

Compilação de alguns estudos sobre *Tectona grandis* (Teca)

Ênfase para plantio no domínio do Cerrado brasileiro



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 391

Compilação de alguns estudos sobre *Tectona grandis* (Teca)

Ênfase para plantio no domínio do Cerrado brasileiro

Sebastião Pires de Moraes Neto

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
embrapa.br/cerrados
embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da Unidade

Presidente
Lineu Neiva Rodrigues

Secretária-executiva
Alessandra Duarte de Oliveira

Secretária
Alessandra Silva Gelape Faleiro

Membros
*Alessandra Silva Gelape Faleiro;
Alexandre Specht; Edson Eyji Sano;
Fábio Gelape Faleiro; Gustavo José Braga;
Jussara Flores de Oliveira Arbues;
Kleberson Worsley Souza;
Maria Madalena Rinaldi;
Shirley da Luz Soares Araujo*

Supervisão editorial
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Revisão de texto
*Margit Bergener L. Guimarães
Jussara Flores de Oliveira Arbues*

Normalização bibliográfica
Shirley da Luz Soares Araújo (CRB 1/1948)

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica e
tratamento das ilustrações
Wellington Cavalcanti

Foto da capa
Sebastião Pires de Moraes Neto

Impressão e acabamento
Alexandre Moreira Veloso

1ª edição
1ª impressão (2021): tiragem (30 exemplares)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

M827c Moraes Neto, Sebastião Pires de.

Compilação de Alguns Estudos sobre *Tectona grandis* (Teca): ênfase para plantio no domínio do Cerrado brasileiro / Sebastião Pires de Moraes Neto. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2021.

57 p. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, ISSN on-line 2176-5081, 391).

1. Madeira. 2. Teca. I. Título. II. Série.

CDD (21 ed.) 634.97

Autor

Sebastião Pires de Moraes Neto

Engenheiro Florestal, doutor em Ciências Biológicas,
pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Apresentação

A teca é uma árvore com grande potencial econômico e aceitação no mercado nacional e internacional. No Brasil, seu plantio vem crescendo em particular na porção mais ao norte do território. Em sua área de ocorrência natural ocupa áreas entre 8° a 25° de Latitude Norte no Sudoeste da Ásia. Esse intervalo de valores de latitude, apesar de estar localizado na porção Sul, também existe nos domínios do Brasil.

Atualmente, no Cerrado típico brasileiro seu plantio ainda é considerado incipiente, com exceção de plantios no Mato Grosso em áreas de domínio do Cerrado e áreas de transição entre o Cerrado e o Pantanal e o Cerrado com a Amazônia, necessitando experimentos para melhor conhecimento da espécie em outras localidades do Cerrado.

Para adquirir maior embasamento sobre a espécie, existe a necessidade de conhecimentos sobre assuntos como melhoramento, biologia reprodutiva, propagação vegetativa, quebra de dormência das sementes, manejo silvicultural e do solo, pragas, tecnologia da madeira e econômicos. Esses assuntos são tratados parcialmente nesta compilação sobre a teca, esperando preencher algumas lacunas de saber do leitor, estimulando-o a novas pesquisas sobre o tema.

Sebastião Pedro da Silva Neto
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Apanhado geral e condições edafoclimáticas para o plantio	9
Melhoramento, biologia reprodutiva e propagação vegetativa.....	13
Herdabilidade e variabilidade genética	21
Sementes	22
Solos e nutrição.....	23
Crescimento e tratos culturais	29
Pragas (insetos e microrganismos).....	38
Aspectos tecnológicos da teca	40
Aspectos econômicos.....	45
Considerações finais	47
Referências	48

Apanhado geral e condições edafoclimáticas para o plantio

Em 2009, a teca representava 74% da área plantada com madeiras tropicais de alto valor no mundo, o que significa que é a espécie mais importante nesta categoria (Keogh, 2013). No Brasil, os plantios de teca estão situados principalmente em Mato Grosso, Pará, Rondônia e Acre. Segundo Ibá (2016) apud Vendruscolo (2017), o estado do Mato Grosso possui 78% da área plantada com um total de 87,4 mil hectares, em que, no MT, grande parte dos plantios se localizam no Cerrado, faixas de transição entre Cerrado e Pantanal e faixas de transição entre o Cerrado e a Amazônia.

A madeira da teca é muito utilizada na construção de estruturas, pisos, peças torneadas, móveis decorativos, decks, chapas, painéis, postes, dormentes e, especialmente na indústria de construção naval, devido à sua resistência à ação do sol, calor, frio, água de chuva e de mar. Suas propriedades físico-mecânicas caracterizam-se pela facilidade de secagem e estabilidade dimensional, o que possibilita estabelecer a teca como padrão para avaliar as madeiras de todas as outras espécies de folhosas. Além disso, a madeira possui fibras retas e textura mediana que lhe confere facilidade para ser trabalhada e, sua coloração, é marrom e brilhante no cerne e esbranquiçada no albúrnio (Bezerra et al., 2011; Coutinho, 2013; Figueiredo; Sá, 2015).

Matricardi (1989) apud Costa e Resende (2001) relata que a madeira da teca aceita secagem ao ar livre e em estufa, com perdas e depreciações mínimas decorrentes deste processo, tais como rachaduras e empenamentos, em função de seu baixo coeficiente de contração e excelente estabilidade. O seu teor de sílica é variável (superior a 14%), entretanto, apesar disto, permite serragem, aplainamento, desenrolamento e laminação de maneira satisfatória.

Estima-se que florestas naturais de teca cobrem aproximadamente 29 milhões de hectares na Índia, Laos (República Democrática Popular do Laos – PDR), Mianmar (antiga Birmânia) e Tailândia, e que a maior parte das florestas naturais está localizada em Mianmar. A disponibilidade de florestas primárias, onde se obtém produtos de teca de alta qualidade está sob ameaça devido à super exploração e conversão para outros usos da terra. As florestas

de teca plantadas têm atraído grandes investimentos do setor privado na África, Ásia e América Latina. Em termos globais, a teca plantada é a única madeira dura valiosa que é ao mesmo tempo recurso florestal emergente. Florestas plantadas de teca de acordo com várias estimativas cobrem entre 4,35 a 6,89 milhões de hectares, dos quais mais do que 80% crescem na Ásia, em torno de 10% na África, e em torno de 6% na América tropical. A teca é conhecida por exibir uma grande variação geográfica nas características da madeira. Portanto, para produzir teca de boa qualidade em florestas plantadas, programas de melhoramento têm sido estabelecidos principalmente na América Latina e Ásia, focados na seleção de características desejáveis de qualidade da madeira como desempenho de crescimento, tronco reto limpo, cor, grã, textura, estabilidade, resistência e durabilidade. Contudo, é notório que a maioria das florestas de teca plantadas são correntemente estabelecidas usando germoplasma baseado em um número muito limitado de clones, em particular, originados na Costa Rica, Malásia ou Tailândia (Kollert; Kleine, 2017).

A teca ocorre em zonas de clima tropical com chuvas no verão (Figura 1). A vegetação dessas áreas correspondente a este tipo de clima é representada por florestas decíduas e savanas. As plantações de teca bem sucedidas são encontradas em áreas descontínuas com solos férteis, que são solos intrazonais e azonais derivados de calcários, rochas ígneas ricas em bases e materiais aluviais. As árvores dominantes de florestas naturais em áreas de solos zonais sob o mesmo clima são espécies de dipterocarpos decíduos. As condições ótimas do solo para o crescimento da teca incluem boa drenagem, solos profundos, pH ligeiramente ácido a alcalino e abundância de bases, especialmente cálcio (Tanaka et al., 1998).

Webb et al. (1984) descreveram os requerimentos climáticos da teca assim:

- Amplitude de altitude: 0 m–900 m.
- Precipitação anual média: 1.250 mm–3.000 mm.
- Regime de chuva: verão.
- Estação seca: 3–6 meses.
- Temperatura média máxima do mês mais quente: 25 °C–32 °C.
- Temperatura média mínima do mês mais frio: 18 °C–24 °C.
- Temperatura média anual: 22 °C–26 °C.

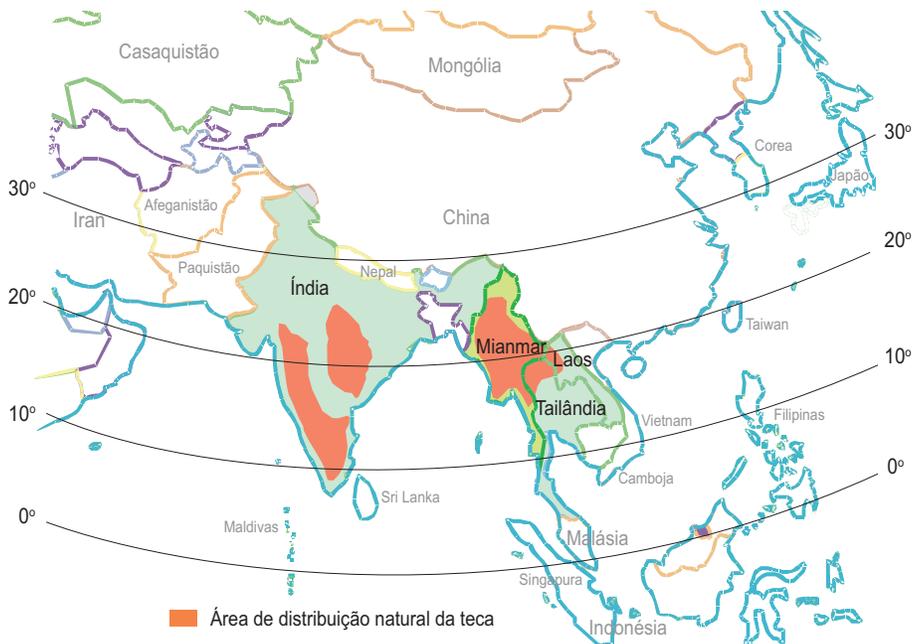


Figura 1. Distribuição natural da teca no continente asiático.

Fonte: Adaptado de Kaosa-Ard (1981) e Tanaka et al. (1998) apud Pelissari et al. (2014).

Na Tabela 1, baseado nos locais de origem e introdução, pode-se observar os limites hídricos (de acordo com o balanço hídrico proposto por Thornthwaite).

Tabela 1. Limites hídricos (Salazar e Albertin, 1974).

Limites hídricos (mm)		
Excesso	Deficiência	Comportamento
100 a 1.000	100 a 900	Bom
0 a 100	900 a 1.700	Ruim
100 a 2.000	0 a 100	Ruim

A formação geológica parece desempenhar papel importante no controle e distribuição de teca. Os solos mais adequados são geralmente derivados de rochas de origem vulcânica como basalto, gnaiss e granítico. Solos derivados de arenitos e quartzitos parecem ser inadequados para o crescimento e

desenvolvimento de teca. A teca é “exigente em luz”. A amplitude de intensidade de luz de 75%–95% da luz do dia parece ser mais favorável para o crescimento e desenvolvimento. O fotoperíodo ou comprimento do dia, especialmente na região tropical, têm menor efeito no crescimento e desenvolvimento da teca (Kaosa-Ard, 1989).

Estudos sobre ecologia das florestas de teca na Índia realizados por Seth e Khan (1958) e Champion e Seth (1968) apud Kaosa-Ard (1989) classificaram as florestas de teca na Índia, correlacionando a quantidade de chuva anual, composição do povoamento e as características da espécie nos seguintes tipos:

- 1) Floresta de teca muito úmida: precipitação acima de 2.500 mm/ano; solos aluviais profundos ou franco sedimentares, frequentemente solos argilosos; porcentagem baixa (<10) de teca; vegetação rasteira perene muito densa; pouca regeneração natural; sem fogo.
- 2) Floresta úmida de teca: precipitação entre 1.600 mm–2.500 mm/ano; solos francos profundos; porcentagem razoável a médio (10–25) de teca; vegetação rasteira densa; regeneração natural, mas irregular; sem fogo.
- 3) Floresta semi-úmida de teca: precipitação entre 1.300 mm–1.600 mm/anos solos moderadamente profundos e francos; média a alta (20–60) porcentagem de teca; vegetação rasteira moderada; regeneração natural razoavelmente adequada; incêndios ocasionais.
- 4) Floresta seca de teca: precipitação de 900 mm–1.300 mm/ano; solos rasos arenosos ou argilosos de baixa plasticidade na superfície; porcentagem alta (50) ou povoamento quase puro de teca; vegetação rasteira leve e irregular; regeneração em grupo ou irregular; incêndios frequentes.

Considerando os parâmetros de pluviosidade e temperatura do Cerrado (Silva et al., 2008; Novais, 2019; Nascimento; Novais, 2020) com as necessidades edafoclimáticas da teca (Webb et al., 1984; Kaosa-Ard, 1989), pode-se inferir que boa parte do Cerrado pode ter aptidão para plantios de teca, com bom rendimento produtivo, dependendo de procedências e clones adaptados a região.

A espécie é fácil de propagar, embora apresente baixa percentagem de germinação necessitando de uma demanda grande de sementes. A espécie possui características pioneiras incluindo crescimento juvenil rápido, o que a torna fácil de plantar e com bom crescimento em locais com clima e solo apropriados. Madeira de boa qualidade pode ser obtida em plantações de teca, contudo, esse atributo, em certo grau, depende da idade (Graudal; Moestrup, 2017).

Melhoramento, biologia reprodutiva e propagação vegetativa

Esforços para avaliar as características de árvores em plantações, a fim de selecionar materiais melhores do que seus pais para culturas ou plantações futuras, são conhecidos como melhoramento genético. A seleção é a ferramenta básica para identificar os melhores indivíduos fenotipicamente: saúde, vigor, (eventual) resistência a patógenos e doenças, desempenho, características físicas, químicas e mecânicas da madeira (Montenegro et al., 2013).

A variação genética é um recurso importante para o melhoramento, mas também para a capacidade das espécies de se adaptarem às condições climáticas futuras. Os altos níveis de variação observados entre as origens genéticas da teca ressaltam a importância do uso inteligente e da conservação dos recursos genéticos da espécie. É importante desenvolver programas de conservação de genes que abarquem todas as partes do reservatório genético, e esses reservatórios podem ser mais explorados e mobilizados para programas de melhoramento. Essa mobilização do reservatório genético pode ocorrer tanto em florestas naturais remanescentes, como também há um recurso *ex situ* significativo em plantações e programas de melhoramento fora da faixa de distribuição natural da teca. Dada a aleatoriedade na formação da variedade local do recurso *ex situ* combinado com o risco de ser geneticamente restrito, o uso não crítico em programas de plantação de variedades locais de origem desconhecida não é aconselhável. O estabelecimento de reservatórios genéticos compartilhados em ambientes de plantação de teca baseados em ensaios coordenados e multilocais de fontes de sementes e clones pode servir ao mesmo tempo ao teste e conservação *ex situ*. Tal es-

forço está atualmente sendo testado para a América Central pela Camcore (relatórios anuais Camcore 2012–2013 apud Graudal; Moestrup, 2017).

O que pode ser melhorado em plantações de teca por meio da genética?

De acordo com Murillo et al. (2013), a experiência com teca indica que as características que podem ser melhoradas são as seguintes:

- Hábitos de crescimento do eixo (retidão do fuste, ramificações, aletas basais, grã espiral, espessura da casca).
- Resistência ao vento, especialmente nos primeiros anos de plantio.
- Produtividade (rendimento e crescimento, diâmetro, altura, área basal, volume).
- Densidade da madeira e formação de cerne.
- Cor da madeira.
- Crescimento em solos marginais (fertilidade, acidez, degradação).
- Tolerância a doenças.

