendan de las lecciones del pasado (e incluso del presente), en lo que se refiere a los múltiples fraudes y fracasos provocados por querer transformar el negocio forestal en una especulación financiera.

Las organizaciones que representan a productores de teca en el mundo, como **Teaknet y OLAT tienen que ayudar a mantener la transparencia, honestidad y la ética de las inversiones en teca**. Por ello, deben ser selectivas en cuanto a quiénes aceptan como miembros; estas organizaciones deben ser centros de excelencia que no endosan, ni dar ningún tipo de respaldo a quienes han promovido fraudes.

Los profesionales forestales también deben colaborar en la construcción de esa transparencia; aun si eso significa renunciar a jugosas remuneraciones. Ese es un legado de ejemplo para la profesión y para las futuras generaciones. La certificación es una necesidad y una exigencia que debe hacer cualquiera persona que desee invertir en este tipo de proyectos. **El FSC y sus certificadores deben asumir o traspasar esta responsabilidad y no certificar a nadie que no haya demostrado que sus propuestas técnicas y financieras son serias y defendibles sin lugar a ninguna duda**.

Por último, los gobiernos de los países en los que se originan las propuestas y en los que se hacen las plantaciones deben controlar de manera eficiente a los promotores y sus ofertas. La teca es un negocio aceptable con ventajas ambientales, económicas y sociales. Limpiemos su nombre con responsabilidad.

Referencias

- Balooni, K. 2000. Teak investment programmes: an Indian perspective. *Unasylya* 51(201):22-28.
- Centeno, JC. 1996. Traders of illusions and teak sting. Available at www.ciens.ulave/-jcenteno/teca.htm.
- Chaturvedi, AN. 1995. The viability of commercial teak plantation projects. *Indian Forester* 121(6):550-552.
- de Camino, R; Alfaro, M; Sage, LF. 1998. Teak (*Tectona grandis*) in Central America. Rome, Italy. FAO GCP/INT/628/UK.
- Duda, J. 2009. Evaluating teak and timber investment opportunities. Available at <http://www.nuwireinvestor.com/howtos/evaluating-teak-and-timber-investment-opportunities-53585.aspx>
- IWC (The International Woodland Company). 2009. Global timberland investable universe update. Copenhagen, Denmark. Available at http://www.iwc.dk/index.php?show_page=67
- Kollert, W. 2011. Teak in the World 2010 –A global assessment of teak resources. Conferencia internacional de Teca, San José Costa Rica 31 octubre –2 noviembre 2011
- Pandey, D; Brown, C. 2000. Teak, a global overview. *Unasylya* 51(201):3-13.
- Poopola, L. 2011. Forest law enforcement, governance and trade in sub-humid West Africa. Ibadan, Nigeria, Centre for Sustainable Development, University of Ibadan, African Forest Forum.
- Scholtens, B; Spierdijk, L. 2007. Causes and consequences of financial risks of tropical timber investment funds. The Netherlands, University of Groningen. 20 p.
- Sein, MW. sf. A brief review of forest restoration programmes in Myanmar. Forest Resource Environment Development and Conservation Association (FREDA). Available at http://www.forru.org/PDF_Files/frfwcpdf/part2/p22%20Wint%20a%20brief%20review.pdf
- WRM (World Rainforest Movement). 1999. Costa Rica: el bluff del oro verde. Boletín del WRM no. 20. 1 p.



Capítulo 15

Verificación, certificación
y responsabilidad social
corporativa



Capítulo 15

Verificación, certificación y responsabilidad social corporativa

Yadid Ordóñez

Introducción

Ante la pérdida de recursos y la creciente demanda por madera, a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (Cumbre de la Tierra, Río 1992) empezaron a surgir las primeras estrategias de conservación para el siglo XXI, con el fin de lograr un desarrollo sustentable que asegure el bienestar de los recursos y sistemas naturales con los que interactúa el ser humano (Lyle et ál. 1996). Fue así como, a inicios de los años 1990, se creó el concepto de certificación forestal y etiquetado de la madera.

En 1993 nació el Forest Stewardship Council (FSC), con el fin de promover un manejo ambientalmente apropiado, socialmente beneficioso y económicamente viable de los bosques de todo el mundo. El FSC definió un conjunto de principios y criterios de gestión forestal como requisito mínimo que debe cumplir cualquier unidad de manejo para que se le reconozca su buena gestión y su compromiso con los valores ambientales y sociales presentes. Posteriormente han ido apareciendo otros esquemas de certificación, como Canadian Standard Association (CSA), de aplicación nacional; Sustainable Forestry Initiative (SFI) y American Tree Farm System, de aplicación en los Estados Unidos y Canadá; Pan-European Certification (PEFC) de ámbito europeo, además del FSC, de cobertura mundial.

El esquema de certificación FSC es uno de los más aceptados a nivel mundial, ya que es un sistema riguroso de etiquetado de productos forestales que busca balancear y dar igual importancia a los intereses sociales, ambientales y económicos. El FSC está presente en 80 países alrededor del mundo; a noviembre 2012 había certificado unos 164 millones de hectáreas en 1171 unidades de manejo, aparte de 24 mil cadenas de custodia de productos forestales (<http://ic.fsc.org/>). Los principios y criterios del FSC fueron diseñados y acordados por sus miembros en 1994, como resultado de un intenso trabajo, pruebas de campo y consulta a interesados en más de 25 países. Así

surgió la certificación forestal, la cual “garantiza” al consumidor que el producto que compra procede de un bosque bien manejado.

El FSC ha evolucionado y crecido, tanto en alcance como en amplitud. Parte de este crecimiento se debe al apoyo del FSC al desarrollo de estándares locales y nacionales para la implementación de los principios y criterios reconocidos internacionalmente. Los principios y criterios (P&C) describen cómo deben manejarse los bosques y plantaciones para que satisfagan las necesidades económicas, ecológicas, culturales y espirituales de las generaciones actuales y futuras. Estos estándares son desarrollados mediante iniciativas nacionales que buscan el consenso de un amplio grupo de participantes y organizaciones involucradas en la conservación y el manejo de los bosques (www.fsc.org).

Área certificada bajo los estándares del FSC

En la actualidad, aproximadamente el 43,6% de los bosques certificados se localizan en Europa, el 40,2% en USA y Canadá y solo el 16,2% se encuentra distribuido en países en desarrollo (África, América Latina y el Caribe, Asia y Oceanía)¹. Desde 1995, la superficie certificada ha venido aumentando en un promedio de 10 millones ha anuales. Por tipo de bosque, más de la mitad corresponde a bosques naturales (63,35%) y solo un 8,33% son plantaciones (12.490.000 ha). El área de plantaciones certificadas por el FSC se encuentra principalmente en Brasil, Sudáfrica y Reino Unido.

Del total del área de bosques plantados, solo un 1,5% corresponde a áreas bajo manejo forestal certificadas que plantaron teca (182.000 hectáreas), las cuales representan solo el 5% del total plantado de teca (Recuadro 15.1). De la superficie mundial de plantaciones de teca certificada, la mayor proporción se encuentra en nueve países de América Latina: 79% del total certificado a nivel mundial (más de 140 mil ha); en Asia está el 20% del área certificada distribuida entre cinco países y el 1% restante está en África (Cuadro 15.1).

Desde el inicio del FSC, la certificación forestal de plantaciones ha sido históricamente un motivo de grandes controversias y debates, principalmente porque considera a las plantaciones forestales como bosques. Desde el 2004, el FSC ha estado en proceso de revisión de sus políticas de certificación y, en particular, de las plantaciones en colaboración con expertos que representan el amplio espectro de las partes

¹ <http://www.fsc.org> (marzo 2012)

interesadas (cámara social, ambiental y económica), con el fin de mejorar la gestión de las plantaciones forestales.

Recuadro 15.1

Proceso de certificación FSC

El FSC opera a través de un programa de acreditación que autoriza a organizaciones o entidades a evaluar, monitorear y emitir certificados FSC. *Accreditation Services International* (ASI) dirige el programa de acreditación basado en estándares internacionales, con el fin de garantizar la autenticidad de sus afirmaciones.

La certificación del manejo forestal es el proceso de evaluación de las condiciones del manejo de los bosques. A partir de un conjunto de P&C establecidos por el FSC que contemplan aspectos económicos, ambientales y sociales reconocidos internacionalmente. Este proceso implica una auditoría sobre el terreno de la unidad de manejo forestal, realizada por un equipo interdisciplinario de expertos de una organización o entidad de certificación independiente acreditada por el FSC. Si el manejo forestal cumple con las normas del FSC, el organismo de certificación emite un certificado FSC para un período de cinco años, con un seguimiento anual para verificar el cumplimiento continuo de la operación bajo las normas FSC.

Los resultados de cada auditoría están descritos de forma detallada en un informe de certificación. Un resumen de estos informes está disponible al público en la página en internet de la entidad de certificación responsable. En todos los casos, el proceso de certificación se iniciará voluntariamente por los propietarios de bosques o responsables del manejo forestal al solicitar los servicios de un organismo de certificación acreditado.

Las operaciones forestales certificadas garantizan que los productos forestales provienen de un bosque manejado de manera responsable, de acuerdo a las normas internacionales FSC. La emisión de un certificado FSC autoriza a la operación forestal certificada etiquetar sus productos con la marca registrada FSC.

El proceso de certificación forestal

Pese a que la certificación forestal fue promocionada desde sus inicios como un proceso que ayudaría a obtener mejores precios para los productos certificados, en la realidad del mercado actual son pocos los que lo han logrado. Sin embargo, productores e industriales en general se deciden por continuar con la certificación u

optar por ella. Entre las razones que se esgrimen están las siguientes: i) expectativas de un mejor precio por el producto, ii) mercados y precios más estables que conlleven a un aumento en las ventas de productos certificados, iii) acceso a nichos de mercados o mercados más receptivos, iv) imagen de prestigio para sus operaciones, principalmente cuando son organizaciones cuestionadas en materia cultural, social o ambiental, y/o que se encuentran en áreas protegidas, v) costos asociados al proceso de certificación (Salazar y Gretzinger 2005).

El costo que implica el proceso de certificación está en función de la superficie y tipo de bosque (natural o plantación), de la diferencia entre el estándar utilizado para la evaluación y el estado del manejo forestal de la unidad de manejo. Muchos gastos pueden disminuir e incluso eliminarse cuando el manejo forestal que se implementa en la unidad de manejo está cercano al cumplimiento de los estándares de certificación; así, un sistema de manejo forestal bajo un esquema de administración y prácticas de manejo adecuadas son la base necesaria para implementar la certificación forestal en una forma rápida, práctica y con costos relativamente bajos.

La certificación forestal tiene tres tipos de costos: los **costos directos del certificador** que incluyen el costo de pre-evaluación (opcional), el costo de la evaluación principal para determinar si se otorga el certificado y los costos de membresía y auditorías anuales que se realizan después de que la certificación ha sido otorgada. Los **costos para el mejoramiento del manejo forestal** que incluyen los costos de los cambios o adaptación en el manejo forestal para cumplir con los estándares exigidos (elaboración de los planes de manejo forestal con base en resultados de inventarios forestales, identificación y delimitación de las áreas de protección dentro del bosque bajo manejo, monitoreo al bosque, actividades de planificación). También incluyen lo requerido para el cumplimiento de solicitudes de acción correctiva. Los **costos indirectos** que se refieren a los costos de oportunidad para cuyo esfuerzo el productor contribuye al alcance de resultados de beneficio regional o global.

Para este análisis se identificaron todas las OMF (organizaciones de manejo forestal) con plantaciones de teca certificadas bajo los estándares FSC a nivel mundial (www.info.fsc.org). En el Cuadro 15.1 se ofrece la información por regiones. América Latina (incluidos los países del Caribe) representa el 79% del área total con plantaciones de teca certificadas a nivel mundial (con 30 OMF certificadas), seguida por Asia con el 20% (con 7 OMF certificadas) y África (1%, representada por una OMF certificada).

Cuadro 15.1. Estado del manejo forestal certificado bajo los estándares FSC a nivel mundial en el 2012

Región	País	OMF por país	Área plantada de teca *	Área certificada
América Latina	Brasil	2	23.881,30	49.307,50
	Colombia	1	1.579,00	7.124,00
	Costa Rica	9	12.848,50	23.000,00
	Ecuador	1	1.330,50	5.695,60
	Guatemala	3	11.073,20	14.920,40
	Nicaragua	3	9.006,10	13.877,50
	Panamá	8	6043,5	9471,8
	México	2	3.760,20	19.055,30
	Perú	1	314,0	541,6
Subtotal América Latina		30	69.836,9	142.993,3
Asia	Indonesia	3	401,82	401,82
	Laos	1	85,79	0
	Islas Solomon	1	10505	25010
	Sri Lanka	1	77,2	404,73
	Tailandia	1	10351,95	11359,95
Subtotal Asia		7	21.421,6	37.262,1
África	Ghana	1	1.600,00	1.778,00
Subtotal África		1	1.600,00	1.778,00
Total		38	92.858	182.033

*Según los informes que lo especificaban. Para fines del análisis se consideró que el área del alcance del certificado correspondía al área total de teca, aun cuando esta es menor al no discriminar áreas bajo protección y/o en otros usos. El área promedio de teca en la UMF puede estar en un rango de 25-90% del área total.

Fuente: FSC, marzo de 2012 (<http://info.fsc.org>).

La responsabilidad social corporativa en los proyectos de plantaciones de teca

¿Qué deberíamos entender por responsabilidad social empresarial (RSE)? Hay múltiples definiciones del concepto, enfocadas en diversos aspectos (naturales, culturales y sociales) y con alcances variados. Abreu y Badii (2006), mediante un análisis de la evolución del concepto desde su origen histórico hasta la actualidad,

definen RSE como *“el estado de conciencia de la empresa, la cual para su toma de decisiones se compromete a hacer lo correcto, en el momento correcto, en el lugar correcto y con los medios correctos para obtener los resultados correctos dentro de un marco de desarrollo sustentable que respete el equilibrio entre la sociedad, la naturaleza y la rentabilidad empresarial”*.

Entonces, en el ámbito de los aspectos que incluye la RSE y la misión del FSC, se puede considerar de forma clara que los P&C del FSC que promueven un manejo forestal responsable deberían conllevar a un alto nivel de RSE para las empresas certificadas bajo el esquema FSC. Entonces, identificar y reconocer los impactos que una organización de manejo forestal certificada genera sobre los grupos de interés y sobre el medio, es una medida no solo para evaluar el impacto de la certificación sobre el bosque y las organizaciones que lo manejan, sino también de identificar/evaluar las acciones e impactos de la RSE realizados por las organizaciones que hacen manejo forestal.

De acuerdo con el FSC, en un proceso de certificación forestal, los impactos pueden ser resultados que benefician o cambian a quienes participan (bosques o personas), pueden ser cuantificables (hectáreas, metros cúbicos, unidades de manejo forestal certificadas, número de especies amenazadas y protegidas, número de accidentes evitados, etc.), pueden ser positivos o negativos, o pueden ser el producto directo de un plan de actividades. Asimismo, los resultados pueden clasificarse en función del nivel en que se miden (dentro o fuera de la unidad de manejo, dentro de una región, en un país, etc.), del tipo de impacto que generan (ambiental, político, social, económico), o de la forma en que se logran (directos e indirectos). Como se puede apreciar, la evaluación/medición del espectro total de impactos que genera la certificación forestal es bastante compleja. Por ello, es importante ser selectivos y realistas para encontrar el enfoque que responda a los intereses particulares sobre el tipo de impacto que se desea medir y/o evaluar, así como los recursos disponibles para hacerlo.

Una forma de ver el impacto en el tema RSE de la certificación es por medio de los reportes de no conformidad (RNC) emitidos como resultado de los procesos de evaluación y auditorías generados por las certificadoras. Estos informes se han utilizado como “indicadores” para mostrar dónde se generaron y/o solicitaron cambios sociales, ambientales y económicos, además de los cambios en el manejo forestal requeridos para cumplir con los estándares del FSC (Gullison 2003, WWF 2005, Newsom et ál. 2005, Newsom y Hewitt 2005). Esta suposición se basa en el hecho de que los

organismos de certificación visitan al menos una vez al año las áreas certificadas para comprobar que la operación forestal cumple con los estándares del FSC. Por esta razón, es importante tener siempre presente que esta evaluación debe tomarse como una aproximación y un buen indicador de los impactos generados por la certificación forestal en sus tres componentes, y que bajo ningún aspecto reemplaza los resultados que podrían generarse de una evaluación específica a una OMF.

Los RNC se clasifican en cuatro categorías: 1) ambiental, 2) social, 3) económico-legal y 4) de manejo forestal (Cuadro 15.2). Un RNC considera entonces que en la OMF se ha generado un impacto directo con cada componente si recibe al menos una solicitud de acción correctiva relacionada con dicho componente, como resultado de la certificación. Algunas solicitudes de acción correctiva pueden abordar varios temas y/o criterios del estándar FSC; por eso, cada solicitud fue asignada a una de las categorías previamente definidas, tomando en consideración el criterio principal al cual fue asignada la solicitud.

Si no se dan RNC para los diferentes aspectos, o solo en menor medida para alguno de ellos, se puede considerar que la OMF cumple en un alto grado con los aspectos de interés de la RSE y también del sistema de certificación FSC. Se espera que la certificación solamente otorgue el sello de aprobación o cumplimiento con sus estándares a las OMF que realizan un manejo forestal responsable.

Se revisaron y analizaron un total de 876 RNC para las 38 OMF con plantaciones de teca certificadas; estos RNC abordaron 15 de los 16 temas que se analizaron en relación a los aspectos ambientales, sociales, económicos y de manejo forestal (Cuadro 15.2). En general, las auditorías anuales impusieron a las OMF un mayor número de RNC (en promedio 25) que durante la evaluación principal (en promedio 17).

Los temas que tuvieron que afrontar mayores cambios debido a la cantidad de RNC emitidos, fueron los relacionados con el manejo forestal (Figura 15.1), seguido por aspectos ambientales y sociales. Esto demuestra que la certificación forestal bajo los estándares del FSC contribuye a la implementación y mejoramiento de las buenas prácticas de manejo forestal.

Las solicitudes más frecuentes requerían acciones para actualizar los planes de manejo forestal, implementar acciones de monitoreo y evaluación de operaciones forestales y mejorar la planificación de operaciones forestales. Estas solicitudes buscaban mejorar

la eficiencia de las operaciones y, por lo tanto, lograr una reducción en los costos del manejo. Sin embargo, las solicitudes de acciones correctivas que se identificaron en el componente forestal no necesariamente reflejan cumplimiento de condicionantes claves, como por ejemplo aspectos relacionados a la optimización del recurso, la implementación adecuada de entresacas y podas, la diversificación y mejoramiento de ciclos de corta para la optimización del cultivo de la especie, la selección de especies con base en la calidad del sitio, la limitación del aprovechamiento de especies.

Cuadro 15.2. Temas identificados en los RNC emitidos durante las evaluaciones y auditorías realizadas en las unidades de manejo

Componente ambiental	Mantenimiento de funciones ecológicas e integridad del bosque
	Mantenimiento e incremento de las áreas de valor para la conservación
	Especies amenazadas y en peligro
	Zonas de protección y conservación
Componente social	Derecho consuetudinario a usar y manejar territorios y recursos
	Bienestar social y económico de los trabajadores
	Seguridad industrial a los trabajadores
	Establecimiento de mecanismos para la comunicación y resolución de conflictos con terceros
Componente económico - legal	Cumplimiento de leyes nacionales, locales y acuerdos internacionales
	Tenencia y derecho de uso a largo plazo
	Uso eficiente de múltiples productos y servicios del bosque
	Instrumentos de análisis financiero y de rentabilidad
Manejo forestal	Manejo, aprovechamiento, monitoreo y evaluación de las operaciones de manejo forestal
	Elaboración y actualización de planes operativos y de manejo
	Capacitación
	Uso de especies exóticas

Los impactos ambientales generados por la certificación se dan en diferentes ámbitos: en la biodiversidad mediante la implementación de prácticas de aprovechamiento de impacto reducido y actividades de manejo que contribuyan a la protección de especies amenazadas, la búsqueda de alternativas para el uso de productos químicos prohibidos por el FSC, la implementación de medidas de seguridad para los trabajadores que aplican y utilizan los productos químicos, así como la implementación de normas adecuadas y seguras para su almacenamiento, mejoramiento del estado de conservación

y los niveles de biodiversidad de los parches de bosques que se encuentran dentro de las áreas de las plantaciones forestales a través de la identificación, protección y monitoreo de las áreas de valor para la conservación.

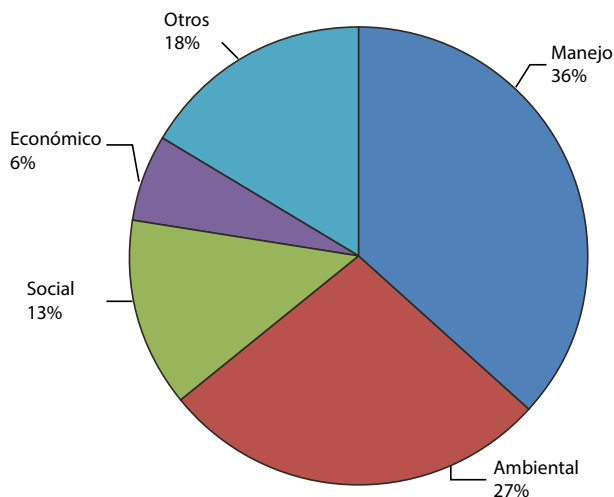


Figura 15.1. Distribución porcentual de RNC emitidas a las OMF con plantaciones de tecla certificadas

Un impacto importante y directo de la certificación forestal es la recuperación y mantenimiento de áreas de bosque natural debido al mejoramiento del estado de conservación y los niveles de biodiversidad de los parches de bosques que se encuentran dentro de las áreas de las plantaciones forestales. Esto se asocia de forma indirecta a la realización sistemática de evaluaciones de impacto ambiental, y la identificación, evaluación y monitoreo frecuente de áreas naturales destinadas a su protección estricta debido a su importancia ecológica. Según los resultados que de forma anual se documentan en los informes de auditoría de las unidades de manejo certificadas, la cobertura de bosque natural se mantiene constante en las áreas identificadas dentro de los lotes de plantación. En las unidades de manejo forestal se destina y/o identifica entre 10-45% del área para fines de protección estricta; es decir, áreas donde no se establecen plantaciones forestales de tecla para contribuir al mantenimiento de la integridad del bosque presente en las áreas.