O plantio da teca é realizado por mudas provenientes de sementes e por meio de propagação vegetativa. O plantio da teca via sementes é dificultado por obstáculos sérios como uma produção quantitativa de sementes limitada, capacidade de germinação em geral baixa e variabilidade substancial entre indivíduos, resultando num conhecimento limitado das herdabilidades de características significantes do ponto de vista econômico. Contudo, a propagação vegetativa pode ser aplicada para qualquer indivíduo que não produz sementes férteis, ou porque não entrou no estágio maduro ainda, ou devido a condições ambientais não favoráveis. A seleção de árvores superiores para plantios comerciais clonais é baseada principalmente em características economicamente importantes como vigor, taxa de crescimento, formato do fuste, ramificação e qualidade da madeira, aproveitando os métodos de avaliação não destrutivos (Monteuuis; Goh, 2017).

Na propagação por estacas enraizadas, o enraizamento da primeira geração de material coletado diretamente de árvores superiores é considerado o passo mais crítico, especialmente quando essas árvores possuem idade

suficiente para serem selecionadas de forma confiável para características economicamente importantes. O “método do bastão ou ramo” (*stick method*) colocado em posição deitada em contato superficial com o substrato, mostrado em Akran e Aftab (2009), ajudou a atingir esse objetivo, ou seja, produziu material proveniente de brotações do ramo de árvore madura para produção de estacas. As primeiras estacas produzidas em número reduzido obtidas nesta fase de mobilização foram em seguida, manejadas intensivamente como plantas matrizes antes de se iniciar uma propagação em série. A capacidade de enraizamento adventício do material vegetal aumenta gradualmente com o número de gerações sucessivas de multiplicação. Taxas médias de enraizamento de 70% podem ser obtidas após três ciclos de propagação serial (Monteuuis, 1995; Monteuuis et al., 1995 apud Monteuuis; Goh, 2017).

Esse método é o mais utilizado por ser mais conservador do que a brotação de tocos de árvores selecionadas, pois, por algum motivo, pode não haver brotação e, portanto, existe a possibilidade de se perder a propagação de material superior. Menção especial deve ser feita à técnica de mini-estaca, onde as brotações usadas como estacas e as plantas matrizes são de tamanho reduzido comparado às macroestacas e suas matrizes. Por outro lado, uma limitação das estacas enraizadas é a impossibilidade de sua exportação devido a restrições fitossanitárias, ao contrário das plantas cultivadas em tecidos que são, por definição, livres de patógenos (Monteuuis; Goh, 2017).

Outra forma para propagar vegetativamente material adulto é por meio de micropropagação de segmentos nodais ou meristemáticos para promover rejuvenescimento. Este último produz melhores resultados, apesar de necessitar maior habilidade técnica, sendo o tamanho utilizado do meristema de aproximadamente 0,1 mm, evitando problemas de contaminação que comumente afetam as culturas primárias (Monteuuis et al., 1998; Goh et al., 2007). Em caso de baixa germinação, seja de sementes de matrizes que foram polinizadas controladamente ou mesmo de pomar de sementes clonais, a micropropagação pode ser realizada com a germinação de sementes in vitro (Monteuuis et al., 1998).

Apesar de a utilização do regime de talhadia oferecer riscos, como mencionado, as brotações das cepas são utilizadas para desenvolver um jardim de multiplicação vegetativa com a finalidade de obtenção de estacas, onde a intensidade das coletas e o uso de hormônios e, eventualmente de vitaminas,

é de fundamental importância para o sucesso do enraizamento e o vigor das estacas. Singh et al. (2006) realizaram um trabalho com jardim de multiplicação vegetativa a partir de árvores de teca que foram cortadas aos 5 anos de idade. Observaram que o melhor tratamento para enraizamento das estacas foi a utilização de uma mistura de ácido indol butírico (500 ppm) + 400 ppm de tiamina e a realização de podas duas vezes por ano.

O sistema de acasalamento de uma espécie de planta determina como a informação genética é transferida de uma geração para a seguinte e tem importância fundamental para programas de conservação e melhoramento genético. O padrão de fluxo gênico via dispersão de pólen e sementes influencia fortemente a estrutura genética dentro de uma população. Prabha et al. (2011) usaram marcadores microssatélites em árvores adultas, progênies de sementes e mudas no chão da floresta em região da Índia e observaram que o fluxo gênico por meio de pólen atua a distâncias maiores do que por meio da dispersão de sementes, uma vez que a faixa principal de dispersão de pólen foi de 151 m a 200 m e a dispersão de sementes foi de 50 m a 100 m e, na estimativa da taxa de cruzamento multilocus desta população, mostrou que *Tectona grandis* é predominantemente uma espécie de cruzamento (96,11%).

Na América Latina e no mundo tropical, em geral, a silvicultura clonal em escala operacional já é realidade. Recentemente, esforços importantes estão sendo feitos para avançar para a próxima geração de melhoramento, em que o conhecimento sobre a biologia floral e o manejo do pólen tornam-se questões importantes. Os estudos de fertilidade do pólen são de valor considerável em programas de melhoramento, a fim de determinar a viabilidade do pólen e a germinação em coleções de genótipos, antes de entrar nas atividades operacionais de acasalamento. Hine et al. (2019) aperfeiçoaram os protocolos de análise da qualidade do pólen em termos de viabilidade e germinação de pólen fresco de teca. Os resultados desta pesquisa mostraram que 90% de viabilidade e 28% de germinação podem ser alcançados em grãos de pólen frescos, tanto dentro quanto fora da antera, previamente desidratados em sílica gel por 2 horas a 4 horas (40% e 33% de umidade, respectivamente).

Apesar do grande avanço na reprodução assexuada, num programa de melhoramento, áreas de produção de sementes e pomares de sementes clonais

são procedimentos naturais no processo, e fontes de material propagativo para produtores, onde o cruzamento dos indivíduos depende da sincronia de floração. Então, embora a infusão de variação adicional na população possa parecer razoável, ela poderia agravar o problema de assincronia de floração, o qual tem sido extensamente documentada no caso da teca. Portanto, tanto quanto possível, grande parte dos clones precisam ser retidos durante os desdobramentos genéticos em gerações sucessivas. Também durante o processo de desbaste, o projeto do pomar baseado na fenologia reprodutiva dos clones reduziria bastante as barreiras de acasalamento (Lyngdoh et al., 2013).

Considerações quanto ao melhoramento de teca no Brasil, realizadas por Costa e Resende (2001), ainda valem para os dias atuais. Os autores recomendaram a realização de testes de procedências, progênies e clonais repetidos em alguns locais, visando formar uma rede experimental como base para um programa de melhoramento genético. A partir dessa rede, vários resultados relevantes poderão ser obtidos tais como: produção de propágulos melhorados para os plantios comerciais, ajuste dos materiais genéticos aos diferentes sítios, estudos sobre interação genótipo x ambiente, estudo do controle genético dos caracteres, estabelecimento de uma estratégia segura de melhoramento genético e produção de propágulos melhorados.

Complementarmente, Schuhli e Paluszyszyn Filho (2010) comentam que, no Brasil, antes de iniciar um programa mais amplo de melhoramento, em que haveria inserção de genótipos de locais de origem da espécie e mesmo de programas de melhoramento de outros países sejam os de origem ou não, assim como da Costa Rica, é necessária uma avaliação pormenorizada da variabilidade de genótipos de teca em território nacional. Esse conhecimento é um passo fundamental para a consideração da viabilidade do estabelecimento de um programa de melhoramento genético da espécie. O emprego de novas tecnologias permite esta avaliação (por exemplo, o emprego de marcadores moleculares pode estimar origens e diversidade de genótipos) e orienta a escolha de resgate de genótipos conforme testes de procedência já avaliados. Técnicas recentes de redução do tempo de execução de programas de melhoramento e de aumento de precisão na seleção de genótipos (por exemplo, seleção orientada por marcadores moleculares e mapeamento de locos que governam características quantitativas para emprego em sele-

ção genômica ampla; projetos de transgenia) podem garantir a viabilidade do melhoramento assim como aumentar substancialmente a produtividade dos plantios.

Avanços recentes em genômica e biologia molecular revolucionaram o melhoramento tradicional de plantas com base na avaliação visual do fenótipo: o desenvolvimento de diferentes tipos de marcadores moleculares tornou possível a seleção de genótipos. A seleção assistida por marcador molecular pode acelerar significativamente o processo de melhoramento, mas esse método não se mostrou eficaz para seleção de características complexas em árvores. Um método que se mostra mais apropriado para características complexas é o de seleção genômica, baseado na análise de todos os efeitos de locos de características quantitativas (QTLs) usando um grande número de marcadores moleculares distribuídos por todo o genoma, o que permite melhorar a precisão dos valores reprodutivos de um indivíduo, tendo potencial para acelerar os ciclos de melhoramento e aumentar a intensidade da seleção (Grattapaglia et al., 2018; Lebedev et al., 2020).

Trabalhos de seleção genômica têm sido desenvolvidos na área florestal com resultados promissores, com as seguintes espécies: *Pinus pinaster* (Isik et al., 2016), *Eucalyptus globulus* (Durán et al., 2017), *Eucalyptus grandis* (Cappa et al., 2018) e *Hevea brasiliensis* (Souza et al., 2019).

Especialmente em nível internacional, processos de manipulação genética envolvendo marcadores moleculares e sequenciamento têm sido aplicados em teca para fins de análise de diversidade genética, melhoramento e identificação de genes envolvidos em vias metabólicas de expressões de interesse assim como em estresse hídrico, resistência a herbicidas e pragas, formação de lignina, produção de metabólitos secundários e formação de flores entre outros (Ansari et al., 2012; Vasconcelos, 2015; Huang et al., 2016; Yashoda et al., 2018; Vaishnav; Ansari, 2019; Zhao et al., 2019).

Vindo de encontro aos testes de procedência já avaliados no Brasil, uma série de 48 ensaios internacionais de procedência da teca foram estabelecidos durante 1973–1974. Um total de 75 fontes de sementes (procedências) foram amostradas dentro de oito zonas geográficas ecológicas (regiões das procedências), ou seja: Índia de regiões úmida, semiúmida e seca, Laos, Tailândia e Indonésia, além de introduções na África e América Latina, denominadas

de raças locais (Keiding et al., 1986; Kjaer et al., 1995). No Brasil, com base na avaliação do 17º ano (comparação entre procedências), realizado na Aracruz (Espírito Santo), observou-se a melhora de algumas características morfológicas e de crescimento em relação à avaliação do 9º ano (primeira avaliação) para a mesma procedência, o quadro geral é que as procedências da região tailandesa devem ser consideradas de maneira geral de qualidade superior devido à boa forma do tronco e persistência do eixo terminal (altura do tronco sem bifurcação maior que outras procedências). As procedências da Índia úmida revelaram uma tendência de desempenho abaixo da média na persistência do eixo terminal, mas a forma do tronco melhorou acima da média. Revelaram também galhos finos, e o resultado geral é, portanto, que eles ainda devem ser considerados de alta qualidade nesta região de teste. A única procedência da Indonésia testada melhorou na persistência do eixo, manteve uma razoável forma do tronco e, em geral, manteve seu tamanho de ramo intermediário ou inferior. Essa é provavelmente a mudança mais importante da primeira avaliação, em que a qualidade geral dessa procedência foi considerada abaixo da média. Ainda assim, é importante reconhecer que as diferenças entre as procedências nas várias características diminuíram em geral.

Os primeiros plantios comerciais de teca no Brasil foram oriundos de duas procedências. O primeiro e mais importante na área plantada é da variedade originada de Tennasserim de Myamar e inicialmente plantada em Trinidad e Tobago. O segundo mais importante vem do Sri Lanka e foi plantado inicialmente no Panamá. A necessidade de testes de procedência é corroborada pela superioridade de alguns clones importados. Indivíduos com volume semelhante apresentado por esses clones não são encontrados nas sementes produzidas no Brasil, indicando que devem vir de procedências mais adequadas (Assis; Resende, 2011). Clones procedentes das Ilhas Salomão (material original provavelmente de Mianmar) foram testados no Mato Grosso a partir de 2003, apresentando resultados promissores (Goh; Monteuiis, 2012).

Duas empresas localizadas em Cáceres no Mato Grosso forneceram material seminal e clones para caracterização de diferentes procedências usando marcadores microsatélites por Alcântara (2009) em 60 genótipos, dos quais 33 provenientes de sementes de plantios de teca em Cáceres, 14 correspondentes a clones obtidos em Cáceres e 13 genótipos referentes

a clones de procedências fora do Brasil, sendo estas, Honduras, Malásia, Índia, Indonésia, Costa do Marfim e Ilhas Salomão. Os genótipos de Cáceres apresentaram cem por cento de polimorfismo, seguido pelos clones da Índia com 90% de polimorfismo. Coerentemente com outros estudos em teca, a maior parte da variabilidade genética concentrou-se dentro dos grupos ($H_s = 0,436$). A análise de agrupamento, utilizando índice de Jaccard, indicou a separação dos genótipos em seis grupos distintos: grupo I pertencente ao clone da Indonésia; grupo II possuindo dois clones da Índia; grupo III com os genótipos de Cáceres e dois clones de fora (um da Índia e outro da Malásia); grupo IV possuindo os genótipos de Honduras e Malásia; grupo V com clones da Índia; e grupo VI pertencente aos clones da Costa do Marfim e das Ilhas Salomão, sendo coerente com a análise de coordenadas principais. Para a heterozigosidade média observada (H_o), o valor mais baixo foi registrado para os clones de Cáceres (0,206) e o valor mais alto foi apresentado pelos clones das Ilhas Salomão e da Indonésia (0,444), sendo o valor médio deste índice igual a 0,276.

Para introdução de novas procedências no Brasil é importante ter uma noção do comportamento genotípico e fenotípico nas regiões de origem da teca que podem ser nativas ou introduzidas em regiões fora do seu domínio. Os materiais das regiões de origem nativa Mianmar e Índia merecem atenção especial devido a relatos de clones promissores derivados destes países. Minn et al. (2014) investigaram a variação genética de teca em 16 populações de Mianmar usando dez marcadores microssatélites nucleares. Observou-se dois agrupamentos baseados em distância genética. Contudo, o número de agrupamentos foi melhorado após análise de cada agrupamento separadamente. Portanto, seis agrupamentos genéticos foram observados para todas as populações adultas: três agrupamentos da região Norte e três agrupamentos da região Sul. O estudo indica que populações de teca possuem forte estrutura genética não somente entre regiões (Norte e Sul), mas também dentro de regiões. Detectou-se também correlações positivas e significativas entre distâncias genéticas e geográficas para populações adultas e de regeneração, dentro das regiões Norte e Sul, indicando isolamento por distância. A riqueza alélica foi maior nas populações adultas na região Sul em comparação com as da região Norte.

Utilizando as mesmas procedências do ensaio internacional de números 38 e 01, estabelecido em 1973–1974 para procedências da Índia, Tailândia e Laos, descritos por Keiding et al. (1986), incluindo procedências de Mianmar, Hansen et al. (2015) observaram que as procedências originárias da costa leste semiúmida da Índia tiveram a maior diversidade genética que as do Laos. Na parte oriental da área natural de distribuição, que compreende Mianmar, Tailândia e Laos, houve uma diminuição na diversidade genética quanto mais localizada a leste a procedência. No geral, o padrão da diversidade genética apoia a hipótese de que a teca tem seu centro de origem na Índia, de onde se espalhou para o leste. Após análise de agrupamento por pares, baseado em similaridade de parâmetro de diversidade genética, os autores reuniram as procedências em três grupos distintos, a saber: (1) as oito procedências da Tailândia e Laos; (2) as procedências do interior seco e da costa oeste úmida da Índia; e (3) as procedências do norte e sul de Mianmar com as três procedências da costa leste semiúmida da Índia.

Herdabilidade e variabilidade genética

Estudos sobre a diversidade genética e o nível de diferenciação genética entre as populações das espécies são essenciais para definir os estoques genéticos e subsidiar políticas de exploração e manejo desses recursos, bem como traçar estratégias de conservação em escalas regional e geográfica (Cruz, 2005). A proporção genética da variabilidade total é denominada herdabilidade. No sentido restrito, herdabilidade é a proporção da variabilidade observada em razão dos efeitos aditivos dos genes (Borém; Miranda, 2009).

Murillo et al. (2013) observaram controle genético com larga variação genética para diâmetro, altura e volume comerciais, em herdabilidade de família senso restrito variando de 0,25 a 0,5. Resultados similares foram encontrados em programas de melhoramento asiáticos para características de crescimento. Por outro lado, um controle genético forte foi reportado para características da madeira, assim como gravidade específica, formação de cerne precoce e cor do cerne (Moya et al. 2013).

O conhecimento da herança genética e da variação entre clones de caracteres que refletem a qualidade da madeira são fundamentais em um programa de melhoramento. Moya et al. (2013) estudaram a herdabilidade de

clones de teca de 10 anos de idade. Observaram que algumas propriedades da madeira evidenciaram forte controle genotípico em todos os locais. As estimativas mais altas de herdabilidade de sentido amplo foram para porcentagem de medula, teor de umidade verde, gravidade específica, retração tangencial (RT) e volumétrica (RV), as coordenadas de cores L* (claridade), a* (avermelhamento) e b* (amarelamento) e rigidez da madeira (stiffness). Valores baixos de herdabilidade e não significativos foram para porcentagem de cerne (PC), porcentagem de casca, densidade verde, retração radial (RR), coeficiente de anisotropia (RT/RR) e resistência ao apodrecimento de alborno e cerne para *Trametes versicolor* e *Pycnoporus sanguineus*. No entanto, a PC mostrou interação significativa entre clone x sítio.

Sementes

Para a conservação da viabilidade das sementes colhidas as condições de armazenamento são fundamentais. A semente de teca tem uma casca dura que permite seu armazenamento por um certo tempo. No entanto, é comum encontrar bancos de sementes ou germoplasma climatizados que ampliem significativamente a viabilidade das sementes. Sementes de teca podem ser armazenadas em condições secas sem controle de temperatura durante o primeiro ano após a coleta. Todavia, a experiência indica que os níveis de germinação são reduzidos se a semente for armazenada nessas condições por períodos mais longos. Por essa razão, armazenar sementes por longos períodos requer condições de armazenamento com temperaturas entre 0 °C e 5 °C e umidade abaixo de 50% (Montenegro et al., 2013).

As sementes de teca necessitam de procedimentos especiais para a quebra de dormência. Slator et al. (2013) observaram que a dormência mecânica é um fator importante na germinação deficiente da teca e, que a mesma, é decretada por válvulas no diásporo que devem ser destacadas pela pressão do potencial de crescimento da semente em germinação (Figura 2). Para superar a dormência das sementes pode-se aquecê-las, utilizar um coletor solar (solarizador) ou uma estufa (80 °C por 6 ou 12 horas) e, promover a imersão em ácido sulfúrico por três minutos, em suma, técnicas que podem aumentar a germinação das sementes (Dias et al., 2009; Rocha et al., 2011; Soares et al., 2017). Uma variante no método de aquecimento em estufa (80 °C por

12 horas) é a imersão em água corrente por 6 horas após o aquecimento (Vieira et al., 2009). Na Índia, também é usado um método onde as sementes são embebidas em água por 72 horas e, em seguida, colocadas em leitos escavados na terra, previamente umedecidos e cobertos com aproximadamente 15 cm de solo (Billah et al., 2015) por 5 dias em condições úmidas. Diferentes procedências podem também ser fator de maior ou menor germinação (Dhaka et al., 2017).

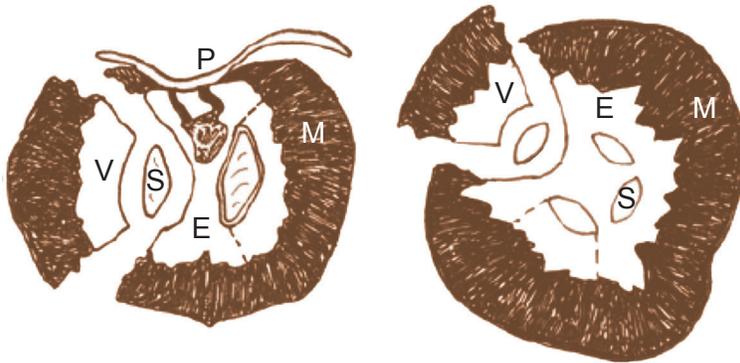


Figura 2. Seções longitudinal e transversal do fruto da teca.
E-endocarpo, L-lóculo, M-mesocarpo, P-poro, S-semente, V-válvula.

Fonte: Slator et al. (2013).

Solos e nutrição

Os solos das áreas classificadas como aptas ao cultivo de Teca, de acordo com Brasil (1997) apud Kreitlow et al. (2014), pertencem a seis classes: Latossolo Amarelo distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo álico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico. As diferenciações dos solos eutróficos, mais favoráveis para o desenvolvimento da cultura, e distróficos estão na saturação por bases. As limitações químicas são passivas de correção, dentro do nível tecnológico de manejo da região (Kreitlow et al., 2014).

Na Tabela 2, mostram-se características do solo associadas à produtividade de teca no Brasil. Os números de 1 a 9 indicam o ranking de importância relativa de cada fator.

Tabela 2. Características do solo associadas com a produtividade de teca no Brasil. Os números de 1 a 9 indicam o ranking de importância relativa de cada fator.

Fator do solo/ Elemento*	Unidade**	Categoria de solo relacionada a performance de crescimento (m ³ /ha/ano)			
		Ótimo (15–20)	Bom (10–14,99)	Marginal (5–9,99)	Inapropriado (<4,99)
(1) Ca	mEq/100 g	>4,0	1,5–3,9	0,5–1,59	<0,49
(2) Al	mEq/100 g	0,0	0,0–0,2	0,21–1,0	>1,0
(3) MO	%	>4,0	2,5–3,99	0,8–2,49	<0,80
(4) Ca + Mg	mEq/100 g	>6,0	2,5–5,99	0,8–2,49	<0,8
(5) Argila	%	35–45	15–35 e 45–55	5–15 e 55–65	<5 e >65
(6) K	ppm	>120	40–120	15–40	<15
(7) P	ppm	5–10	3–5	1–2,99	<0,99
(8) Mg	mEq/100 g	2,0–4,0	1,0–1,99	0,3–0,99	<0,3 e 4,0
(9) Profundidade solo	cm	>120	60–119	30–59	<30
S	mEq/100 g	>8	4–8	2–4	<2
CTC	mEq/100 g	>10	4–10	2–4	<2
Areia	%	55–65	68–85 e 45–55	89–95 e 45–35	<5 e >95
pH (H ₂ O)	-log ₁₀ [H ⁺]	6,2–7,2	5,5–6,1	4,5–5,4	<4,5

* Ca (Cálcio), Al (Alumínio), MO (matéria orgânica, Mg (Magnésio), K (Potássio), P (Fósforo), S (Enxofre), CTC (capacidade de troca catiônica total). ** mEq/100 g = miliequivalentes por 100 g de solo, ppm=partes por milhão, [H⁺]=concentração de hidrogênio em mol/L. Fonte: Adaptado de Matricardi (1989) apud Jerez-Rico e Coutinho (2017).

Para se atingir níveis apropriados de nutrientes para o bom desenvolvimento da teca, há a necessidade de se realizar calagem e adubação. Gama et al. (2020) propuseram o seguinte manejo para correção do solo: podendo ser utilizada a seguinte equação: $NC = (Y \times Al) + [2 - (Ca + Mg)]$ em que: NC = necessidade de calcário, em t/ha, com PRNT = 100%; Al^{+3} = Alumínio trocável no solo, em $cmol_c/dm^3$, obtido na análise do solo; $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ = teor de cálcio mais magnésio, em $cmol_c/dm^3$, obtidos na análise do solo. O valor Y é uma variável em função da textura do solo: Y = 1,5 para solos de textura média (até 35% de argila). Y = 2 para solos argilosos (35%–60% de argila). Y = 3 para solos muito argilosos (>60% de argila). A aplicação do calcário deve ser feita em área total, quando realizada antes do plantio. Para calagem, na fase de manutenção do plantio, a aplicação deve ocorrer em faixas, que dependerão da largura das entrelinhas de plantio e do implemento distribuidor de corretivo. As quantidades de nitrogênio (N), P_2O_5 e K_2O utilizadas no programa de adubação da teca (Tabela 3) são recomendadas com base na análise química do solo. A adubação fosfatada de plantio pode ser aplicada por até duas fontes: (a) dose necessária de P_2O_5 por fonte solúvel (superfosfato triplo ou superfosfato simples) no plantio; (b) dose necessária, com parte do P_2O_5 sendo aplicado na forma de fosfato natural reativo, durante subsolagem, e o restante por fonte solúvel associada ao N e K_2O , em até 10 dias após o plantio das mudas. Para qualquer uma das situações acima, aplicar 30 g por planta de FTE BR-12. Após o plantio, as adubações com N e K_2O devem ser divididas em três parcelas, com fontes solúveis.

Tabela 3. Recomendação de adubação nitrogenada, fosfatada e potássica para a teca, em função da análise de solo.

Época	N (kg/ha)	P no solo ($mg\ dm^{-3}$) ⁽¹⁾			K no solo ($mg\ dm^{-3}$) ⁽¹⁾		
		0–5	6–10	11–15	0–30	31–60	>60
		P_2O_5 ($kg\ ha^{-1}$)			K_2O ($kg\ ha^{-1}$)		
Plantio (até 10 dias)	20	80	50	20	40	30	20
Cobertura (3 a 4 meses)	40	60	40	20	40	30	20
Manutenção (12 meses)	40	60	40	20	40	30	20
Manutenção (24 meses)	40	50	30	10	40	30	15

⁽¹⁾ Extrator Mehlich 1.

Fonte: Gama et al. (2020).

Quando o teor de fósforo (P) no solo for superior a 15 mg/dm^3 e o de potássio (K) for 50% maior do que o limite superior estabelecido na Tabela 3, recomenda-se não adubar com esses nutrientes.

O adequado manejo nutricional é condição necessária à obtenção de altas produtividades, bem como da sustentabilidade da produção de florestas plantadas em condições tropicais (Oliveira, 2003). Uma das formas para o manejo nutricional é o método que se baseia nas quantidades de nutrientes demandadas pelas árvores para a obtenção de determinada produtividade e o suprimento de nutrientes pelo solo (balanço nutricional). Esse método usa como parâmetros dados dendrométricos em povoamentos de diferentes idades, a produção de biomassa e sua partição nos componentes das árvores e serapilheira, bem como os conteúdos, a partição e eficiência de utilização de nutrientes nos diversos compartimentos da árvore. Também são utilizadas as propriedades físicas e teores de nutrientes disponíveis em diferentes camadas de solo (Oliveira, 2003; Behling, 2009). Esses autores detalharam esse procedimento para a teca.

Um exemplo de extração de nutrientes em diversos compartimentos foi exposto por Fernández-Moya et al. (2015) a nível de talhões para teca, em que na média de talhões de boa produtividade, com 150 plantas por hectare, aos 19 anos de idade, acumulou (kg ha^{-1}) no fuste, casca, galho e folhagem: 405 de N, 661 de Ca, 182 de K, 111 de Mg, 33 de P, 53 de S, 9 de Fe, 0,47 de Mn, 0,22 de Cu, 0,92 de Zn, 1 de B; enquanto a exportação esperada de nutrientes pela colheita de madeira (fuste e casca) é (kg ha^{-1}) 220 de N, 281 de Ca, 88 de K, 63 de Mg, 23 de P, 39 de S, 6 de Fe, 0,13 de Mn, 0,10 de Cu, 0,21 de Zn e 0,40 de B.

O conhecimento das características do sistema radicular auxilia na definição de práticas de preparo de solo e fertilização (local e época de aplicação) e é fundamental para o entendimento e avaliação da magnitude de processos ecofisiológicos básicos, principalmente aqueles relacionados com a nutrição mineral e o balanço hídrico das árvores (Gonçalves; Mello, 2000 apud Behling et al., 2014). Esses autores observaram em experimento com teca de 90 meses em espaçamento $2,4 \text{ m} \times 3,0 \text{ m}$ que a biomassa total de raízes finas e médias foi de 1.335 kg ha^{-1} e 1.258 kg ha^{-1} respectivamente, e 56,2% das raízes finas e 44,4% das raízes médias concentram-se nos primeiros 20 cm do solo. Verificaram também que a quantidade total de nutrientes nas raí-

zes (finas, médias e grossas) na camada de solo estudada (0 cm–60 cm), em ordem decrescente, foi $K > Ca > N > Mg > P > S$ e que o fósforo e o enxofre são os nutrientes com maior eficiência de utilização para formação de área radicular.

Solos ácidos são limitantes de plantios de teca. Contudo, se forem corrigidos e conduzida uma fertilização correta podem ser produtivos para a cultura. Na China, as plantações de teca foram principalmente estabelecidas e expandidas em solos ácidos a severamente ácidos. Para contornar esse problema, deve-se reconhecer e entender melhor a relação entre o crescimento e o conteúdo de nutrientes na folhagem e no solo bem como estabelecer normas de nutrientes, para o manejo ideal dessas plantações. Zhou et al. (2017) estudaram a concentração de nutrientes foliar e a química do solo em 19 plantações representativas de teca com idades entre 5 e 8 anos. Observaram que o incremento médio anual do volume foi linear e positivamente correlacionado com as concentrações foliares de N, Ca, Fe e B e, no solo, com porcentagem de saturação por bases, concentrações disponíveis de P e Zn e negativamente correlacionadas com a concentração de Al. Recomendaram, para um melhor manejo das plantações de teca em solos vermelhos lateríticos ácidos, a aplicação em intervalos regulares dos fertilizantes P, Mg e Ca; e o Zn do solo foi considerado um microelemento essencial que afeta o crescimento da teca devendo receber atenção especial.

Com o objetivo de investigar as variáveis que controlam a produção de teca e estabelecer diretrizes para a seleção de sítios de produtividade alta no Oeste africano, Drechsel e Zech (1994) observaram, que dependendo da idade do talhão, solo e região, entre 70% e 90% da variação no crescimento da árvore poderia ser explicado pelo suprimento de nitrogênio, profundidade do solo para disponibilidade das raízes e precipitação. De acordo com um sistema integrado de recomendação e diagnose (DRIS), os nutrientes mais deficientes foram o N, Ca e P, enquanto, em 45% dos talhões, houve um excesso relativo de Al. Os seguintes valores de referências para concentrações de nutrientes foliares suficientes com respeito a talhões com sítios de produtividade alta foi sugerido por Drechsel (1992) apud Drechsel e Zech (1994) na área de pesquisa: mais do que 150 ppm–160 ppm de P total na profundidade de solo de 0 cm–10 cm, mais de 50% de Ca na capacidade de troca catiônica (CTC) de 20 cm–30 cm, mais de 15%–20% de Mg na CTC efetiva de 0 cm–10 cm e pelo menos 2,0 ppm de Zn (EDTA) na profundidade de 0 cm–10 cm.