En resumen, la certificación ha generado impactos ambientales de forma directa e indirecta a través de la protección y mejoramiento de actividades como los estudios de

impacto ambiental, el mapeo, manejo y protección de áreas de especial interés para la biodiversidad y para las comunidades; la protección de especies amenazadas a través de la implementación de buenas prácticas de manejo; el desuso de productos químicos prohibidos por el FSC y el empleo adecuado de los productos permitidos.

En relación con los impactos sociales, primero que todo, es importante recalcar que el tema social es sensible y de interés no solamente local sino también internacional, en donde actores externos al proceso de certificación tienen altas expectativas por los resultados/beneficios que la certificación FSC puede generar a las comunidades que viven alrededor de las plantaciones certificadas. El aspecto social que con mayor frecuencia requirió cambios por parte de las OMF fue el relacionado con el mejoramiento de las condiciones de trabajo para los empleados mediante la implementación de medidas de seguridad industrial, acceso a los servicios de protección social y establecimiento de contratos laborales. También se consideraron temas relacionados con las comunidades vecinas a las unidades de manejo, como la evaluación y monitoreo de impactos sociales y el establecimiento de mecanismos apropiados para la comunicación y resolución de conflictos con terceros. Estas últimas acciones han contribuido a la generación de mejores relaciones entre empresa privada y comunidades locales.

En cuanto a los impactos generados por la certificación en el componente económico, dos elementos son identificados como relevantes: el cumplimiento de leyes nacionales (aspectos laborales) y la elaboración de instrumentos de análisis financiero y de rentabilidad de la operación. Este último elemento ha sido importante para muchas organizaciones, principalmente para entender y analizar la situación económica de su actividad forestal. Newsom y Hewitt (2005) encontraron resultados similares con la evaluación de 129 operaciones de manejo forestal certificadas. Los autores encontraron que en el 50% de las operaciones, las solicitudes de acción correctiva generaron cambios de forma frecuente en el aspecto económico/jurídico.

Es sorprendente cómo muchas empresas dedicadas a la producción forestal desconocen o manejan en forma inadecuada la información referente a la rentabilidad financiera de su operación. Esto ha hecho que los RNC en este campo hayan sido bastante frecuentes, lo cual demuestra que: a) el manejo financiero es una debilidad de los técnicos forestales, los cuales se centran demasiado en aspectos técnicos y dejan de lado los aspectos financieros de la actividad; b) no se cuenta con economistas forestales integrados con la producción.

Los impactos identificados evidencian que la certificación forestal es una herramienta que se complementa con las políticas de manejo forestal de los países y de otras herramientas nacionales e internacionales que promueven el buen manejo forestal. Por ello, la certificación debe ser vista no como la responsable, sino como un elemento más que promueve y contribuye al desarrollo y manejo adecuado de los recursos naturales; y para que esta contribución siga siendo viable, la sociedad debe retribuir económicamente a quienes, hoy en día, asumen todos los costos de implementación de las buenas prácticas de manejo forestal.

La actitud de la certificación frente a las ofertas de inversión

Si consideramos que el FSC tiene por misión “*promover un manejo ambientalmente apropiado, socialmente beneficioso y económicamente viable de los bosques de todo el mundo*”, pensaríamos que la organización no certifica a las operaciones forestales que no cumplen con alguno de los componentes mencionados. Por muy obvia que parezca, la respuesta no es tan clara. En cuanto a los aspectos ambientales y sociales, los aportes de la certificación forestal bajo los estándares del FSC son bastante claros y contundentes; sin embargo, en cuanto a los aspectos económicos, los resultados no son tan evidentes. Cada año se escucha de empresas forestales certificadas que cancelan sus actividades por problemas financieros; obviamente, esta situación genera problemas de credibilidad en el esquema de certificación.

Ahora bien, el tema en discusión no son las plantaciones forestales en pequeña o gran escala, de propiedad privada o comunitaria, de especies exóticas o nativas, sino las debilidades del esquema de certificación y cómo subsanarlas. Pero, ¿cuáles son las debilidades del esquema de certificación en el tema económico y cuán importantes son?

La falta de indicadores sólidos para el Principio 5 “Beneficios del bosque: mantener o mejorar los beneficios económicos, sociales y ambientales a largo plazo provenientes del bosque” es una debilidad principal. Al revisar en detalle diversos estándares nacionales, se encuentran elementos que permiten valorar la rentabilidad financiera de la actividad forestal y que efectivamente son herramientas para evaluar el potencial financiero de la operación. Por ejemplo, algunos de los indicadores requieren que: i) el responsable del manejo forestal cuente con un estudio de factibilidad económica/ análisis financiero que demuestre la rentabilidad del manejo forestal a largo plazo o de acuerdo a la escala e intensidad del manejo forestal. En relación con los costos

ambientales, sociales y operativos, ii) el responsable del manejo forestal cuente con información contable actualizada, flujos de caja, balances generales que permitan conocer en cualquier momento su estado financiero y situación económica; iii) se mantengan registros actualizados de los costos de las diferentes operaciones de manejo así como de la producción obtenida en el aprovechamiento; iv) se elaboren y mantengan actualizadas las bases de datos de costos de las actividades y operaciones realizadas. Entonces, ¿acaso no son estos elementos suficientes para verificar la sostenibilidad económica de una operación forestal? ¿Por qué, entonces, las empresas forestales certificadas que cumplen con estos requisitos en corto tiempo cierran por problemas financieros?

El elemento de fondo tiene que ver con la verificación en campo del grado de cumplimiento con los P&C del FSC. Esto se debe principalmente a las formas de interpretación y conocimiento que los auditores tengan para las evaluaciones o auditorías de certificación. Evidentemente, las observaciones o comentarios que un auditor pudiera hacer sobre el tema son diferentes de las de un administrador, porque su formación y experiencia es más cercana a la producción y transformación de productos, que a aspectos relacionados con la rentabilidad financiera de una operación. ¿Cómo solucionar estos vacíos de conocimiento o formación en temas puntuales que pueden darse en ambas vías y que son relevantes para la credibilidad de la certificación forestal? En la actualidad, los P&C garantizan medianamente bien el buen manejo forestal en cualquier parte del mundo; si el FSC exigiera el desarrollo de verificadores puntuales y sólidos que se complementen con los P&C, se tendría un esquema mucho más completo y efectivo.

Otro elemento importante relacionado con la credibilidad de la certificación forestal de plantaciones forestales se debe a denuncias que se han presentado sobre la promoción de inversiones con altas tasas de retorno y esquemas de venta de madera por parte de empresas forestales que dicen estar certificadas por el FSC y que terminan siendo un fraude para quienes deciden invertir. En muchos negocios es común que aparezcan empresas que ofrecen a los inversionistas altos retornos financieros a corto o mediano plazo, y el sector forestal no es la excepción. Debemos recordar, sin embargo, que no todo lo que brilla es oro y que antes de involucrarse en un negocio de inversión debemos consultar y asesorarnos muy bien.

Los proyectos de plantaciones y particularmente las de teca son los más utilizados y promocionados en el mercado para atraer inversionistas confiados que, pese a su

desconocimiento técnico del tema, toman el riesgo de invertir. Una de las razones por las cuales el inversionista confía es la certificación que la empresa ostenta bajo estándares internacionales como los del FSC. El inversionista percibe la certificación como un respaldo a la autenticidad, honestidad y confiabilidad del proyecto. Cada vez con mayor frecuencia, muchas empresas y organizaciones promueven planes de inversión en plantaciones de teca con rendimientos demasiado altos en tiempos muy cortos, totalmente en desacuerdo con los resultados de investigaciones en silvicultura, calidad, transformación y rendimientos (Chaturvedi 1995, Kinhal 1995, Parameswarappa 1995)².

Por ejemplo, actualmente es muy común encontrar anuncios como los siguientes:

- “Al adquirir acciones de nuestras plantaciones de teca y basados en ciertos supuestos, nuestra proyección de rentabilidad equivale al 15% anual...”
- “Usted invierte en un socio que por su envergadura puede trabajar de forma rentable y que por su oferta estructural de madera cuenta con una posición negociadora muy favorable en el mercado maderero... con rendimiento de 9,9% TIR.”
- “Proponemos un plan de reforestación comercial en el que se tiene planeada la siembra de una cantidad considerable de bosque de teca y otras especies nativas, que depende directamente del flujo de inversión y de acuerdo a un cronograma específico, cabe notar que es una inversión a largo plazo aproximadamente 20 años, pero se tienen programadas unas entresacas que presentan una altísima rentabilidad y seguridad de inversión.”
- “Hola a todos, quería informaros que podréis invertir en teca con muchas más garantías... la empresa va a comercializar plantaciones FSC en plena Amazonia en Brasil. Los árboles ya tienen el FSC y tienen 7 años de edad... solo les quedan 13 años para la corta final y cobrar el beneficio estimado en un 10,45% neto, descontada la comisión de la empresa y el pago a Hacienda.”

Aunque es claro que existen experiencias de plantaciones forestales que efectivamente son una buena opción de inversión, existen también opciones como los ejemplos anteriores que ponen en entredicho la inversión en las plantaciones forestales y en algunos casos el papel de la certificación forestal del FSC.

² *Nota de los editores.* Un principio central en estos casos es la debida diligencia (*due diligence*) sobre todos los supuestos que determinan el resultado económico de la operación. Normalmente, no se considera este principio en las auditorías de certificación, ni en las revisiones anuales. El FSC debiera exigir a quienes promueven inversiones en teca contar con el aval de entes fiscalizadores que revisen el plan de negocios previo a la certificación.

Debido a la proliferación de este tipo de anuncios y al uso mal intencionado y no autorizado de la marca FSC, la organización y los organismos de certificación forestal han diseñado una política para el uso promocional de la marca registrada FSC (FSC-TMK-50-201, Versión 1, sección 16, 2007). Para el cumplimiento del Criterio 5.6 “*La tasa de cosecha de productos forestales no deberá exceder los niveles que puedan ser permanentemente mantenidos*”, se ha incluido un indicador que exige a las operaciones de inversión especificar que “*si las proyecciones de crecimiento son usadas para hacer declaraciones acerca de los retornos sobre la inversión financiera, la OMF deberá incluir una aclaración visible en todo el material que lleve las marcas registrada FSC y el certificador, acerca de la responsabilidad respecto a las afirmaciones financieras (ej., “el FSC y el certificador no son responsables de, y no avalan, ninguna afirmación financiera o ganancia por la inversión”)*”).

Esta ha sido la estrategia utilizada por el FSC, hasta el momento, para salvaguardar su posición y participación en relación a la promoción de inversiones forestales, pero ¿es esta medida suficiente? Al parecer no lo ha sido, ya que todavía son muchos los inversionistas que siguen siendo estafados con falsas promesas de rentabilidad financiera en plantaciones de teca. Si bien a través de la página en internet del FSC se puede verificar si una empresa está certificada o no, siempre queda la duda de si esto es suficiente o no para dar confianza a un inversionista. Y ¿dónde queda entonces el “*promover un manejo económicamente viable de los bosques de todo el mundo*”?³.

Conclusiones y recomendaciones

Es indiscutible que la certificación forestal ha generado impactos positivos en las áreas de operación forestal realizadas por organizaciones certificadas bajo los estándares del FSC. Muchos de estos impactos han sido identificados directa e indirectamente por terceros, o por quienes participan directamente en la actividad. Sin embargo, los impactos más fácilmente observables siguen siendo en los aspectos sociales y ambientales; los impactos económicos que la certificación ha generado no se identifican ni se perciben con la misma claridad.

Es evidente que el sistema de certificación bajo los estándares del FSC tiene vacíos y debilidades. Hasta hace poco tiempo la certificación se promovía como una opción para acceder a mercados internacionales con mejores precios. Este mensaje quedó fuertemente gravado entre los usuarios e interesados en el quehacer forestal, pese a que

³ *Nota de los editores.* El hecho de que el FSC deslinde sus responsabilidades es un paso positivo, pero el problema de fondo, la prueba de los impuestos de rendimiento y financieros, que sería la condición necesaria y suficiente aún sigue sin resolverse.

la certificación no constituye ninguna garantía de acceso a mercados internacionales ni tampoco a mejores precios.

La certificación bajo los P&C del FSC es un mecanismo que contribuye al desarrollo y manejo responsable de los recursos naturales. En ese sentido, es una herramienta que complementa otros instrumentos y políticas nacionales e internacionales que promueven la implementación de buenas prácticas de manejo forestal. En tanto que herramienta, requiere de un mejoramiento continuo acorde a los cambios diarios que se perciben en el manejo de los recursos naturales.

Antes de invertir en una plantación forestal, usted como inversionista debe informarse adecuadamente sobre las especies que le proponen (silvicultura, requerimientos, rendimientos); utilice y busque fuentes confiables (centros de investigación, universidades, investigadores); solicite y busque información que le permita aclarar todas las dudas e inquietudes antes de tomar una decisión. Considere el plazo de la inversión y diferencie adecuadamente entre inversiones de corto y largo plazo. Examine los riesgos y tenga presente que toda inversión forestal tiene riesgos implícitos (afectación por enfermedades, fenómenos naturales). Pregunte e infórmese adecuadamente, esta es la mejor herramienta para decidir sobre su inversión.

Referencias

- Abreu, JL; Badii, M. 2006. Análisis del concepto de responsabilidad social empresarial. *Daena: International Journal of Good Conscience* 2(1):54-70.
- Chaturvedi, AN. 1995. The viability of commercial teak plantation projects. *Indian Forester* 121(6): 550-552.
- FSC (Forest Stewardship Council). 2012. Principios y criterios para el manejo forestal. Disponible en <http://www.fsc.org> – <http://info.fsc.org>.
- Gullison, RE. 2003. Does forest certification conserve biodiversity? *Oryx* 37(2):153-165.
- Kinhal, GA. 1995. Technical and financial evaluation of green equities. *Indian Forester* 121(6): 566-571.
- Lyle, G; Burhenne-Guilmin, F; Synge, H. 1996. Guía del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Gland, Switzerland, UICN. Environmental Policy and Law Paper No. 30.
- Newsom, D; Bahn, V; Cashore, B. 2005 Does forest certification matter? An analysis of operation level changes required during the SmartWood certification process in the United States. *Forest Policy and Economics* 9: 197–208.

- Newsom, D; Hewitt, D. 2005. The global impacts of SmartWood certification. Final Report of the TREES Program for the Rainforest Alliance. Available at http://www.iatp.org/files/Global_Impacts_of_SmartWood_Certification_The.pdf
- Parameswarappa, S. 1995. Teak – how fast can it grow and how much can it pay? *Indian Forester* 121(6): 563-565.
- Salazar, M; Gretzinger, S. 2005. Costos y beneficios de la certificación forestal y mecanismos para la resolución de obstáculos comunes. Guatemala, PROARCA/WWF-Centroamérica. 73 p. (Serie Técnica No. 5).
- WWF; European Forest Program. 2005 The effects of FSC-certification in Estonia, Germany, Latvia, Russia, Sweden and the United Kingdom: An analysis of corrective action requests. Consultancy report by Peter Hirschberger. Summary report.

Cuarta Parte

Análisis de casos





Capítulo 16

La producción de teca en Bolivia



Capítulo 16

La producción de teca en Bolivia

Eduardo Sandoval

Aspectos generales

La región tropical de Bolivia tiene un gran potencial para el cultivo de árboles de especies nativas y exóticas. Por la diversidad del paisaje, se encuentran múltiples sitios que ofrecen grandes posibilidades para el desarrollo de los árboles. A pesar de ello, las plantaciones forestales no sobrepasan las 30.000 ha; las principales especies plantadas son eucalipto, pino, serebó y teca (Cuadro 16.1). La razón para tan poca superficie plantada en un país tan grande puede deberse a la existencia de enormes superficies de bosque natural amazónico todavía con buen potencial maderable, que abastece a la industria forestal nacional

Cuadro 16.1. Superficie cubierta con plantaciones forestales en Bolivia hasta el 2006

Departamento	<i>Pinus</i> spp.	<i>Eucalyptus</i> spp.	<i>Schizolobium parahyba</i>	<i>Tectona grandis</i>	Otras especies	Total ha	%
Cochabamba	7920	4925	1150	551	4839	19385	66
Chuquisaca	561	3284	0	0	160	4005	14
Santa Cruz	38	266	1771	1322	232	3629	12
La Paz	100	900	0	0	0	1000	3
Tarija	88	579	0	0	10	677	2
Potosí	212	212	0	0	212	642	2
Total (ha)	8919	10166	2921	1873	5453	29338	100
%	30	35	10	6	19	100	

Fuente: Sandoval (2009)

De un modo resumido, el establecimiento de las plantaciones forestales en Bolivia se puede dividir en tres periodos. El primero a partir del año 1930, cuando se registraron las primeras plantaciones en La Paz y Cochabamba, de extensión reducida y básicamente bajo diseño de árboles en linderos de las fincas agrícolas. El segundo periodo va de 1970 a 2000, cuando se plantó la mayor superficie en las zonas andinas y valles con un fuerte apoyo de la cooperación internacional al manejo forestal comunitario. El tercer periodo, prevaleciente hasta la actualidad, se caracteriza por la aparición de

actores privados con inversión propia y sin incentivos; claramente, estos inversionistas tienen motivaciones económicas (comercial-industrial) para el establecimiento de plantaciones en el trópico de Bolivia, departamentos de Santa Cruz y Cochabamba (CFB 2008).

Según Sandoval (2009), las primeras plantaciones establecidas en el departamento de Santa Cruz datan de los años 1990, cuando se usaba la especie nativa serebó (*Schizolobium parahyba*) por su rápido crecimiento y valor para la industria de la madera contrachapada. La teca se empezó a plantar a partir del año 2000 y en menos de cinco años desplazó al serebó (Figura 16.1); hoy en día es la especie predominante en las plantaciones de Santa Cruz, aunque todavía no supera al área plantada con pino y eucalipto a nivel nacional. Vale la pena aclarar que existen algunos pocos ensayos de adaptación de teca que datan de años anteriores al 2000.

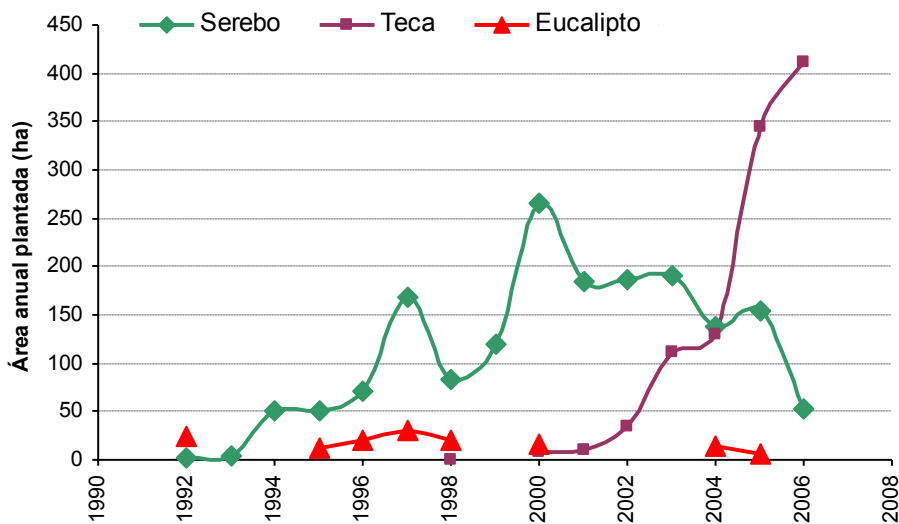


Figura 16.1. Superficie plantada por especie en el departamento de Santa Cruz, Bolivia

Los actores que están impulsando las plantaciones de teca en el país se pueden categorizar en tres grandes grupos: los empresarios industriales, las empresas de inversiones forestales y las personas naturales. El primer grupo es el más reducido pero es el que tiene la mayor área de teca plantada y está conformado por empresarios

(madereros, agropecuarios e industriales). En este grupo hay dos empresas que vienen trabajando por más de 20 años consecutivos en la producción de contrachapados a partir de madera del bosque natural; con las plantaciones de teca y serebó buscan asegurarse la materia prima para el futuro. Estas empresas son la Compañía Industrial de Madera Laminada (CIMAL) y la Sociedad Boliviana de Madera (Sobolma).

El segundo grupo está conformado por cuatro empresas identificadas como empresas de inversiones forestales que se han dado a la tarea de ofrecer los servicios de plantación y mantenimiento para clientes que deciden invertir en plantaciones como una opción rentable. Estas empresas son Bosques Tropicales S.A., Forestal del Oriente, Gold Forest y Tecaforest. Todas estas empresas surgieron casi al mismo tiempo en la década del 2000 y tienen estructuras y portafolios de negocios muy similares; las principales variaciones se dan en las especies que ofrecen y en la rentabilidad esperada. ESA Bolivia, una nueva empresa que surgió en el 2011 con capital alemán, está incursionando en esta misma línea, pero aún está en la fase inicial de elección de sitios para plantar teca.

Bosques Tropicales Bolivia S.A. (BTB) fue la primera reforestadora privada que apareció en el año 2003 con actividades en el trópico de Cochabamba, donde compró tierras para establecer plantaciones de teca, serebó y balsa (*Ochroma lagopus*), en suelos antes ocupados por banano, piña y cultivo de coca. En el 2006, BTB se extendió al departamento de Santa Cruz donde estableció exclusivamente teca en suelos de uso agrícola. Al 2011, BTB contaba con plantaciones de teca por 200 ha en Cochabamba y 700 ha en Santa Cruz.