No processo de fertilização do solo, a forma como se distribui o material (adubos e corretivos), os nutrientes aplicados e as fontes dos nutrientes representam papel importante no manejo da plantação. Por outro lado, a maneira como se comportam, em termos de crescimento, duas ou mais espécies arbóreas em plantio misto (pode haver diversos tipos de arranjos entre as espécies) no mesmo local, também é de interesse para os produtores. Pinto e Rodigheri (2001) avaliaram o crescimento de teca e mogno americano plantados um em cada linha, com diferentes níveis de adubação fosfatada e, o preparo do solo, foi feito através de uma aração e duas gradagens tratorizadas. As covas foram abertas manualmente nas quais foram incorporados 1 kg de calcário dolomítico e 5 L de esterco curtido de curral. Observaram que o melhor desempenho, após quatro anos, das duas espécies, ocorreu com adubação de 300 g/cova de superfosfato simples e, o crescimento médio, foi de 7,9 m³/ha/ano para a teca e 5,5 m³/ha/ano para o mogno.

Uma forma de avaliar se a planta está saudável nutricionalmente, além de mostrar bom crescimento, é através da análise foliar. Na Tabela 4, mostra-se a interpretação de níveis foliares de nutrientes em plantações de teca. Observa-se que a concentração foliar adequada de Ca está entre 0,72% e 2,20%, a de N entre 1,52%–2,78%, a de P entre 0,14%–0,25%, a de K entre 0,80%–2,32% e a de Zn entre 20 mg/kg–50 mg/kg.

Tabela 4. Interpretação de níveis foliares de nutrientes em plantações de teca.

Elemento	Deficiente	Marginal	Adequado	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	0,55–0,71	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

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Elemento	Deficiente	Marginal	Adequado	Alto
Al (mg/kg)			85–320	340–480
B (mg/kg)			15–45	

Fonte: Adaptado de Drechsel e Zech (1991) e Boardman et al. (1997) apud Alvarado e Mata (2013).

A nutrição correta na formação de mudas é passo importante dentro do manejo e a análise visual da deficiência de elemento nutriente ajuda na correção nutricional. Locatelli et al. (2006) realizaram estudo para caracterizar os sintomas visuais de deficiência de macro e micronutrientes em mudas de teca. Mostrou-se, com fotos e descrição, os sintomas das deficiências de N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn por meio de experimento com solução nutritiva completa e com elemento faltante.

Crescimento e tratos culturais

A teca é considerada uma árvore de crescimento médio a rápido, que pode atingir grandes dimensões; embora indivíduos com mais de 2 m de diâmetro e alturas de 60 m tenham sido relatadas, esses são casos excepcionais. Nas plantações de sementes, as árvores dominantes podem atingir em média 70 cm de diâmetro e 40 m de altura em 50 a 80 anos, mas aos 40 anos, as árvores maiores raramente ultrapassam 35 m de altura e 60 cm de diâmetro. Em bons locais e com práticas apropriadas de estabelecimento e manejo, em estágios jovens, o crescimento em altura é rápido (de 3 m/ano a 6 m/ano), diminuindo após os 15 anos. O incremento em diâmetro atinge 3 a 6 cm quando a idade é de 3 a 6 anos. O volume das árvores aumenta exponencialmente ao longo de vários anos, mas o volume máximo de madeira em tora com casca raramente excede 2,5 m³ por árvore (50 cm DAP e 20 m de fuste). No nível do talhão, as restrições de densidade impõem limites ao tamanho máximo e ao número de árvores que um local pode suportar (por exemplo, a área basal do talhão pode atingir um máximo de cerca de 55 m²/ha). A produtividade do talhão de teca é geralmente avaliada estimando-se o rendimento total em volume (m³/ha) ou incrementos médios anuais em volume, ou seja, volume total de povoamento dividido pela idade da plantação (IMAV em m³/ha/ano).

Para a teca, IMAV de 15 m³/ha/ano–20 m³/ha/ano são considerados excelentes; enquanto que o IMAV abaixo de 6 m³/ha/ano está no limite inferior para plantações lucrativas (Kollert; Cherubini, 2012 apud Jerez-Rico e Coutinho, 2017). No entanto, em plantações de teca, o IMAV deve ser interpretado com cautela e acompanhado de informações adicionais, pelo menos da média da DAP e da idade das árvores, uma vez que os rendimentos de volume são afetados pela densidade do povoamento. O IMAV alto pode estar associado a pequenos diâmetros médios de árvores, ou seja, é fácil obter incrementos de alto volume por hectare em plantações não desbastadas (Jerez-Rico; Coutinho, 2017). Na Tabela 5, são mostrados o crescimento de plantações de teca de diferentes idades e espaçamentos no domínio do Cerrado e as transições deste com os domínios do Pantanal e da Amazônia.

No estado de Mato Grosso, a espécie tem demonstrado um incremento que varia de 3 cm a 5 cm de diâmetro por ano, com média de altura chegando aos 8 m no segundo ano de idade. Cabe ressaltar que essa produtividade é superior àquela observada em vários países de origem e de introdução da espécie. Portanto, com a escassez de madeiras nativas nobres, a teca despenha-se como uma espécie tropical produtora de madeira de alto valor comercial que poderá responder pela demanda do segmento do setor madeireiro no país em um futuro não muito distante (Costa; Resende, 2001).

A desrama é um processo primordial quando se objetiva madeira de qualidade sem nós. Vieira et al. (2010) em experimento com teca, implantado em um espaçamento de 3 m x 3 m, realizaram diversas intensidades de desrama em relação à altura das plantas aos 21 meses de idade. Observaram que o crescimento em diâmetro não foi afetado, comparativamente à testemunha sem desrama, quando se aplicou desrama até a altura de 50% da planta.

O usual nas plantações florestais comerciais são espaçamentos de 3 m x 3 m, 3,5 m x 2,8 m ou 4 m x 2,5 m. No entanto, durante muitos anos, foi plantada em um espaçamento de 3 m x 3 m para uma densidade de plantação de 1.111 árvores, uma vez que foi assumido que o indivíduo precisa de 9 m² para crescer. Com o melhoramento genético e o aumento da qualidade das sementes, além dos testes de densidade e espaçamento, trabalha-se agora com densidades de 600 a 800 árvores por hectare (Alvarado; Mata, 2013).

Tabela 5. Dados de crescimento de Teca (*Tectona grandis*) em função de algumas características das áreas experimentais no domínio do Cerrado ou em transições entre Cerrado e Pantanal e Cerrado e Amazônia.

Idade (meses)	Espaçamento inicial (m)	Altura média (H) ou dominante (Hd)	DAP (cm)	Volume (m³/ha) ou (m³/árv)	G (m²/ha) ou \bar{G} (m²/árv)	Latitude Sul/ Longitude Oeste	Altitude (m)	Temperatura média anual (°C)	Precipitação anual (mm)	Solo
22 ⁽¹⁾	8 tipos de espaçamento	n.i. *mudas toco	n.i.	10,3 m³/ha a 25,2 m³/ha	3,1 a 7,0 (m²/ha)	16°11'42"S 57°40'51"O	117	24,0	1.277	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico
50 ⁽²⁾	3,5 x 3,5	11,1 (clone) 10,7 (semente)	16,8 13,4	n.i.	18,24 m²/ha 11,88 m²/ha	15°29'40"S 58°34'22"O	215	23,0	1.650	Cambissolo Háplico Tb Eutrófico Léptico
63 ⁽³⁾	2,2 x 3,0	15,4	13,9	134,04 m³/ha		15°56'58"S 55°39'52"O	141	25,9	1.213	Argissolos Vermelho amarelo Eutrófico Típico e Distrófico Típico
60 ⁽⁴⁾ 48 ⁽⁴⁾	3,0 x 3,0 3,0 x 2,0	10,4 8,0	12,3 8,1	n.i.	12,99 m²/ha 9,37 m²/ha	15°46'30"S 56°20'44"O	232	24,0	1.750	Planossolo Háplico Eutrófico
36 ⁽⁵⁾	4,0 x 2,0	8,54 (clone) 7,59 (semente)	8,59 6,81	n.i.	n.i.	15°24'27"S 58°45'56"O	300	24,0	1.500	Cambissolo Háplico Tb Eutrófico Léptico
48 ⁽⁶⁾ 60 ⁽⁶⁾	3,0 x 3,0 ≈18 m²	7,84 9,96	9,87 14,14	0,0340 m³/árv 0,0689 m³/árv	0,0085 m²/árv 0,0162 m²/árv	11°40'13"S 55° 16' 43"O	340	25,4	1.801	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura arenosa
48 ⁽⁷⁾	4,0 x 2,0	10,72 (clone) 8,59 (semente)	11,44 8,27	n.i.	n.i.	15°24'27"S 58°45'56"O	300	24,0	1.500	Cambissolo Háplico Tb Eutrófico
62 ⁽⁸⁾	3,0 x 4,0	16,5 (clone) 13,8 (semente)	21,2 16,2	162,8 m³/ha 100,0 m³/ha	21,9 m²/ha 15,9 m²/ha	14°37'10"S 57° 29' 25 "	400	24,0	1.850	Solo muito argiloso (79-82% de argila)

Continua...

Tabela 5. Continuação.

Idade (meses)	Espaçamento inicial (m)	Altura média (H) ou dominante (Hd)	DAP (cm)	Volume (m ³ /ha) ou (m ³ /árv)	G (m ² /ha) ou \bar{G} (m ² /árv)	Latitude Sul/ Longitude Oeste	Altitude (m)	Temperatura média anual (°C)	Precipitação anual (mm)	Solo
62 ⁽⁶⁾	3,0 x 4,0	14,9 (clone) 10,2 (semente)	17,3 11,4	136,9 m ³ /ha 39,1 m ³ /ha	20,4 m ² /ha 8,2 m ² /ha	14°37'10"S 57° 29' 25"O	400	24,0	1.850	Solo arenoso (61-68% de areia)
29 ⁽⁹⁾	3,0 x 2,4	10,7	10,6	68,12 m ³ /ha	12,94 m ² /ha	14°04'38"S 57°03'45"O	387	24,0	1.750	Latossolo Roxo
90 ⁽¹⁰⁾	3,0 x 2,4	18,8	21,8	0,31 m ³ /árv 199,64 m ³ /ha	0,0346 m ² /árv 22,3 m ² /ha	14°44'47"S 57°52'23"O	287	24,0	1.750	Argissolo Vermelho eutrófico
108 ⁽¹¹⁾	3,0 x 2,0	14,1 (Hd)	15,2	n.i.	n.i.	15°56'S 55°39'O	141	25,9	1.450	Argissolo Vermelho Amarelo
396 ⁽¹¹⁾	2,0 x 2,0	25,3 (Hd) mudas toco*	44,2	n.i.	n.i.	15°29'S 58°34'O	185	25,0	1.750	Solos profundos bem drenados
36 ⁽¹²⁾	3,0 x 3,0 teca + milho + café	8,9 (semente)	9,3	0,0398 m ³ /árv	0,0068 m ² /árv	18° 32'15"S 42° 05' 04"O	250	25,6	1.250	n.i.

⁽¹⁾Passos et al. (2006); ⁽²⁾Miranda (2013) e Wikipédia; ⁽³⁾Almeida (2005), Almeida et al. (2010) e Wikipédia; ⁽⁴⁾Caldeira e Castro (2012) e Wikipédia; ⁽⁵⁾Vendruscolo et al. (2013) e Wikipédia; ⁽⁶⁾Garcia (2006) e pt.climate-data.org; ⁽⁷⁾Motta et al. (2016); ⁽⁸⁾Smit et al. (2011); ⁽⁹⁾Oliveira (2003); ⁽¹⁰⁾Behling (2009); ⁽¹¹⁾Vendruscolo (2017); ⁽¹²⁾Almeida et al. (2018); *mudas toco: mudas no qual poda-se o caule, deixando cerca de 3 cm acima do colo (Figueiredo, 2005).

Ultimamente, espaçamentos mais largos de 3,5 m x 3,5 m ou 4,0 m x 4,0 m e mesmo de 5,0 m x 4,0 m (816-625-500 árvores por hectare) são recomendados para plantios de teca na América Central e no Brasil (Malmstrom, 2013 apud Jerez-Rico; Coutinho, 2017). No entanto, muitos produtores continuam usando altas densidades (1.111 a 1.667 árvores por hectare). Os arranjos espaciais devem considerar os efeitos no crescimento das árvores e a flexibilização das futuras operações de manutenção e gerenciamento. O espaçamento estreito é apropriado se os produtores não puderem garantir plântulas de boa qualidade ou práticas de preparação do local. A expectativa é compensar a mortalidade das árvores, a má forma/árvores pobres em crescimento e a redução da necessidade de capina devido ao fechamento mais rápido da copa. No entanto, um espaçamento estreito exigirá um primeiro desbaste intenso precoce para evitar a redução no incremento de diâmetro devido à competição entre árvores. Espaçamentos mais largos são recomendados para a produção de toras de grande dimensão em menor tempo e para a redução de custos na aquisição de plantas e preparação do local. No entanto, o controle de ervas daninhas e a poda precoce serão necessários. Sem mudas melhoradas, problemas como raízes tabulares e o início da bifurcação são comuns (Jerez-Rico; Coutinho, 2017).

Nas plantações de teca com espaçamentos maiores, se não for deixado alguma cobertura no terreno pode haver erosão, tanto pelas clareiras não preenchidas pelo dossel do plantio como pelos pingos que escorrem das folhas e caem no chão (Alvarado; Mata, 2013). O uso de alguma gramínea ou planta herbácea fixadora de nitrogênio, intercalado no plantio, pode amenizar essa ameaça.

Na operação de desbaste para a obtenção de árvores com maiores diâmetros e a eliminação de árvores suprimidas são utilizados como parâmetros idade, a altura média do povoamento e a área basal do talhão (ABT). De maneira geral, as duas últimas são mais confiáveis. O primeiro desbaste, normalmente ocorre quando as árvores alcançam de 8,0 m a 9,5 m de altura e, no caso de se usar a área basal do talhão como parâmetro para desbaste, considera-se um padrão para manter o incremento máximo de ABT entre 15 m²/ha –20 m²/ha. No entanto, os limites ideais de ABT variam dependendo da qualidade do local e dos objetivos de produção; assim, os limites de ABT

que favorecem o incremento de diâmetro máximo diferem daqueles que favorecem o incremento máximo de ABT (Jerez-Rico; Coutinho, 2017).

As normas internacionais de classificação estabelecem padrões rigorosos para a classificação de madeira de alta qualidade, que incluem a aparência de nós (número, frequência, diâmetro, se é saudável ou não). O rendimento e os preços de mercado diminuem consideravelmente para as árvores sem intervenções de poda, uma vez que a madeira deve ser quase sem nós, a fim de obter um alto valor monetário. Os nós são amplamente considerados como o defeito mais determinante para a classificação da qualidade da madeira, em grande parte porque influenciam na origem e na magnitude de outros defeitos, como na excentricidade da medula, nos desvios da forma do caule e na flexão (Rosso; Ninin, 1998 apud Víquez; Pérez, 2005).