La empresa Gold Forest Bolivia inició sus operaciones en el 2005 (después de un proyecto piloto de dos años auspiciado por Propyme). La primera especie que emplearon fue el serebó, por su rápido crecimiento y gran demanda en la industria de contrachapados. Sus primeras plantaciones se instalaron en trópico de Cochabamba pero, al descubrir que los suelos son limitantes para el crecimiento de la especie, se empezó a plantar palo román (*Tapirira guianensis*) y palo yugo (*Strypnodendron pupurneum*). En el 2008, la empresa amplió sus operaciones al departamento de Santa Cruz con la incorporación de la teca por su potencial comercial. Las primeras plantaciones se establecieron en suelos de anterior uso ganadero y agrícola. Actualmente Gold Forest administra un total de 701 ha de plantaciones maderables, de las cuales, la teca representa el 53%, con 374 ha de plantaciones menores a cuatro años. La visión de la empresa es alcanzar 2000 ha en los próximos cinco años.

La empresa Forestal del Oriente S.A. solo trabaja con serebó. Tecaforest, por su parte, aunque solo trabajó con teca, ha dejado de operar y no hay información sobre las razones.

El tercer grupo lo componen personas naturales dedicadas principalmente a la actividad agropecuaria, que han decidido hacer la prueba con plantaciones de teca. En este grupo se encuentran rodales entre 1 ha y 40 ha. Hasta el año 2007 se había contabilizado un área plantada de 1300 ha (Sandoval 2009), distribuida en rodales pequeños de no más de 25 ha, aunque hay unos pocos mayores a 100 ha. Al 2012, se estima que se han superado las 2000 ha de teca plantada; no obstante, sigue siendo una superficie demasiado pequeña como para catalogar a la especie como una actividad productiva importante en Bolivia. Las plantaciones son jóvenes (menos de 15 años) y, por lo tanto, no han alcanzado aún el turno de corte inicialmente propuesto entre 20-25 años.

Condiciones biofísicas

Las zonas elegidas para plantar teca en Bolivia se ubican a una altitud aproximada de 400 msnm en el departamento de Santa Cruz, aunque existen áreas menores en el trópico del departamento de Cochabamba. La zona de Guarayos, Santa Cruz, tiene un clima subtropical, con precipitaciones que oscilan entre 1400-1600 mm/año, temperaturas de 23-27°C, 240 msnm de altitud. Los suelos presentan gamas de profundidad debido a la rocosidad, por lo general con buen drenaje. La época seca ocurre entre julio y noviembre con algunas precipitaciones en este periodo.

En la zona del norte integrado del departamento, la precipitación oscila entre 1200 y 1500 mm/año. El relieve es plano y la altitud está por debajo de los 400 msnm. No hay heladas ni sequías marcadas y no hay temperaturas extremas. Los suelos son profundos y con dificultad de drenaje en algunos sitios. La época seca es similar a la de Guarayos.

La zona del trópico de Cochabamba, a 200 msnm, se caracteriza por un clima tropical con precipitaciones de 2500-5500 mm/año sin periodo seco, suelos arcillosos pedregosos, buen drenaje, relieve ondulado.

Silvicultura y prácticas de manejo

El germoplasma usado proviene de Brasil y Costa Rica. La mayor parte de la semilla ha sido importada de Costa Rica, tanto del CATIE como de proveedores privados; en

Brasil, el principal proveedor de semilla ha sido Floresteca. La elección de una o de otra procedencia tiene que ver básicamente con el precio, pues la semilla de Cosa Rica vale el doble de la brasileña.

La reproducción de plántones se realiza en viveros temporales ubicados en la misma zona de las plantaciones. Se utiliza el método de envases de polietileno (bolsas) y sustrato de tierra negra.

El crecimiento de teca, según datos de plantaciones ubicadas en la región tropical de Bolivia, ha mostrado resultados parecidos a lo reportado en Costa Rica por Valverde (1997) y coincide con lo observado por Aguirre¹ en el municipio de Minero. Vargas et ál. (2000) reportan un IMA de 4,35 cm en dap y 4,01 m en altura en el trópico de Cochabamba.

Cuadro 16.2. Incrementos medios anuales para la teca en la región tropical de Bolivia

Especie	< 5 años			5 - 10 años			> 10 años		
	Dap (cm/año)	Alt (m/año)	Vol (m ³ /ha)	Dap (cm/año)	Alt (m/año)	Vol (m ³ /ha)	Dap (cm/año)	Alt (m/año)	Vol (m ³ /ha)
Teca*	2,54 b	2,25 a	5,03 b	1,76 b	1,56 ab	10,41 b	1,76 b	sd	sd

*Letras distintas indican diferencia significativas ($p \leq 0,05$). sd = datos insuficientes

Fuente: Sandoval (2009)

Sandoval (2009) evaluó una muestra tomada en rodales de diferentes edades y superficie, distribuidas en el trópico boliviano, que en total sumaban 955 ha. Se encontró que los árboles de teca se están desarrollando muy bien, pues el 97% están sanos y el 72% son árboles rectos. La evaluación detectó la necesidad de acelerar los raleos debido al alto porcentaje de árboles codominantes (60%). En general, el manejo de las plantaciones forestales no sigue un régimen de manejo silvicultural estricto; se aplican solo algunas prácticas como limpieza de maleza, combate a las hormigas y podas y raleos. La selección de sitio, la descompactación de suelos y la fertilización son prácticas muy escasas o nulas debido a que las plantaciones no tienen un fin claro de producción de madera y los propietarios desconocen las prácticas silviculturales. En el caso de la teca, este fenómeno se repite mayormente entre los propietarios privados, pero la calidad de las labores culturales es mucho mejor en las plantaciones manejadas por las empresas madereras y por las empresas de inversiones. Estas debilidades son

¹ R. Aguirre. Junio, 1997. Centro de Investigación Agrícola Tropical, Investigador Forestal. Comunicación personal.

comunes no solo en plantaciones realizadas por iniciativa propia, sino inclusive con el apoyo de proyectos forestales. Piotto et ál. (2002) y Vaides et ál. (2006) reportan situaciones similares en estudios realizados en Costa Rica, Nicaragua y Guatemala.

En las plantaciones de teca ubicadas en el norte de Santa Cruz (Ichilo) y trópico de Cochabamba (Puerto Villarroel) se han presentado problemas como el encharcamiento de los suelos por más de 20 días debido a lluvias prolongadas, lo que ha provocado la muerte de los árboles en áreas de hasta 90 ha. Otro problema aunque controlable es el ataque de hormigas del género *Atta*.

Características de los aprovechamientos (técnicas de raleos y cosecha)

Ninguno de los rodales de teca ha llegado aún al turno final, por lo que no se sabe cuál será el método de aprovechamiento que se empleará, aunque por las dimensiones de los rodales se supone que será derribe y trozado del árbol con motosierra y arrastre con tractor agrícola.

En general, la densidad utilizada es de 1111 árboles/ha (3 m x 3 m), aunque algunos rodales se han establecido con 952 árboles/ha (3 m x 3,5 m). Aunque no todos los propietarios emplean esta práctica, el primer raleo se ha hecho a los 4-5 años y el segundo a los 8 años; no hay rodales con un tercer raleo. El método es empírico (eliminación de árboles defectuosos) y no obedece a una técnica científica de determinación del momento oportuno para ralear. Algunos productores han definido un plan de raleos; Gold Forest tiene previsto, para un turno de 20 años, realizar tres raleos: uno de sanidad al año 4 (50%) y dos comerciales a los años 8 (40%) y 12 (35%); BTB también para un turno de 20 años, plantea aplicar dos raleos en los años 8 y 16.

Rendimientos (volumen y rentabilidad)

Puesto que no se ha realizado cosecha final en ninguno de los rodales, no se conoce aun el rendimiento que la teca podría alcanzar al final del turno de corte y tampoco es posible determinar la rentabilidad a partir de la experiencia real. Con base en rendimientos proyectados, Sandoval (2009) ha estimado para un turno de 25 años, un volumen de 210 m³r incluyendo la madera obtenida en los raleos. El autor estima que las utilidades netas al cabo del turno serían de US\$36.948/ha con una TIR de 11,6% para un escenario de venta de madera aserrada en el mercado local.

Gold Forest estima un volumen total de cosecha de 219 m³r/ha de madera rolliza, distribuido en tres intervenciones: dos raleos comerciales y una corta final de 215 árboles/ha. Bosques Tropicales Bolivia S.A. estima un volumen total de 200 m³r/ha para el mismo turno.

Algunos de los inversionistas ya están procesando madera de los primeros raleos de teca y están realizando ensayos de fabricación de piezas y muebles para la exportación. Por otro lado, las exigencias legales y de sostenibilidad para el aprovechamiento de madera de bosques nativos y la expansión de la construcción en Bolivia en los últimos cinco años han hecho que la madera duplique su precio, por lo que se mira alentador el mercado para la madera de las plantaciones, sobre todo del segundo y tercer raleo.

Evaluación de costos de manejo

La actividad forestal de plantaciones de teca en Bolivia es reciente y por ello la cantidad de datos disponibles es escasa; esta situación se agrava ya que los datos generados por las empresas son confidenciales. De acuerdo con el estudio de Sandoval (2009), el costo de la rotación completa (25 años) de una hectárea plantada de teca implica una inversión de US\$25.176; el costo de producción de madera en rollo en árbol en pie sería de US\$20/m³r para un turno de 25 años. La empresa Gold Forest estima un costo de US\$10.542 en un turno de 20 años para todas las faenas silviculturales incluyendo el aprovechamiento final, además del costo de la tierra.

Con el fin de atraer clientes, en un inicio el grupo de las empresas de inversión usó estimaciones de rentabilidad muy altas en comparación con las de Sandoval (2009), pues establecían ingresos totales de hasta US\$170.000/ha al cabo del turno 20 años. Esta es una evidente sobreestimación de volumen y precio a obtener.

Los costos de establecimiento que cobran son también altos, generalmente alrededor de US\$8000/ha incluyendo la tierra. En la realidad, establecer una hectárea de plantación en Bolivia oscila entre US\$1000-1500/ha (densidad de 1111 árboles/ha) y el costo de la tierra oscila entre US\$500-1000/ha. Esto levantó preocupación por las expectativas que las empresas estaban generando y por el hecho de que los clientes inversionistas no tienen a quien acudir en caso de incumplimientos o fraude. Los contratos que las empresas manejan dejan entrever que el cliente ha adquirido un lote de terreno y ha pagado por la plantación y el mantenimiento de los árboles, pero la venta de la madera depende de las fuerzas del mercado en el momento que la cosecha ocurra.

En los últimos años, estas empresas han bajado sus rentas ofertadas y son más cuidadosas en sus propagandas. Actualmente la empresa BTB estima que sus plantaciones pueden tener una tasa de retorno de 11,3%, pero no indica el monto de la utilidad neta al cabo del turno. El rendimiento estimado por Sandoval (2009) es de 10,1%, equivalente a US\$ 35.349/ha de utilidad neta capitalizada a una tasa de interés del 6% para madera aserrada vendida en el mercado local.²

Descripción de la cadena de comercialización

Si bien todavía no se ha cosechado ningún rodal de teca debido a que no han llegado a su turno de corte, ya se ha comercializado madera proveniente de los primeros raleos, vendida como puntales para la construcción, a un valor aproximado de US\$2/puntal. La cadena de comercialización se inicia con la oferta del producto por parte del propietario a los centros de comercialización de madera (barracas). El propietario de la madera es quien se encarga de acopiar los puntales en la plantación y el comprador se encarga de transportar el producto hasta el centro de ventas en la ciudad de Santa Cruz. La industria maderera Huaytú ya hecho algunos experimentos de procesamiento de madera del primer raleo en machimbre y *finger joint*, los cuales han tenido buena acogida en el mercado internacional³. Sin embargo, hasta ahora la madera aserrada de raleos no se ha incorporado al mercado. Los productores empresariales piensan destinar toda la producción, incluyendo la madera de los raleos, a sus propias industrias (los que aún no la tienen, piensan establecerla). En el caso de las empresas de inversión, Gold Forest tiene previsto vender al mercado nacional y externo, e instalar una industria de procesamiento primario y secundario, aunque no descarta vender madera rolliza. La misma visión la comparte la empresa BTB.

Los pequeños productores particulares piensan comercializar sus árboles en pie al mejor postor.

La autoridad forestal de Bolivia, por su parte, continuará atacando fuertemente la comercialización de madera ilegal de bosques nativos, lo que -es de esperar- va a incidir directamente en la oferta de madera barata y hará que suba el precio de la madera en el mercado local. De hecho, durante el 2011, solo con un mejor control, cayó drásticamente la oferta de madera ilegal; en consecuencia, las maderas nativas con densidades comparables a la teca se cotizaron a más de US\$2/pie tablar⁴ en las

² Nota de los editores. Las cifras que maneja el autor subrayan los problemas ya señalados en los Capítulos 13 y 14.

³ Alfredo Álvarez. Mayo, 2012. Empresa Huaytú, Coordinador Forestal. Entrevista.

⁴ 1 pie de ancho x 1 pie de largo x 1 pulgada de espesor.

principales ciudades. Este escenario hace presumir que los precios de la teca serán muy favorables en el mercado local.

Factores institucionales, de seguridad jurídica, de certificación que influyen sobre el negocio de la teca

En Bolivia, pese a las condiciones favorables de suelo y clima, no se han desarrollado políticas de promoción de plantaciones forestales como ha sido el caso en los países vecinos. Con la excepción de eventuales proyectos de la cooperación internacional, que promovieron plantaciones comunales de pinos y eucalipto y algunas especies nativas en las décadas de 1980 y 1990, no hay una institucionalidad en el campo de las plantaciones forestales. Actualmente, la única institución que tiene alguna acción en plantaciones es el Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT) que estableció un programa de parcelas permanentes de medición para controlar el crecimiento de las plantaciones en el departamento de Santa Cruz.

Por otro lado, las oscilaciones del sistema político no han permitido que el país alcance madurez como Estado, ni hay señales de seguridad jurídica para la tenencia de la tierra en inversiones de largo plazo, como es el caso de las plantaciones forestales. Los instrumentos legales más relevantes son la Ley de Medio Ambiente N° 1333 de 1992 y la Ley Forestal N°1700 de 1996. La primera declara de necesidad pública la ejecución de proyectos de forestación con fines de recuperación de suelos, protección de cuencas y producción. Además, establece que las instituciones públicas deben fomentar la investigación en plantaciones y otorgar incentivos a la reforestación; también ordena que las empresas madereras reforesten como reposición por lo extraído en bosques naturales (Art. 48°, 50°, 51° y 90°). La ley Forestal, por su parte, establece que las personas que realicen plantaciones para recuperar suelos en tierras del Estado podrían obtener la propiedad de la tierra, y delega a las prefecturas la formulación y ejecución de programas y proyectos de inversión pública en aforestación y reforestación (Art. 17° y 24°).

El Gobierno nacional elaboró en el 2005 una propuesta de fomento a las plantaciones forestales con tres tipos de incentivos, a) pago por área reforestada, b) tierras fiscales para la reforestación, y c) exoneración de impuestos. La fuente de financiamiento sería la actual patente forestal que graba el aprovechamiento en el bosque natural (Terán et ál. 2005). En el 2007, la ex prefectura de Santa Cruz emitió su Política Departamental de Desarrollo Sostenible de Santa Cruz, en la cual se prioriza el establecimiento de cortinas rompevientos y plantaciones comerciales en alianza con instituciones públicas y privadas, la firma de convenios con otras instituciones para la investigación y promete

destinar fondos para el desarrollo de la política. La política definía indicadores de impacto a ser alcanzados al año 2010 (Prefectura 2007).

En el 2010, el Gobierno nacional creó el Programa Nacional de Forestación y Reforestación, el cual inició en el 2011 proyectos de reforestación con fines de protección de cuencas, arbolado urbano y recuperación de suelos.

Si bien estos instrumentos legales tienen buenos enunciados no se ha logrado poner en práctica ninguno de los incentivos planteados; por lo tanto, no hay una política efectiva de fomento a las plantaciones. Como resultado, no se han concretizado proyectos que fomenten la reforestación al nivel de otros países vecinos y eso explica por qué hay tan poca área con plantaciones forestales en Bolivia.

Enters et ál. (2003) sugiere que los incentivos no son requeridos si el costo de oportunidad de las plantaciones es mayor a cualquier otro uso de la tierra, aunque sí se justifican si generan empleo (Haltia y Keipi 1997), o servicios ambientales como protección de cuencas y secuestro de carbono. Según Enters et ál. (2003), los préstamos de dinero son mejores incentivos que la donación en especies. Hay opiniones a favor y en contra de los incentivos; lo cierto es que el incentivo impulsa el proceso de reforestación a escala comercial cuando responde a la realidad local.

La institucionalidad relacionada con el sector forestal en Bolivia está conformada por las siguientes organizaciones:

En el sector público

- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT), encargado de generar políticas y planes de desarrollo para promover y regular las actividades en el sector.
- Autoridad de Bosques y Tierras (ABT), encargada del control y regulación de la producción forestal con base en la Ley Forestal y normas conexas; autoriza el aprovechamiento de productos forestales y otorga concesiones forestales; además, regula el uso de la tierra con fines agrícolas, y distribuye patentes forestales entre los gobiernos departamentales y municipales.
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuario Forestal (INIAF), encargado de realizar investigación agrícola, pecuaria y forestal.
- Gobiernos departamentales, desarrollan planes de reforestación y formulan políticas departamentales.

- Gobiernos municipales, apoyan a la ABT en las inspecciones de campo para verificar el cumplimiento de la Ley Forestal; apoyan a las agrupaciones sociales del lugar en la formulación de sus planes de manejo forestal; llevan un registro de plantaciones forestales.

En el sector privado

- Cámara Forestal de Bolivia, agrupa a las empresas madereras del país. En la década de 1980 administró un programa de plantaciones forestales sin éxito visible.
- Rain Forest Alliance, entidad acreditada para realizar la certificación forestal bajo el sistema FSC.

Conclusión

La reforestación con teca en Bolivia es una actividad incipiente, aunque con gran potencial por la capacidad de las tierras y las superficies disponibles. Los datos de crecimiento de plantaciones nuevas no permiten todavía hacer proyecciones confiables, pero las cifras mostradas están dentro de lo esperable. Las ofertas de inversión en proyectos de teca son también incipientes y de escala modesta, pero se aprecia una diferenciación entre empresas claramente especulativas y aquellas que basan sus cifras en expectativas reales.

Referencias

Bosques Tropicales Bolivia S.A. www.bosquestropicalessa.com

CFB (Cámara Forestal de Bolivia). 2008. Foro Internacional Oportunidades de inversión en el sector forestal tropical de Bolivia (26-27 marzo, 2008, Santa Cruz, Bolivia).

Enters, T; Durst, PB; Brown, C. 2003. What does it take to promote forest plantation development? Incentives for tree-growing in countries of the Pacific Rim. *Unasyva* 212(54):11-18.

Forestal del Oriente S.A. www.forestaldeloriente.com

Gold Forest Bolivia. www.goldforestbolivia.com

Haltia, O; Keipi, K. 1997. Financiamiento de inversiones forestales en América Latina: el uso de incentivos. Washington, D.C., USA, Banco Europeo de Inversiones, Banco Interamericano de Desarrollo.

- Piotto, D; Montagnini, F; Kanninen, M; Ugalde, L; Viquez, E. 2002. Comportamiento de las especies y preferencias de los productores en plantaciones forestales en Costa Rica y Nicaragua. *Revista Forestal Centroamericana* 38:59-66.
- Prefectura de Santa Cruz. 2007. Políticas públicas de desarrollo sostenible para el departamento de Santa Cruz. Santa Cruz, Bolivia.
- Sandoval Hurtado, E. 2009. El potencial económico de las plantaciones forestales en el trópico de Bolivia. Tesis doctoral. Copenhagen, Dinamarca, Universidad de Copenhague.
- Terán, J; Flores, G; Zapata, J; Conchari, V. 2005. Política de plantaciones forestales. La Paz, Bolivia, Ministerio de Desarrollo Sostenible.
- Vaides, E; Ugalde, L; Galloway, G. 2006. Crecimiento y productividad de teca en plantaciones forestales jóvenes en Guatemala. *Recursos Naturales y Ambiente* (46-47):137-145.
- Valverde, J. 1997. *Tectona grandis*. In Ugalde, L. (ed.) Resultados de 10 años de investigación silvicultural del proyecto Madeleña. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 39-55.
- Vargas, J; López, R; Alberro, N; Quezada, H. 2000. Evaluación del desarrollo de la teca (*Tectona grandis* L.f.) en el subtrópico de Cochabamba, Bolivia. In Amador, P; Ramos M; Martínez, L. (eds.). Memorias del Primer Simposio Internacional sobre manejo sostenible de los recursos forestales. Pinar del Río, Cuba, Universidad de Pinar del Río. p 237-243.



Capítulo 17

PanAmerican Woods S.A.
Costa Rica



Capítulo 17

PanAmerican Woods S.A. Costa Rica

Folkert Kottman

PanAmerican Woods S.A., antes llamada Bosque Puerto Carrillo S.A., bien pudiera ser la primera empresa reforestadora con teca en América. La empresa se inició como una organización de capital social que vendía participaciones a individuos para alcanzar el capital necesario que permitiera el establecimiento y manejo de las plantaciones.

Entre 1983 y 1994, PanAmerican Woods S.A. (PAW) compró 3822 hectáreas en la península de Nicoya, Pacífico noroeste de Costa Rica. El uso anterior de la tierra fue la ganadería extensiva y el cultivo de productos agrícolas comerciales. Estas áreas productivas estaban salpicadas de parches de bosque secundario remanente a lo largo de ríos, barrancos y en las laderas más pronunciadas, así como en las tierras bajas donde los problemas de drenaje impedían el uso agrícola. Estas áreas de vegetación natural se mantuvieron cuando se establecieron las plantaciones de teca y actualmente funcionan como zonas de protección para la flora y fauna local.