Sob um regime de poda intensivo, uma árvore de teca em rotação (20 anos) pode render mais de 40% do volume livre de nós (mais de 60% do volume de árvores comercializáveis). As descobertas atuais abrem espaço para novas opções de manejo, com o objetivo de melhorar a qualidade do fuste e da madeira por meio de um regime de poda intensivo, sem prejudicar o crescimento das árvores e o aumento da produtividade (Víquex; Pérez, 2005). No entanto, a poda é uma atividade cara e pode afetar o crescimento das árvores se uma proporção excessiva de copa viva for removida: assim, a poda deve ser cuidadosamente planejada e executada. A estação seca é a melhor época para a poda, e deve ser realizada progressivamente para garantir uma boa proporção de copa viva/altura total. Em teca, a primeira poda é feita em idade precoce até 3 m–4 m de altura; depois, uma segunda poda é feita até 6 m após o primeiro desbaste (Jerez-Rico; Coutinho, 2017). Para uma boa/média qualidade de sítio na Costa Rica, Perez e Kanninen (2003) apud Jerez-Rico e Coutinho (2017) recomendam uma primeira poda de 2-3 m quando a altura do talhão for de 4 m–5 m, a segunda de 4 m–5 m quando a altura é de 9 m–10 m e até 7 m quando a altura for de cerca de 12 m.

Víquex e Pérez (2005) realizaram experimento com poda em teca, onde no estabelecimento do ensaio o povoamento tinha 2,2 anos de idade com uma altura total média de 7,1 m num espaçamento de 3,5 m x 3,0 m. Nesta fase, houve poda nas alturas de 3 m, 4 m e 5 m. Na avaliação aos 5,2 anos de idade a poda de até 3,0 m de altura na primeira intervenção produz árvores com alto crescimento individual e formação de cerne, com melhor relação DAP/

altura total, e resulta na opção de intensidade de poda mais adequada para atingir o máximo do volume total e o volume de cerne do talhão.

Quando o plantio de teca é realizado em espaçamentos menores, o desbaste é fundamental para se obter material com maior diâmetro do tronco, que em condições de madeira sem nó (desrama) alcançam maiores preços no mercado.

Um ensaio de desbaste foi estabelecido por Kanninnen et al. (2004) em uma plantação de *T. grandis* de 4 anos de idade, que foi originalmente estabelecida com espaçamento inicial de 1,6 mil árvores por hectare. Os tratamentos incluíram diferentes intensidades de desbaste (de 25% a 60% de remoção de árvores em pé, e o controle não desbastado) aplicada em dois períodos (com idades de 4 e 6 anos, e um tratamento aplicado com idades de 4 e 5 anos) e um controle sem desbaste. As árvores em cada tratamento foram mensuradas (altura total e diâmetro à altura do peito - DAP) anualmente entre os 4 e os 8 anos de idade. Observaram aos 8 anos de idade que a intensidade de 60% de desbaste aos 4 anos de idade e, os desbastes de 25% consecutivos nas idades de 4 e 5 anos, deram os maiores valores em relação ao DAP, enquanto o controle foi o mais baixo.

A produção de madeira de alta qualidade que atenda aos padrões de exportação requer um manejo intensivo de árvores. Utilizando um modelo de interação de culturas de árvores (WaNuLCAS – Water, Nutrient and Light Capture in Agroforestry Systems – Água, Nutriente e Captura de Luz em Sistemas Agroflorestais), Khasanah et al. (2015) analisaram práticas de manejo de árvores em teca consorciada (*Tectona grandis*) com milho (*Zea mays*) em comparação com as monoculturas de teca e milho. A análise comparativa em teca consorciada com milho foi planejada em um fatorial de três tratamentos: densidade inicial de teca – 1,6 mil árvores por hectare (2,5 m x 2,5 m), 1.111 árvores por hectare (3 m x 3 m) e 625 árvores por hectare (4 m x 4 m) –, intensidade de desbaste – leve (25%), moderada (50%) e pesada (75%) da densidade de árvores –, e intensidade de poda (40% e 60% da biomassa da copa). A produção cumulativa de milho nos primeiros 5 anos de crescimento de teca aumentou 10%–38% quando a densidade de árvores foi reduzida. Todas as práticas simuladas de consorciação produziram um maior volume de madeira do que a monocultura, uma vez que as árvores se beneficiam da fertilização das culturas. O volume máximo de madeira ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) foi obtido na

densidade inicial de 625 árvores por hectare, 25% do que foi desbastado no ano 5 e outros 25% no ano 15 com 40% da copa podada nos anos 4, 10 e 15. No entanto, um maior diâmetro do caule é obtido com a mesma densidade inicial e poda da copa, contudo com um desbaste de 50% no ano 5 e outro desbaste de 25% no ano 15, sendo recompensado com maior preço de mercado por volume de madeira. A análise de rentabilidade levando em conta o custo do trabalho (para a produção de milho, desbaste e poda) e seu efeito sobre a receita adicional de madeira mostrou que o maior valor presente líquido e retorno ao trabalho foi fornecido por este último esquema (50% de desbaste no ano 5 e 25% no ano 15).

Em decorrência do desbaste pode haver brotação indesejada na cepa, portanto medidas de controle tornam-se necessárias. Caldeira e Castro (2012) relataram que a aplicação de ácido 4-amino-3,5,6 tri-cloro-2 piridinocarboxílico nas cepas, imediatamente após o desbaste, é eficiente para controlar as brotações, mas a eficácia diminui com a redução da concentração.

Atualmente, o plantio comercial de teca em grandes empresas é realizado por meio de clones. Contudo, pomares de sementes de material melhorado e com diversidade genética apropriada não podem ser desprezados e, um programa de melhoramento avançado a médio e longo prazo, seria uma boa e mais segura alternativa contra possíveis doenças e intempéries.

À semelhança dos plantios industriais de eucalipto, a melhor forma de implantação de clones de teca comprovadamente adaptados às condições locais é na forma de blocos monoclonais estabelecidos de acordo com um desenho de mosaico espaço-temporal. O objetivo é evitar áreas excessivamente grandes plantadas com clones geneticamente relacionados que são mais suscetíveis a danos potenciais de pragas e doenças. O tamanho desses blocos monoclonais dependerá do número total de clones, de sua relação genética, de suas características fenotípicas individuais, do comprimento de rotação e da área total a ser plantada (Monteuuis; Goh, 2018).

Os clones de teca também podem ser selecionados com base nos critérios da forma do tronco e da copa para serem consorciados com outras espécies frutíferas ou vegetais dentro de um sistema agroflorestal de alta produtividade, beneficiando-se das condições de cultivo proporcionadas às outras cultu-

ras para um maior retorno do que poderia ser obtido com árvores derivadas de sementes (Monteuuis; Goh, 2018).

No entanto, o sucesso da silvicultura clonal de teca permanece fortemente dependente de algumas condições importantes: (i) a seleção acertada de árvores superiores (crescimento e propriedades da madeira de importância econômica destacados); (ii) o uso de métodos eficientes e econômicos para a multiplicação em massa de árvores superiores selecionadas; (iii) o emprego de clones mais apropriados às condições edafoclimáticas específicas (Monteuuis; Goh, 2018).

Os clones de teca ou mudas de sementes podem ser associados a dendezeiros, seringueiras, cafezais e bananeiras. Por último, os clones de teca, devido ao seu maior vigor, sistemas de raízes mais fortes e características fenotípicas atraentes, foram observados como mais adequados e economicamente lucrativos para sistemas silvipastoris do que mudas de teca (Ugalde, 2013 apud Monteuuis; Goh, 2018). Clones com copas estreitas e troncos sem galhos são apropriados para culturas econômicas intercaladas assim como palmas oleaginosas (Goh et al., 2007). Contudo, não se pode desprezar as mudas originadas de sementes, especialmente as melhoradas. No caso do consórcio de teca com leucena (ambas originadas de mudas de sementes), Kumar et al. (1998) observaram, em combinações de várias proporções das duas espécies, todas com espaçamento de 2 m x 2 m, que o melhor resultado de crescimento para teca (altura e diâmetro médios) aos 44 meses de idade, em relação ao plantio puro, resultou da utilização de duas linhas de leucena para uma linha de teca.

A utilização de resíduos renováveis como fonte de nutrientes para produção de mudas florestais pode ser uma solução para problemas ambientais, principalmente relacionados à destinação destes materiais. Trazzi et al. (2013) utilizaram para a composição dos substratos para formação de mudas de teca esterco bovino, cama de frango ou esterco de codorna associados à terra de subsolo e a uma fração de 25% de substrato comercial florestal. Os resultados indicaram que as mudas produzidas com substratos formulados com a cama de frango apresentaram os maiores valores das características analisadas, sendo que o tratamento com 35% deste material proporcionou os maiores índices em altura, diâmetro do coleto, matéria seca aérea, radicular e

total e índice de qualidade de Dickson (parâmetro que usa dados biométricos e de matéria seca da muda).

O aumento da temperatura na terra é devido especialmente ao efeito estufa, ocasionado principalmente pela crescente emissão do CO₂ na atmosfera. Uma das formas de sua captação é através das plantas que utilizam o CO₂ para realizar a fotossíntese, portanto o plantio de espécies vegetais e o conhecimento da quantidade deste gás que estas podem armazenar, o qual é transformado em compostos orgânicos em seus tecidos e a interface com o solo é de interesse para medidas controladoras do efeito estufa. No presente caso remete-se para a quantidade em que o plantio de teca associado ao solo e sua microbiota armazena esse gás. Almeida (2005) determinou o estoque de carbono em teca na área de solo com plantio em diferentes idades em espaçamento de 3,0 m x 2,0 m. Observou que o estoque de carbono foi de 322,3 t/ha na idade de 5,5 anos, sendo 91% estocada no solo, 5% se encontram na parte aérea, 3% nas raízes e 1% na liteira.

Pragas (insetos e microrganismos)

Florestas homogêneas são susceptíveis à ocorrência de surtos populacionais de pragas florestais. Entre elas, os besouros são considerados importantes economicamente, não apenas pelos danos causados ao povoamento, mas principalmente pela dificuldade de controle. Paes et al. (2014) realizaram levantamento populacional de insetos, principalmente de xilófagos, em povoamentos florestais de *Tectona grandis* em dois municípios do Espírito Santo, em que foram utilizadas armadilhas etanólicas e amostras de madeira. Entre os coleópteros capturados, encontraram-se xilófagos das famílias Bostrichidae e Cerambycidae e da subfamília Scolytinae.

Em estudo de levantamento de insetos em reflorestamentos experimentais com paricá, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Fabaceae); acácia, *Racosperma mangium* (Fabaceae) e teca, *Tectona grandis* (Lamiaceae), na região de Pau d'Arco, PA, em que associou-se os efeitos sazonais e ontogenéticos nos plantios, Lunz et al. (2011) observaram a ocorrência de lepidópteros (borboletas e mariposas) e cicadélídeos (cigarrinhas) em *Tectona grandis*.

O ácaro *Tetranychys urticae* (Acari: Tetranychidae) foi reportado por Santos et al. (2014) em mudas de teca, sendo as injúrias promovidas pelo ácaro caracterizadas por necrose nos tecidos foliares e queda prematura de folhas.

Uma revisão bibliográfica sobre insetos observados na cultura da teca no campo foi realizada por Ferreira et al. (2009). Descreveram a necessidade de prestar atenção ao cupim do solo (*Syntermes molestus*), grilo-comum (*Gryllus assimilis* Fabr), lagarta-rosca (*Agrotis repleta* Walker), saúva-limão (*Atta sexdens rubropilosa*), lagarta-da-teca (*Hyblaea puera* Cramer), bicho-do-charuto (*Oiketicus geyeri* Berg), lagarta-das-folhas-da-mamona (*Spodoptera cosmoides*), besouros do gênero *Pyrophorus*, entre outros.

Peres Filho et al. (2006) realizaram a descrição, biologia, danos e controle da entomofauna associada à Teca no estado do Mato Grosso. As ordens observadas nas famílias (entre parênteses) no viveiro foram: Isoptera (Termitidae e Rhinotermitidae), Coleoptera (Lagriidae), Orthoptera (Gryllidae), Hymenoptera (Formicidae) e Lepidoptera (Noctuidae). No campo, observou-se Hymenoptera (Formicidae), Isoptera (Termitidae, Rhinotermitidae), Lepidoptera (Hyblaeidae, Saturniidae, Eucleidae, Noctuidae e Psychidae), Hemiptera (Pentatomidae, Aphidae) e Coleoptera (Curculionidae). Na madeira, observou-se Coleoptera (Cerambycidae, Scolytidae e Bostrichidae).

As doenças bióticas causadas por agentes parasitários são transmitidas de uma planta doente para outra sadia e, portanto, merecem atenção especial, uma vez que podem causar grandes prejuízos. Diversas doenças já foram encontradas no Brasil em plantios de teca sem causar grandes prejuízos, mas apresentam potencial de perdas no futuro com a expansão das plantações e dos ciclos sucessivos da cultura, tais como: as manchas foliares, causadas por diferentes patógenos (*Phomopsis tectonae*, *Calonectria cylindrospora*, *Rhizoctonia solani*, *Myrothecium roridum* e *Xanthomonas* sp.); a antracnose, causada por *Colletotrichum gloesporioides*; o oídio, causado por *Phyllactina guttata* e *Uncinula tectonae*; a galha, causada por *Meloidogyne javanica*; e a podridão de estacas, causada por *Myrothecium roridum* e *Fusarium* sp. Atualmente, a ferrugem causada por *Olivae neotectonae*; a murcha de ceratocystis, causada por *Ceratocystis fimbriata*; a murcha de ralstonia, causada por *Ralstonia solanacearum*; e a podridão-radicular de causa complexa são consideradas as principais doenças da cultura da teca no Brasil, em função dos prejuízos econômicos que podem gerar (Alfenas, 2013).

Aspectos tecnológicos da teca

Os principais fatores que influenciam o valor de mercado da madeira são as propriedades físicas e mecânicas, características anatômicas e propriedades biológicas. Essas propriedades são afetadas por tratamentos silviculturais, condições do sítio, e por interações genótipo x ambiente. Práticas silviculturais inadequadas e um número de podas insuficiente normalmente causam variabilidade alta nas plantações (Baillères; Durand, 2000 apud Thulasidas; Baillères, 2017) (Tabela 6).

Tabela 6. Fatores determinantes da qualidade da madeira relacionados a características tecnológicas.

Fator da qualidade da madeira	Propriedade da madeira	Consideração
1. Propriedades estéticas	<ul style="list-style-type: none"> • Cor • Grã • Textura 	Os três parâmetros constituem a “representação” da madeira
2. Físicas	<ul style="list-style-type: none"> • Retrabilidade • Razão entre retrabilidade tangencial e radial • Propriedades de absorção (ponto de saturação de fibra) 	Nas três direções da estrutura da madeira Coeficiente de anisotropia indicando estabilidade dimensional Relação com a estabilidade dimensional
3. Mecânicas	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo de Elasticidade (MOE) • Módulo de Ruptura (MOR) • Resistência máxima a compressão paralela às fibras (RMCPF) • Dureza • Tensão de Crescimento 	Correlacionado com gravidade específica e Ângulo da Microfibrila As variações da medula para a casca dessas propriedades indicam o estágio juvenil ou o estado de maturidade da madeira
4. Geométricas	<ul style="list-style-type: none"> • Razão cerne/alburno • Forma do tronco • Características dos nós 	Importante, pois está diretamente relacionado à valorização da madeira (isto é, graus de valorização de madeira serrada)
5. Biológicas	<ul style="list-style-type: none"> • Resistência ao apodrecimento • Resistência aos insetos • Resistência às condições meteorológicas 	Representam a durabilidade natural que é principalmente relacionado a atividade e conteúdo de extrativos

Fonte: Baillères e Durand (2000) apud Thulasidas e Baillères (2017).

Na Tabela 7, extraída de Pinto (2007), é exibida a variação de propriedades de resistência entre três grupos etários de teca provenientes de Jangada, MT e Cáceres, MT. Observa-se que as propriedades físicas como a densidade aparente e a variação volumétrica e as propriedades mecânicas aumentaram do quinto para trigésimo ano de idade. Por outro lado, os coeficientes de anisotropia (razão entre as contrações tangencial e radial, diminuíram com a idade). Quanto mais baixos os coeficientes de anisotropia, maior a estabilidade nas contrações da madeira.

Tabela 7. Variação de propriedades mecânicas (corpos de prova a 12% de umidade) e físicas da madeira de *Tectona grandis* entre três grupos etários de teca provenientes de Jangada, MT e Cáceres, MT.

Propriedade	Idade (anos)		
	5	10	30
Densidade aparente (g/cm ³) a 12% de umidade ⁽¹⁾	0,53	0,54	0,65
Resistência à compressão paralela às fibras (Mpa) ⁽²⁾	39,14	43,69	56,40
Módulo de elasticidade na compressão paralela às fibras (Mpa) ⁽²⁾	8.591	10.999	16.433
Resistência à tração paralela às fibras (Mpa) ⁽²⁾	79,24	97,24	129,59
Resistência ao cisalhamento paralelo às fibras ⁽²⁾ (Mpa)	11,07	11,79	13,37
Resistência à flexão estática (Mpa) ⁽²⁾	31,27	74,24	125,82
Coeficiente de anisotropia no inchamento ⁽¹⁾	1,34	1,32	1,18
Coeficiente de anisotropia na retração ⁽¹⁾	1,38	1,20	1,17
Variação volumétrica (%) ⁽¹⁾	5,65	6,62	7,41

⁽¹⁾ Propriedades físicas; ⁽²⁾ Propriedades mecânicas.

Fonte: Pinto (2007).

A secagem é a operação intermediária que mais contribui para agregar valor aos produtos manufaturados da madeira, mas é também uma das fases de maior custo na indústria de transformação. Essas razões motivam a constante busca por maior eficiência nos secadores e aprimoramentos no processo propriamente dito (Remade, 2002). Loiola (2015) realizou programa de secagem desenvolvido para madeira de teca (*Tectona grandis*) em câmara convencional piloto com material proveniente de povoamento homogêneo de 20 anos de idade em que se utilizou circulação de ar de 2,5 m s⁻¹ (Tabela 8).

Observou que nestas condições de secagem a madeira de teca não apresentou incidência em defeitos de secagem (empenamentos, rachaduras e colapso) que comprometessem a sua utilização para a manufatura em produtos sólidos de madeira.

Tabela 8. Programa de secagem de teca.

Umidade da madeira (%)	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	Umidade de equilíbrio (%)	Tempo (horas)	Potencial secagem ⁽¹⁾
	Bulbo seco	Bulbo úmido				
Aquecimento	44	44	100	-	3	-
45	44	42	88	18	-	2,4
40	46	43	84	16	-	2,5
34	48	44	79	14	-	2,4
28	50	44	70	12	-	2,4
25	53	46	66	10	-	2,4
22	55	46	62	9	-	2,3
18	58	46	51	8	-	2,4
15	60	45	44	6	-	2,3
12	63	44	34	5	-	2,4
10	67	43	28	4	-	2,3
Condicionamento	67	58	67	10	6	1,0
Resfriamento	44	36	51	10	3	

⁽¹⁾ Razão entre umidade da madeira e umidade de equilíbrio.
Fonte: Loiola (2015).

A cor da madeira, que difere amplamente entre as espécies, bem como dentro de uma única árvore, é um fator importante para determinar usos específicos, como móveis e folheados decorativos. Um dos sistemas mais precisos e comumente usados para medir a cor da madeira é o sistema de cores CIELab. O sistema de cores CIE $L^*a^*b^*$ estima o valor de três variáveis: coordenada L^* para claridade, representando a posição no eixo preto-branco ($L^* = 0$ para preto, $L^* = 100$ para branco); coordenada a^* para a posição no eixo verme-

lho-verde (valores positivos para vermelho, valores negativos para verde); e coordenada b^* para a posição no eixo amarelo-azul (valores positivos para amarelo, valores negativos para azul) (Hunterlab, 1995 apud Moya; Berrocal, 2010). Estes autores estudaram a variação da cor da madeira de teca em diversas plantações com diferentes taxas de crescimento, idades de árvores e sítios. Observaram na análise de correlação múltipla que o cerne se torna mais escuro (L^*) e mais vermelho (a^*) quando as árvores são mais velhas e maiores. O coeficiente de correlação mostrou que o alburno e cerne com cor mais clara (L^*) tem menor resistência ao ataque fúngico, mas, a cor avermelhada (a^*), aumenta a resistência ao apodrecimento.

Por sua vez, Moya e Calvo-Alvarado (2012) estudaram em talhões florestais de rotação curta a influência das variáveis edafoclimáticas e seus efeitos na variação da cor da madeira. As parcelas foram agrupadas em cinco locais, os quais compartilhavam condições climáticas e de solo semelhantes e, dados, sobre propriedades físico-químicas do solo e variáveis climáticas foram coletados e analisados. Após a comparação do índice de mudança de cor da madeira (ΔE^*) nos cinco agrupamentos estudados, verificou-se que o cerne produzido a partir de locais mais secos e férteis apresentou maior coloração castanho-amarelada. O índice de cor b^* do cerne resultou em correlações significativas ($R > 0,5$, $P < 0,05$) entre nove variáveis climáticas e oito variáveis edáficas, contudo, verificou-se que a evapotranspiração potencial de Thornthwaite, a nível mensal, foi a principal variável climática com o maior efeito nos parâmetros de cor. Concluiu-se que as variáveis climáticas devem ser consideradas como as variáveis causais de primeira ordem para explicar a variação da cor da madeira. Assim, a cor mais escura da madeira estava associada a climas secos e com solos mais profundos e férteis.

Vários fatores concorrem para que a qualidade da madeira da teca tenha um padrão definido para fins mais nobres assim como o melhoramento genético, o desbaste e a poda. As condições climáticas e o solo em interação com aquelas práticas podem conferir propriedades específicas na qualidade da madeira. Para verificar esta suposição, Moya e Perez (2008) realizaram estudo em que 23 plantações com idades entre 7 e 15 anos foram selecionados nas regiões Norte e Noroeste da Costa Rica, cobrindo uma ampla gama de fertilidades do solo. Os atributos dos solos analisados foram: textura, densidade aparente, porcentagem de água livre e porcentagem de retenção de água nas pressões de 15 atm e 0,33 atm. Observaram que a retração tan-

gencial e a retração radial foram as variáveis mais correlacionadas com as características do solo, enquanto as variáveis menos correlacionadas foram a gravidade específica e a retração volumétrica. Os coeficientes de correlação entre os atributos do solo e as propriedades físicas da madeira foram altamente significativos, mas baixos ($<0,64$), provavelmente influenciados pela variação das condições climáticas e do solo. Concluíram que as características do solo (física e química) não influenciaram as propriedades da madeira, contudo a proporção de cerne, uma das propriedades estéticas mais desejadas da madeira de teca, foi menos afetada pelas propriedades do local, mas foi altamente correlacionada com o crescimento das árvores.

A densidade da madeira tem correlação alta com as propriedades mecânicas da madeira e, pode ser determinada, também por métodos não destrutivos. Moya et al. (2003) determinaram a densidade básica da madeira de árvores de teca de 10 anos de idade de plantações com duas densidades (830 e 1.100 árvores por hectare, isto é , com espaçamentos de 6 m x 2 m e 3 m x 3 m). No tempo da colheita, as densidades dos plantios eram de 447 e 286 árvores por hectare, respectivamente. Da medula para a casca a densidade básica da madeira variou de $0,38 \text{ g/cm}^3$ a $0,69 \text{ g/cm}^3$. Observaram que na idade de 10 anos próximo a casca, não houve diferença de densidade da madeira entre as duas diferentes densidades de árvores.

Em outro estudo, Zahabu et al. (2015) examinaram os efeitos do espaçamento de plantio no crescimento, rendimento e propriedades da madeira de teca plantada em regimes de espaçamento quadrado de 2 m, 3 m e 4 m em plantação florestal de Longuza, Tanzânia. Para conseguir isso, estudou-se a árvore, talhão e propriedades da madeira aos 14 anos de idade. Os resultados mostraram que o diâmetro na altura do peito e a altura total aumentaram com o aumento do espaçamento. O incremento anual médio aumentou significativamente com o aumento do espaçamento, enquanto o espaçamento não teve efeito significativo na produção de volume total e na área basal. A densidade básica também não é afetada pelo espaçamento, enquanto a proporção de cerne aumenta à medida que o espaçamento de plantio aumenta. Todas as propriedades de madeira estudadas (módulo de ruptura, módulo de elasticidade, resistência à compressão paralela a fibra e cisalhamento paralelo a fibra), exceto a clivagem paralela à fibra em que a resistência foi maior nos maiores espaçamentos, não foram significativamente afetadas pelo aumento do espaçamento. Recomenda-se usar um espaçamento de 3 m x 3 m,

mas se o desbaste for realizado até os cinco anos de idade, antes do início da competição, ainda poderá ser utilizado um espaçamento de 2,5 m x 2,5 m. No entanto, o uso de um espaçamento de 4 m x 4 m pode produzir pelo menos 50% de cerne a uma idade de rotação menor de 30 anos.

A origem geográfica da procedência pode ter efeito nas propriedades mecânicas da madeira. Bhat e Priya (2004) estudaram a variação das propriedades da madeira de procedências de teca de 65 anos em parte da região oeste da Índia entre as latitudes 9° S e 15° S. Observaram haver tendência de maiores valores de flexão estática (módulo de ruptura e módulo de elasticidade) em procedências localizadas mais ao sul, com uma maior porcentagem de parede celular (com maior lignificação), apesar da taxa de crescimento mais lenta e de uma porosidade em anel bem definida com faixas mais largas de tecido de parênquima pertencente ao lenho inicial.

Aspectos econômicos

De acordo com Sage et al. (2013), as principais informações necessárias para determinar a rentabilidade e o valor dos investimentos em teca são:

- 1) Estudo de mercado para determinar quais produtos produzir, onde são vendidos e quais são os preços potenciais.
- 2) Rendimentos das plantações e rendimentos esperados para determinar o volume total e comercial disponível para venda, de acordo com os diferentes tipos de produtos. É importante ter em mente que, no caso da madeira roliça de teca, os preços aumentam mais do que proporcionalmente de acordo com seu diâmetro.
- 3) Identificação das atividades de manejo, intensidade e custos associados, incluindo a administração, estabelecimento, atividades de manejo, uso e comercialização dos produtos definidos.
- 4) Análise de indicadores de rentabilidade e sensibilidade: é o resultado líquido anual e os indicadores que levam em conta o tempo, como o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR), a relação custo-benefício, o valor esperado da terra (VET), etc.

De 2005 a 2014, os preços das toras de teca de qualidade de Mianmar e das toras de teca de plantação da África e da América Latina mostraram uma tendência de alta de 3% a 4,5% ao ano em média. No entanto, os mercados e os preços desses produtos são fundamentalmente diferentes. O preço unitário das toras de teca de qualidade importadas de Mianmar é maior do que o das importações de outros países, notadamente no mercado indiano. O preço unitário das toras de teca de Mianmar era de US\$ 615/m³ em 2005 e atingiu um pico de quase mil dólar por metro cúbico em 2014. As importações da África e América Latina mostraram um aumento muito mais lento, de cerca de US\$ 320/m³ para US\$ 430/m³ no mesmo período (Kollert; Walotek, 2017).

A qualidade da madeira da teca e, conseqüentemente seu preço, é determinado pela dimensão, forma do fuste (redondeza e retidão), relação cerne/alburno, regularidade dos anéis anuais, número de nós, cor, textura e sanidade do tronco. Na Tabela 9, são mostrados preços baseados em classes de diâmetro feitos pela empresa estatal Perum Perhutani, que maneja plantios de teca na Indonésia, o qual foi ajustado com acréscimo em 10% dos preços por Khasanah et al. (2015). Nota-se que os preços aumentam à medida que se eleva as classes de diâmetro e o comprimento da tora.

Exportações de madeira de teca para a Índia (maior importador brasileiro) em tora e madeira serrada, variaram em cotação publicada no Tropical Timber Market Report de agosto de 2021, considerando custos e frete marítimo pelo vendedor, foi comprado pela Índia entre 330 US\$/m³–527 US\$/m³ para tora e 221 US\$/m³–777 US\$/m³ para madeira serrada (ITTO, 2021).

Tabela 9. Preços ajustados de toras baseados em classes de diâmetro para pequenos produtores de teca (em US\$ m⁻³).

Comprimento (m)	Diâmetro (cm)					
	10–15	16–20	21–23	24–26	27–29	30–34
<1	86,6	130,6	167,8	201,9	230,4	329,2
1–1,9	98,1	148,0	200,5	241,2	275,3	364,0
2–2,9	115,5	174,1	218,0	262,3	299,2	406,6
3–3,9	132,8	200,2	250,6	301,6	344,0	489,9

Fonte: Perum Perhutani Directoral Decision 1148/Kpts/Dir/2011 apud Khasanah et al. (2015).

Tendo como base cenário de crescimento baseado em plantios de teca no estado do Mato Grosso, realizou-se uma análise econômica considerando um horizonte de planejamento de 20 anos. A partir deste, todas as alternativas de manejo foram consideradas viáveis para a produção de madeira e toras, pelo método do valor presente líquido (VPL), e pela taxa interna de retorno (TIR), sendo a alternativa de 35%, 35% e 25% de redução em área basal, para as idades de 5, 10 e 15 anos, respectivamente, a mais rentável. A TIR para as alternativas de manejo mais rentáveis, chegaram à 12%, acima da taxa mínima de atratividade considerada neste trabalho, que foi de 10% (Bezerra et al., 2011).

Uma análise econômica de plantio de teca em espaçamento 3 m x 2 m baseado no crescimento de plantios no Mato Grosso foi realizada por Tsukamoto et al. (2003), que utilizou os custos das operações florestais para a produção de mudas, a implantação, a desrama, o desbaste e a exploração num horizonte de planejamento de 25 anos e as receitas dos desbastes. Para a análise econômica, utilizou o valor presente líquido, o benefício (custo) periódico equivalente, a taxa interna de retorno e o valor esperado da terra. O valor encontrado para a TIR demonstra que as receitas descontadas seriam superiores aos custos descontados, mesmo se o mercado trabalhasse com taxas superiores a 10% ao ano, até o limite de 15,1% ao ano.

Considerações cada vez mais importantes que influenciam os mercados globais de madeira de teca incluem sustentabilidade, certificação e a legalidade das toras. Os mercados da América do Norte e Europa responderam legislativamente através do Lacey Act (EUA) e do Regulamentações de Madeira da União Européia (European Union Timber Regulations – EUTR) (Kollert; Walotek, 2017).