Las plantaciones de PAW se dividen en tres unidades de manejo llamadas Carrillo, Palo Arco y Moravia. Carrillo se ubica en una serie de crestas paralelas y cercanas a la línea costera. La mayoría de los suelos son de baja fertilidad y pertenecen al grupo de los inceptisoles formados por vulcanismo marino. Debido a la topografía, las operaciones de campo –como plantación y cosecha presentan serios desafíos y se debe tener mucho cuidado para evitar la erosión del suelo. El establecimiento de plantaciones se inició en 1984 en esta unidad de manejo con la especie nativa *Pachira quinata* (pochote)¹. Se habían plantado alrededor de 82 ha cuando se decidió cambiar a teca; el área restante se plantó con esta especie hasta completar la instalación en 1991. Las últimas áreas plantadas en Carrillo tenían una pendiente más suave, con algunas áreas de terreno plano cercanas a los riachuelos, en donde se dieron crecimientos sustancialmente superiores en los primeros años después del establecimiento. Con base en estas observaciones se decidió comprar otras propiedades en dos amplios valles, unos 25 km al sur del sitio original. Allí, los ríos más caudalosos habían formado áreas

¹ Antes clasificada como *Bombacopsis quinata*

planas con depósitos de sedimentos aluviales; la mayoría de estos suelos se clasifican como *haplustalfs*. El primer valle plantado corresponde a la unidad de manejo Palo Arco, en donde se establecieron plantaciones entre 1991 y 1994; en Moravia se plantó entre 1993 y 1994. En total, se plantaron 2895 ha de teca entre las tres unidades, con aproximadamente 2000 ha en sitios planos.

En 1994, se construyó una fábrica bajo techo de 64.000 m² en Palo Arco, con la idea de convertir el producto de los raleos en pisos de *parquet* para la venta en Estados Unidos y Europa. Desafortunadamente, el segmento de mercado para este tipo de pisos perdió vigencia rápidamente. Además, la fábrica se construyó demasiado temprano, demasiado grande y demasiado cara, lo que resultó en un desastre financiero para los accionistas. Este mal ejemplo ha sido copiado por otras experiencias en América Central y del Sur que, con la excusa de “agregar valor”, no han logrado sino pérdidas del dinero invertido por los actores participantes.

Durante el periodo 1995 al 2000, la empresa vivió una seria crisis financiera, pues no se tenían ingresos ni por la venta de acciones, ni de pisos, ni de trozas. Una opción que se contemplaba era la venta de la compañía, o encontrar un inversionista que insuflara capital para asegurar la supervivencia de la empresa. En 1999, representantes de una corporación holandesa de inversiones forestales, '*Nederlandse Internationale Bosbouw Onderneming*' (NIBO) ofreció a los accionistas originales de PAW la compra de sus participaciones respectivas, con lo que la corporación pasó a controlar la empresa.

La supervisión de NIBO causó un cambio en la estructura de manejo de la compañía. NIBO impulsó una nueva política de respeto al ambiente ecológico y social que, al mismo tiempo, garantizara la sostenibilidad financiera. Esta nueva política incluía aspectos como: desarrollo de un programa de salud y seguridad, metas y objetivos sociales, protección al ambiente, programas de control de incendios y de la erosión, mejoramiento de los inventarios y sistemas de monitoreo del crecimiento en plantaciones y áreas naturales, creación de nuevas zonas de protección ecológica y programas de capacitación para los trabajadores de las plantaciones. Estas medidas permitieron que la empresa solicitara y obtuviera la certificación FSC.

Por otra parte, se hicieron grandes inversiones para solucionar problemas presentes; entre ellos, el retraso en una de las operaciones silviculturales más importantes: el raleo, que reduce el nivel de competencia a los árboles de cosecha final. Esto fue algo que los inversionistas originales no lograron.

Antes del 2000, la India prácticamente no compraba trozas de teca provenientes de plantaciones jóvenes en América Central. En la actualidad, este país es el mayor mercado global para este tipo de producto. No fue sino hasta el 2000 que PAW inició relaciones comerciales con usuarios finales en la India, quienes introdujeron el producto tico en el mercado indio. Los árboles raleados a partir del 2000 se empezaron a vender como madera escuadrada al mercado indio, y significó un flujo de caja positivo para la compañía; por primera vez, los inversionistas recibieron un pago de dividendos en el 2003, seguidos por pagos regulares en los años siguientes. En la actualidad, la compañía es financieramente muy saludable.

En el 2005, PAW alcanzó un hito significativo: se inició la cosecha final de aquellas áreas que ya no mostraban un crecimiento suficiente que justificara mantener el rodal por un año más. Así, se taló y se plantó un segundo ciclo.

La compañía usa un modelo de crecimiento que combina variables financieras, información de mercado, datos de inventario del rodal y tendencias de crecimiento en sus plantaciones para decidir cuáles rodales deben cortarse y en qué momento, de manera que se asegure a sus accionistas una tasa de retorno del 12% por rodal individual.

Los datos de inventarios provienen de más de 12.000 parcelas permanentes de muestreo de forma circular, con un área de 500 m² cada una. Las parcelas se miden en cada época seca (entre diciembre y mayo prácticamente no llueve), lo que da las condiciones ideales para determinar el crecimiento alcanzado por los árboles durante un año plazo. Además, permite medir con bastante precisión el crecimiento logrado durante la anterior época de lluvias (en promedio, se tienen 2100 mm de precipitación).

Durante el primer ciclo, el incremento medio anual en las tres unidades de manejo alcanzó un promedio de 10,7 m³ de volumen comercial por hectárea (con un diámetro mínimo de 11 cm), aunque con diferencias significativas entre ellos: Carrillo 9,4 m³/ha/año, Palo Arco 11,3 m³/ha/año, Moravia 11,7 m³/ha/año.

El plan de cosecha de cada temporada se define a partir de los resultados del modelo de crecimiento que se actualiza año con año. La cosecha tiene lugar durante la época seca, cuando se detiene el crecimiento de los árboles y el impacto de las operaciones sobre el sitio es menor. PAW usa dos tipos de equipo para la extracción física de la madera: tractores agrícolas de 95 caballos de fuerza equipados con carretes de cables (*winches*) montados en la parte trasera, o un sistema de cables aéreos continuos.

Los tractores agrícolas son aptos para terrenos planos o con pendiente leve, o para el arrastre desde el camino forestal de grava que se usa para el transporte de equipo, madera y personal, dentro de la plantación. El cable del *winche* se usa para arrastrar trozas desde una distancia de hasta 100 metros, a través de pistas de arrastre ubicadas cada 200 metros para minimizar el impacto en el sitio. En condiciones favorables, cada tractor y unidad de arrastre puede sacar más de 50 m³ de madera al día (Figura 17.1).



Figura 17.1. Cuadrilla de extracción con *winche* y su equipo. Foto: Folkert Kottman

Si se usa este tipo de equipo, en vez de las técnicas convencionales de arrastre que requieren una red mayor y más densa de pistas de arrastre, se reduce considerablemente el daño al suelo. Hay que tener en cuenta, además, que en las plantaciones de teca americanas no hay troncos tan grandes que realmente necesiten de equipo pesado, como un tractor forestal.

Si las trozas se encuentran en terreno inclinado o a distancias mayores de 100 metros, donde el tractor puede llegar sin necesidad de atravesar zonas de protección o

ríos (declaradas como zonas de impacto cero en los procedimientos internos de la compañía), una buena opción son los cables aéreos continuos que no dependen de la gravedad. Nuestro sistema es único en Centroamérica, a pesar de que sería ideal para los terrenos montañosos de casi todos los países del área. Las diferencias en el terreno exigen técnicas de aprovechamiento que tomen en cuenta la erosión potencial y su impacto en la calidad del agua.

Un sistema de extracción de trozas mediante cable aéreo causa un impacto reducido, pues las trozas se suspenden de manera vertical para moverlas de un lugar a otro. Este sistema es más caro que el arrastre sobre el suelo, pero se usa únicamente en terrenos con fuerte pendiente y en distancias largas. El sistema emplea un tractor agrícola que usa su eje de accionamiento para impulsar un sistema aéreo de cable vía que sostiene dos rollos de cable; la línea aérea rígida se fija a un árbol en el otro lado del valle que se está cosechando; la línea principal permite levantar la troza y luego arrastrarla a lo largo de la línea fija con la ayuda de un carruaje equipado con frenos (Figura 17.2).



Figura 17.2. Sistema aéreo para el transporte de trozas en la plantación de Carrillo, Guanacaste. Foto: Folkert Kottman

La planificación es esencial para el desempeño óptimo de este equipo. Los planes deben prepararse mucho antes de que se corte el primer árbol, tomando en cuenta aspectos como la topografía del rodal para decidir la ubicación de los patios de acopio, de manera que toda la madera se pueda extraer con una cantidad mínima de posiciones de acomodo, un porcentaje mínimo de extracción hacia arriba de la pendiente y buen acceso para los camiones de carga que se llevan la madera del área cercana a la plataforma; sobre todo, teniendo en cuenta que este espacio es limitado pues la plataforma normalmente se coloca en las crestas del terreno.

Las trozas extraídas con tractor o cables aéreos son cargadas al camión por medio de una excavadora equipada con unas tenazas para prensar la troza (Figura 17.3). Las trozas se llevan al patio de acopio permanente de la compañía en donde se prepara la madera, se corta en segmentos de longitud apropiada, se miden y se cargan en los contenedores para el transporte a su destino final fuera de Costa Rica, principalmente en el sureste asiático (Figura 17.4 (a) y(b)).



Figura 17.3. Cargador de trozas y camión listo para el transporte de trozas aprovechadas en el margen derecho del camino al patio de acopio de Palo Arco. Foto: Folkert Kottman



Figura 17.4. Productos finales listos para la exportación. (a) Troncos largos dentro de un contenedor (b) Madera escuadrada en el patio de acopio de Palo Arco. Fotos: Folkert Kottman

Desde el año 2000, tanto el manejo forestal como la cadena de custodia del PAW se encuentran certificadas según los estándares y principios del *Forest Stewardship Council* (FSC), lo que le garantiza a nuestros clientes productos producidos de manera sostenible. Después de que todas las trozas han sido extraídas del rodal, se prepara el sitio para plantar el segundo ciclo.

El dosel de los árboles cosechados se deja en el sitio, después de picarlo en trozos pequeños para facilitar el acceso para la preparación del sitio y el mantenimiento inicial de la nueva plantación. Antes de que inicie la estación de lluvias, las pistas de arrastre usadas por los tractores se cubren con materia vegetal para evitar la erosión del suelo pues, con el arrastre de las trozas, toda la vegetación existente desapareció. Para la siguiente extracción, con las operaciones de raleo del segundo ciclo, las pistas se pueden recuperar fácilmente para usarlas de nuevo.

Los tocones de los árboles cosechados se dejan, pues sacarlos implicaría un serio disturbio al suelo que provocaría niveles significativos de erosión, especialmente en terrenos inclinados como en la plantación de Carrillo. Aproximadamente el 80% de los tocones de árboles que fueron plantados hace unas dos décadas producirán rebrotes vigorosos después de la cosecha final, ya que las condiciones locales permiten

que los tocones de árboles raleados a lo largo de la rotación sobrevivan debajo del dosel de los árboles de cosecha final. Los rebrotes de la cosecha comercial del primer ciclo, así como la regeneración natural proveniente de las toneladas de semilla que han caído durante más de una década, forman una cubierta vegetal densa con la llegada de las primeras lluvias. Esta cobertura es el problema de malezas más serio para el segundo ciclo, difícil de controlar por tratarse de la misma especie que se está plantando (Figura 17.5).



Figura 17.5. Los rebrotes y la regeneración natural han formado una densa cobertura dos meses después de la cosecha final. Foto: Folkert Kottman

Aproximadamente un mes antes de plantar, todos los rebrotes y regeneración natural se cortan con equipo mecánico para tener condiciones más apropiadas para diseñar la nueva plantación. No se hace ninguna otra preparación del suelo. Actividades como el subsoleo o el rastreo con discos son muy poco prácticas por el sistema radicular y tocones del primer ciclo de cosecha, el cual se plantó a 3 x 3 m de espaciamiento inicial, lo que dificulta el libre paso de los equipos.

Para el segundo ciclo, PAW está empleando espaciamientos iniciales de 4 x 4 m o 4 x 3 m, dependiendo de la fertilidad del sitio. Un espacio de cuatro metros entre

líneas garantiza el acceso de maquinaria para el mantenimiento y futuras actividades de extracción de trozas. La posición de siembra se marca con una estaca de madera, la cual se deja en el sitio después de plantar para diferenciar los árboles plantados de los no deseables que le rodean.

Una vez que se han marcado las posiciones de siembra, si hubiera rebrotes de unos 50 cm de altura y la siembra del nuevo material no ocurrirá antes de un mes, se aplica una ronda de herbicida químico alrededor de la posición de siembra para que esté completamente limpio en el momento del establecimiento de la nueva plantación.

PAW inició en el 2004 un programa de mejoramiento de árboles con el fin de asegurar la calidad del material de plantación para rotaciones futuras. Hace veinte años la compañía usó más de tres millones de plántulas. Las rondas de raleos buscaban favorecer a los árboles mejor formados y de más rápido crecimiento mediante la eliminación de sus competidores con rasgos menos deseables; esto prácticamente aseguró que los 700.000 árboles que quedaban en el 2004 eran una buena base para seleccionar árboles plus que sirvieran como material de base para el segundo ciclo mediante métodos de propagación vegetativa. A partir de algunos criterios de selección, como crecimiento en general, forma del fuste y ramificación, se seleccionaron 60 árboles plus –intensidad de selección de un árbol cada 50.000 plantados inicialmente.

Los rebrotes de estos árboles plus se llevaron a los invernaderos de la compañía para multiplicarlos bajo condiciones favorables y que sirvieran de material de plantación para el segundo ciclo. Con técnicas de uso corriente en la propagación vegetativa de especies como *Eucalytus* sp., se desarrolló un sistema apropiado para la teca en un ambiente cerrado donde se pudieran controlar las condiciones de temperatura y humedad, entre otras variables. Se emplea un sistema hidropónico como fuente de agua y nutrientes para el material que se multiplica por medio de brotes tiernos y mini-estaquillas

PAW ha desarrollado una nueva técnica de enraizamiento que no usa sustrato, sino una bandeja de enraizamiento volteada como apoyo físico para las mini-estaquillas mientras forman raíces en un ambiente de alta humedad. Esta metodología ha probado ser muy eficiente, con un porcentaje de enraizamiento de más del 90% y, además, redujo sustancialmente los costos de propagación vegetativa (Figura 17.6).



Figura 17.6. Mini-estaquillas enraizadas de árboles plus muestran un buen desarrollo de raíces. Foto: Folkert Kottman

Después del enraizamiento, las mini-estaquillas se trasplantan en tubetes, donde se desarrollan hasta tener las condiciones adecuadas para el establecimiento en campo.

La plantación se establece durante el primer mes de la estación de lluvias para garantizar al árbol recién plantado un periodo suficientemente largo para afianzarse antes de que empiece la estación seca, seis meses después. El promedio anual de lluvia en la zona es de aproximadamente 2100 mm, con un pico de lluvias entre setiembre y octubre.

El control de malezas durante el primer año consiste en la corta con tractor entre líneas y desyerbado con machete alrededor de la planta. Entre los años 2 a 4 se aplica control químico con glifosatos, lo que asegura la completa desaparición de rebrotes y regeneración natural alrededor del año 3.

Para fomentar el incremento diamétrico en los individuos de cosecha final es necesario haber eliminado, a lo largo de la rotación, los árboles menos deseables que compiten por espacio en el dosel, y en el suelo para el desarrollo radicular.

El raleo debe aplicarse con suficiente intensidad y regularidad para asegurar un sotobosque de especies nativas que funciona como barrera física contra la erosión.

Especialmente en terrenos quebrados, una plantación de teca que no tenga un sotobosque bien desarrollado puede verse expuesta a la pérdida del bien máspreciado para la sostenibilidad del negocio: el suelo.

En el Cuadro 17.2 se detallan los costos por hectárea para el establecimiento y mantenimiento del segundo ciclo.

Cuadro 17.2. Costos por hectárea y por año para el establecimiento y mantenimiento del segundo ciclo de plantaciones de teca de PanAmerican Woods en Costa Rica

Año	US\$	Año	US\$
1	1100	10	200
2	900	11	200
3	750	12	150
4	450	13	150
5	350	14	150
6	300	15	150
7	250	16	150
8	250	17	150
9	200	18	1050
		Total	6900

Este presupuesto se basa en las escalas de PAW gastos generales (*overhead*), topografía, ubicación y manejo; además, se incluyen los costos de certificación FSC, depreciación de equipo y construcciones, pero no se incluyen impuestos. Los ingresos financieros del primer ciclo estuvieron exentos de impuestos, pero este beneficio ya acabó. Si bien en la actualidad hay que pagar impuestos por los ingresos generados con la reforestación, es posible acogerse al sistema de pagos por servicios ambientales, un incentivo a la reforestación por US\$980 por hectárea. Los pagos del incentivo se reciben durante los primeros cinco años después de establecida la plantación, mediante el esquema siguiente: año 1: 50%, año 2: 20%, año 3: 15%, año 4: 10%, año 5: 5%.

Durante el segundo ciclo, y con base en la experiencia generada durante el primer ciclo y las tendencias de crecimiento del material en las plantaciones jóvenes (0-6 años), PAW espera un mejor incremento medio anual que el que se tuvo en el primer ciclo

(10,7 m³), así como rotaciones más cortas. Dependiendo de las condiciones locales de sitio, se espera un IMA de 11-14,5 m³ con un periodo de rotación de 15-20 años.

El mercado actual para la madera de teca y su desarrollo esperado a futuro permiten suponer que las plantaciones comerciales de teca podrán generar rendimientos atractivos y a largo plazo, si se cumple con las condiciones siguientes:

- Una compañía con accionistas y un manejo capaz que reúna el capital necesario y ejecute el plan de acción según lo programado.
- Terrenos a un precio atractivo, con condiciones de sitio apropiadas para la especie y de tamaño apropiado para diluir los costos de gastos generales.
- Material genético de calidad que, preferiblemente, haya sido evaluado y probado en condiciones locales.
- La aplicación de los procedimientos adecuados para el manejo de la especie favorece la cosecha final, así como el desarrollo de los árboles sin que esto afecte o disminuya el potencial productivo de los sitios.



Capítulo 18

Plantaciones de teca en Ecuador



Capítulo 18

Plantaciones de teca en Ecuador

Juan Carlos Salazar

La teca (*Tectona grandis*) fue introducida en la década de 1950 en el litoral ecuatoriano por inversionistas privados y por la Estación Experimental Pichilingue del INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), en la provincia de Los Ríos. Esta institución se convirtió en el principal proveedor de semillas que ha tenido el país. A lo largo del tiempo, se observó que la especie se adaptó muy bien a los suelos y al clima ecuatoriano, con resultados de crecimiento prometedores (Corpei 2005). A la fecha, se estima que en Ecuador existen aproximadamente 164.000 hectáreas de plantaciones forestales (Añazco et ál. 2010), de las cuales más de 30.000 hectáreas están sembradas de teca (Asoteca 2010) en las provincias de Guayas, Los Ríos, Manabí, Esmeraldas y la región Amazónica.

En los actualidad, la teca es la segunda especie más plantada, después de la balsa (*Ochroma pyramidale*), en el litoral ecuatoriano. En los últimos 15 años, Ecuador se ha metido entre los grandes productores de teca de Latinoamérica. El principal importador de madera de teca (troza) ecuatoriana es la India; en el 2010, el 99% de las exportaciones fueron a ese país (Noboa et ál. 2011).

Según el número de hectáreas reforestadas, los productores de teca en el país se pueden clasificar en tres categorías (Cuadro 18.1). Los pequeños propietarios siembran la especie principalmente en los linderos de los pastizales y cultivos de cacao y banano; además, con el apoyo de varios proyectos de forestación ejecutados por ONG y gobiernos locales, se han establecido pequeños bosques en sus propiedades. Los medianos y grandes productores de teca establecen plantaciones comerciales, aunque hay medianos productores que usan la especie para demarcar los linderos de los pastizales (Figuras 18.1 y 18.2).

Cuadro 18.1. Descripción de los productores de teca en Ecuador

Tipo de productor	Hectáreas plantadas	Sistema de plantación
Pequeño	0,5 – 5	Agroforestal – comercial
Mediano	6 – 50	Agroforestal – comercial
Grande	Más de 51	Comercial



Figura 18.1. Plantación de teca en linderos en Chone, Ecuador. Foto: J. Salazar

Existe una categoría de propietarios, tanto nacionales como extranjeros, que encargan el manejo de sus plantaciones de teca a empresas especializadas –por lo general, una administradora fiduciaria responsable del manejo de los fondos del proyecto y una administradora forestal responsable por los planes de manejo silvicultural y el monitoreo y control de los parámetros de desarrollo de la plantación. La administradora fiduciaria es también responsable de fiscalizar a la segunda; los accionistas aportan los recursos necesarios para el desarrollo de la plantación hasta su edad de corte (Corpei 2005).



Figura 18.2. Plantación de teca sin raleo en Olmedo, Ecuador. Foto: J. Salazar

El modelo de negocios del Grupo Siembra, por ejemplo, contempla la colocación de acciones comunes en la Bolsa de Valores; cada una de las acciones confiere iguales derechos y beneficios, y no existen acciones preferenciales o con derechos privilegiados. Con el propósito de disminuir o eliminar los riesgos para sus inversionistas, antes del proceso de oferta pública, se compra tierra de alta calidad, se siembra con las mejores prácticas forestales y se incorporan los recursos económicos necesarios para operar la plantación. Una vez finalizado este proceso, se colocan las acciones de las empresas forestales en la Bolsa de Valores; así, cuando se integran los inversionistas como accionistas, la plantación se encuentra debidamente sembrada y dotada de los recursos necesarios para su manejo; o sea que la colocación de las acciones no afecta la vida económica de la empresa (Siembra sf).

Al adquirir acciones de una plantación de teca, el inversionista no solo se beneficia con los dividendos provenientes del primer corte, sino también de los dividendos provenientes de los cortes posteriores, fruto de los rebrotes típicos de esta especie; además, se convierten en propietarios de todos los activos de la empresa, incluyendo la tierra.

Según los supuestos del Grupo Siembra, la proyección de rentabilidad equivale al 15% anual compuesto, considerando un precio de colocación de \$12 por cada acción al momento del lanzamiento. No existe un monto mínimo de inversión, pero se estima como un piso deseable un mínimo de 200 acciones o su equivalente a US\$2400 para inversionistas nacionales y 500 acciones o su equivalente a US\$6000 para inversionistas extranjeros, al momento de la oferta pública.

El monto máximo de inversión es del 10% de la compañía; no obstante, al ser una compañía que cotiza en bolsa, no puede impedir la compra de una cantidad mayor. Los promotores participan con aproximadamente el 25% del capital accionario, tratando de proteger de esa manera una participación hostil en perjuicio de los pequeños inversionistas (Siembra sf).

Esquema de las propiedades reforestadas con teca

La tenencia de la tierra en donde se ubican las plantaciones de teca es de propiedad privada. Si bien no se cuenta con un estudio que nos permita cuantificar con exactitud el porcentaje de tierras escrituradas, se puede suponer que es bastante alto, toda vez que los propietarios son empresarios madereros y productores educados y con condiciones económicas favorables.

Entre los pequeños productores sí es más frecuente la ausencia de escrituras de propiedad. El Estado ecuatoriano reconoce esta forma de tenencia como posesionarios de tierra cultivada.

Si bien la legislación forestal vigente no permite el establecimiento de plantaciones de teca en las áreas protegidas por tratarse de una especie exótica (introducida), es posible encontrar algunas tierras plantadas con teca dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Esto se debe a que, antes de ser declaradas como áreas protegidas por el Estado, estas tierras eran propiedades privadas donde se habían establecido plantaciones, o bien han sido invadidas recientemente.

Ubicación de las plantaciones de teca en Ecuador

Las plantaciones de teca en el país se han establecido principalmente en las provincias de la costa ecuatoriana: Los Ríos, Manabí, Guayas, Esmeraldas y El Oro, donde las temperaturas, precipitaciones y suelos son apropiados para el buen crecimiento de la

especie. Algunos inversionistas privados están plantando en la Amazonia ecuatoriana, donde en los últimos cinco años se han sembrado no menos de 5000 ha.

No todas las zonas ofrecen condiciones óptimas para establecer las plantaciones de teca. En la provincia de Manabí, por ejemplo, los sectores de El Carmen y Flavio Alfaro son los que ofrecen las condiciones más favorables; en Los Ríos, Quevedo y Baba; en Esmeraldas, los sectores de Quindindé y en la provincia de Guayas, la zona de Balzar. En el mapa de la Figura 18.3 se muestran las zonas donde las condiciones para la plantación de teca son más favorables.



Figura 18.3. Áreas ideales para establecer plantaciones de teca en Ecuador

Condiciones ambientales y de manejo de las plantaciones de teca

Ecuador ofrece condiciones climáticas favorables (Cuadro 18.2) y otras ventajas competitivas para la producción de teca. A pesar de que la especie no es nativa del país, su crecimiento es muy favorable dentro de una banda ubicada a los 20° a ambos lados de la línea ecuatorial. En nuestro país se da una de las tasas más altas de crecimiento de la teca; incluso existen varias áreas donde el desarrollo de la especie es excepcional, así como microclimas en diferentes lugares donde se puede sembrar (Corpei 2005).

Cuadro 18.2. Escenarios de crecimiento de la teca bajo diferentes condiciones climáticas en Ecuador

	Crecimiento óptimo	Crecimiento medio	Crecimiento lento
Temperatura	22 – 27°C	13 – 35°C	16 – 18°C
Precipitación	1500 – 2000 mm	1000 – 1250 mm	500 – 700 mm
Altitud	0 – 600 msnm	0 – 900 msnm	Más de 900 msnm
Meses secos	3 – 4	5 – 7	Más de 8

Fuente: Arámbulo, D. 2002. Consultor independiente. Comunicación personal.

Las actividades productivas en el país son más agrícolas y pecuarias que forestales; por eso, las plantaciones forestales establecidas por pequeños y medianos productores persiguen, más que todo, el buen desempeño de la especie y su facilidad de comercialización. No obstante, la falta de un buen acompañamiento a los productores hace que las plantaciones establecidas produzcan madera de calidad inferior y baja productividad. Problemas como la selección de semilla y del sitio, y el manejo de las plantaciones (podas, raleos, deshierbas) generan productos poco apropiados para el mercado.

La selección de semillas es un problema serio para el establecimiento de plantaciones de teca. En Ecuador se cuenta con poca información sobre estudios de procedencias; recién en el año 2000, la Universidad Técnica Estatal de Quevedo empezó un estudio de procedencias con fines de investigación en diferentes localidades (Suatunce et ál. 2009). Asimismo, la Estación Experimental Pichilingue del INIAP está empezando a hacer estudios de procedencias en sus rodales. Algunos viveros locales colectan semilla local de cualquier plantación y comercializan plantas de teca a proyectos comunitarios de reforestación y a pequeños y medianos productores. Los medianos y grandes productores de teca resuelven el problema mediante la compra de semilla certificada importada. Profafor (Programa Face de Forestación del Ecuador S.A.) y Asoteca (Asociación de Productores de Teca y Maderas Tropicales) importan semilla de Costa Rica (CATIE), principalmente.

Para la producción de plantas en vivero se emplea el método tradicional de bolsas de polietileno, aunque algunos viveros especializados también producen plantas en contenedores o bandejas de producción. A otro nivel, la empresa Neoforest está haciendo pruebas con clones de diferentes procedencias y ya ha iniciado la venta comercial de plantas clonadas de teca.

La preparación del suelo depende de varios factores; entre los más importantes está la topografía del terreno. Sin embargo, en Ecuador lo más común es hacer una chapia seguida de la quema de rastrojos. En ciertos terrenos, donde la topografía es más regular y se cuenta con recursos económicos se laboreo el suelo con maquinaria agrícola. En pastizales y rastrojales se aplican herbicidas sistémicos (glifosato) antes de la siembra para disminuir las poblaciones de malezas (Vasconez 2002).



Figura 18.4. Vivero de teca en bolsas de polietileno en Flavio Alfaro, Ecuador. Foto: J. Salazar

La siembra se realiza al inicio de la estación lluviosa, entre diciembre y enero. Los distanciamientos más empleados en el país son 3 x 3 m, 3,5 x 3,5 m, 3 x 4 m y 4 x 4 m, con densidades de 1111, 816, 833 y 625 plantas por hectárea, respectivamente. En los primeros años, las pequeñas y medianas plantaciones de teca se asocian con cultivos como maíz y pastos, principalmente.

La teca es resistente a plagas y enfermedades; sin embargo, las plantaciones jóvenes son atacadas por hormigas cortadoras (*Atta* sp.), gallina ciega (*Pyllophaga* sp.) y caracol gigante africano (*Helix* sp.). También se han identificado hongos que causan pudrición de la raíz (*Fusarium* sp.) y manchas en las hojas (*Olivea tectonae*). Los controles se hacen según el caso y consisten en laboreo del suelo y aplicación de productos fitosanitarios (Salazar 2010).

El control de malezas normalmente se mantiene hasta el tercer año en plantaciones comerciales, mediante equipo mecánico, manual con machete, o agroquímicos (herbicidas sistémicos) a base de glifosato.

La teca responde bien a la fertilización al momento de la siembra. La dosis depende del sitio, por lo que se recomienda hacer análisis del suelo, tomando en cuenta que los suelos en la costa ecuatoriana, principalmente los de la provincia de Manabí, son pobres en nitrógeno, medios en fósforo y ricos en potasio.

Las podas y deshije se aplican de manera frecuente a las plantaciones jóvenes para dar una buena forma al árbol, la práctica del deshije es más común en plantaciones que han sido plantadas por seudestacas o árboles que han sido aprovechados y originan muchos rebrotes. El deshije está relacionado con el estrés de los árboles por falta de agua, sin importar si son de semillas o de seudoestacas. Para estas prácticas se utilizan serruchos manuales y/o podadoras automáticas.

El raleo es una de las prácticas a la que se debe dar mayor importancia a la hora de pensar en la comercialización de madera de calidad. Sin embargo, es aquí donde los pequeños y medianos agricultores fallan, ya que pocos conocen la utilidad de esta práctica forestal, a diferencia de las empresas forestales e inversionistas asesorados por técnicos forestales que sí la contemplan dentro de su plan de manejo.

Rendimientos productivos y económicos

En Ecuador, el aprovechamiento total de la teca se hace a los 20 años de edad o más. Sin embargo, la madera del primer raleo (a partir de los cinco años) se puede utilizar como estacas y la segunda entresaca (a los 11 años) ya sirve para la exportación y para la construcción. Para el aprovechamiento se usan motosierras y las trozas se sacan con apoyo de acémilas o tractores forestales, según la superficie aprovechada.

Los rendimientos productivos de una hectárea de teca, dependiendo del sitio y el corte final entre el año 20-25, oscilan entre 174-300 m³, aunque faltan más estudios respecto al crecimiento de la especie en Ecuador. Un estudio realizado por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo analizó el efecto de dos densidades en el crecimiento y productividad de teca a los once años de edad. Las densidades de plantación probadas fueron 123 árboles/ha (espaciamiento 9 x 9 m) y 280 árboles/ha (espaciamiento 6 x 6 m). El volumen por árbol fue mayor con el espaciamiento mayor (1,04 m³), en tanto

que el volumen por hectárea fue mayor con el espaciamiento menor ($186,55 \text{ m}^3$). El estudio estima que el volumen se duplicará al año 20 en los rodales plantados a $9 \times 9 \text{ m}$ y en el de $6 \times 6 \text{ m}$ aumentará en un 50% (García y Suatunce 2009).

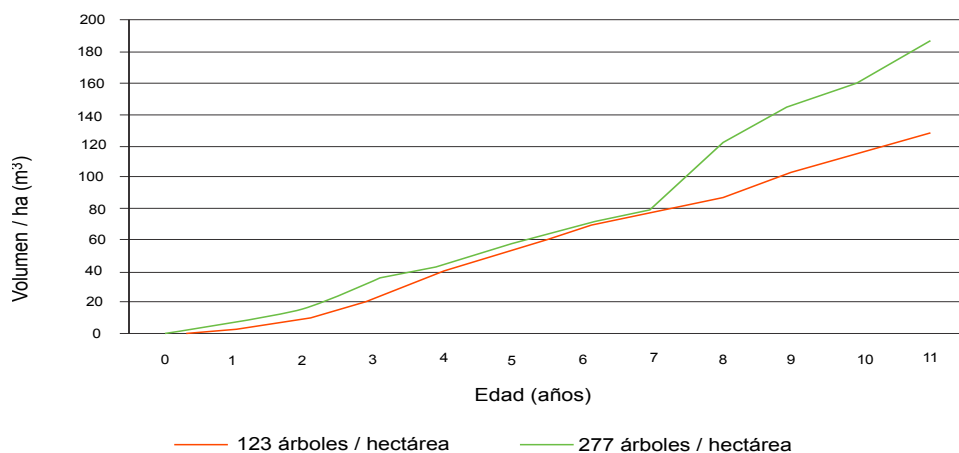


Figura 18.5. Relación volumen (m^3) / edad de teca durante once años bajo dos densidades de plantación
Fuente: García y Suatunce (2009)

La inversión por hectárea en Ecuador, según estimaciones realizadas por empresas del sector forestal ecuatoriano como Profafor y Cormadera, dependiendo del manejo hasta los 20 años oscila entre US\$5000-6000/ha. Hay que resaltar que la inversión es realizada por el dueño de la plantación¹.

Hasta el presente no existen incentivos económicos tangibles en Ecuador para el establecimiento de las plantaciones forestales; sin embargo, como se explica más adelante, el Estado creó Proforestal para fomentar las plantaciones forestales a gran escala en el país. En la actualidad, la Corporación Financiera Nacional (CFN) y el Banco Nacional de Fomento (ambos del Estado) han abierto líneas de crédito para impulsar las plantaciones forestales en el país. Puesto que la economía ecuatoriana está dolarizada, se hace más fácil al inversionista hacer proyecciones de sus inversiones a largo plazo (Siembra sf).

¹ Nota de los editores. Se asume que esas inversiones no incluyen el precio de la tierra.

Cadena de comercialización

En Ecuador, los productores de teca venden su madera en pie, en trozas o aserrada a filo vivo. La ley forestal ecuatoriana prohíbe exportar madera en trozas o rolliza; entonces, se puede comprar, vender y exportar cualquier largo, pero tiene que estar semi-careada o semi-escuadrada con motosierra a filo vivo (Noboa et ál. 2011). Existe una red de intermediarios que recorren las fincas con plantaciones de teca para comprar directamente al propietario (principalmente los árboles en pie). En los últimos cinco años, se ha venido incrementado la presencia de compradores de origen indio.

Los comerciantes compran los árboles a partir de 0,70 m de circunferencia. Un primer paso es la medición de la plantación para cubicar la cantidad de madera. El comerciante es el responsable del aprovechamiento de la madera y el precio que paga depende de varios factores al momento de hacer la negociación; entre ellos:

- El árbol debe tener 5-6 trozas de 2,25 a 2,30 m de largo, ser recto y no muy ramificado.
- Entre más cercana esté la plantación a las vías de acceso y entre menos accidentada sea la topografía, mejor va a ser el precio pagado.
- Se prefieren volúmenes de 500 árboles o más, con circunferencia de 0,70 m en adelante.
- Si hay árboles de 0,90 m de circunferencia en adelante, la compra se justifica a partir de 300 árboles.
- Los árboles de plantaciones en zonas muy húmedas tienen menor duramen, en comparación con zonas intermedias y secas. A mayor duramen, menor desperdicio de madera.



Figura 18.6. Madera de teca procedente de raleos en Flavio Alfaro, Ecuador. Foto: J. Salazar

El 80% de las plantaciones de teca en el país tienen entre 8 y 10 años, o sea que todavía no hay madera comercial madura para la exportación. Esta debilidad ocasiona dos problemas serios en la cadena de comercialización; por un lado, se incrementa la cadena de comercialización (intermediarios) que recorren el país en busca de madera de diámetros comerciables y, por otro lado, se aprovechan los mejores árboles en plantaciones jóvenes, con lo que para el turno final quedan los árboles de menor calidad, lo que perjudica la rentabilidad del reforestador a mediano plazo (Asoteca 2010).

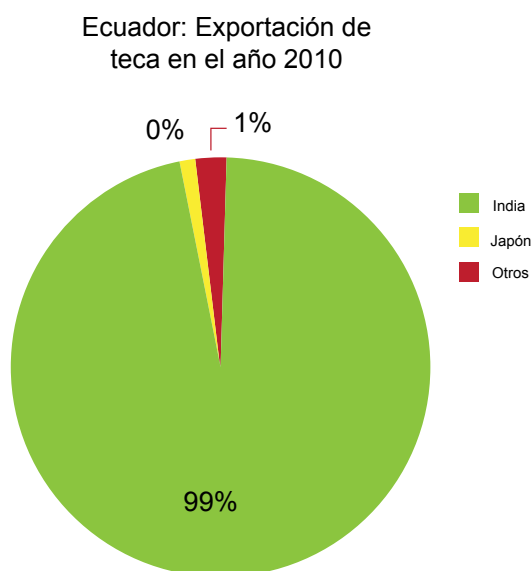


Figura 18.7. Principales destinos de la teca del Ecuador en el 2010

Fuente: Noboa et ál. (2010)

Precios

Una de las debilidades del negocio forestal a nivel nacional es que el mercado no está regulado por la Ley Forestal ni por ninguna otra ley; en general, la comercialización de madera es manejada por los intermediarios y comerciantes de madera (Añazco et ál. 2010). El mercado de la teca se maneja por la oferta y la demanda; no hay estudios sobre precios y calidades, ni ninguna forma de control estatal ni de las asociaciones de productores; como resultado, el productor recibe el precio que le paguen.

Con base en información facilitada por dos comerciantes de teca, uno en la provincia de Manabí y otro de Los Ríos, a continuación se presentan dos escenarios de los precios de teca en pie y a filo vivo (puesta en la comercializadora) proveniente de plantaciones manejadas (Cuadros 18.3 y 18.4).

Cuadro 18.3. Precios de madera de teca en pie trozas en la provincia de Manabí

Circunferencia (cm)	Número trozas aprovechables	Precio/árbol (\$)
0,70 – 0,80	5 – 6	25
0,80 – 0,90	5 – 6	40
0,90 – 100	5 – 6	60
100 – 120	5 – 7	100
120 – 150	5 – 7	150
Más de 150	5 – 7	200

Cuadro 18.4. Precios de madera de teca a filo vivo en la provincia Los Ríos

Circunferencia (cm)	Precio/m ³ (\$) en troza
40 – 49	70
50 – 59	120
60 – 69	180
70 – 89	220
90 – 110	300
110 – 130	350
Más de 131	450

Los comerciantes de teca en Ecuador cubican la madera en trozas o aserrada a filo vivo por categorías de diámetro o circunferencia, para definir el precio a pagar por metro cúbico. La madera a filo vivo es la mejor pagada; sin embargo, el productor es quien carga con los costos de operación en el aserradero (Noboa et ál. 2011).

En el sistema de compra de madera de teca careada, los comerciantes aplican un castigo de 5 cm en circunferencia bruta y 5 cm en el largo. La fórmula de Hoppus (circunferencia neta x circunferencia neta x largo / 16 = volumen) es la más comúnmente utilizada.

Certificación

El mercado indio es el principal comprador de teca ecuatoriana y no exige ningún tipo de certificación (Noboa et ál. 2011). Los grandes inversionistas que tienen como visión a futuro la exportación directa de madera de calidad superior para conseguir precios más atractivos en el mercado internacional son quienes se interesan por la certificación de las plantaciones de teca. Entre las empresas que han certificado sus plantaciones con el FSC están la Empresa Agrícola Ganadera Reysahiwal (SmartWood 2001) y Tropibosques (Rainforest Alliance 2007).

Características institucionales y normativas de la producción de teca

El establecimiento de plantaciones de teca en Ecuador ha sido responsabilidad, principalmente, de inversionistas y agricultores que ven en la especie una actividad económicamente rentable; sin embargo, en el país se han ejecutado varios proyectos de forestación con el apoyo de ONG y gobiernos provinciales. Estos han ayudado a masificar la siembra de teca entre pequeños y medianos agricultores. Uno de ellos es el Programa de Reforestación impulsado por el Gobierno Provincial de Manabí, en colaboración con Corfam (Corporación Forestal y Ambiental de Manabí) y Cederena R.C. (Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de los Recursos Naturales) (Figura 18.8).

El Ministerio del Ambiente (MAE) es el responsable de la administración del patrimonio forestal del Estado y, por ende, de dar seguimiento a la ordenación, conservación, manejo y aprovechamiento forestal y del transporte de productos forestales maderables provenientes de bosques nativos y plantaciones forestales (Añazco et ál. 2010).

El aprovechamiento de las plantaciones forestales está regulado por la Ley Forestal y su Reglamento. Un requisito para obtener un permiso de aprovechamiento es la formulación y presentación de los Planes y Programas, según las normas definidas para el aprovechamiento de madera en plantaciones forestales o sistemas agroforestales (MAE, Acuerdo Ministerial 040). Tales planes deben ser elaborados para el área total del predio o predios en donde se realizará el aprovechamiento forestal. La elaboración es responsabilidad del propietario o posesionario.

Todas las plantaciones forestales, a partir del primer año de edad, deben inscribirse en el Registro Forestal del MAE en calidad de Autoridad Nacional Forestal. La corta de árboles en plantaciones de teca requiere una licencia de aprovechamiento forestal y programa de corta, así como de las guías para la circulación de madera. (Noboa et ál. 2011).



Figura 18.8. Proyecto de reforestación en El Carmen, provincia de Manabí, impulsado por el Gobierno Provincial de Manabí en colaboración con Corfam y Cederena R.C. Foto: J. Salazar

Desde febrero del 2008, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP) tiene a su cargo las competencias en materia de reforestación y forestación en el país; una de sus prioridades son las plantaciones forestales. El Gobierno Nacional, por intermedio del MAGAP, ha establecido como meta de forestación y reforestación a 20 años plazo, la plantación de un millón de hectáreas. Para alcanzar esta meta, en el 2008 se creó la Unidad de Promoción y Desarrollo Forestal del Ecuador (Proforestal), como entidad autónoma.

Proforestal tuvo como objetivo impulsar el desarrollo sustentable de plantaciones forestales para capitalizar el potencial forestal del país por medio del fomento a la forestación y reforestación y la agroforestería y forestería comunitaria, mediante el incentivo económico total del proyecto. Sin embargo, en la práctica, las metas que se ha impuesto el gobierno no se cumplieron a través de este programa que terminó en el 2010. En la Figura 18.9 se detalla el área con potencial para plantaciones forestales en Ecuador.

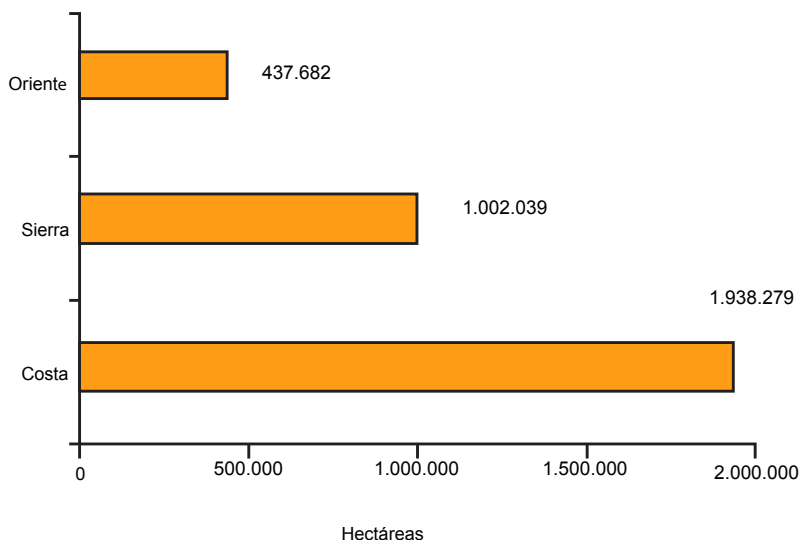


Figura 18.9. Hectáreas con potencial para establecer plantaciones forestales en Ecuador

Fuente: Proforestal (2009)

Sin embargo el Estado ecuatoriano mediante Decreto Ejecutivo N°1248 en julio del 2012, transfirió al Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca las competencias de gestión, promoción, fomento, planificación, comercialización y promoción forestal a través de la Subsecretaría Forestal.