Considerações finais

A maioria das florestas de teca plantadas no Brasil são correntemente estabelecidas usando germoplasma que é baseado em um número limitado de clones e matrizes de sementes. Portanto, no Brasil é importante desenvolver programas de conservação genética que cubram partes do reservatório de origem e, também, de outros locais onde foram introduzidos, se possível com material já melhorado, especialmente de condições edafoclimáticas similares

às do Brasil e, esses reservatórios, podem ser mais explorados e mobilizados para programas de melhoramento. Nestes, quando se pensa em diminuir o ciclo de melhoramento e maior acurácia na seleção de indivíduos pode-se utilizar os métodos de seleção assistida por marcadores moleculares (SAM) ou seleção genômica, este último mais eficiente, contudo, dependente de um processo de genotipagem mais abrangente .

As condições ambientais internas da secagem em estufa convencional no Brasil (programa de secagem) estão estabelecidas em sua base, necessitando possivelmente de ajuste na fase de condicionamento das madeiras em que se eleva a umidade relativa do ambiente de secagem por um determinado tempo para aliviar as tensões de secagem.

Estudos no Cerrado devem ser direcionados para regiões com precipitações entre 1,3 mil milímetro a 2,5 mil milímetros anuais, com estação seca entre 4–6 meses e balanço hídrico anual nulo ou com excesso de aproximadamente cem milímetros, temperatura média anual entre 22 °C e 26 °C, sem geadas e, com solos preferencialmente profundos, bem drenados, sem encharcamento na época de chuva e, com aproximadamente, 35% de argila, pH entre 6,5 e 7,5 e saturação de bases em torno de 70%, com predomínio de cálcio, em condições ideais. Estes dois últimos podem ser contornados com calagem e, na adubação corretiva, merecem atenção especial os elementos nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio, enxofre e zinco. Condições ótimas de altitude e temperatura mínima absoluta são abaixo de 500 m e em torno de 13 °C, respectivamente. Na área silvicultural, ensaios de espaçamento, adubação, desrama e desbaste devem ser realizados para condições edafoclimáticas distintas. O plantio da teca já é realizado com sucesso em algumas regiões do Brasil, especialmente no Mato Grosso, inclusive em áreas de Cerrado. Áreas específicas do Cerrado podem apresentar resultados promissores na condição de se adotar os devidos cuidados e se providenciar estratégias para a prevenção e o controle de incêndios na estação da seca.

Referências

AKRAM, M.; AFTAB, F. An efficient method for clonal propagation and in vitro establishment of softwood shoots from epicormic buds of teak (*Tectona grandis* L.). **Forestry Studies in China**, v. 11, n. 2, p. 105-110, 2009.

ALCÂNTARA, B. K. **Caracterização da diversidade genética de Teca (*Tectona grandis*) de diferentes procedências usando marcadores microssatélites**. 2009. 92 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2009. DOI: 10.11606/D.11.2010.tde-19022010-083541.

ALFENAS, R. F. **Principais doenças da Teca no Brasil**. 2013. Disponível em: <https://florestal.revistaopinioes.com.br/revista/detalhes/4-principais-doencas-da-teca-no-brasil/>. Acesso em: 17 mar. 2021.

ALMEIDA, B. C.; DIAS, B. A. S.; VENTURIN, N.; SILVA, A. F. Crescimento e produção de *Tectona grandis* aos três anos em Integração Lavoura Floresta (ILF) em Marilac, MG. In: ENCONTRO PAULISTA DE CIÊNCIA DO SOLO, 3., 2018, Ilha Solteira, SP. **Solos e suas relações com sistemas de produção agropecuários: anais...** Ilha Solteira, SP: UNESP, 2018. 4 p. Disponível em: <http://ww1.infobibos.com.br/anais/epcis/3/resumos.html>. Acesso em: 20 abr. 2020.

ALMEIDA, E. M. **Determinação do estoque de carbono em teca (*Tectona grandis* L. f.) em diferentes idades**. 2005. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2005.

ALMEIDA, E. M.; CAMPELO JÚNIOR, J. H.; FINGER, Z. Determinação do estoque de carbono em teca (*Tectona grandis* L. f.) em diferentes idades. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 559-568, 2010.

ALVARADO, A.; MATA, R. Condiciones de sitio y la silvicultura de la teca. In: CAMINO, R.; MORALES, J. P. (ed.). **Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y realidades**. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) - División de Investigación y Desarrollo, 2013. p. 54-83 (Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE, n. 397).

ANSARI, S. A.; NARAYANAN, C.; WALI S. A.; KUMAR, R.; SHUKLA N.; RAHANGDALE, S. K. ISSR markers for analysis of molecular diversity and genetic structure of Indian teak (*Tectona grandis* L.f.) populations. **Annals of Forest Research**, v. 55, n. 1, p. 11-23, 2012.

ASSIS, T. F.; RESENDE, M. D. V. Genetic improvement of forest tree species. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 11, número especial (S1), p. 44-49, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cbab/v11nspe/07.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2020.

BHAT, K. M.; PRIYA, P. B. influence of provenance variation on wood properties of teak from the western ghat region in india. **IAWA Journal**, v. 25, n. 3, p. 273–282, 2004.

BEHLING, M. **Nutrição, partição de biomassa e crescimento de povoamentos de Teca em Tangará da Serra – MT**. 2009. 156 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/1597/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2021.

BEHLING, M.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. de; KISHIMOTO, C. B.; SMIT, L. Eficiência de utilização de nutrientes para formação de raízes finas e médias em povoamento de teca. **Revista Árvore**, v. 38, n. 5, p. 837-846, 2014.

BEZERRA, A. F.; MILAGRES, F. R.; SILVA, M. L.; LEITE, H. G. Análise da viabilidade econômica de povoamentos de *Tectona grandis* submetidos a desbastes no Mato Grosso. **Cerne**, v. 17, n. 4, p. 583-592, 2011.

- BILLAH, M. A. S.; KAWSAR, M. H.; TITU, A. P.; PAVEL, M. A. A.; MASUM, K. M. Effect of pre-sowing treatments on seed germination of *Tectona grandis*. **International Journal of Bioinformatics and Biomedical Engineering**. v. 1, n. 1, p. 37-42, 2015.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 5. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2009. 529 p.
- CALDEIRA, S. F.; CASTRO, C. K. C. Herbicidas e danos físicos em tocos de teca para controle de brotos após o desbaste. **Ciência Rural**, v. 42, n. 10, p. 1826-1832, 2012.
- CAPPA, E. P.; EL-KASSABY, Y. A.; MUNÓZ, F.; GARCIA, M. N.; VILLALBA, P. V.; KLÁPSTĚ, J.; POLTRI, S. N. M. Genomic-based multiple-trait evaluation in *Eucalyptus grandis* using dominant DArT markers. **Plant Science**, v. 271, 2018. DOI: 10.1016/j.plantsci.2018.03.014.
- COSTA, R. B. da C.; RESENDE, M. D. V. de. Melhoramento de espécies alternativas para o Centro Oeste: Teca. In: WORKSHOP SOBRE MELHORAMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS E PALMÁCEAS NO BRASIL, 2001, Curitiba. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2001. p. 153-167. (Embrapa Florestas. Documentos, 62).
- COUTINHO, S. A. **Cultivo e mercado da Teca**. Disponível em: <https://florestal.revistaopinioes.com.br/revista/detalhes/18-cultivo-e-mercado-da-teca/>. 2013. Acesso em: 18 jun. 2021.
- CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: Ed. UFV, 2005. 394 p.
- DHAKA, R. K.; JHA, S. K. Evaluation of five teak (*Tectona grandis* L.F.) provenances for germination test to find out reasons of low germination. **International Journal of Pure Applied Bioscience**. v. 5, n. 5, p. 1420-1426, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.5930>.
- DIAS, J. R. M.; CAPRONI, A. L.; WADT, P. G. S.; SILVA, L. M.; TAVELLA, L. B.; OLIVEIRA, J. P. Quebra de dormência em diásporos de teca (*Tectona grandis* L. f.). **Acta Amazonica**, v. 39, n. 3, p. 549-554, 2009.
- DRECHSEL, P.; ZECH, W. DRIS evaluation of teak (*Tectona grandis* L.f.) mineral nutrition and effects of nutrition and site quality on teak growth in West Africa. **Forest Ecology and Management**, v. 70, p. 121-133, 1994.
- DURÁN, R.; ISIK, F.; ZAPATA-VALENZUELA, J.; BALOCCHI, C.; VALENZUELA, S. Genomic predictions of breeding values in a cloned *Eucalyptus globulus* population in Chile. **Tree Genetics & Genomes**, v. 13, n. 4, 2017. DOI: 10.1007/s11295-017-1158-4.
- FERNÁNDEZ-MOYA, J.; MURILLO, R.; PORTUGUEZ, E.; FALLAS, J. L.; RIOS, V.; KOTTMAN, F.; VERJANS, J. M.; MATA, R.; ALVARADO, A. Nutrient accumulation and export in teak (*Tectona grandis* L. f.) plantations of Central America. **iForest**, v. 8, p. 33-44, 2015.
- FERREIRA, R. A.; TOSTA, W. F. G. Entomofauna observada na cultura da teca (*Tectona grandis* L. f.), no campo. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 7, n. 14, 2009. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/xk0isURfPtbtWGX_2013-4-29-9-52-48.pdf. Acesso em: 22 abr. 2021.
- FIGUEIREDO, E. O. **Teca (*Tectona grandis* L.f.): produção de mudas tipo toco**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005. 22 p. (Embrapa Acre. Documentos, 101).
- FIGUEIREDO, E. O.; SÁ, C. P. **Silvicultura e manejo de povoamentos de teca (*Tectona grandis* L.f.)**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2015. 127 p. (Embrapa Acre. Documentos, 138).

GAMA, M. A. P.; ROCHA, J. E. C. da; BRASIL, E. C.; LIMA, M. D. R.; BARROS JUNIOR, U. O. Teca (*Tectona grandis* L. f.). In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VIEGAS, I. de J. M. (ed.). **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2020. p. 417-419.

GARCIA, M. L. **Intensidade de desbaste em um povoamento de *Tectona grandis* L.f., no município de Sinop- MT**. 2006. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Medicina Veterinária, Cuiabá, 2006.

GOH, D. K. S.; CHAIX, G.; BAILLÈRES, H. Mass production and quality control of teak clones for tropical plantations: The Yayasan Sabah Group and CIRAD Joint Project as a case study. **Bois et forêts des tropiques**, n. 293, v. 3, p. 65-77, 2007.

GOH, D. K. S.; MONTEUUIS, O. Behaviour of the “YSG Biotech TG1-8” teak clones under various site conditions: first observations. **Bois et forêts des tropiques**, v. 311, n. 1, p. 5-19, 2012.

GRATTAPAGLIA, D.; SILVA-JUNIOR, O. B.; RESENDE, R. T.; CAPP, E. P.; MÜLLER, B. S.; TAN, B.; ISIK, F.; RATICLIFFE, B.; EL-KASSABY, Y. A. Quantitative genetics and genomics converge to accelerate forest tree breeding. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, 2018. DOI: 10.3389/fpls.2018.01693.

GRAUDAL, L.; MOESTRUP, S. The genetic variation in natural and planted teak forests: characterisation, use and conservation for the future. In: KOLLERT, W.; KLEINE, M. (ed.). **The global teak study: analysis, evaluation and future potential of teak resources**. Vienna: IUFRO, 2017. p. 19-29. (World Series Volume 36).

HANSEN, O. K.; CHANGTRAGOON, S.; PONOY, B.; KJÆR, E. D.; MINN, Y.; FINKELDEY, R.; NIELSEN, K. B.; GRAUDAL, L. Genetic resources of teak (*Tectona grandis* Linn. f.) – strong genetic structure among natural populations. **Tree Genetics & Genomes**, v. 11, n. 802, 2015. DOI: 10.1007/s11295-014-0802-5.

HINE, A.; ROJAS, A.; SUAREZ, L.; MURILLO, O.; ESPINOZA, M. Optimization of pollen germination in *Tectona grandis* (teak) for breeding programs. **Forests**, v. 10, n. 908, 2019. DOI:10.3390/f10100908.

HUANG, G. H.; LIANG, K. N.; MA, H. M. SSR genotyping - genetic diversity and fingerprinting of teak (*Tectona grandis*) clones. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 28, n. 1, p. 48-58, 2016.

ISIK, F.; BARTHOLOMÉ, J.; FARJAT, A.; CHANCEREL, E.; RAFFIN, A.; SANCHEZ, L.; PLOMION, C.; BOUFFIER, L. Genomic selection in maritime pine. **Plant Science**, v. 242, p. 108-119, 2016.

ITTO. (International Tropical Timber Organization). India. **Tropical Timber Market Report**, v.25, n.15, p.7-8, 1st-15th, 2021. Disponível em: https://www.itto.int/files/user/mis/MIS_1-15_Aug2021.pdf. Acesso em: 17 Ago. 2021.

JEREZ-RICO, M.; COUTINHO S. A.; Establishment and Management of Planted Teak Forests. In: KOLLERT, W.; KLEINE, M. (ed.). **The global teak study: analysis, evaluation and future potential of teak resources**. Vienna: IUFRO, 2017. p. 49-65. (World Series Volume 36).

KANNINEN, M.; PÉREZ, D.; MONTERO, M.; VÍQUEZ, E. Intensity and timing of the first thinning of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica: results of a thinning trial. **Forest Ecology and Management**, v. 203, p. 89-99, 2004.

- KAOSA-ARD, A. Teak (*Tectona grandis* Linn. f.) its natural distribution and related factors. **Natural History Bulletin of the Siam Society**, v. 29, p. 55-74, 1989.
- KEIDING, H.; WELLENDORF, H.; LAURIDSEN, E. B. **Evaluation of an international series of teak provenance trials**. Forskningscentret for Skov & Landskab, 1986. 91 p. (Research and Documentation). Disponível em: https://static-curis.ku.dk/portal/files/35116262/Teak_evaluation_1.pdf. Acesso em: 12 ago. 2020.
- KEOGH, R. M. La teca y su importancia económica a nivel mundial Raymond. In: CAMINO, R.; MORALES, J. P. (ed.). **Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y realidades**. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) - División de Investigación y Desarrollo, 2013. p. 8-28. (Serie Técnica. Informe Técnico / CATIE, n. 397).
- KHASANAH, N.; PERDANA, A.; RAHMANULLAH, A.; MANURUNG, G.; ROSHETKO, J. M.; VAN NOORDWIJK, M. Intercropping teak (*Tectona grandis*) and maize (*Zea mays*): bioeconomic trade-off analysis of agroforestry management practices in Gunungkidul, West Java. **Agroforestry Systems**, v. 89, p. 1019-1033, 2015.
- KJAER, E. D.; LAURIDSEN, E. B.; WELLENDORF, H. **Second Evaluation of an International Series of Teak (*Tectona grandis* Linn.f.) Provenance Trials**. Humlebaek, Denmark: Danida Forest Seed Centre, 1995. 114 p. Disponível em: <http://curis.ku.dk/ws/files/20713023/teakii.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2021.
- KOLLERT, W.; KLEINE, M. Introduction. In: KOLLERT, W.; KLEINE, M. (ed). **The Global Teak Study: Analysis, Evaluation and Future Potential of Teak Resources**. Vienna: IUFRO, 2017. p. 15-16. (World Series. Volume 36).
- KOLLERT, W.; WALOTEK, P. J. World Teak Resources, Production, Markets and Trade. In: KOLLERT, W.; KLEINE, M. (ed.). **The global teak study: analysis, evaluation and future potential of teak resources**. Vienna: IUFRO, 2017. p. 83-99. (World Series. Volume 36).
- KREITLOW, J. P.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; SERAFIM, M. E. Avaliação geoambiental das terras do município brasileiro de Cáceres para o cultivo da teca. **Revista Ra'e Ga**, v. 31, p. 53-68, 2014. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/32948/23005>. Acesso em: 15 maio 2021.
- KUMAR, B. M.; KUMAR, S. S.; FIHER, R. F. Intercropping teak with *Leucaena* increases tree growth and modifies soil characteristics. **Agroforestry Systems**, v. 42, p. 81-89, 1998.
- LEBEDEV, V. G.; LEBEDEVA, T. N.; CHERNODUBOB, A. I.; SHESTIBRATOV, K. A. Genomic selection for forest tree improvement: methods, achievements and perspectives. **Forests**, v. 11, p. 1190-1225, 2020. DOI: 10.3390/f11111190.
- LOCATELLI, M.; VIEIRA, A. H.; MACEDO, R. S.; PEQUENO, P. L. L. **Caracterização de sintomas de deficiências em mudas de teca (*Tectona grandis* L. f.)**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2006, 4 p. (Embrapa Rondônia. Circular Técnica, 90).
- LOIOLA, P. L. **Secagem da madeira de Teca (*Tectona grandis* L. F) sob diferentes condições**. 2015. 219 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 2015.
- LUNZ, A. M.; MOURÃO JÚNIOR, M.; MONTEIRO, O. M.; SOUZA, H. S. Entomofauna associada a reflorestamentos experimentais no município de Pau d'Arco, Pará. **Ciência Rural**, v. 41, n. 12, p. 2101-2107, 2011.