El nuevo Programa de Incentivos Forestales a través de la Subsecretaría Forestal, contempla dos tipos de incentivos, una donde las personas naturales y jurídicas sin límite de superficie, recibirán un incentivo financiero equivalente al 75 % de los cotos de establecimiento y manejo durante los primeros cuatro años de plantaciones forestales comerciales; y en el caso de asociaciones, comunas o cooperativas de productores recibirán el 100 % del incentivo económico. Entre las especies que la Subsecretaría Forestal aprobó para este programa están 17 especies entre nativas principalmente e introducidas como la teca (Subsecretaría Forestal).

La Asociación de Productores de Teca y Maderas Tropicales (Asoteca) es una entidad sin fines de lucro, creada para dar asistencia técnica en todo el proceso productivo, monitoreo de campo (unidades permanentes de muestreo) y capacitación permanente para el cultivo de teca y otras especies forestales de interés económico. Su fin es

optimizar los planes de manejo de sus socios para que alcancen los máximos beneficios con la explotación forestal de la teca (Asoteca 2010). En esta asociación, los socios son dueños de sus plantaciones.

Los productores de teca que no forman parte de Asoteca manejan sus negociaciones con los intermediarios en forma individual, u ofrecen su producción en páginas relacionadas al negocio de la madera en internet. El negocio de la teca ha empezado a prosperar en Ecuador; cada vez hay más personal calificado y técnico para la mayoría de labores culturales; además, ha mejorado la logística de exportación, transporte especializado, personal estivador, agentes de aduana, espacios navieros, etc.

Referencias

- Añazco, M; Morales, M; Palacios, W; Vega, E; Cuesta, A. 2010. Sector forestal ecuatoriano: propuestas para una gestión forestal sostenible. Quito, Ecuador, Programa Regional Ecobona – Intercooperation. Serie Investigación y sistematización no. 8.
- Asoteca (Asociación de Productores de Teca y Maderas Tropicales). 2010. Seminario: Venta de teca en Ecuador. Guayaquil, Ecuador. (CD)
- Corpei. 2005. Resumen de estudio subsector teca (en línea). Consultado 10 ene. 2011. Disponible en www.corpei.org
- García, L; Suatunce, P. 2009. Efecto de dos densidades de plantación en el crecimiento y productividad de *Tectona grandis*. Primer Congreso Nacional del cultivo de teca. (Quevedo, Ecuador, UTE; 16 y 17 Septiembre). (CD)
- Noboa, P; Bustamante, T; Jiménez, E. 2011. La teca en Ecuador. Guayaquil, Ecuador, Asoteca.
- Proforestal (Unidad de Promoción y Desarrollo Forestal del Ecuador). 2009. PROFORESTAL. Primer Congreso Nacional del cultivo de teca. (Quevedo, Ecuador, UTE; 16 y 17 Septiembre). (CD)
- Salazar, J. 2010. Principales insectos plagas y enfermedades de las plantaciones forestales identificadas en la provincia de Manabí. Portoviejo, Ecuador, Corporación Forestal de Manabí / Pontificia Universidad Católica Ecuatoriana. Plan de Capacitación a Promotores y Técnicos. (CD)
- Siembra (Sistema Integrado de Empresas Basadas en Recursos Ambientales). sf. Bosques de teca. Consultado 18-07-2011. www.teakecuadorian.com
- Suatunce, P; Díaz, G; Crespo, R. 2009. Comportamiento de cinco procedencias de Teca (*Tectona grandis*) en tres localidades del litoral ecuatoriano. Primer Congreso

- Nacional del cultivo de teca. (Quevedo, Ecuador, UTE; 16 y 17 Septiembre 2009). (CD)
- Subsecretaria Forestal MAGAP. www.servicios.agricultura.gob.ec/forestacion/?page_id=28 (Consultado 28/02/2013)
- Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 2009. Primer Congreso Nacional del cultivo de teca. (Quevedo, Ecuador, 16 y 17 Septiembre). (CD)
- Vasconez Miranda, LA. 2002. Estudio técnico y económico para el establecimiento de una plantación de teca (*Tectona grandis*) en El Empalme (en línea). Tesis de Grado. Guayas, Honduras, Escuela Técnica El Zamorano. Consultado 20 mar. 2011. Disponible en zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2002/T1429.pdf

Capítulo 19

Plantaciones de teca en Panamá



Capítulo 19

Plantaciones de teca en Panamá

Ricardo Luján Ferrer
Clementino Herrera
Diego Dipieri

Introducción

En la década de 1990, cuando se crearon los incentivos forestales en Panamá, el sector empresarial vio en los proyectos a largo plazo, una oportunidad para la diversificación de inversiones y capitalización con los beneficios económicos y fiscales que los incentivos ofrecían. Muy pronto se unieron los propietarios de fincas, grandes y pequeñas, que vieron en la reforestación una oportunidad para acceder a fondos, financiamiento, exención de impuestos y la posibilidad de utilizar partes de sus fincas, generalmente ganaderas bastante subutilizadas.

Estos incentivos lograron captar la atención de más de 2500 productores quienes reforestaron un área total aproximada de 60 mil hectáreas. La mayoría de las plantaciones fueron de teca, y se ubicaron a lo largo de todo el país; obviamente, no todas se establecieron en áreas propicias para el desarrollo de la especie, lo que produjo efectos contraproducentes al crear una percepción negativa de la reforestación y en especial a la teca. Así, empezaron a circular argumentos populares como “la teca daña el suelo” o “están deforestando para plantar teca”.

La falta de programas de extensión, investigación y monitoreo por parte de la institución rectora permitieron que algunos empresarios oportunistas utilizaran mal los incentivos, lo que resultó en plantaciones de poca calidad, en suelos de poca capacidad productiva, y que en muchas ocasiones no cubrían las áreas reportadas. Afortunadamente, también hubo productores que se interesaron en la actividad y generaron plantaciones de calidad, las cuales hoy están logrando resultados muy positivos a la hora de aprovechar los árboles ya en turno de corta.

Estas inconsistencias en el uso de los incentivos, y la falta de institucionalidad adecuada para regentar al sector hicieron que en la década del 2000 se eliminara una gran parte de los incentivos y, en consecuencia, se redujeran considerablemente las inversiones locales en plantaciones. Al mismo tiempo, en Estados Unidos y Europa ya se utilizaban nuevos modelos de inversión forestal que buscaban atraer inversionistas interesados en asegurar su pensión de retiro y, de manera complementaria, hacer inversiones verdes. Atraídos por la estabilidad política y económica de Panamá, muchas empresas inversionistas comenzaron a invertir capitales importantes en el país, lo cual hizo resurgir la inversión forestal. En la actualidad, una decena de compañías de capital extranjero son las que continúan reforestando; por lo general, se trata de plantaciones de más de 1000 ha manejadas por operadores contratados.

Al igual que en el resto de la región latinoamericana, la comercialización de los productos forestales se hace en trozas que van al mercado indio. Los compradores han aprovechado la falta de experiencia e impaciencia del productor local para sacar ventajas, pagar precios bajos, usar sistemas de medidas inadecuados y penalidades excesivas; con frecuencia, se venden plantaciones que no cumplieron su ciclo con lo que se pierde el verdadero potencial de la inversión.

A nivel de la industria, lentamente, y como resultado de las limitaciones al uso de madera proveniente del bosque natural, la madera de plantaciones comienzan a suplir las necesidades locales, pero todavía son escasas las plantas de procesamiento que puedan trabajar con diámetros menores, lo cual limita la producción local.

La institucionalidad del sector y la legislación existente debieran adecuarse a las necesidades actuales; además, debieran implementarse sistemas de incentivos, como el pago por servicios ambientales, que atraigan la atención de inversionistas locales. La estabilidad económica y la seguridad jurídica son muy atractivas para la inversión extranjera, la cual podría potenciarse con incentivos fiscales dirigidos específicamente a cada segmento de la cadena productiva.

La Asociación Nacional de Reforestadores y Afines de Panamá (Anarap, <http://anarap.com/>) y el Comité de Gestión Forestal (Conagefor, www.conagefor.com), junto con el Colegio de Ingenieros Forestales de Panamá (CIFP), están trabajando con mucha dedicación para lograr el fortalecimiento y desarrollar el gran potencial de crecimiento del sector forestal de Panamá.

El sector empresarial forestal en Panamá

En Panamá la reforestación con teca se ha llevado a cabo utilizando diversos esquemas empresariales. En la década de 1990, algunas empresas reforestaban ya vendían las parcelas de 1 a 10 ha plantadas, con un acuerdo de mantenimiento por diez años (se vendía la tierra y el usufructo). Por otro lado, medianos y grandes finqueros reforestaban parte de sus fincas para aprovechar los incentivos y beneficiarse con las deducciones al impuesto de la renta y territorial. Al desaparecer el sistema de incentivos para el reforestador, ambas modalidades prácticamente desaparecieron. Un tercer esquema fue la reforestación de determinadas extensiones y venta de acciones de la empresa. En el caso de ciudadanos extranjeros, la inversión daba derecho a la residencia en Panamá; dicha inversión no debía ser menor de US\$40.000 en terrenos reforestados; en la actualidad dicho monto aumentó a US\$80.000.

Con el nuevo milenio, gran parte de las plantaciones de teca se establecieron con inversiones provenientes de Europa y Norte América bajo diferentes estructuras de inversión: compra de acciones de empresas reforestadoras o productoras de teca, compra de la tierra y del usufructo, o solo de la madera a cosechar. Estas empresas generalmente se manejan desde su lugar de origen por medio de una fundación, corporación o fidecomiso que gestiona y comercializa el producto y que tiene la relación directa con los inversionistas y con la entidad legal que en Panamá gestiona las propiedades y plantaciones. Algunas realizan sus propias operaciones y otras subcontratan a operadoras forestales. Existen fondos de inversión privada que se cotizan en las bolsas de valores de diferentes países.

En general, las compañías con inversiones en teca compran propiedades para el desarrollo de sus proyectos. También existen proyectos en tierras concesionadas (tierras de la Autoridad del Canal de Panamá). En menor escala, se dan otros modelos de inversión en propiedades alquiladas o con participación del propietario.

En Panamá, al 2009 el área reforestada (todas las especies) ascendía a 75.193 ha (Cuadro 19.1). De este total reforestado, el 66% (49.931 ha) correspondía a la teca. Las provincias con la mayor cantidad de reforestación eran la de Panamá (19.590 ha) y Veraguas (13.000 ha). En años recientes, la provincia del Darién muestra una tendencia creciente en cuanto a la reforestación (11.513 ha), y en su mayoría se trata de reforestación con teca.

Cuadro 19.1. Superficie reforestada en Panamá, en hectáreas y por especie, hasta el año 2009

Especies	Antes de 1992	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Teca	1242	715	1523	1738	4240	4597	3019	2307	2367	3328	2954	4984	2218	1217	2678	4081	1667	3901	1155	49.931
Pino	9186	75	8	143	98	187	452	133	104	95	159	83	15	44	12	20	37	47	83	10.981
Cedro espino	63	51	34	77	166	85	567	264	70	67	72	86	19	15	8	28	7	186	6	1871
Mangium	257	112	12	58	46	272	95	20	237	41	148	22	0	2	0	0	13	65	0	1400
Caoba africana	30	251	507	49	64	63	64	63	32	22	110	4	8	5	1	2	0	1	2	1278
Otras especies	268	207	9	268	172	143	190	428	789	354	418	471	1.336	669	157	409	1569	1172	704	9733
Total	11.046	1411	2093	2333	4786	5347	4387	3215	3599	3907	3861	5650	3596	1952	2856	4540	3293	5372	1949	75.193

Fuente: Departamento de Manejo y Desarrollo Forestal (ANAM 2010).

Teca = *Tectona grandis* Pino = *Pinus caribaea* (principalmente)Cedro espino = *Pachira quinata*Caoba africana = *Khaya senegalensis*Otras = *Terminalia amazonia*, *Hyeronima alchorneoides*, *Dalbergia retusa*, principalmente

En Panamá, la mayor parte de la teca se ha establecido en las provincias de Darién, Chiriquí, Panamá y Veraguas, en zonas con altitudes por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar y con climas húmedos tropicales. Las temperaturas medias anuales predominantes oscilan entre los 25,5°C y 27°C (ETE 2007a) y precipitación promedio anual de 2000 - 3000 mm (ETE 2007b). La distribución de la lluvia se concentra entre los meses de mayo a diciembre; entre enero y abril se da una época seca. Considerando los parámetros climáticos, la mayoría de las plantaciones de teca en Panamá se ubican dentro de la zona de vida de bosque húmedo tropical (Holdridge 1978). El clima es muy acorde con los requerimientos climáticos de la especie.

Los suelos en donde se encuentran plantaciones de teca en Panamá son variados, aunque predominan las áreas con suelos ácidos, niveles medios a bajos de cationes y texturas arcillosas; en general, son suelos del orden de los ultisoles (SSS 1999). En la provincia de Darién y algunas áreas de Chiriquí y Veraguas, hay plantaciones en suelos inceptisoles, fértiles y con alta capacidad de intercambio catiónico, más favorables para el logro de mayores rendimientos. En algunos casos, si bien son suelos fértiles, también son pesados o con texturas muy arcillosas (con características de vertisoles), con limitaciones de drenaje interno y aireación limitada, que pueden afectar el crecimiento de las raíces de la teca, sobre todo en terrenos muy planos (topografía cóncava). El tipo y calidad de suelo son los factores más importantes para el establecimiento de plantaciones de teca en el país, pues de ellos dependen los rendimientos de los rodales.

Características del manejo de plantaciones de teca en Panamá

Material vegetativo y preparación del sitio

El material vegetativo o genético para el establecimiento de las plantaciones forestales de teca ha sido, más que todo, semillas locales provenientes de plantaciones de la zona de Puerto Armuelles, provincia de Chiriquí, donde fue introducida por la Compañía Bananera hace más de 40 años, y también de Summit Botanical Gardens en la provincia de Panamá. Otra fuente importante de material es la semilla procedente del Banco de Semillas del Centro Agrícola Cantonal de Hojanca, Costa Rica y del Banco de Semillas Forestales del CATIE. Ambos bancos ofrecen semilla certificada de varios tipos o niveles. En años recientes, se ha venido incrementado el establecimiento de plantaciones de teca con material genético clonal procedente de empresas costarricenses que trabajan con programas de mejoramiento genético a partir de árboles plus reproducidos por macro-propagación o sistemas de clonación (reproducción vegetativa).

En Panamá, este material está siendo probado para determinar el aumento del rendimiento y adaptación a diferentes sitios del país; desafortunadamente, se trata de muy pocos ensayos. En otros países, el material seleccionado y macropropagado (clones) ha demostrado ser superior o igual que la semilla certificada típicamente utilizada en los proyectos¹. En Panamá, como en toda la región, urge el establecimiento de más ensayos de procedencias/rametos encaminados a la selección del mejor material genético por tipo de sitio.

Los sistemas típicos de producción de plántulas de teca en vivero son los de raíz dirigida (contenedores plásticos en bandejas o tubetes), los contenedores tipo *jiffies* a base de musgos o turba como medio de crecimiento y, en menor grado, las bolsas negras plásticas de polietileno. El sistema de producción por pseudoestacas ha ido mermando hasta prácticamente desaparecer.

La preparación de sitio típica consiste en una chapea inicial total o eliminación de la vegetación de pastos y rastrojos por medio de la combinación de métodos manuales (machete) y mecánicos (motoguadañas, tractor agrícola con chapeadora), aunque también se aplican herbicidas (comúnmente glifosatos). La intensidad de la preparación inicial del sitio depende mucho del uso actual del suelo.

En algunos casos se llevan a cabo labores de subsolado y arado (generalmente con arado de disco) para mejorar las características físicas de los suelos. En menor grado se hacen drenajes en forma manual o mecánica (con excavadoras) para mejorar el drenaje superficial e interno del suelo. Estas labores no siempre se llevan a cabo en forma científica o respaldada por estudios de suelos específicos para el sitio en cuestión; en consecuencia, se pueden dar efectos contraproducentes en el crecimiento de la teca, o aumentar los costos en forma innecesaria. Por otro lado, cuando estas actividades de preparación de sitio son bien formuladas e implementadas, los resultados suelen ser muy positivos en el crecimiento de los rodales.

En la preparación del suelo, y dependiendo de la acidez, es muy recomendable incorporar (en el arado o subsolado) enmiendas como la aplicación de cal. Las dosis dependen de la acidez y/o contenido de aluminio del suelo en cada lote.

¹ Olman Murillo, Ph.D. Abril del 2011. Profesor genetista del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Comunicación personal.

Plantación

El distanciamiento típico para el establecimiento de tecales ha sido el de 3 x 3 m (1111 árboles/ha), aunque a medida que se vayan verificando mejores materiales genéticos y específicos por sitio, la tendencia será a aumentar el espaciamiento. Una razón por la cual se prefieren las densidades relativamente altas son los riesgos de doblamiento y vuelco de los árboles en los primeros años de establecimiento. El apuntalado o enderezamiento de los árboles eleva los costos de mantenimiento considerablemente.

Antes de plantar se marca el terreno con la ayuda de mecatres y estacas para la señalización. Es poco común la siembra sin marcado (o sea por pasos o cálculo de plantadores experimentados). En la ejecución de esta tarea se deben evitar los micrositos inapropiados (huecos, piedras, tocones, escurrideros) para maximizar el prendimiento y crecimiento inicial de las plántulas.

En muchos casos, al momento de la siembra se aplica una fertilización (por lo general fórmulas completas y granuladas) para incentivar el crecimiento inicial de las plántulas y ayudarlas a superar las malezas. La aplicación de enmiendas (carbonato de calcio) depende de la acidez del suelo; sin embargo, nunca debe hacerse al mismo tiempo que la fertilización sino que deben espaciarse en el tiempo (unos dos meses o más en época lluviosa).

En la etapa inicial es recomendable el control de las hormigas arrieras o zompopas (*Atta* sp.), que defolían las plántulas.

Chapeas (control de malezas)

En los primeros años de plantación, el control de malezas es primordial para maximizar la supervivencia y crecimiento inicial de los arbolitos. La teca es una especie intolerante a la sombra que necesita buena exposición a la radiación solar directa; por ello, en sus primeros años la competencia con las malezas es muy dañina. Las malezas tipo zacates o pastos (gramíneas y, en especial, las variedades mejoradas) son especialmente de cuidado por la competencia tanto a nivel de raíces como por la radiación solar. En este sentido se justifica la aplicación de herbicidas selectivos para este tipo de malezas. En general, se prefiere la competencia de malezas de hoja ancha que las gramíneas o pastos. En el primer año son fundamentales las chapias a ras del suelo en un radio de aproximadamente 50 cm de la plántula (rodajas); más adelante, se aplican chapias en línea o chapias totales. Las rodajas son fundamentales para el aprovechamiento de la fertilización o encalado, para lograr la mejor incorporación al suelo y consecuente absorción por las raíces.

La cantidad de intervenciones (por hectárea o lote) para el control de malezas depende del tipo de suelo, clima y disponibilidad de semilla de malezas en el sitio o lotes dentro de un mismo sitio. Es común que en una misma finca las necesidades de control de malezas varíen por sectores. Por lo general, en el primer año de establecimiento de la plantación se hacen necesarias hasta cinco o más intervenciones (entre rodajas, chapias y aplicaciones de herbicidas). La cantidad de jornales por hectárea o por intervención dependen del tipo y grado de ocupación de las malezas, y varían de 3 a 7 o más jornales por hectárea en el caso de chapia manual con machete (típicamente son 4 jornales/ha). Para mayor efectividad, la chapia manual o mecánica se combina o alterna con la aplicación de herbicidas (glifosatos). De esta manera se logra controlar o sustituir el tipo de malezas del sitio (de gramíneas a hoja ancha nativas, por ejemplo). El uso de herbicidas en plantaciones forestales se limita a los primeros años, en especial para combatir pastos mejorados o gramíneas de muy difícil o costosa erradicación o control. Una vez que se da el cierre del dosel (sombra en el sotobosque), el control de malezas disminuye o se hace innecesario.

En rodales de más de 4-5 años, el control de malezas resulta más bien contraproducente pues el sotobosque (de hoja ancha, no gramíneas) es muy importante para el control de la erosión pluvial (laminar o por goteo) y para aumentar la diversidad del rodal. Esto cobra importancia especial en lugares ondulados o con pendiente donde la ausencia de sotobosque propicia la erosión del suelo. Las chapias en rodales de más de 5 años son poco intensivas y se aplican para facilitar las labores de manejo (podas, raleos y medición de parcelas de monitoreo, o para aplicar medidas correctivas para el control de plagas y enfermedades).

Deshijas y podas

La deshija o poda baja de la teca se concentra en los primeros dos años y a razón de una a dos intervenciones por año. A partir del tercer año y hasta el sexto, la intensidad de manejo se centra en la poda media a alta; sin embargo, siempre se hace necesaria la deshija selectiva de individuos. En años posteriores, la poda debería ser aún más selectiva aunque se puede intensificar un poco después de los raleos, cuando por efectos de la apertura del dosel en sectores del rodal se da la tendencia a que se emitan nuevas ramas en el fuste.

En general, en Panamá la poda se aplica al 100% de los individuos en los primeros dos años. Una vez que se hayan seleccionado los árboles a ralear, la poda resulta en un costo innecesario. Por esta razón se recomienda podar en forma selectiva y concentrar

la actividad en aquellos árboles que llegarán a los últimos raleos (más de diez años) y cosecha final.

La teca tiende a producir muchas reiteraciones o yemas epicórmicas en los sitios podados; por ello, podas y raleos deben coordinarse para lograr un ambiente que controle esta característica. En la mayoría de los rodales de teca, la altura de poda llega hasta los 8 metros y depende de las exigencias del mercado meta y del balance entre costos y beneficios.

Raleos

Los raleos son fundamentales para concentrar el mayor volumen de madera en la menor cantidad de árboles por unidad de producción. Mediante los raleos se va disminuyendo en forma paulatina la densidad de rodal de manera que se fomente el crecimiento en altura, se evite la conicidad de los fustes (típica en árboles individuales) y se favorezca a los mejores individuos para los raleos futuros y cosecha final. En Panamá, a partir de la densidad inicial de 1111 árboles/ha, con tres a cuatro raleos se llega a unos 200 árboles/ha para la cosecha al final del turno de 20 años.

Para la determinación del momento e intensidad de raleo existen parámetros de decisión, como el del área basal o índice de densidad del rodal (Arias y Camacho 2004) y fórmulas basadas en el área basal y altura total (Agudelo 2008). También se consideran indicadores cualitativos, como nivel de cierre de copas, radiación solar que llega al sotobosque y cantidad y tipo de sotobosque. La maquinaria de extracción más generalizada para el raleo es el tractor agrícola, aunque no es el equipo ideal para hacer más eficiente la operación. Sin embargo, el alquiler de la maquinaria forestal especializada es más alto para la mayoría de las operaciones y tamaño de proyectos forestales.

El precio de las trozas de teca está directamente relacionado con el diámetro. La India es el mercado principal de los raleos; estos compradores adquieren la teca a nivel de patio de plantación, en la finca misma. La mayoría de los raleos se venden en rollo o en cuadro para ser exportados a la India. El mercado chino también es una buena posibilidad, ya que en ocasiones paga mejores precios que los indios.

Cosecha

La cosecha o corta final de los árboles por lo general se proyecta a los 20 años. La mayoría de las plantaciones de teca del país aún no han llegado a la edad de la

cosecha final; solo en las provincias de Chiriquí y Panamá se han hecho algunos aprovechamientos. En la actualidad, las plantaciones más avanzadas rondan los 15 años de edad.

Rendimientos y costos

En el Cuadro 19.2 se detallan las actividades principales de establecimiento y manejo de rodales de teca en Panamá y su rendimiento típico en unidades de área o longitud por jornal. En el Cuadro 19.3 se presentan crecimientos y densidades de rodales de teca con manejo de intensivo a medio y de diferentes edades y regiones de Panamá.

Cuadro 19.2. Rango de rendimientos típicos de actividades de establecimiento, mantenimiento y cosecha en plantaciones forestales en Panamá

Actividad	Rendimiento
Limpieza inicial (limpieza y repique de rastrojo)	0,08 – 0,10 ha/jornal
Ronda corta fuego (inicial)	100 - 200 m/jornal
Ronda corta fuego (mantenimiento)	200 - 250 m/jornal
Confección de cerca	30 - 100 m/jornal
Mantenimiento de cerca	100 - 150 m/jornal
Confección de drenajes (manual)	30 -100 m/jornal
Marcación y estaquillado	400 - 700 puntos/jornal
Plantado (<i>jiffies</i> o tubetes)	300 - 600 plantones/jornal
Plantado (bolsas)	200 - 300 plantones/jornal
Encalado	500 - 700 árboles/jornal
Fertilización	400 - 600 plantones/jornal
Rodaja inicial	200 - 250 rodajas/jornal
Rodaja de mantenimiento	300 - 600 rodajas/jornal
Fumigación (bomba de mochila)	0,7 - 1 ha/jornal
Fumigación (motobomba de mochila)	2,5 - 3,5 ha/jornal
Deshija	600 - 1000 plantones/jornal
Poda de altura (1, 2, 3 año)	400 - 600 árboles/jornal
Poda selectiva (2, 3, 4 año)	100 - 200 árboles/jornal
Control de maleza con machete	0,25 – 0,35 ha/jornal
Control de maleza con tractor	3 - 6 ha/día - máquina
Apuntalamiento (1, 2, 3 años)	50 - 150 árboles/jornal
Apuntalamiento (4, 5, 6 años)	20 - 60 árboles/jornal
Raleo (tala de árboles)	250 - 500 árboles/jornal

Fuente: Barca S.A. (2011)

Cuadro 19.3. Variables dasométricas promedio en rodales de teca de diferentes edades y regiones en Panamá

Provincia	Edad (años)	Densidad árboles/ha	Dap (cm)	IMA dap	Altura total (m)	IMA altura (m/año)	Área basal (m ² /ha)	Volumen total* (m ³ /ha)	Suelo (orden)
				(cm/año)					
Darién	2	985	7,9	3,95	7,9	4.0	4.9	18.75	Inceptisol
Darién	3	854	11,9	3,97	10,9	3.6	9.5	46.6	Inceptisol
Darién	6	512	17,0	2,83	16,1	2.7	11.6	84.2	Inceptisol
Darién	10	200	29,1	2,91	23,6	2.4	13.3	141.3	Inceptisol
Darién	10	225	25,7	2,57	24,4	2.4	11.7	128.2	ND
Darién	12	237	30,4	2,53	22,6	1.9	17.2	174.9	ND
Panamá	12	200	25,8	2,15	19,9	1.7	10.5	93.6	ND
Panamá	12	209	27,7	2,31	21,6	1.8	12.6	122.2	Inceptisol
Panamá	12	200	28,6	2,38	26,1	2,2	12,8	150,9	ND
Veraguas	7	552	19,5	2,79	18,1	2,6	16,5	134,3	ND
Veraguas	9	538	15,9	1,77	16,2	1,8	10,7	77,9	Ultisol
Veraguas	9	520	13,6	1,51	11,8	1,3	7,6	40,1	Ultisol
Chiriquí	7	515	13,6	1,94	12,3	1,8	7,5	41,4	Ultisol
Chiriquí	7	514	15,4	2,20	13,9	2,0	9,6	59,9	ND
Chiriquí	8	526	15,3	1,91	14,3	1,8	9,7	62,2	Ultisol
Chiriquí	8	520	12,5	1,56	11,6	1,5	6,4	33,3	Ultisol
Chiriquí	10	394	27,0	2,70	23,9	2,4	22,6	215,7	ND
Chiriquí	15	257	29,2	1,95	23,9	1,6	17,2	164,5	ND

*Volumen total del fuste en pie y con corteza

ND = no hay información disponible

Fuente: Barca S.A. (2011)

Como se puede notar en el Cuadro 19.3, los mayores incrementos medios anuales se logran en los suelos inceptisoles, que son los de mayor fertilidad. La curva de crecimiento típica de la teca implica un crecimiento muy acelerado durante los primeros ocho años. A partir del año 10, el crecimiento en diámetro y altura es mucho menor, con incrementos corrientes anuales (ICA) de menos de 1,5 cm por año para el diámetro. Cerca del año 20, el ICA en diámetro difícilmente llega a 1 cm por año.

Los costos de establecimiento y mantenimiento varían con el tipo de finca a reforestar. Las fincas más lejanas, acceso difícil y topografías heterogéneas tuvieron costos más altos que aquellas en terrenos planos, uniformes y con buen acceso. El uso actual de la tierra al momento de la reforestación también afecta los costos de preparación de sitio. Puesto que la teca no tolera capas freáticas altas, en algunos sitios es necesario hacer drenajes, lo que puede encarecer significativamente los costos de establecimiento y mantenimiento de las fincas reforestadas. En el Cuadro 19.4 se detallan los costos del turno completo para una rotación de 20 años.

Cuadro 19.4. Costos estimados por hectárea para el establecimiento y manejo de una plantación de teca con un turno de 20 años

Año	Actividad	Costos (US\$)
1	Establecimiento	1590
2	Manejo y mantenimiento	621
3	Manejo y mantenimiento	551
4	Manejo y mantenimiento	460
5	Manejo y mantenimiento	390
6	Primer raleo	603
7	Manejo y mantenimiento	355
8	Manejo y mantenimiento	355
9	Manejo y mantenimiento	355
10	Manejo y mantenimiento	355
11	Segundo raleo	669
12	Manejo y mantenimiento	355
13	Manejo y mantenimiento	355
14	Manejo y mantenimiento	355
15	Manejo y mantenimiento	355
16	Manejo y mantenimiento	355
17	Manejo y mantenimiento	355
18	Manejo y mantenimiento	355
19	Manejo y mantenimiento	355
20	Corta final	857
TOTAL		10.001

Fuente: ANAM (2010)

Los costos del Cuadro 19.4 no incluyen la tierra ni la infraestructura (camino internos, drenajes, alojamientos para trabajadores). Dependiendo de la escala de la reforestación, estos costos pueden elevar significativamente el costo total por hectárea. El cálculo de los costos de la mano de obra (jornales) se basa en un jornal de US\$7,00. A diciembre 2011, el costo por jornal considerando todas las cargas sociales (riesgos del trabajador, seguro social) rondaba los US\$14,42.

Los costos de raleo y corta final incluyen marcaje de raleo, corta, desrame y troceo, administración y asistencia técnica.

Tampoco se incluyen los costos de la certificación forestal FSC. Estos costos varían con la escala de la operación; en operaciones de más de 1000 ha, hay que pagar entre US\$2-3/ha al ente certificador para las auditorías anuales y el doble para las evaluaciones (la inicial y luego cada cinco años). Además, para mantener la certificación se requieren actividades complementarias que significan costos adicionales (monitoreo más intensivo, seguridad ocupacional, estudios y auditorías internas en temas sociales, comunales y ambientales). Estos costos pueden representar más que el doble de los pagos al ente auditor autorizado por el FSC.

En general los costos de reforestar con un turno de 20 años como promedio se concentran en los primeros seis años. En los primeros dos años se invierte hasta un 25% del costo total y en los primeros seis años hasta un 40% o más del total.

La cadena de comercialización de la teca en Panamá

En el país la comercialización de los productos de plantaciones forestales se dan como transacciones entre los productores (reforestadores) y el comprador intermediario, que compra la madera en trozas para la exportación.

Los productos provenientes de plantaciones forestales, tanto de raleos como de cosecha final, no son fáciles de comercializar en el mercado nacional debido a las existencias de madera proveniente de los bosques nativos. La comercialización de madera de plantaciones tiene un mejor mercado de exportación. Este mercado ha sido dominado por compradores asiáticos (más que todo, indios) que compran directamente en finca. La India, a pesar de ser el mayor productor mundial de teca, importa más del 80% de la teca comercializada en troza en el mundo.

El precio de la teca en Panamá se fija con base en una serie de normas de calidad que toman en cuenta factores como la edad de los árboles, forma, color, diámetro y longitud de trozas y relación albura duramen. Los compradores internacionales utilizan fórmulas de cubicación que castigan desde un 30% hasta el 50% del volumen real de la madera.

En Panamá existe una gran oportunidad de incorporar la madera de teca al mercado nacional (con un adecuado procesamiento). Además, hay gran necesidad de fomentar y aumentar el valor agregado de las trozas de teca para lograr mejores mercados y precios internos y nuevas opciones de mercado para los reforestadores.

Factores institucionales

En años recientes, la deforestación en Panamá ha provocado la pérdida de grandes superficies de bosques con importantes funciones ecológicas y, por ende, la pérdida de áreas potenciales para el manejo forestal sostenido. Como consecuencia, hay grandes superficies de tierras con diferentes grados de degradación, subutilizadas, semiabandonadas y/o que no cumplen con una adecuada función social y productiva. Esto hace que se esté empezando a sentir un déficit en la provisión de madera de alta calidad proveniente de los bosques nativos.

El 23 de noviembre de 1992, el Estado panameño creó la Ley de Incentivos a la Reforestación (Ley N° 24), con la finalidad de ofrecer a los inversionistas beneficios e incentivos para promover las actividades de reforestación, apoyar al desarrollo del sector forestal, generar empleo rural y promover la recuperación del ambiente. Dentro del marco vigente de escasez de productos de madera, tanto en el ámbito nacional como internacional, problemas ecológicos y poca rentabilidad de otras actividades productivas, como la ganadería de pastoreo y la agricultura tradicional, la creación de esta Ley, con sus beneficios de carácter fiscal, tuvo una buena acogida entre los empresarios nacionales y extranjeros interesados en incursionar en las actividades de reforestación.

Los principales objetivos de los proyectos de reforestación que se desarrollan en Panamá buscan recuperar extensas áreas deforestadas e incorporarlas al proceso productivo nacional, crear empleos en las áreas rurales, propiciar la instalación de industrias de transformación forestal, contribuir al abastecimiento del mercado nacional e internacional de productos forestales y, a la vez, disminuir las importaciones y generar divisas por la vía de la exportación.

A continuación se describen los aspectos institucionales que el inversionista debe considerar al incursionar en proyectos de reforestación en Panamá.

Para el desarrollo de proyectos de reforestación y acogerse a los beneficios de la Ley N° 24, los inversionistas deben inscribirse como persona natural o jurídica en el Registro Forestal que para tal efecto ha habilitado la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). Requisitos necesarios para la inscripción en el Registro Forestal, de las personas naturales o jurídicas que se dedican a la reforestación:

- Memorial petitorio en papel sellado o habilitado con cuatro Balboas en timbres y firmado por la parte interesada, expresando el nombre completo o la razón social, el domicilio y demás generales del solicitante, así como la especificación de la actividad que desarrolla.
- Fotocopia de la cédula, si es persona natural o certificación de la existencia, vigencia y representación legal, expedida por el registro público, si es persona jurídica, y fotocopia de la cédula de su representante legal.
- Paz y salvo de la ANAM.
- Para superficies mayores a dos hectáreas, presentar un plan de reforestación, elaborado por un profesional idóneo en ciencias forestales (original y copia).
- Cuando se trata de superficies mayores a 100 hectáreas, presentar hoja cartográfica a escala 1:50.000.
- Informe técnico de inspección, realizado por la ANAM.
- Título o certificado de propiedad, de derechos posesorios o arrendamientos emitidos por el Registro Público o la Autoridad Nacional de Tierras.
- Programa anual de importación de bienes inmuebles e insumos.
- Para superficies mayores a 50 ha, el promotor del proyecto debe presentar un estudio de impacto ambiental (Decreto Ejecutivo 123 del 14 de agosto de 2009).

La Resolución N° AG 0151-2000 establece los parámetros técnicos mínimos para la presentación del plan de reforestación ante la ANAM. Este plan es un requisito para la inscripción en el Registro Forestal.

Puntos problemáticos que se deben superar

Desde que se promulgó la Ley de Incentivos a la Reforestación han surgido limitaciones, muchas de ellas de carácter financiero, jurídico, de mercados y de carácter institucional que, en vez de promover, incentivar y apoyar la reforestación, han provocado una baja significativa en el desarrollo de nuevos proyectos de reforestación.

A continuación se detallan los principales aspectos que han incidido en el estancamiento de la reforestación en Panamá.

- Las actividades de reforestación se llevan a cabo con recursos propios de los reforestadores. La banca no ha abierto carteras de crédito especiales para la reforestación, y los pocos préstamos que se otorgaron para establecer plantaciones forestales, no se ajustaban a las características de la actividad.
- El reforestador tiene limitadas posibilidades de colocación directa de sus productos en el mercado internacional.
- La industria forestal nacional convencional no se interesa por los productos de plantaciones, por tener una demanda local casi nula y porque su transformación requiere de inversiones especiales. Por lo tanto, se necesita de asistencia para encontrar mercados para estos productos y desarrollar la industria correspondiente.
- Los costos de la tierra para reforestación se han multiplicado, lo que incide en la rentabilidad de esta actividad.
- La seguridad jurídica no se ha fortalecido en lo relacionado a las actividades de reforestación en Panamá. Las modificaciones sufridas por la Ley de Incentivos han provocado una reducción de la actividad.
- La reforestación es considerada una medida de mitigación para contrarrestar la tala indiscriminada de bosques. La mayoría de los proyectos y programas de desarrollo contemplan en su plan de gestión ambiental una medida de compensación o mitigación ecológica que casi siempre es la reforestación de áreas deforestadas. Sin embargo, para el establecimiento de proyectos de reforestación mayores a 50 ha, la normativa actual exige la presentación de un estudio de impacto ambiental (EIA), lo que a todas luces es un contrasentido. Más aún, desde que se presenta un EIA hasta que se aprueba pasan, en promedio, de 5 a 10 meses.
- Para los proyectos de desarrollo de infraestructura (camino, puentes, edificios), la normativa exige la presentación de un informe de cumplimiento de las medidas de mitigación cada seis meses o al final de la construcción de la obra (1-2 años). Para los proyectos de reforestación, el informe de cumplimiento de las medidas de mitigación tendrían que presentarse hasta el turno de la plantación (20 - 30 años). Las resoluciones de los EIA que se emiten indican que el mismo hay que presentarlo cada seis meses. Generalmente las citadas “medidas de mitigación” en los proyectos de reforestación se implementan hasta finales del primero o segundo año de la plantación, pero se sigue exigiendo que se presente un informe

anual. Estos son costos que encarecen muy considerablemente la actividad y no se les ve el sentido.

- Es necesario que se analice y se exoneren de la presentación de EIA, los proyectos de reforestación que utilicen herramientas de gestión ambiental sostenible, reconocidas mundialmente y que cuenten con la certificación correspondiente. En la actualidad algunas empresas reforestadoras mantienen su estatus de buen manejo forestal por medio de la certificación forestal FSC, el cual es reconocido a nivel mundial, como el mayor programa de certificación forestal y el más antiguo.
- Al no implementarse en el contexto de un sistema de extensión y educación, los incentivos propiciaron una percepción errónea de la teca por parte de la sociedad. En muchos casos, la teca es vista como un cultivo negativo que erosiona o envenena la tierra. Es necesario formar conciencia en la ciudadanía en cuanto a la función del árbol de protección y del árbol de producción. El público en general solo ve las funciones de protección y no ve la necesidad de producir recursos naturales renovables para la venta.

Errores en que han incurrido los inversionistas

Un error inicial tiene que ver con la escogencia del sitio/especie y proyecciones de crecimiento y rentabilidad de los proyectos de teca. Las proyecciones de crecimiento de un proyecto de teca deben basarse en las condiciones específicas del sitio: clima (régimen hídrico) y tipo de suelo son fundamentales para lograr un pronóstico realista.

En sitios poco fértiles, con poca profundidad efectiva del suelo (menos de 60 cm), el crecimiento de la teca será pobre y la rentabilidad baja. Pero se han desarrollado proyectos de teca en sitios pobres que prometen a los inversionistas crecimientos posibles en los mejores suelos en cuanto a fertilidad y precipitación anual.

El uso de proyecciones de primer nivel se han utilizado en todo tipo de sitios, sin considerar el suelo y clima; este ha sido un problema con fatales consecuencias. Las preguntas básicas, como ¿cuál es el turno de rotación o cosecha de las plantaciones de teca? o ¿cuál es el volumen a cosechar y de qué dimensiones? solo se pueden responder si se conoce el detalle del sitio (suelo y clima principalmente) donde se establecerá la plantación. Además, es importante tomar en cuenta la accesibilidad y distancia a los mercados.

En muchos casos, la información disponible no relaciona en forma efectiva o satisfactoria el crecimiento proyectado con las condiciones de suelo y clima. Se determina que para “sitios buenos” el crecimiento será “X” y para “sitios medianos” el crecimiento será “Y”. Sin embargo, no se definen las características específicas de un sitio bueno para teca, o uno mediano, o malo. En consecuencia, se ha ofrecido a los inversionistas niveles de crecimiento y rentabilidades imposibles en los sitios a plantar. Otro error es la proyección de crecimientos con base en datos de mediciones de rodales de pocos años, cuando la teca presenta incrementos muy altos y que por su curva de crecimiento bajarán significativamente después del año 10. La escasez de información disponible en cuanto a sitio/especie ha dificultado la elaboración de proyecciones realistas de crecimiento.

Otro aspecto que ha inducido a error es la determinación del precio de la madera de teca. El precio varía muchísimo con el diámetro de las tucas a vender y con la forma de venta (en pie, en el patio de acopio, en el patio de un aserradero, o en el puerto). La edad de la plantación, la relación albura/duramen, el grosor de la corteza, la forma y longitud de las trozas también afectan muy significativamente el precio por metro cúbico de madera de teca. Otro problema cercano es la forma como se mide la madera: dependiendo de la fórmula de cálculo utilizada, el volumen por hectárea de la plantación de teca en pie no es el mismo que el volumen comercial de las trozas ya seleccionadas y cortadas. El tipo de medida y castigos que utilice el comprador puede afectar hasta en un 50% el volumen calculado en pie o antes de cortar los árboles con el volumen que se logra vender.

Referencias

- Agudelo, N. 2008. Método de raleo en plantaciones forestales (en línea). Consultado 30 jun. 2010. Disponible en (<http://educacion-socioambiental.blogspot.com/2008/05/metodos-de-raleo-en-plantaciones.html>).
- ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente). 2010. Guía técnica de la reforestación en Panamá. Panamá, Departamento de Desarrollo y Manejo Forestal, ANAM. 88 p.
- Arias, D; Camacho, P. 2004. Validación del índice de densidad del rodal para el manejo de plantaciones forestales de *Tectona grandis* en el trópico. Cartago, Costa Rica, ITCR. 6 p.
- Barca S.A. 2011. Bases de datos internas de la compañía: Rendimientos de operaciones; medición de parcelas permanentes y temporales. Sin publicar.

- ETE (Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.). 2007b. Mapa de isoyetas anuales (1971-2002). Unesco, CRRH, Hidrometeorología Panamá.
- ETE (Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.). 2007a. Mapa de isothermas promedio anual. Panamá, Unesco, CRRH, Hidrometeorología Panamá.
- Holdridge, LR. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- SSS (Soil Survey Staff). 1999. Soil taxonomy: A basic system for soil classification for making and interpreting soil survey. Utah, US. Department of Agriculture/ Natural Resources Conservation Service. 869 p.

Capítulo 20

Las plantaciones de teca en
América Latina:

¿Comprar estrellas y cosechar
espejismos o un recurso emergente?



Capítulo 20

Las plantaciones de teca en América Latina:

¿Comprar estrellas y cosechar espejismos o un recurso emergente?

Ronnie de Camino

Las plantaciones de teca como recurso mundial y de América Latina

¿Son las plantaciones de teca un recurso emergente en el mundo y en América Latina?

En estas consideraciones sólo se tendrán en cuenta las plantaciones de teca, y no los bosques naturales, puesto que estos últimos tienen restricciones de aprovechamiento en los países de origen de la especie.

Las cifras de referencia para las plantaciones de teca son 3,1 millones de hectáreas¹, de las cuales 242 mil están en América Latina². Sin duda, se trata de un recurso importante y de alto valor. Sin embargo, una visión realista nos dice que la teca representa sólo el 1,66% de todas las plantaciones forestales del mundo y el 2,31% de las plantaciones en América Latina³. A nivel del mundo, los pinos y otras coníferas, eucaliptos y acacias dominan las plantaciones forestales. O sea que no hay que ser excesivamente optimistas ni pensar que la teca lo es todo; hay aun mucho camino por recorrer para

¹ Ver cuadro 2.2

² Ver cuadro 3.2

³ Las cifras de los cuadros 2.2 y 3.2 se compararon con los totales de plantaciones en el mundo y en América Latina que aparecen en <http://www.fao.org/docrep/004/Y2316E/y2316e0b.htm>.

que realmente esta excelente especie se transforme en un recurso forestal emergente. En América Latina se plantan con árboles unas 500 mil ha al año, de las cuales las plantaciones de teca alcanzan entre 20 y 30 mil ha. Es evidente, entonces, que las plantaciones de teca están lejos de ser un recurso forestal emergente y que siguen dominando las plantaciones para uso industrial, como pulpa, papel, tableros y madera aserrada.

Para que la especie realmente se transforme en un recurso de alto valor regional o nacional, y no solo para algunas empresas individuales, hay que aprovechar la gran cantidad de tierras ociosas de las cuales, un porcentaje no despreciable reúne las condiciones para plantar teca. Para acelerar la reforestación con teca, como se analiza en varios capítulos de este libro, es necesario que las plantaciones pasen a tener un valor como recurso forestal manejado a largo plazo y no sólo una inversión especulativa. La plantación, entonces, debe ser interesante para los propietarios de tierras más que para los fondos de inversión.

Aspectos técnicos de las inversiones en plantaciones de teca

¿Se cuenta con las tecnologías necesarias para plantar teca?

En América Latina hay buena tecnología para hacer plantaciones de teca de calidad, pero su uso no necesariamente se ha generalizado entre los reforestadores. Hay buenas semillas mejoradas, hay tecnología de producción clonal de material vegetativo, ha evolucionado el manejo con plantaciones menos densas y con podas y raleos oportunos. Asimismo, se conocen los crecimientos esperables en plantaciones, las necesidades de preparación del terreno para plantar, la fertilización en vivero y el establecimiento de las plantaciones. Se ha progresado mucho en la selección de sitios y hay buenas guías para los técnicos; hay indicadores claros para determinar las deficiencias de nutrimentos y se sabe cómo evitar o reducir la erosión, tanto con el manejo como en la selección de sitios⁴.

Los progresos en mejoramiento genético son considerables; no se justifica que no se use semilla de calidad certificada o clones de árboles plus que han pasado ya por varias selecciones. Se han logrado mejoras en los hábitos de crecimiento, resistencia al viento, productividad, gravedad específica y producción de duramen, color de la madera, crecimiento en suelos marginales y tolerancia a las enfermedades. Se espera

⁴ Capítulos 4 y 5.

que la continuidad de los programas de mejoramiento genético alcance ganancias de hasta 20% en volumen y 25% en calidad. Sin embargo, la mayoría de los programas de mejoramiento genético necesita aún mejorar la base genética local mediante la introducción de nuevas procedencias⁵.

¿Qué hay en cuanto a crecimientos y rendimientos?

La mayor parte de las plantaciones de teca existentes en América Latina son recientes; en general, no tienen más de 20 años. Recién en la actualidad algunas empresas están haciendo cortas finales de plantaciones en un rango de edad de 18 a 25 años. A partir de ahora se podrá empezar a comprobar la exactitud de las proyecciones de crecimiento de muchos autores a nivel de campo. En el Recuadro 7.1 se presentan cifras de rendimientos que van desde 7,84 a 12,6 m³/ha/año. Aunque se basan en densidades altas de plantación esas cifras son realistas, con unos 200 árboles cosechables por hectárea. Se puede esperar más en el futuro, pero es recientemente que se han empezado a usar semillas mejoradas y plantas clonales. Sin duda, las segundas rotaciones plantadas con estos materiales serán más productivas, pero los frutos se verán recién en 15 a 25 años. El desarrollo de numerosos modelos alométricos que están disponibles para determinaciones de volúmenes constituye un buen apoyo para los silvicultores. También proliferan los modelos de crecimiento y productividad; sin embargo tienen una limitación: los datos se proyectan muchas veces a edades en las cuales no hay muestras, por lo que se corren riesgos de estimación de volumen total y crecimiento⁶.

¿Qué tan altos son los riesgos fitosanitarios?

Nunca se sabe bastante sobre los enemigos reales y potenciales de una plantación forestal y menos de una especie como la teca, ya que el incremento de la superficie plantada es reciente. Si bien se han identificado los problemas principales que afectan el follaje, el fuste y la raíz, con la teca, al igual que con cualquier especie vegetal o animal, la susceptibilidad ante un ataque aumenta fuera del hábitat óptimo de la especie. Se corren mayores riesgos si se planta en suelos inadecuados, sea por topografía, altitud, clima o calidad del suelo. La plantación en suelos marginales no sólo vuelve más susceptible a la especie sino que además puede ayudar a la propagación de ciertas enfermedades que aun no han llegado al nivel de plagas.

⁵ Capítulo 5.

⁶ Capítulo 7.

¿Cuáles son las condiciones habilitadoras y barreras para cultivar la especie?

En varios de los países de América Latina hay políticas que favorecen las plantaciones forestales, aunque no específicamente las de teca. En general, hay barreras y condiciones habilitadoras que afectan negativa o positivamente las plantaciones de teca. Sin embargo, hay una tendencia generalizada a desplazar el énfasis de la política, legislación e institucionalidad hacia la preservación y conservación estricta, más que hacia el manejo forestal en general y de las plantaciones forestales en particular.

Aun si de alguna manera se fomentan las plantaciones forestales, a lo largo de toda la cadena de valor no hay un complemento de políticas adicionales que permitan agregar valor, o que fomenten la participación de los dueños del bosque en el usufructo de los eslabones de la cadena que van más allá del bosque. Esto exige un especial cuidado en los proyectos de plantaciones de teca para no cometer errores que desprestigian la actividad y que podrían enrarecer aún más el ambiente habilitador. Sin embargo, las actividades de los promotores de inversiones (que abundan en teca) no son reguladas de forma eficaz ni en el ámbito nacional ni el internacional. En ese sentido, el único regulador que parece tener algún efecto es la certificación FSC (un sistema imperfecto, pero perfectible).

En general se puede decir que las barreras principales al desarrollo del sector forestal y por lo tanto a las plantaciones de teca son los altos costos de transacción del sistema de autorizaciones, registros, permisos de corta, etc. Este es, además, altamente discrecional y genera mucha incertidumbre.

Entre las condiciones habilitadoras se cuentan las organizaciones del sector privado que se preocupan por el fomento forestal; en muchos países, además, hay sistemas de incentivos que pueden ser usados para plantar teca.

Las diferencias entre países son notables en cuanto a la centralización de la toma de decisiones, la independencia política de las autoridades rectoras del sector forestal, la profesionalización de las instituciones públicas, la participación de los actores no gubernamentales en la toma de decisiones, etc. En cuanto a planificación y toma de decisiones, seguridad jurídica, puesta en práctica de políticas y leyes, calidad de la administración forestal, coherencia entre la legislación forestal y el imperio de la ley, eficiencia económica, equidad e incentivos, en los diferentes países existen tanto barreras como condiciones habilitadoras.

Es evidente que, en este sentido, es necesario cambiar los paradigmas de comando y control y la estrategia de arriba hacia abajo, por paradigmas de promoción racional y de abajo hacia arriba.

¿Dañan las plantaciones de teca el medio ambiente? Los argumentos ambientalistas⁷

Cuando se discute sobre usos de la tierra, hay la tendencia entre los movimientos ambientalistas a demonizar las plantaciones forestales, especialmente las de eucalipto, pino y teca. Sin duda hay empresas que no tienen un buen comportamiento ambiental y social, pero eso no tiene que ver con la especie que se haya escogido para plantar. Por otra parte, la comparación lógica de un uso de la tierra debe ser con su uso alternativo y no con el uso ideal desde un punto de vista ecológico. Una plantación de teca instalada en un terreno anteriormente dedicado a la ganadería debe compararse económica, social y ambientalmente con la ganadería y no con el bosque natural.

En años reciente se ha dado una polémica entre los que están a favor y en contra de las plantaciones forestales, y la teca no escapa a esa polémica. Tomemos por ejemplo la biodiversidad: nadie va a argumentar que en una plantación hay más biodiversidad que en un bosque natural, pero sí se podría argumentar que hay más biodiversidad que en un pastizal o en un área agrícola degradada.

Hay argumentos interesantes que deben tenerse en cuenta: a) las plantaciones en general (y por lo tanto las de teca también) suelen funcionar como corredores biológicos y como refugio temporal o de paso hacia bosques naturales para las especies animales; b) sin duda, las plantaciones forestales contribuyen a la mitigación de los efectos del cambio climático por el secuestro de carbono y su fijación a largo plazo en la madera, especialmente las especies preciosas como la teca; c) algunos autores afirman que las plantaciones de teca en pendientes fuertes provocan erosión, de allí la importancia de seleccionar sitios apropiados; d) las plantaciones de teca no tienen sotobosque, pero esa situación se soluciona manejando la densidad del rodal; la tendencia actual es hacia bosques más abiertos (200 árboles/ha a partir de los 10 años); e) no hay evidencias concluyentes de reducción de la fertilidad del suelo bajo plantaciones de teca; más bien se ha comprobado que sus características morfológicas mejoran. Por ende, la fertilidad se puede corregir con cultivos de cobertura.

Finalmente, hay una serie de mitos en torno a las plantaciones en general y de teca en

⁷ Capítulo 10.

particular, pero son generalizaciones basadas en casos extremos; una plantación bien hecha logra contrarrestar la mayor parte de los argumentos negativos. Para deconstruir los discursos negativos en cuanto a las plantaciones forestales se requieren fondos de inversión, empresarios y plantadores que no sólo piensen en los beneficios financieros, sino también en las comunidades, los trabajadores y el ambiente.

La economía de las inversiones de teca

¿Qué tan buen negocio es plantar teca?⁸

Muchos fondos de inversión, inversionistas, dueños de tierra y pequeños y medianos agricultores se dejan seducir por las modas y los discursos triunfalistas y toman la decisión de plantar teca sin antes considerar el posible mercado, los rendimientos de las plantaciones, el manejo que implica una buena plantación, los costos de transacción para plantar, ralear y especialmente cosechar el producto. La carencia de organización de los pequeños y medianos productores de teca hace que la mayoría de las transacciones se generen como iniciativa de un comprador y no en una oferta de los productores. Las empresas más grandes normalmente manejan la comercialización de manera más organizada. Los pequeños y medianos productores venden por lo general en el mercado nacional, aunque numerosos intermediarios de la India están comprando madera en cualquier país y de cualquier dimensión.

Los precios para exportación de madera de teca en rollo varían mucho con el diámetro y la longitud de las trozas: desde US\$122-150/m³ para diámetros medios de 14 cm hasta US\$346-420/m³ para diámetros de 35 a 60 cm. Sin embargo no hay información sistemática de precios de madera, lo que resta transparencia al mercado, especialmente para pequeños propietarios.

Los rendimientos de una plantación de teca varían con la calidad del sitio. Los casos analizados en este libro (11 en total) muestran crecimientos medios de 5,3-24 m³/ha/año. Este es un tema muy delicado, pues normalmente una finca tiene varias calidades de sitios y para calcular rendimientos habría que hacer un promedio ponderado. Los proyectos de teca basados en crecimientos máximos en sitios excelentes han desprestigiado las inversiones en muchos países, pues no logran cumplir con lo ofrecido por los promotores de las inversiones. Otro problema que surge en la comercialización de la teca es que se han inventado formas de medición muy poco apropiadas, con fuertes

⁸ Capítulo 11.

castigos en las medidas y en los defectos, y que operan en contra de los dueños de los bosques. Con frecuencia, los volúmenes se reducen entre 20 y 50% en relación con los volúmenes efectivos. Este es un vicio de comercialización que debe ser erradicado.

Los costos de reforestación y manejo fluctúan, según país, entre US\$1547 y US\$32.741 para rotaciones entre 15 y 30 años (12 estudios). En todo caso, en relación con los costos hay mucho secretismo, especialmente en los proyectos de inversión promovidos a escala internacional. A menudo no se especifica cuáles costos están incluidos y cuáles no; por ejemplo, un costo superior a US\$15.000 es obviamente exagerado o se está pagando un precio demasiado alto por la tierra, lo que pondrá en peligro la rentabilidad de los proyectos.

Las rentabilidades calculadas para una plantación de teca (TIR) fluctúan entre 10 y 19%; esto quiere decir que **la teca es un buen negocio**. Sin embargo, hay que tener cuidado al analizar estas cifras y cerciorarse de que todos los costos estén incluidos, que los rendimientos y los precios sean realistas, basados en rendimientos reales y no en proyecciones optimistas y con poca base.

¿Y los mercados?⁹

Los grandes productores de teca en el mundo producen el 91% del volumen total y son, a la vez, los mayores consumidores. India, Indonesia y Myanmar son los principales productores, principales consumidores y principales importadores de teca. América Latina genera solo el 3% de la producción mundial, pero desde principios de este siglo la compra de madera de teca se ha incrementado en la región, principalmente por intermedio de comerciantes de la India (con licencia del Estado) que compran madera en pie directamente a los dueños de bosques pequeños y medianos. La madera es transportada sin procesamiento a la India y en el puerto mismo es vendida a los industriales locales.

Las empresas latinoamericanas grandes buscan directamente compradores en los puertos de destino, mientras que los pequeños propietarios venden en pie en el lugar de origen, a cadenas de intermediarios constituidas por dos o tres eslabones antes que el producto llegue al puerto de destino. La intermediación se ha transformado en un gran problema, pues no todos los compradores de teca son serios en la medición, precio y pago de las transacciones, lo que se agrava con la poca organización de los dueños de los bosques.

⁹ Capítulo 12.

En cuanto a la agregación de valor a la madera de teca, las posibilidades en América Latina son limitadas. Una fuente de agregación es el manejo forestal para tratar de producir madera de calidad y diámetros mayores; otra es la responsabilidad social y ambiental que se certifica a través del FSC. La certificación implica mayores precios medios por metro cúbico y la lealtad de clientes que requieren madera certificada (China y Vietnam exportan muebles de teca a países europeos que ponen como requisito la certificación). La agregación de valor con procesamiento industrial tiene posibilidades limitadas por los volúmenes de inversión, las dificultades de concentrar cantidades de madera y los costos de mano de obra en países como Vietnam y China, con los que luego hay que competir en los mercados de Norteamérica y Europa. Sin embargo, se estima que esta es una situación transitoria, pues en Asia hay presiones por el aumento de los salarios y prestaciones sociales. Hay varias posibilidades de acción para mejorar la situación, como el manejo forestal, el conocimiento de en qué cadena de valor está operando, la integración horizontal para poder negociar por volumen, la certificación forestal, la integración vertical, especialmente para los mercados nacionales con potencial, y el intercambio de información.

¿Con qué esquemas de manejo, productividad y negocios opera la actividad?¹⁰

Las plantaciones de teca se hacen por motivaciones económicas, lo que está bien y es legítimo, pero también deben tomarse en cuenta motivaciones éticas, ecológicas y sociales.

Sin embargo, es deber de los editores de este libro advertir sobre modalidades inapropiadas que son muy frecuentes: exageración de la productividad, sobreestimación de la calidad de madera en la corta final, uso de factores de medición de madera que castigan al bosque, sobreestimación de los precios, omisión de costos en las ofertas de inversión.

Al invertir en plantaciones de teca se deben tener en cuenta varios elementos, tales como la solidez y reconocimiento del proponente del proyecto (solvencia financiera, moral y técnica), los términos del negocio en los aspectos técnicos, financieros y legales, las garantías, la certificación como garante de la seriedad de las operaciones (aunque en muchos casos se han certificado fraudes), la localización del proyecto (sitio y aspectos estratégicos y logísticos), aspectos silviculturales (material genético, manejo, proyecciones de crecimiento) y análisis de riesgos ambientales, económicos, políticos.

¹⁰ Capítulo 13.

Las ofertas de los promotores se pueden referir a árboles individuales, hectáreas individualizadas, hectáreas de un proyecto, acciones de una compañía anónima. Todos los aspectos y elementos analizados¹¹ deben ser cuidadosamente considerados a la hora de evaluar una oferta.

¿Hay responsabilidad social corporativa en las ofertas de inversión de teca?¹²

En general, se espera que todo proyecto certificado FSC tenga un nivel de responsabilidad social corporativa alto y que se consideren especialmente los principios 1 a 4 (cumplimiento de la ley, legalidad en la tenencia de la tierra, relaciones con las comunidades y relaciones con los trabajadores)¹³. Sin embargo, por lo general la certificación FSC olvida a un grupo importante de actores involucrados: los compradores de árboles, parcelas o acciones. Un proyecto de teca bien pudiera ser certificado FSC y, al mismo tiempo, una estafa ya que en las auditorías de certificación pocas veces se revisan los aspectos financieros de las propuestas y panfletos publicitarios de los oferentes, lo que constituye un vacío muy importante que requiere ser subsanado. En general, en los informes de no conformidad de las auditorías del FSC en plantaciones de teca predominan los aspectos de manejo forestal y los temas ambientales. Hay muy pocos informes de no conformidad de tipo económico y eso se debe a que no se hacen operaciones de certificación financiera ni se consideran los supuestos bajo los que se venden los proyectos; si esto se hiciera, se evitarían muchos fraudes.

¿Cómo llegar realmente a ser un recurso emergente? El problema de los intermediarios¹⁴

Hasta aquí se puede apreciar que las plantaciones de teca, si son hechas y manejadas por entidades responsables, pueden ser un negocio razonable. Sin embargo, es claro que **la teca no es una especie milagrosa que va a hacer millonarios de la noche a la mañana**. Este negocio genera ganancias razonables a un plazo relativamente largo, en comparación con otros negocios como las especulaciones inmobiliarias o financieras.

Hay muchas formas en que los especuladores y promotores inescrupulosos se aprovechan de las pensiones de personas mayores y de inversionistas de buena fe. En general, los promotores que pretenden aprovecharse de los inversionistas tratan de

¹¹ Ver Cuadro 13.1 que orienta sobre los elementos para analizar una inversión y muestra casos concretos

¹² Capítulo 15.

¹³ Algunas certificaciones han sido cuestionadas; se alega que los certificadores no fueron suficientemente rigurosos en la intensidad de consultas, en el caso de grandes empresas reforestadoras que albergan en sus propiedades a veces a cientos e incluso miles de comunidades indígenas.

¹⁴ Capítulo 14.

presentar las cosas de la manera menos transparente posible, con muchos superlativos en lo que ofrecen, pero también con muchos vacíos de información. Así, por ejemplo,

- no hay una definición clara del producto que se va a obtener. En algunos casos, el volumen y los precios se calculan con madera en pie como si fuera madera aserrada, pero sin incluir la inversión industrial.
- no se establece el lugar en donde se pone el producto (en pie, orilla vía, puerto de origen, puerto de destino).
- no es clara la forma de propiedad de lo que se está comprando.

Entre las modalidades de inversión más comunes están la venta de árboles, o de madera en una hectárea, o de la madera y la tierra, o acciones de una compañía anónima. En cualquier caso, es necesario hacer un análisis cuidadoso de todos los supuestos, factores de conversión, propiedad, etc. Mientras más individual es la operación (árbol individual), más alto es el riesgo de un fraude. Aun en el caso más favorable de compra de acciones de una compañía anónima, se debiera hacer una operación de diligencia debida antes de invertir. Ya se mencionaron las exageraciones frecuentes en las ofertas de negocios con la teca: el problema central reside en los intermediarios que pretenden ganar especulativamente y no están interesados en un negocio forestal normal y a largo plazo. Con el fin de hacer más atractivo el negocio forestal, lo adornan con ofertas de visas de residencia en los países donde se reforesta, casas de vacaciones para los socios visitantes, liberaciones de impuestos y otras prerrogativas que no guardan relación con el negocio forestal propiamente dicho.

En ese sentido, los gobiernos debieran revisar las ofertas de negocios forestales en sus territorios: toda propuesta debiera ser certificada FSC; por su parte, el FSC debiera exigir, previo al otorgamiento de la certificación, una propuesta de inversión avalada mediante una auditoría técnica y financiera.

Quién sale a comprar estrellas corre el riesgo de cosechar espejismos

En conclusión, podemos decir que la reforestación con teca es un buen negocio, sea para un pequeño, mediano o gran propietario de tierras o para inversionistas con diferente poder de inversión. En un plazo de alrededor de 20 años, se obtienen rentabilidades más altas que las que ofrece el mercado de inversiones, especialmente en condiciones de crisis financiera como la actual. Con teca se puede tener, a un plazo razonable, la base para una industria forestal, un fondo de pensión en formación, herencia para los hijos o nietos

Sin embargo, cuando se invierte a través de terceros y dada la abundante experiencia de fraudes y estafas en el negocio de la teca es fundamental asesorarse debidamente con una instancia neutral. A los seres humanos nos gusta creer en milagros y aspiramos a ser millonarios lo más rápido posible. Eso no existe con la teca. **No sea que por comprar estrellas, recibamos, más bien, espejismos que dañan a las personas y al sector forestal.**

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros son el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Venezuela, España y el Estado de Acre en Brasil.



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Sede Central, CATIE 7170
Cartago, Turrialba, 30501
Costa Rica

www.catie.ac.cr