LYNGDOH, N.; JOSHI, G.; RAVIKANTH, VASUDEVA, R.; SHAANKER, R. U. Changes in genetic diversity parameters in unimproved and improved populations of teak (*Tectona grandis* L.f.) in Karnataka state, India. **Journal of Genetics**, v. 92, n. 1, p. 141-145, 2013. DOI: 10.1007/s12041-013-0226-2

MINN, Y.; PRINZ, K.; FINKELDEY, R. Genetic variation of teak (*Tectona grandis* Linn. f.) in Myanmar revealed by microsatellites. **Tree Genetics & Genomes**, v. 10, p. 1435-1449, 2014. DOI: 10.1007/s11295-014-0772-7

MIRANDA, M. C. **Caracterização morfológica e avaliação do desenvolvimento inicial de clones de teca (*Tectona grandis* L. f.)**. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

MONTENEGRO, F.; KOTMAN, F.; CAMINO, R. Tecnologias disponíveis para o cultivo de teca. In: CAMINO, R.; MORALES, J. P. (ed.). **Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y realidades**. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) - División de Investigación y Desarrollo, 2013. p. 46-53. (Serie Técnica. Informe Técnico /CATIE, n. 397).

MONTEUUIS, O. Recent advances in clonal propagation of teak. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL WORKSHOP OF BIO-REFOR, 1994, Kangar, Malaysia. **Proceedings...** Tokyo: Bio-Refor, 1995. p. 117-121. Disponível em: <https://agritrop.cirad.fr/389477/1/ID389477.pdf> Acesso em: 12 mar. 2020.

MONTEUUIS O.; BON M. C.; GOH, D. K. S. Teak propagation by in vitro culture. **Bois et Forêts des Tropiques**, n. 256, p. 43-53, 1998. Disponível em: http://bft.cirad.fr/revues/notice_fr.php?dk=390571. Acesso em: 12 dez. 2020.

MONTEUUIS, O.; GOH, D. Origin and Global Dissemination of Clonal Material in Planted Teak Forests. In: KOLLERT, W.; KLEINE, M. (ed). **The global teak study: analysis, evaluation and future potential of teak resources**. Vienna: IUFRO, 2017. p. 30-36. (World Series. Volume 36).

MONTEUUIS, O.; GOH, D. Teak clonal forestry. **Teaknet Bulletin**, v. 11, n. 2, p. 1-13, 2018.

MOTTA, A. S.; ALMEIDA, E. J.; VENDRUSCOLO, D. G. S.; SOUZA, H. S.; MEDEIROS, R. A.; SILVA, R. S. Modelagem da altura de *Tectona grandis* L. f. clonal e seminal. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 34, n. 3, p. 395-406, 2016.

MOYA, R.; BERROCAL, A. Wood colour variation in sapwood and heartwood of young trees of *Tectona grandis* and its relationship with plantation characteristics, site, and decay resistance. **Annals of Forest Science**, v. 67, p. 109-117, 2010.

MOYA, R.; CALVO-ALVARADO, J. Variation of wood color parameters of *Tectona grandis* and its relationship with physical environmental factors. **Annals of Forest Science**, v. 69, p. 947-959, 2012.

MOYA, R.; MARÍN, J. D.; MURILLO, O.; LEANDRO, L. Wood physical properties, color, decay resistance and stiffness in *Tectona grandis* clones with evidence of genetic control. **Silvae Genetica**, v. 62/63, p. 142-152, 2013.

MOYA, R.; PEREZ, D. Effects of physical and chemical soil properties on physical wood characteristics of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 20, n. 4, p. 248-257, 2008.

MOYA, R.; PÉREZ, L. D.; ARCE, V. Wood density of *Tectona grandis* at two plantation spacings in Costa Rica. **Journal of Tropical Forest Products**, v. 9, n. 1/ 2, p. 153-161, 2003.

MURILLO, O.; WRIGHT, J.; MONTEUUIS, O.; MONTENEGRO, F. Mejoramiento genético de la teca en América Latina. In: CAMINO, R.; MORALES, J. P. (ed.). **Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y realidades**. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) - División de Investigación y Desarrollo, 2013. p. 86-113. (Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE, n. 397).

NASCIMENTO, D. T. F.; NOVAIS, G. T. Clima do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas. **Élisée - Revista de Geografia da UEG**, v. 9, n. 2, e922021, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/344168140_Clima_do_Cerrado_dinamica_atmosferica_e_caracteristicas_variabilidades_e_tipologias_climaticas. Acesso em: 20 jan. 2021.

NOVAIS, G. T. **Classificação climática aplicada ao bioma Cerrado**. 2019. 184 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2019.2199>. Acesso em: 24 fev. 2021.

OLIVEIRA, J. R. V. de. **Sistema para cálculo de balanço nutricional e recomendação de calagem e adubação de povoamentos de teca**: NUTRITECA. 2003. 76 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

PAES, J. B.; LOIOLA, P. L.; CAPELINI, W. A.; SANTOS, L. L. Entomofauna associada a povoamentos de teca localizados no sul do Estado do Espírito Santo. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 78, p. 125-132, 2014.

PASSOS, C. A. M.; BUFULIN JUNIOR, L.; GONÇALVES, M. R. Avaliação silvicultural de *Tectona grandis* L. f., em Cáceres – MT, Brasil: resultados preliminares. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 2, p. 225-232, 2006.

PELLISSARI, A. L.; GUIMARÃES, P. P.; BEHLING, A.; EBLING, A. A. Cultivo da teca: características da espécie para implantação e condução de povoamentos florestais. **Agrarian Academy**, v. 1, n. 1, p. 127-145, 2014.

PERES FILHO, O.; DORVAL, A.; BERTI FILHO, E. **A entomofauna associada à teca, *Tectona grandis* L. f. (Verbenaceae) no estado de Mato Grosso**. Piracicaba: IPEF, 2006. 58 p.

PINTO, M. L. **Propriedades e características da madeira de teca (*Tectona grandis*) em função da idade**. 2007. 124 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

PINTO, A. F.; RODIGHERI, H. R. **Desenvolvimento da teca (*Tectona grandis*) e mogno (*Swietenia macrophylla*) consorciados, em diferentes níveis de adubação fosfatada, no município de Carlópolis, PR**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2001. 2 p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 61).

PRABHA, S. S.; INDIRA, E. P.; NAIR, P. N. Contemporary gene flow and mating system analysis in natural teak forest using microsatellite markers. **Current Science**, v. 101, n. 9, p. 1213-1219, 2011.

ROCHA, R. B.; VIEIRA, A. H.; SPINELLI, V. M.; VIEIRA, J. R. Caracterização de fatores que afetam a germinação de teca (*Tectona grandis*): temperatura e escarificação **Revista Árvore**, v. 35, n. 2, p. 205-212, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/901560/1/a05v3>. Acesso em: 13 fev. 2021.

SAGE, L. F.; KENT, J.; MORALES, J. P. Rentabilidad de las inversiones de teca. In: CAMINO, R.; MORALES, J. P. (ed.). **Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y realidades**. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) - División de Investigación y Desarrollo, 2013. p. 202-223. (Serie Técnica. Informe Técnico/ CATIE, n. 397).

SALAZAR, R.; ALBERTIN, W. Requerimientos edáficos y climáticos para *Tectona grandis* L. **Turrialba**, v. 24, n. 1, p. 66-71, 1974.

SANTOS, A.; TEIXEIRA, V. A.; PERES FILHO, O.; SERAFIN, M. E.; PEDRO NETO, M.; OLIVEIRA, C. A. Primeiro registro de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em mudas de teca no Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 34, n. 78, p. 165-167, 2014.

SCHUHLI, G. S.; PALUSZYSZYN FILHO, E. O cenário da silvicultura de teca e perspectivas para o melhoramento genético. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 63, p. 217-230, 2010.

SECAGEM e qualidade: agregando valor aos manufaturados de madeira. **Remade**, n. 63, 2002. Disponível em: http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=134&subject=Secage. Acesso em: 27 set. 2020. ANTES REMADE (Revista da Madeira).

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; STEINKE, E. T.; MÜLLER, A. G. Clima do Bioma Cerrado. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 93-148. Volume 2.

SINGH, S.; BHANDARI, A. S.; ANSARIA, S. A. Stock plant management for optimized rhizogenesis in *Tectona grandis* stem cuttings. **New Forests**, v. 31, p. 91-96, 2006.

SLATOR, N. J.; CALLISTER, A. N.; NICHOLS, J. D. Mechanical but not physical dormancy is a cause of poor germination in teak (*Tectona grandis* L. f.). **New Forests**, v. 44, p. 39-44, 2013. DOI: 10.1007/s11056-011-9298-0

SMIT, L.; ARIAS, L. A. U.; SILVA, A. P.; OESTREICH FILHO, E. Plantation performance of teak clones and seeds in different types of soils at 5,2 years of age in Tangará da Serra, Mato Grosso, Brazil. In: WORLD TEAK CONFERENCE, 1., 2011, San José, Costa Rica. **Planted teak forests: an emerging forest resource at a global level**. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/801snvv>. Acesso em: 06 ago.2021.

SOARES, G. O. S.; LEITE, R. C.; SILVA JÚNIOR, G. D.; REIS, A. S.; SOARES, J. L. S.; LEITE, M. R. P. Methods for overcoming dormancy in teak diaspores. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 4, p. 384-389, 2017.

SOUZA, L. M.; FRANCISCO, F. R.; GONÇALVES, P. S.; SCALOPPI JUNIOR, E. J.; LE GUEN, V.; FRITSCHÉ-NETO, R.; SOUZA, A. P. Genomic selection in rubber tree breeding: a comparison of models and methods for managing g×e interactions. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, 2019, DOI: 10.3389/fpls.2019.01353.

TANAKA, N.; HAMAZAKI, T.; VACHARANGKURA, T. Distribution, growth and site requirements of teak. **JARQ**, v. 32, p. 65-77, 1998.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; PASSOS, R. R.; GONÇALVES, E.O. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 401-409, 2013.

THULASIDAS, P. K.; BAILLÈRES, H. Wood quality for advanced uses of teak from natural and planted forests. In: KOLLERT, W.; KLEINE, M. (ed.). **The global teak study: analysis, evaluation and future potential of teak resources**. Vienna: IUFRO, 2017. p. 73-81. (World Series. Volume 36).

TSUKAMOTO FILHO, A. A.; SILVA, M. L.; COUTO, L.; MÜLLER, M. Análise econômica de um plantio de teca submetido a desbastes. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 487-494, 2003.

VAISHNAV, V.; ANSARI, S. A. Detection of QTL (quantitative trait loci) associated with wood density by evaluating genetic structure and linkage disequilibrium of teak. **Journal of Forestry Research**, v. 30, n. 6, p. 2247-2258, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11676-018-0751-1>

VASCONCELOS, T. S. **Montagem de novo do transcriptoma de teca (*Tectona grandis* L.f.) e busca por genes relacionados ao estresse hídrico**. 2015. 218 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2015.

VENDRUSCOLO, D. G. S. **Modelagem aplicada ao manejo de povoamentos de *Tectona grandis* L. f em Mato Grosso**. 2017. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Engenharia Florestal, Cuiabá, 2017.

VENDRUSCOLO, D. G. S.; SILVA, F. T.; MEDEIROS, R. A.; ROCHA, J. R. M.; SOUZA, H. S.; NASCIMENTO, A. S. Influência do preparo de solo no desenvolvimento de teca clonal e seminal em um Cambissolo. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., 2013, Florianópolis, SC. **Anais...Viçosa, MG: SBSC**, 2013. 4 p.

VIEIRA, A. H.; ROCHA, R. B.; REBELO, A. M. Avaliação de métodos para a superação de dormência de diásporos de teca (*Tectona grandis* L. f.). **Floresta**, v. 39, n. 2, p. 273-278, 2009.

VIEIRA, A. H.; ROCHA, R. B.; LOCATELLI, M.; BENTES-GAMA, M. M. **Influência da desrama artificial sobre o crescimento da teca (*Tectona grandis*) no estado de Rondônia**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2010. 4 p. (Embrapa Rondônia. Circular Técnica, 114).

VÍQUEZ, E.; PÉREZ, D. Effect of pruning on tree growth, yield, and wood properties of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. **Silva Fennica**, v. 39, n. 3, p. 381-390, 2005.

WEBB, D. B.; WOOD, P. J.; SMITH, J. P.; HENMAN, G. S. **A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations**. Oxford: Commonwealth Forestry Institute University of Oxford, 1984. 263 p. Disponível em: <https://hdl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/7025/62758.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 abr. 2021.

YASODHA, R.; VASUDEVA, R.; BALAKRISHNAN, S.; SAKTHI, A. R.; ABEL, N.; BINAI, N.; RAJASHEKAR, B.; BACHPAI, V. K. W.; PILLAI, C.; DEV, S. A. Draft genome of a high value tropical timber tree, teak (*Tectona grandis* L. f): insights into SSR diversity, phylogeny and conservation. **DNA Research**, v. 25, n. 4, p. 419-419, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/dnares/dsy013>.

ZAHABU, E.; RAPHAEL, T.; CHAMSHAMA, S. A. O.; IDDI, S.; MALIMBWI, E. effect of spacing regimes on growth, yield, and wood properties of at Longuza forest plantation, Tanzania. **International Journal of Forestry Research**, v. 2015, 6 p. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/469760>

ZHAO, D.; HAMILTON, J. P.; BHAT, W. W.; JOHNSON, S. R.; GODDEN, G. T.; KINSER, T. J.; BOACHON, B.; DUDAREVA, N.; SOLTIS, D. E.; SOLTIS, P. S.; HAMBERGER, B.; BUELL, C. R. A chromosomal-scale genome assembly of *Tectona grandis* reveals the importance of tandem gene duplication and enables discovery of genes in natural product biosynthetic pathways. **GigaScience**, v. 8, p.1-10, 2019.

ZHOU, Z.; LIU, S.; LIANG, K.; MA, H.; HUANG, G. Growth and mineral nutrient analysis of teak (*Tectona grandis*) grown on acidic soils in south China. **Journal of Forest Research**, v. 28, n. 3, p. 503-511, 2017.

Embrapa

Cerrados

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL