



4

Contexto mundial do melhoramento genético da teca

Cristiane Aparecida Fioravante Reis
Alisson Moura Santos
Teotônio Francisco de Assis

Introdução

O estabelecimento de programas de melhoramento genético da teca (*Tectona grandis* L. f.) se justifica em decorrência de vários aspectos. Trata-se de espécie florestal que produz madeira nobre de elevado valor agregado, com uso consolidado no mercado internacional e com plantios em escala comercial estabelecidos em vários países. Além do mais, a oferta de madeira de teca tem sido, tradicionalmente, menor do que a enorme demanda requerida pelo mercado mundial (Pandey; Brown, 2000; Kumar, 2019; Rimbawanto, 2019).

Outro aspecto relevante no melhoramento genético está relacionado à pressão, cada vez maior, pela conservação genética das populações nativas de teca, de forma que os exemplares arbóreos remanescentes sejam salvaguardados da exploração predatória (Kjaer; Foster, 1996; Kjaer et al., 2000; Boonsermsuk, 2019; Moe, 2019; Tangmitcharoen, 2019; Trisurat, 2019). A extração desordenada das árvores nativas para a obtenção de madeira tem sido responsável pela degradação ambiental de muitas áreas (Keiding, 1966; Graudal et al., 1999; Kollert; Kleine, 2017; Moe, 2019; Tangmitcharoen, 2019; Trisurat, 2019). Adicionalmente, a conversão de áreas de ocorrência natural para outras modalidades de uso da terra tem também contribuído para a redução das populações de teca e, conseqüentemente, de seu estoque de madeira nativa (Keiding, 1966; Graudal et al., 1999; Moe, 2019; Tangmitcharoen, 2019; Trisurat, 2019). Essas atividades podem levar à erosão de alelos importantes para a conservação genética e, também, ao melhoramento genético dessa espécie (Keiding, 1966; Graudal et al., 1999; Moe, 2019; Tangmitcharoen, 2019; Trisurat, 2019).

Em muitas áreas de ocorrência natural da teca, são exploradas as árvores de melhor forma e vigor, sem os devidos critérios preconizados pelo manejo florestal (Boonsermsuk, 2019; Trisurat, 2019). Assim, ao retirar de forma intensa as melhores matrizes, a qualidade dos futuros regenerantes dessa espécie fica comprometida, já que somente as árvores nativas de pior desempenho tendem a permanecer nas parcelas remanescentes (Kollert; Kleine, 2017). Neste cenário, três medidas se tornam pertinentes, sendo: a) conservação de exemplares nativos de teca em áreas de proteção ambiental, b) implantação de adequados programas de manejo das florestas naturais com teca e c) concessão de estímulos crescentes ao estabelecimento de plantios comerciais de teca (em monocultivos ou em sistemas agroflorestais) (Keiding, 1966; Kaosa-Ard et al., 1998a, 1998b; Graudal et al., 1999; Goh;

Monteuuis, 2005; Trisurat, 2019). Dentre essas três medidas elencadas, o estabelecimento de plantios comerciais de teca é tido como o de maior facilidade de execução, especialmente nos tempos atuais, em decorrência do grande interesse de investidores privados, quanto ao cultivo de teca de curta rotação em várias partes do mundo.

No passado, o estabelecimento de plantios de teca foi iniciado sob estímulo de ações governamentais, tal como ocorrido no projeto conduzido pelo Royal Forest Department (RFD), executado desde 1943 e do Forest Industries Organization (FIO) desde 1968, ambos na Tailândia (Kaosa-Ard, 1996, Kaosa-Ard et al., 1998a, 1998b). Entretanto, com o aumento no interesse pela madeira de teca no decorrer dos anos, observa-se uma transição nas iniciativas de estabelecimento de plantios comerciais de teca de instituições públicas para investimentos privados (Kaosa-Ard et al., 1998a, 1998b; Kollert; Kleine, 2017; Rimbawanto, 2019; Tangmitcharoen, 2019).

A carência de plantios, especialmente de melhor qualidade genética, foi unanimemente identificada como causa do déficit de madeira de teca (Monteuuis; Goh, 1999, 2018; Husen, 2012; Kollert; Kleine, 2017). Em decorrência desses aspectos, torna-se evidente a necessidade de obtenção de árvores melhoradas geneticamente. A melhoria constante da adaptação da espécie aos locais de plantio, da produtividade e das propriedades tecnológicas da madeira e da tolerância/resistência a fatores bióticos e abióticos se faz notória para atender às crescentes demandas por produtos madeireiros, em quantidade, com qualidade e com constância necessárias à sociedade (Kjaer; Foster, 1996; Kaosa-Ard et al., 1998a, 1998b; Kjaer et al., 2000; Peres Filho et al., 2006; Roychoudhury, 2012; Caldeira, 2013; Kollert; Kleine, 2017).

Algumas peculiaridades dessa espécie florestal devem ser levadas em conta, por impactar diretamente no melhoramento genético e, obviamente, também no estabelecimento de plantios comerciais, tais como: a) produção de sementes por árvore limitada quantitativamente⁸, sendo sujeita às variações entre árvores, anos e locais, causando problemas na produção das mudas e na implantação de testes de procedências e progênies e, também, em plantios comerciais; b) longo ciclo vegetativo até o início do florescimento e disponibilização de sementes; c) correlação negativa entre a precocidade da frutificação/produção de sementes e o comprimento do fuste, com presença de bifurcação, o que afeta o valor comercial da árvore e, conseqüentemente, a qualidade do fuste na sua descendência; d) baixa e imprevisível capacidade de germinação de sementes, a qual diminui rapidamente com o tempo, após a coleta, acarretando também problemas na produção das mudas seminais para

⁸ A quantidade de sementes necessária para obtenção de um plantio com 800-1.500 árvores ha⁻¹ é altamente variável, havendo relatos de 2,5-43 kg (Kjaer; Foster, 1996; Kaosa-Ard et al., 1998a, 1998b), dentre outros. A produção de sementes nos pomares clonais é, em geral, também baixa. Em um bom sítio, a produção pode alcançar entre 70-100 kg ha⁻¹, mas uma média de 50 kg é mais comum (Kaosa-Ard et al., 1998a, 1998b). O consumo de sementes varia de acordo com o país e região, em função da percentagem de germinação e da técnica de produção de mudas utilizada (Kjaer; Foster, 1996).

finalidade de melhoramento e para plantios comerciais, embora possam existir diferenças entre as fontes de sementes; e) dificuldade na realização de polinização controlada e f) longo ciclo de rotação da espécie (Kjaer; Foster, 1996; Kaosa-Ard et al., 1998a, 1998b; Kjaer et al., 2000; Callister, 2013; Murillo et al., 2013; Monteuuis; Goh, 2018; Kumar, 2019). Alguns desses aspectos acarretam ainda maiores consequências também para a conservação genética, já que a reprodução natural e a regeneração da teca têm sido amplamente malsucedidas em áreas nativas (Krishnan et al., 1999).

Neste contexto, é importante que tais problemas sejam considerados e, na medida do possível, minimizados ou contornados. Por outro lado, os retornos de programas de melhoramento são tidos como altos, tendo em vista o elevado valor da madeira no mercado internacional (Costa; Resende, 2001; Costa et al., 2007; Assis; Resende, 2011). Os plantios de teca, atualmente de maior interesse aos investidores, consistem naqueles de curta rotação e cujas madeiras obtidas alcançam bons preços, ainda que não sejam os mesmos valores obtidos na comercialização de madeira nativa, com maiores diâmetros e proporção de cerne (Kollert; Kleine, 2017).

Em decorrência da dificuldade na produção de mudas seminais de teca, a talhadia, caracterizada pela condução de brotações após o corte da floresta, é uma prática bastante utilizada em alguns países, mas é uma medida que não salvaguarda a produtividade de madeira ou, mesmo, contribui para o seu incremento, assim como também não leva a ganhos, em termos de melhoria da qualidade da madeira ou tolerância/resistência a fatores bióticos ou abióticos, algo que pode ser alcançado com o uso de novas cultivares (Kjaer; Foster, 1996). Por outro lado, outra medida utilizada é a produção em massa de mudas clonais, procedente de árvores elites, o que tem contribuído para a melhoria da produtividade, da qualidade da madeira, da sanidade, da homogeneidade dos plantios e na padronização dos tratamentos culturais durante a rotação, dentre outros aspectos (Kjaer; Foster, 1996; Husen, 2012; Murillo et al., 2013; Monteuuis; Goh, 2018). Os plantios clonais parecem ser o melhor caminho para maximizar o retorno econômico, no menor tempo possível, sendo relevante o uso de diferentes clones, com plantio monoclonal por talhão, em esquema espacial de mosaico, como precaução contra possíveis danos causados por doenças bióticas e abióticas e, também, por insetos-pragas (Xavier; Da Silva, 2010; Kollert; Kleine, 2017; Kumar, 2019). Obviamente, a garantia de ganhos crescentes (para os caracteres acima mencionados) nos plantios clonais de teca deve estar atrelada à geração contínua de novos clones/cultivares em programas de melhoramento genético (Resende; Barbosa, 2005).

Além do aprimoramento de caracteres de importância econômica, o melhoramento genético deve também levar em consideração a necessidade de redução da idade média de rotação, pois se trata de uma espécie de crescimento lento, podendo em algumas condições ambientais asiáticas alcançar rotações que variam entre 60-100 anos, ou seja, que demanda um investimento de longo prazo (Kjaer; Foster, 1996; Kaosa-Ard et al., 1998a, 1998b). Em países como Brasil e Costa Rica, a rotação varia entre 20-30 anos, em decorrência das condições ambientais mais favoráveis e do uso de ciclo de rotação mais curto, com foco no atendimento de mercados de produtos com madeira de pequena dimensão (Kjaer; Foster, 1996; Camino; Morales, 2013).

O tempo é um fator determinante na tomada de decisões em atividades ligadas ao melhoramento genético florestal, uma vez que as espécies perenes apresentam longevidade e maior complexidade no desenvolvimento que uma espécie anual. Cada processo seletivo demanda tempo e recurso e, por essa razão, deve ser o mais eficiente possível. Maiores rigores e acurácias nos processos seletivos devem ser continuamente buscados, tendo em vista que algum erro ocorrido em um ciclo pode vir a colocar em risco todo o trabalho (Resende, 2002). A avaliação da eficiência da seleção precoce deve ser constantemente almejada dentro dos programas de melhoramento de teca (Resende, 1994; Kjaer; Foster, 1996; Pedersen et al., 2007; Callister, 2013; Monteuis et al., 2011; Segura, 2017; Adu-Bredu et al., 2019). Na Índia, há relato de seleção precoce de genótipos de teca praticada aos dez anos de idade para caracteres de crescimento (Kumar, 2019).

Todos esses aspectos acima abordados evidenciam a importância do melhoramento genético da espécie. Entretanto, obviamente, os programas de melhoramento genético devem ser devidamente bem planejados e estruturados, com continuidade em termos de condução de atividades, de oferta de recursos financeiros e humanos, ainda mais por se tratar de uma espécie de ciclo longo, de forma a gerar continuamente novas cultivares (Kaosa-Ard et al., 1998a, 1998b).

Neste contexto, este capítulo fornece uma ampla revisão de literatura sobre melhoramento genético da teca, em nível mundial. Aproximadamente 340 publicações técnico-científicas, obtidas em diversas plataformas de dados, foram analisadas e classificadas por assunto. Com base nessas publicações, são abordados os seguintes aspectos relacionados à teca: a) melhoramento genético em nível mundial, b) estratégia de melhoramento genético utilizada, c) variação em caracteres de importância econômica, e) interação genótipos x ambientes, f) controle genético de caracteres, g) seleção para vários caracteres e

h) uso de ferramentas biotecnológicas em apoio à conservação e, ou ao melhoramento genético. Espera-se com essa síntese de informações contribuir para uma maior compreensão do status do melhoramento genético da teca, em nível mundial, e que esse arcabouço possa servir de suporte ao balizamento e ao aprimoramento das atividades em prol dessa espécie.

Melhoramento genético da teca em nível mundial

Há relatos de ações voltadas ao melhoramento genético da teca em, pelo menos, 33 países no decorrer do tempo (Tabela 1). Essas ações não necessariamente se referem à existência de programas de melhoramento genético estruturados, mas aos esforços que têm sido conduzidos em prol de geração de conhecimentos sobre a obtenção de algum grau de melhoramento e de conservação da espécie. Alguns marcos históricos e/ou relevantes em diferentes países são sumarizados na Tabela 2. Observa-se que esses esforços remontam a intervalo de tempo de quase um século, sendo intensificados a partir da década de 1960.

Conforme descrito no primeiro capítulo do presente livro, que trata da caracterização botânica, distribuição e condições ambientais nas áreas de ocorrência natural da teca, o seu padrão de distribuição natural é descontínuo e abrange Índia, Mianmar, Tailândia e Laos (Kaosa-Ard, 1989; Lamprecht, 1990; Graudal et al., 1999; Pandey; Brown, 2000; Praciak et al., 2013). Observa-se que os países com maior número de publicações ligadas ao melhoramento da teca consistem naqueles que fazem parte de sua área de distribuição natural (Índia, Mianmar e Tailândia) ou, então, localizados em suas proximidades (Indonésia e Malásia), sendo que clones de teca da Malásia vêm sendo popularizados em várias partes do mundo, inclusive no Brasil.

No Ocidente, um excelente exemplo de programa de melhoramento genético bem estruturado tem sido conduzido na Costa Rica. Entretanto, há também que se ressaltar que os diversos estudos conduzidos em diversas partes do mundo têm contribuído de maneira substancial para o entendimento do comportamento dessa espécie sob melhoramento genético.

Tabela 1. Iniciativas ligadas ao melhoramento genético da teca em diferentes países do mundo e respectivas referências bibliográficas.

Unidade	País	Referências
1	Austrália	Callister e Collins (2008), Wehr et al. (2010), Goh e Monteuis (2012), Callister (2013), Monteuis e Goh (2018).
2	Bangladesh	Huk e Banik (1990), Banik (1993), Mahmud e Hossain (2013).
3	Benin	Kokutse et al. (2016), Hounlonon et al. (2017).
4	Brasil	Golfari et al. (1978), Pinto Júnior e Jacob (1979), Pinto Júnior et al. (1981), Diniz (1999), Ferreira (2001), Costa et al. (2007, 2012, 2015), Costa e Resende (2001), Kjaer et al. (2008), Schühli e Paludzyszyn Filho (2010), Assis e Resende (2011), Goh e Monteuis (2012), Alcântara e Veasey (2013), Miranda (2013), Murillo et al. (2013), Avelar (2015), Barreta (2015), Borges et al. (2015), Lima (2015), Alcântara et al. (2016), Chimello (2016), Corrêa (2016), Jesus (2016, 2021), Oliveira (2016, 2020), Zucarelli (2016), Chimello et al. (2017), Giustina et al. (2017), Silva et al. (2017), Bastos et al. (2018), Marques et al. (2018), Mata (2018), Matos et al. (2018), Monteuis e Goh (2018), Reategui et al. (2018), Silva e Arriel (2018, 2019), Alexandre et al. (2019), Arenhart et al. (2019), Barceli et al. (2019), Betancourt (2019), Galeano et al. (2019), Lara (2019), Nunes et al. (2019a, 2019b), Pereira (2019), Pereira e Arriel (2019), Perozo (2019), Poncioni (2019), Alexandre (2020), Brasil (2020), Pereira et al. (2020), Reategui-Betancourt et al. (2020), Silva (2020), Queiroz (2020), Proteca (2021), Viana (2020).
5	Burkina Faso	Piot (1977).
6	China	Bingchao et al. (1986), Bingchao e Shuzhen (1993), Murillo et al. (2013), Huang et al. (2016, 2019a, 2019b), Graudal e Moestrup (2017).
7	Colômbia	Espitia et al. (2011), Correa et al. (2013), Monteuis e Goh (2018), Llanos-Mayor et al. (2019).
8	Costa do Marfim	Delaunay (1977), Madoffe e Maghembe (1988), Fofana et al. (2008), Kjaer et al. (2008), Monteuis e Goh (2018).
9	Costa Rica	Gamboa e Montoya (1992), Araya et al. (2005), Arguedas-Gamboa et al. (2005), Aguilar (2007), Resende (2007b), Lozano (2010), Assis e Resende (2011), Moya e Marín (2011), Solórzano et al. (2012), Solórzano-Naranjo et al. (2012), Hernández (2013), Moya et al. (2013), Murillo et al. (2013, 2019), Vásquez (2016), Segura (2017), Loría (2018), Monteuis e Goh (2018), Hine et al. (2019), Molina-Quesada et al. (2019).

Continua ...

Tabela 1. Continuação.

Unidade	País	Referências
10	Cuba	Echeverría et al. (2005), Fleitas-Camacho et al. (2010), Murillo et al. (2013).
11	Equador	Goh e Monteuis (2012), Cañadas et al. (2013), Murillo et al. (2013), Monteuis e Goh (2018).
12	Gabão	Monteuis e Goh (2018).
13	Gana	Kjaer et al. (2008), Nocetti et al. (2011), Monteuis e Goh (2018), Adu-Bredu et al. (2019).
14	Guatemala	Murillo et al. (2013), Monteuis e Goh (2018).
15	Ilhas Virgens	Kjaer et al. (1999, 2008).
16	Índia	Mathauda (1954), Kedharnath e Matthews (1962), Kumaravelu (1979), Subramanian e Seethalakshmi (1984), Venkatesh et al. (1986), Ahmad (1987), Chandha e Patnik (1990), Mishra (1992), Meshram et al. (1994), Bagchi (1995), Nagarajan et al. (1996), Roychoudhury e Joshi (1996), Swain et al. (1996), Kumar et al. (1997), Nagarajan e Mohanlal (1997), Palupi e Owens (1997, 1998), Indira e Bhat (1998), Jain et al. (1998), Sharma e Rawat (1998), Krishnan et al. (1999), Swain (1999), Chacko et al. (2000), Sharma et al. (2000), Sivakumar et al. (2002), Chawhaan et al. (2003), Katwal (2003), Mathew e Vasudeva (2003), Nicodemus et al. (2003, 2009), Hedge et al. (2004), Vasudeva et al. (2004), Bendale et al. (2005), Shrestha et al. (2005), Thulasidas et al. (2006), Varghese et al. (2006, 2008), Narayanan et al. (2007, 2009), Kjaer et al. (2008), Gunaga e Vasudeva (2009), Hadiyan (2009), Palanisamy et al. (2009, 2010), Lyngdoh et al. (2010, 2013), Gunaga et al. (2011, 2013), Shukla et al. (2011), Khanduri (2012), Purushottam et al. (2014), Sreekanth et al. (2014), Surendran (2014), Vinutha e Javaregowda (2014), Kambale et al. (2015), Lyngdoh e Vasudeva (2015), Behera e Bhol (2016), Behera et al. (2016), Nayak et al. (2016, 2017), Patil et al. (2016), Sett et al. (2016), Jibkate et al. (2017), Pattanaik e Shiva (2017), Pradhan et al. (2017), Ayate e Ujjainkar (2018), Modi et al. (2018), Kumar (2019), Roychoudhury et al. (2020a, 2020b).
17	Indonésia	Harahap e Soerianegara (1977), Suhaendi (1990, 1998), Indonésia Forest State Enterprise (1993), Palupi e Owens (1997, 1998), Sharma e Rawat (1998), Swain (1999), Danarto e Hardiyanto (2000), Sharma et al. (2000), Vasudeva et al. (2004), Wardani (2008), Hadiyan (2009), Palupi et al. (2010), Puspitasari et al. (2010), Sofyan et al. (2011), Sumardi (2011), Goh e Monteuis (2012), Hidayati et al. (2013a, 2013b, 2014), Muslimin et al. (2013), Nurrudin (2013), Sadono (2014), Sadono et al. (2014, 2019), Budiadi et al. (2017), Adinugraha e Efendi (2018), Monteuis e Goh (2018), Prehaten et al. (2018), Priyowibowo (2018), Adinugraha et al. (2019), Damayanti et al. (2019), Rimbawanto (2019), Prasetyawati e A'ida (2019), Baskorowati et al. (2020), Mulyadiana et al. (2020).

Continua . . .

Tabela 1. Continuação.

Unidade	País	Referências
18	Malásia	Wyatt-Smith (1961), Monteuis e Goh (1999, 2018), Goh e Monteuis (2005, 2009, 2012), Goh et al. (2007, 2013), Norlia et al. (2008), Chaix et al. (2011), Monteuis et al. (2011), Norwati et al. (2011).
19	México	Kjaer et al. (2008), Goh e Monteuis (2012), Monteuis e Goh (2018).
20	Moçambique	Bila et al. (1999).
21	Mianmar	Htun e Kaufmann (1980), Gyi et al. (1984), Gyi (1993), Min e Lwin (2004), Lwin et al. (2010), Shwe et al. (2015), Minn et al. (2016), Moe (2019), Win (2019), Dunker et al. (2020).
22	Nicarágua	Murillo et al. (2013), Maroto (2017), Monteuis e Goh (2018).
23	Nigéria	Egenti (1978a, 1978b, 1981), Kjaer et al. (2008).
24	Nova Zelândia	Prehaten et al. (2018).
25	Panamá	Vásquez (2016), Monteuis e Goh (2018).
26	Papua Nova Guiné	Cameron (1966, 1968), Kjaer et al. (2008).
27	Peru	Damayant (2018), Medina (2018).
28	Porto Rico	Kjaer et al. (2008).
29	Sri Lanka	Maddugoda (1993), Jayawardana e Amarasekera (2009).
30	Tailândia	Kemnark e Boonkird (1963), Keiding (1966), Hedegart (1971a, 1971b), Anon (1972), Suksileung et al. (1975), Kanchanaburangura (1976), Kaosa-Ard (1983a, 1983b, 1999), Wellendorf e Kaosa-Ard (1988), Kaosa-Ard et al. (1998a, 1998b), Kjaer e Suangtho (1995, 1997), Kjaer et al. (1996, 2000, 2008), Tangmitcharoen (1997, 2019), Tangmitcharoen e Owens (1997a, 1997b), Graudal et al. (1999), Tangmitcharoen et al. (2006a, 2006b, 2009), Meunpong et al. (2017), Wehr et al. (2017), Piananurak (2019), Wattanasuksakul (2019).
31	Tanzânia	Persson (1971a, 1971b), Madoffe e Maghembe (1988), Madoffe e Chamshama (1989), Kjaer e Siegismund (1995), Rance e Monteuis (2004), Pedersen et al. (2007), Goh e Monteuis (2012), Monteuis e Goh (2018).
32	Togo	Kokutse et al. (2009, 2016), Monteuis e Goh (2018).
33	Vietnã	Dong e Ha (2019).

Tabela 2. Marcos históricos em prol do melhoramento da teca, em diferentes países do mundo.

Ano	Marcos históricos em prol do melhoramento genético da teca	Referências
1930	Estabelecimento de rede experimental, composta por 11 procedências de teca, em 13 localidades da Índia. Posteriormente, uma nova série foi estabelecida no período de 1980-1981. Resultados iniciais indicaram que as procedências locais têm melhor desempenho, mas as introduções da Índia úmida tinham também grande potencial. A procedência do Sudoeste da Índia (Nilambur) foi mais estável e vigorosa. Entretanto, essa procedência, quando submetida às condições mais extremas de sítios, apresentou algumas poucas árvores superiores em crescimento.	Mathauda (1954), Graudal e Moestrup (2017).
Década de 1930	Estabelecimento de vários testes de procedências de teca na Indonésia e, posteriormente, incremento no número de experimentos em 1959. Em geral, foi possível identificar raças locais indonésias e, também, exóticas superiores em crescimento.	Suhaendi (1998), Graudal e Moestrup (2017), Rim-bawanto (2019).
Década de 1960	Início das atividades de melhoramento genético da teca em Ngao, província de Lampang, Tailândia, no ano de 1965, com sua conseqüente intensificação a partir da criação do Teak Improvement Center (TIC). As principais atividades conduzidas no decorrer do tempo têm sido: implantação de testes de procedências, progênies e testes clonais; seleção de árvores superiores; desenvolvimento de técnicas de propagação de genótipos superiores; estabelecimento de áreas de produção de sementes, de bancos clonais e de pomares de sementes clonais.	Keiding (1966), Kanchanaburan-gura (1976), Kei-ding et al. (1986), Tangmitcharoen (1997, 2019), Ka-osa-Ard et al. (1998a, 1998b), Graudal et al. (1999), Rao et al. (2001), Wattana-suksakul (2019).
1961	Início do melhoramento genético da teca pelo State Forest Department, sob responsabilidade do Governo da Índia. Desde então, uma grande quantidade de trabalhos foi realizada na geração de conhecimentos sobre diferenças entre e dentro de procedências e quanto ao desempenho da teca para caracteres de crescimento, florescimento e frutificação. Há também ações de coleta e beneficiamento de sementes, de criação de áreas de produção de sementes, seleção de árvores elites e estabelecimento de testes de progênies, de bancos clonais e de pomares de produção de sementes, com foco na geração de genótipos superiores para estabelecimento de plantios.	Kedharnath e Matthews (1962), Venkatesh et al. (1986), Sharma e Rawat (1998), Ku-mar (2019).
1965	Estabelecimento da cooperação entre o governo da Tailândia e da Dinamarca, contemplando ações voltadas aos temas de melhoramento genético e silvicultura da teca.	Keiding (1966), Hedegart (1971b).

Continua . . .

Tabela 2. Continuação.

Ano	Marcos históricos em prol do melhoramento genético da teca	Referências
1971	Uma rede experimental, composta por 48 testes de procedências de teca, foi estabelecida em nove países (Brasil, Costa do Marfim, Gana, Índia, México, Nigéria, Papua Nova Guiné, Porto Rico e Tailândia) entre os anos de 1973 e 1974. Essa rede teve origem em um programa formulado pela Food and Agriculture Organization (FAO) e pela Danish International Development Agency (Danida) em 1969. Em 1971, foi iniciada a coleta do germoplasma, sendo que um total de 75 procedências foram amostradas, em oito zonas ecológicas-geográficas: Índia úmida, Índia semiúmida, Índia seca, Laos, Tailândia e Indonésia, raças locais da África e da América Latina. As amostras das procedências incluídas nesta rede representam parte considerável da área de distribuição natural da teca, exceto Mianmar. As procedências de Mianmar não estavam disponíveis na época do estabelecimento dos testes. Os resultados dessa rede experimental são apurados em profundidade por Kjaer e colaboradores.	Pinto Júnior e Jacob (1979), Pinto Júnior et al. (1981), Kjaer et al. (2008).
1973	Início do estabelecimento da série chinesa de testes de procedências de teca. As procedências testadas são compostas por antigas introduções à China, da Birmânia (atual Mianmar), da Malásia, da Indonésia e da Índia, em conjunto com novas introduções da Birmânia, da Tailândia e da Índia. Uma procedência de Sungam, Kerala, região sudoeste da Índia, apresentou volume de madeira 50% superior em relação à melhor procedência birmanesa e mostrou melhor resistência à seca, em comparação com procedências da Birmânia e da Tailândia, em testes precoces de campo.	Bingchao et al. (1986), Graudal e Moestrup (2017).
Década de 1980	No decorrer do tempo, ações ligadas ao melhoramento genético de teca têm sido estabelecidas em Mianmar, com foco na produção de genótipos melhorados, seja via seminal ou clonal, para o estabelecimento de plantios comerciais. Neste sentido, têm sido realizados: estabelecimento de áreas de produção de sementes, de pomares de sementes por mudas, de pomares de sementes clonais, seleções de árvores elites e propagação vegetativa.	Htun e Kaufmann (1980), Gyi et al. (1984), Gyi (1993), Min e Lwin (2004), Lwin et al. (2010), Shwe et al. (2015), Moe (2019), Win (2019), Dunker et al. (2020).
1981	Início do Programa de Melhoramento Genético de teca na Indonésia, com ações ligadas ao estabelecimento de bancos clonais, de pomares de sementes por clones, de testes de progênie e seleção de árvores elites. Com o passar dos anos, ações de pesquisa e desenvolvimento têm sido executadas por algumas instituições neste país, como: Perhutani Teak Centre em Cepu Central, Java; University of Gadjah Mada e Centre for Forest Biotechnology and Tree Improvement em Yogyakarta, Indonésia.	Rimbawanto (2019).

Continua ...

Tabela 2. Continuação.

Ano	Marcos históricos em prol do melhoramento genético da teca	Referências
1990	Estabelecimento do Plant Biotechnology Laboratory, o qual consiste em um projeto colaborativo entre a divisão florestal do Yayasan Sabah Group (YSG) e o Centre de Coopération Internationale em Recherche Agronomique pour de Développement (Cirad). Esse projeto tem procurado reunir o maior número possível de recursos genéticos de teca no YSG, em Sabah, no Leste da Malásia. Essas ações visam ao estabelecimento de populações base para melhoramento genético da espécie, com foco na seleção de clones elites para estabelecimento de plantios comerciais. Esses clones têm sido testados e, também, plantados em escala comercial em vários países, inclusive com bons desempenhos também no Brasil.	Goh e Monteuiis (2005, 2009, 2012), Goh et al. (2007, 2013), Monteuiis e Goh (1999, 2018), Monteuiis et al. (2011), Murillo et al. (2013).
1997	Estabelecimento da Cooperativa de Conservación y Mejoramiento Genético Forestal da Costa Rica (Genfores), focada em ações de conservação e melhoramento genético de espécies florestais, incluindo a teca. Essa cooperativa é formada por uma parceria estabelecida entre a Escuela de Ingeniería Forestal do Instituto Tecnológico de Costa Rica, empresas públicas e, também, empresas privadas. As empresas associadas estão localizadas em vários países americanos, além da Costa Rica. Essa cooperativa visa: i) promover o uso racional e a conservação de recursos genéticos florestais, ii) reduzir os custos e aumentar a produtividade de madeira dos plantios, iii) aprimorar a gestão de recursos com pesquisa, capacitação, adequação e transferência de tecnologia, iv) vincular práticas acadêmicas com as necessidades do setor florestal e v) contribuir com a atração de investimentos ao setor. As três linhas mestras de atuação em pesquisa da Genfores são: genética quantitativa, silvicultura clonal e genética molecular. A cooperativa tem produzido sementes melhoradas e mudas clonais de teca também para a exportação.	Costa et al. (2007, 2012), Lozano (2010), Assis e Resende (2011), Murillo et al. (2013, 2019), Maroto (2017), Segura (2017), Lória (2018), Monteuiis e Goh (2018), Hine et al. (2019), Molina-Quesada et al. (2019).
1997	Lançamento do manual com procedimentos sobre como efetuar a polinização controlada da teca.	Tangmitcharoen (1997), Wattana-suksakul (2019).
1999	Lançamento de publicação contendo a identificação dos requisitos para a conservação dos recursos genéticos de teca na Tailândia e apresentação do plano e do orçamento para implementação das atividades de conservação propostas naquele país. Como representa uma referência no tema, esse documento pode também ser usado como balizador para o planejamento de programas similares de conservação da teca em outros países ou, mesmo, como modelo para outras espécies florestais.	Graudal et al. (1999).

Continua . . .

Tabela 2. Continuação.

Ano	Marcos históricos em prol do melhoramento genético da teca	Referências
2001	Início do Programa de Melhoramento Genético da teca do Instituto de Investigaciones Forestales em Cuba.	Fleitas-Camacho et al. (2010).
2010	Lançamento da publicação com as diretrizes mais recentes para o melhoramento genético da teca na Índia, com foco em pomares de sementes, polinização controlada e seleção de clones elites.	Palanisamy et al. (2010).
2013	Na World Teak Conference de 2013 foram estabelecidas algumas diretrizes no âmbito do melhoramento da teca, sendo: i) O programa de conservação genética deve ser desenvolvido como parte integrante do melhoramento genético de árvores e do manejo das plantações; ii) A estratégia de melhoramento genético deve ser formulada com maior consideração à conservação genética do pool genético existente; iii) A delimitação das zonas das procedências e a colheita controlada de sementes nas áreas de produção estabelecidas nessas zonas devem ser vistas como prioritárias; iv) É recomendada uma reavaliação dos arquivos de clones e de pomares de sementes clonais existentes, pois as origens das raças locais precisam ser investigadas e sua diversidade melhor avaliada; v) Intercâmbios de materiais genéticos devem ser promovidos, para maximizar o programa de melhoramento da teca e a produção de madeira das plantações; vi) A produção de sementes, por pomar de sementes clonais, exige pesquisas mais urgentes para superar os problemas existentes; vii) As ferramentas biotecnológicas devem ser usadas em consonância com o melhoramento genético intensivo; viii) O desenvolvimento de capacidades deve ser priorizado para atender às necessidades de compartilhamento de informações, treinamentos, workshops, conferências técnicas, visitas de campo e financiamentos de bolsas de pesquisa; ix) Há a necessidade de fortalecimento das cooperações mútuas entre Teaknet, International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) e agências internacionais, regionais e nacionais; x) Os especialistas em teca devem ser mobilizados quanto às necessidades dos países em desenvolvimento, de modo a incrementar o intercâmbio de conhecimentos; xi) A avaliação de risco deve ser levada em consideração, em conjunto com o pacote de seguro e xii) nichos de mercados inovadores devem ser desenvolvidos para a madeira de teca “jovem”.	Tangmitcharoen (2019).
2014	Lançamento de publicação sobre o status dos recursos genéticos florestais mundiais, sendo a teca eleita como prioritária, entre 20 espécies florestais, para conservação e manejo em mais de 20 países envolvendo: África, Ásia, Europa, América Latina e Caribe, Oriente Próximo, América do Norte e Oceania, de acordo com classificação regional proposta pela FAO. Neste levantamento, a teca é reportada entre as três espécies florestais mais comuns em ações de melhoramento e conservação global e a terceira espécie mais plantada em pomares de sementes nessas regiões, com finalidade de conservação genética e produção de sementes melhoradas, exceto na América do Norte.	FAO (2014).

Continua . . .

Tabela 2. Continuação.

Ano	Marcos históricos em prol do melhoramento genético da teca	Referências
2017	Lançamento da publicação “The Global Teak Study”, contendo dois itens sobre o status global da variação genética da teca em florestas naturais e plantadas (seminais e clonais). Essa publicação foi feita por meio de parceria entre International Tropical Timber Organization (ITTO), IUFRO e FAO.	Graudal e Moestrup (2017); Monteuis e Goh (2017).
2017	Iniciativa lançada por meio de parceria estabelecida entre ITTO, IUFRO e FAO, com foco na conservação de recursos genéticos, na produção de sementes e no manejo de florestas naturais e plantadas de teca localizadas na África, na Ásia e na América Latina. Este trabalho inclui a identificação de materiais reprodutivos superiores, em produção e qualidade da madeira, de diferentes procedências, em vários países, com foco na caracterização e na padronização de madeira de curta rotação, para uso no mercado mundial (Genetic Business Plan).	Kollert e Kleine (2017).
2019	Realização do I Workshop Regional “Sustaining Teak Management in Mekong Basin” em Yangon, Mianmar, como parte de um programa de manejo de teca apoiado pela ITTO intitulado “Enhancing Conservation and Sustainable Management of Teak Forests and Legal and Sustainable Wood Supply Chains in the Greater Mekong Sub-Region”, atualmente em implementação nos cinco países da sub-região do Rio Asiático Mekong, com apoio financeiro do Ministério Federal de Alimentos e Agricultura da Alemanha. Esse evento contou com a presença de cerca de 40 pesquisadores e especialistas de 14 países representando universidades, formuladores de políticas, gerentes de plantações de teca, indústrias madeireiras, organizações internacionais, ONGs e governos, inclusive com participação de integrantes brasileiros. Na oportunidade foram apresentadas ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação de teca, em várias áreas temáticas, inclusive àquelas que vêm sendo conduzidas em prol da conservação e do melhoramento genético, em nível mundial.	Kumar (2019), Moe (2019), Rimbawanto (2019), Tangmitcharoen (2019), Trisurat (2019), Wattanasuksakul (2019).

Melhoramento genético da teca no Brasil

No Brasil, as iniciativas ligadas ao melhoramento genético da teca aparentemente não estão integradas em um programa estruturado de melhoramento genético de longo prazo, sendo que as atividades disponíveis na literatura conduzidas até o momento podem ser divididas em: introduções, avaliações e maior conhecimento quanto à adaptação de

algumas procedências, progênies ou clones (Golfari et al., 1978; Pinto Júnior e Jacob, 1979; Pinto Júnior et al., 1981; Diniz, 1999; Ferreira, 2001; Kjaer et al., 2008; Goh; Monteuuis, 2012; Miranda, 2013; Murillo et al., 2013; Barreta, 2015; Costa et al., 2015; Corrêa, 2016; Silva et al., 2017; Monteuuis; Goh, 2018; Pereira, 2019; Pereira; Arriel, 2019; Pereira et al., 2020; Proteca, 2020), seleção massal de candidatos a clones em plantios comerciais seminais (Giustina et al., 2017; Proteca, 2021), proposição de descritores morfológicos e moleculares de acessos (Avelar, 2015; Lima, 2015; Alcântara et al., 2016; Chimello et al., 2017; Marques et al., 2018; Mata, 2018; Reategui, 2018; Betancourt, 2019; Perozo, 2019; Reategui-Betancourt et al., 2020; Viana, 2020), avaliação da diversidade genética por marcadores moleculares (Alcântara; Veasey, 2013; Chimello, 2016; Oliveira, 2016, 2020; Zucarelli, 2016; Chimello et al., 2017; Giustina et al., 2017; Alexandre et al., 2019; Lara, 2019; Nunes et al., 2019a, 2019b; Perozo, 2019; Poncioni, 2019; Alexandre, 2020; Queiroz, 2020; Silva, 2020; Jesus, 2021), avaliação da tolerância a algumas doenças de importância econômica (Borges et al., 2015; Jesus, 2016; Bastos et al., 2018; Arenhart et al., 2019; Barceli et al., 2019), fenologia (Silva; Arriel, 2019) e viabilidade e conservação de grão de pólen (Silva; Arriel, 2018). Nesses trabalhos, há destaque para as ações conduzidas pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e pela Universidade Estadual de Mato Grosso (Unemat), em parceria com empresas privadas, cujo maior polo de produção de madeira de teca no Brasil se encontra em Mato Grosso.

Várias publicações ressaltam a carência de programas de melhoramento genético de teca no País e sobre a necessidade de se consolidar um programa e estabelecer uma rede experimental, na qual parcerias seriam constituídas por instituições públicas de ensino, pesquisa e, ou extensão associadas às empresas privadas envolvidas no cultivo da espécie (Costa; Resende, 2001; Costa et al., 2007, 2012, 2015; Schühli; Paludzyszyn Filho, 2010; Assis; Resende, 2011). A recomendação, presente com unanimidade nessas publicações, é que sejam estabelecidos testes de procedências, progênies e clonais, repetidos em locais representativos dentro da zona de melhoramento de interesse para teca, além de continuidade dos ciclos de seleção recorrente com vistas à contínua geração de cultivares superiores.

No âmbito do melhoramento, são ressaltados dois softwares disponibilizados gratuitamente pela Embrapa Florestas, sendo um deles já bastante utilizado em análises estatísticas para a seleção de candidatas à cultivares de teca (Selegen REML/BLUP®), também usado pela cooperativa Genfores da Costa Rica (Resende, 2007a, 2007b; Murillo et al., 2013) e outro que também pode ser usado na prognose de crescimento e produção desses germoplasmas (SisTeca®), sendo este último descrito em capítulo específico também neste livro. A partir do estabelecimento de uma rede experimental, vários resultados relevantes quanto ao

desempenho de diferentes procedências, progênies e clones poderão ser obtidos e, também, a seleção e recomendação contínua de cultivares mais bem adaptadas aos locais apropriados para o plantio dessa espécie no Brasil.

Há relatos de duas procedências de teca mais utilizadas no Brasil, sendo a primeira originária de Tennasserim/Mianmar e inicialmente plantada em Trinidad e Tobago (Assis; Resende, 2011; Murillo et al., 2013). A segunda procede do Sri Lanka, sendo plantada inicialmente no Panamá (Assis; Resende, 2011; Murillo et al., 2013). A necessidade de implantação de novos testes de germoplasmas é corroborada também pelo desempenho superior de alguns clones importados, em relação àquelas procedências mencionadas anteriormente (Goh; Monteuis, 2012; Murillo et al., 2013; Chimello et al., 2017). Alguns desses clones estão registrados como cultivares no Sistema Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), em cumprimento ao requisito de comercialização dos mesmos, por parte de viveiros credenciados (Brasil, 2021). Neste contexto, cabe ressaltar que a parceria estabelecida entre o o SNPC/Mapa, a UFMT, a Esalq, a UFPR e as empresas Proteca Biotecnologia e Bioteca Ltda., a qual desenvolveu e disponibilizou no site do SNPC/Mapa, os descritores mínimos necessários para registro e proteção de cultivares de teca no Brasil, uma vez que não existem diretrizes internacionais para a proteção de cultivares dessa espécie (Brasil, 2020).

Estratégia de melhoramento genético da teca

A teca é uma espécie diplóide ($2n = 36$ cromossomos), predominantemente alógama e polinizada por insetos, em especial abelhas (Hedegart, 1976; Mathew et al., 1987; Kertadikara; Prat, 1995a; Kjaer; Suangtho, 1995; Pattanaik; Shiva, 2017; Zhao et al., 2019). Assim, a estratégia de melhoramento empregada costumeiramente no melhoramento de outras espécies florestais alógamas, pode ser aplicada ao melhoramento genético da teca (Costa; Resende, 2001; Costa et al., 2007, 2012; Assis; Resende, 2011).

A seleção recorrente é a estratégia mais indicada e usada no melhoramento de caracteres quantitativos, como é o caso daqueles ligados à produção de madeira da teca, já que são controlados por muitos genes (poligenes), muito influenciados pelo ambiente e, em geral, com estimativas de herdabilidade variando de baixas à moderadas (Ramalho et al., 2012). Informações sobre os caracteres utilizados no melhoramento da teca e seus controles genéticos serão abordadas em outros itens deste capítulo.

A seleção recorrente se caracteriza por qualquer processo cíclico de melhoramento que envolve a obtenção das progênies, a avaliação e a recombinação das melhores árvores. Em consequência, é esperado aumento na frequência de alelos favoráveis, que se manifestam por meio da melhoria da expressão fenotípica do caráter sob seleção (Ramalho et al., 2012). Com isso, haverá não somente melhoria na média do caráter de interesse, mas também manutenção da variabilidade genética para progressos futuros da seleção (Hallauer, 1986). Desse modo, serão geradas, continuamente, novas combinações genotípicas e, conseqüentemente, ganhos genéticos adicionais serão obtidos. Em publicação que trata do melhoramento genético de plantas de propagação assexuada, Resende e Barbosa (2005) apresentam detalhes dos tipos de seleção recorrente possíveis para espécies como a teca, já que se trata de uma espécie com baixa produção de sementes, mas que pode ser facilmente propagada assexuadamente.

O primeiro passo para a estruturação de um programa de melhoramento da teca, com base na seleção recorrente, consiste na constituição da população base. Em geral, essa população pode ser obtida via seleção fenotípica (massal) de árvores superiores, realizada com base em caracteres de importância econômica ao melhoramento, quer seja em áreas florestais nativas, ditas áreas de coleta de sementes (ACS) ou em plantios seminais comerciais, desde que devidamente autorizados, tecnicamente e legalmente, às práticas de coletas das sementes (Assis, 1996). Outro fato importante é que a essa população base seja resguardado um adequado tamanho efetivo.

A seleção fenotípica das árvores matrizes em ACS é feita com base em um dos sexos, no caso a genitora, sendo a intensidade do ganho de seleção correlacionado com o grau de desempenho, não somente da genitora selecionada, mas também do genitor ou dos genitores que forneceram pólenes para a produção das sementes coletadas. Poderão ser usados também para a composição de população base, acessos reconhecidamente superiores obtidos em outros programas de melhoramento genético. Vale frisar a importância de se selecionar árvores superiores e, também, com adequada divergência genética para os caracteres de interesse, de modo a se garantir ganhos futuros no avanço das gerações de melhoramento. As sementes coletadas nas ACSs apresentam baixo ganho genético, em virtude de a seleção ser feita apenas no genitor feminino, mas podem ser utilizadas no estabelecimento de plantios comerciais, com vantagens em relação às sementes selvagens, ou mesmo em relação às sementes melhoradas provenientes de outros locais. Sua utilização pode ser feita até que outras unidades de produção de sementes, que produzem maiores ganhos (área produtora de sementes (APS), pomar de sementes por mudas (PSM) ou pomares de sementes por clones (PCS)), atinjam níveis de produção comercial de sementes (Assis, 1996).

As APSs são estabelecidas em plantios comerciais, com bons caracteres de crescimento, onde são selecionadas as melhores árvores para a recombinação (seleção fenotípica) e as restantes são eliminadas (Assis, 1996). Como a seleção é feita em ambos os genitores, normalmente os ganhos são maiores e podem ser até o dobro daqueles obtidos nas ACSs (Assis, 1996). O tamanho da APS pode ser planejado em função da demanda de sementes. Para uma produção de sementes com boa qualidade genética, normalmente são deixadas em torno de 150 árvores ha⁻¹ (Assis, 1996).

É importante também frisar que deve haver uma semelhança das condições ambientais entre o local de seleção de cada material genético, que irá compor a população base e a zona de melhoramento, ou seja, onde serão plantadas futuramente as cultivares a serem obtidas (Kjaer et al., 2000). Esse é o motivo pelo qual é dada tanta ênfase às condições ambientais das áreas naturais de ocorrência e aos requerimentos ambientais da teca, nos capítulos que tratam da caracterização e silvicultura da teca presentes também neste livro.

Após a conclusão do processo seletivo das melhores árvores, que irão constituir a população base, são colhidas sementes melhoradas, as quais terão seus desempenhos avaliados em testes de procedências e, ou progênies, preferencialmente em locais com condições ambientais contrastantes, dentro da zona de melhoramento. Os ensaios de procedências e, ou progênies são utilizados para a avaliação dos parâmetros genéticos nos programas de melhoramento. Em virtude da sua facilidade de instalação e metodologias de avaliação consolidadas, esses experimentos permitem selecionar os indivíduos com desempenho superior aqueles obtidos na ACS e na APS (Assis, 1996).

Há vários relatos de implantação, condução e avaliações de testes de procedências e progênies de teca, essencialmente de polinização aberta, em diversas partes do mundo. Esses relatos foram apresentados nos trabalhos de: Keiding (1966), Hedegart (1971a), Persson (1971a, 1971b), Delaunay (1977), Piot (1977), Pinto Júnior e Jacob (1979), Pinto Júnior et al. (1981), Gyi et al. (1984), Bingchao et al. (1986), Madoffe e Maghembe (1988), Jaijing (1994), Swain et al. (1996), Kaosa-Ard et al. (1998a, 1998b), Diniz (1999), Swain (1999), Danarto e Hardiyanto (2000), Sharma et al. (2000), Mathew e Vasudeva (2003), Minn e Win (2004), Bendale et al. (2005), Goh e Monteuis (2005, 2009), Aguilar (2007), Pedersen et al. (2007), Fofana et al. (2008), Kjaer et al. (2008), Wardani (2008), Hadiyan (2009), Kokutse et al. (2009), Fleitas-Camacho et al. (2010), Lwin et al. (2010), Puspitasari et al. (2010), Chaix et al. (2011), Monteuis et al. (2011), Nocetti et al. (2011), Goh et al. (2013), Hidayati et al. (2013a), Sadono et al. (2014), Costa et al. (2015), Loría (2018), Medina (2018), Prehaten et al. (2018), Adu-Bredu et al. (2019), Llanos-Mayor et al. (2019), Murillo et al. (2019),

Prasetyawati e A'ida (2019) e Pereira et al. (2020). Na Tailândia, há relato de obtenção de progênies de irmãos completos, via polinização artificial em teca (Tangmitcharoen, 1997, 2019; Wattanasuksakul, 2019). Entretanto, aparentemente não há relatos de publicações sobre as avaliações desse germoplasma.

Foi encontrado um relato de um teste de progênies clonadas (experimento estabelecido com mudas seminais e clonais) de teca na Austrália (Callister; Collins 2008; Callister, 2013). Quando comparado aos testes de progênies “comuns” (mudas seminais), esse tipo de teste permite a obtenção simultânea de grande número de estimativas tais como: i) efeitos genéticos aditivos e não aditivos; ii) herdabilidades no sentido amplo e restrito; iii) correlações entre caracteres, em nível de progênies e de clones e iv) melhoria da acurácia das predições dos valores genéticos aditivos e genotípicos. Entretanto, uma das críticas a esse tipo de teste é a exigência de grande esforço, em termos financeiros e laborais, para se clonar e avaliar grande quantidade de genótipos e que, em geral, serão, na maioria, posteriormente identificados como de desempenho inferior na população segregante. Entretanto, esse tipo de experimento tem sido mais difundido no melhoramento de espécies de *Eucalyptus* no Brasil, também em tentativa de encurtamento do tempo gasto para a geração de novas cultivares.

Em geral, nos testes de progênies são avaliados os caracteres⁹ de importância econômica dos indivíduos presentes no experimento e selecionados sob elevada intensidade de seleção, aqueles superiores na idade de corte de plantios comerciais tradicionais ou, então, em idade precoce, mas desde que se tenha comprovada uma alta correlação de desempenho desses caracteres entre a idade precoce e a idade de rotação. Na Índia, há relato de seleção precoce de genótipos de teca praticada aos dez anos de idade (Kumar, 2019). Neste ponto, pode-se fazer o desbaste das árvores inferiores dos testes de procedências e, ou progênies, deixando-se em campo somente as melhores árvores para recombinação e posterior coleta de sementes melhoradas.

A partir da condução do desbaste, o qual pode ser feito em uma ou mais etapas dependendo do caso, são deixadas para recombinação (polinização aberta) as melhores árvores e, assim, o teste de progênies é transformado em PSM (Assis, 1996). As sementes melhoradas produzidas são usadas em novos ciclos de seleção de melhoramento e, a depender da quantidade produzida e de sua viabilidade, podem também servir como fonte de sementes melhoradas para plantios comerciais de teca (cultivar seminal) (Assis, 1996). Entretanto, conforme já mencionado anteriormente, há enorme deficiência na produção de frutos e sementes e, também, na taxa de germinação de sementes de teca. Deve-se considerar que a produção de sementes é também limitada nos PSMs, devido à baixa quantidade de árvores remanescentes após a seleção. Assim, mesmo que a quantidade de progênies testadas seja

⁹ Em decorrência dos elevados custos, as avaliações que envolvem análises laboratoriais das propriedades tecnológicas da madeira e de tolerância/resistência às doenças e aos insetos-pragas têm sido feitas, em geral, com menor número de repetições ou somente no screening dos melhores genótipos selecionados (clones).

alta, não haverá quantidade de árvores suficiente para uma grande produção de sementes. A produção de sementes pode ser aumentada mediante a clonagem dos indivíduos de maior valor genético e estabelecimento de PSCs, cujo número de repetições/cópias de indivíduos por clone é definido de acordo com a média de produção de sementes de cada um dos selecionados e pela quantidade de sementes comerciais necessárias a serem produzidas.

Em decorrência dessas dificuldades quanto à produção e à germinação das sementes de teca, muitas ações de melhoramento dessa espécie ao redor do mundo têm sido centradas na seleção e na clonagem de árvores elites. Neste caso, os testes clonais são utilizados ao invés dos testes de procedências e, ou progênies (Costa; Resende, 2001; Costa et al., 2007; Assis; Resende, 2011). Após a seleção de árvores superiores, nas áreas de ocorrência natural ou em plantios seminais comerciais, normalmente, são avaliadas as capacidades de brotação e de enraizamento das estacas obtidas das árvores, candidatas aos futuros clones/cultivares e selecionadas aquelas superiores também para esses caracteres.

No Brasil, em programas de melhoramento de eucalipto, o crivo de seleção para a capacidade de enraizamento tem sido de, pelo menos, 70%, ou seja, de cada 100 propágulos vegetativos de uma árvore matriz destinados à produção de mudas, ao menos 70 devem enraizar adequadamente com produção de mudas de forma satisfatória. Esse é um valor que garante a factibilidade econômica da propagação comercial de um clone selecionado. Na Índia, a capacidade de enraizamento de diferentes clones de teca tem variado entre 45-100% (Palanisamy et al., 2009, 2010), o que demonstra a presença de variação para esse caráter e possibilidades de ganho de seleção de árvores individuais para o aumento na taxa de enraizamento, a qual tem sido relatada como de herança materna, em experimentos com espécies de *Eucalyptus* e *Corymbia* no Brasil (Assis et al., 2015). Isso quer dizer que as árvores com maiores capacidades de brotação e de enraizamento devem ser usadas como genitores femininos, nos programas de recombinação, de forma que a facilidade de enraizamento seja repassada à descendência. Após a passagem por esse crivo, a superioridade genética dos clones é aferida em testes clonais comparativos em vários ambientes contrastantes dentro da zona de melhoramento, a depender dos recursos disponíveis.

É reconhecida que a eficiência do uso de testes de progênies ou testes clonais para testar as árvores matrizes é dependente do número (N) de plantas usado para representar a matriz, sendo: com $N < 30$, o teste clonal é sempre melhor que o teste de progênies; com $N = 30$ e na presença de dominância completa, as duas formas de teste se equivalem; na ausência de dominância, o teste clonal é sempre melhor que o teste de progênies; com dominância completa e $N = 100$, o teste de progênies é 14% superior (Costa; Resende, 2001;

Costa et al., 2012). Assim, devido às restrições na produção de grande quantidade de mudas seminais por matrizes de teca, a utilização de testes clonais é adequada (Costa et al., 2012; Costa; Resende, 2001).

Na prática, nota-se que testes clonais de teca têm sido avaliados, variando desde aqueles inferiores a uma dezena até centenas de diferentes tratamentos/clones. Neste cenário, foram encontrados relatos da avaliação do desempenho de clones em diversos países, como descritos por: Keiding (1966), Suksileung et al. (1975), Venkatesh et al. (1986), Ahmad (1987), Mishra (1992), Meshram et al. (1994), Roychoudhury e Joshi (1996), Kumar et al. (1997), Palupi e Owens (1997, 1998), Indira e Bhat (1998), Jain et al. (1998, 2002), Kaosa-Ard et al. (1998a, 1998b), Krishnan et al. (1999), Monteuuis e Goh (1999, 2018), Gera et al. (2001), Mathew e Vasudeva (2003), Hedge et al. (2004), Rance e Monteuuis (2004), Vasudeva et al. (2004), Goh e Monteuuis (2005, 2009, 2012), Tangmitcharoen et al. (2006a, 2009), Varghese et al. (2006), Goh et al. (2007), Gunaga e Vasudeva (2009), Nicodemus et al. (2009), Palanisamy et al. (2010), Gunaga et al. (2011), Moya e Marín (2011), Shukla et al. (2011), Sofyan et al. (2011), Solórzano et al. (2012), Solórzano-Naranjo et al. (2012), Hidayati et al. (2013b, 2014), Mahmud e Hossain (2013), Moya et al. (2013), Muslimin et al. (2013), Nurrudin (2013), Sadono (2014, 2019), Surendran (2014), Vinutha e Javaregowda (2014), Avelar (2015), Barreta (2015), Kambale et al. (2015), Lima (2015), Shwe et al. (2015), Behera e Bhol (2016), Behera et al. (2016), Corrêa (2016), Sett et al. (2016), Huang et al. (2016, 2019a, 2019b), Patil et al. (2016), Budiadi et al. (2017), Giustina et al. (2017), Jibkate et al. (2017), Maroto (2017), Meunpong et al. (2017), Nayak et al. (2017), Pattanaik e Shiva (2017), Pradhan et al. (2017), Segura (2017), Silva et al. (2017), Ayate e Ujjainkar (2018), Marques et al. (2018), Modi et al. (2018), Adinugraha et al. (2019), Damayanti et al. (2019), Molina-Quesada et al. (2019), Pereira (2019), Perozo (2019), Baskorowati et al. (2020), Mulyadiana et al., (2020), Queiroz (2020) e Roychoudhury et al. (2020a, 2020b). Em geral, têm sido observados bons desempenhos de clones nos vários testes conduzidos, sendo encontrado, ao menos, um clone com comportamento superior à média em cada um dos vários experimentos anteriormente mencionados. Resultados relacionados ao efeito da interação clones x ambientes, às herdabilidades e às correlações genotípicas obtidas nesses testes são apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Nestes relatos é bastante comum a menção do uso desses testes clonais também como PSCs, ou seja, os clones destes testes forneceram ou ainda têm fornecido sementes melhoradas para avanço de gerações de melhoramento e no atendimento de demandas por sementes melhoradas para plantios comerciais de teca. No entanto, ainda assim, há relatos de baixa produção de sementes melhoradas devido à baixa taxa de florescimento, à assincronia de

florescimento entre árvores, à baixa produção de frutos, aos problemas na germinação e aos indícios de interação genótipos x ambientes para o florescimento (Palanisamy et al., 2009, 2010; Monteuis; Goh, 2018).

Uma metodologia oportuna para aplicação no melhoramento da teca, e que vem sendo bastante utilizada para os eucaliptos que têm sido extensivamente melhorados no Brasil, consiste na condução de testes clonais ditos de primeira e segunda fase, após seleção de árvores candidatas a clones/cultivares (Alfenas et al., 2009; Fonseca et al., 2010). No teste clonal de primeira fase (TC1), é avaliado um elevado número de diferentes clones/tratamentos, com menor número de repetições e de locais. Após avaliação e seleção dos melhores clones no TC1, testes clonais de segunda fase ou ampliados (TC2 ou TCA) são instalados com menor número de clones (aqueles identificados como superiores no TC1), maior número de repetições e condução de avaliações em um maior número de ambientes dentro da zona de melhoramento (Alfenas et al., 2009; Fonseca et al., 2010). Como última etapa, os melhores clones selecionados nos TC2 são avaliados em plantios pilotos (parcelas monoclonais com grande número de indivíduos) e, posteriormente, têm-se a seleção dos melhores clones e procede-se ao registro e à recomendação das cultivares a serem plantadas pelas empresas e, ou comercializadas (Alfenas et al., 2009; Fonseca et al., 2010). Por meio dessa série de testes clonais, implantada em diferentes anos e ambientes, com aferição da interação genótipos x ambientes (locais e anos de plantio), aumenta-se a confiabilidade do processo seletivo. A interação genótipos x ambientes em experimentos com teca tem sido avaliada em algumas oportunidades e será vista em um item específico deste capítulo.

Vale ressaltar que embora a seleção e a recomendação de clones para plantios comerciais sejam bem-sucedidas e aceitas (Figuras 1 e 2), a clonagem é considerada uma estratégia “fim de linha” dentro dos programas de melhoramento genético. Isso quer dizer que novos ganhos de seleção, que são continuamente almejados, devem ser embasados em novos ciclos de seleção, pautados não somente na introdução de novos materiais selecionados, via seminal ou clonagem, mas também na recombinação entre os melhores clones já existentes para determinada zona de melhoramento. A recombinação é chave para o sucesso do programa de melhoramento genético, pois possibilita o cruzamento entre as melhores árvores e favorece a exploração da variabilidade genética gerada no cruzamento entre aquelas árvores com bom desempenho quanto aos caracteres de interesse, de modo a favorecer cruzamentos de genótipos “bom x bom”, como preconizado por Dudley e Moll (1969) e Rasmusson e Phillips (1997). Ademais, possibilita a comparação dos indivíduos em suas várias gerações, muitas vezes sem que se percam as árvores matrizes que foram clonadas.



Foto: Fabrício Antonio Bjernaski

Figura 1. Plantio monoclonal de teca sem desbaste, no período das chuvas, no estado de Mato Grosso.

Figura 2. Plantio monoclonal comercial de teca, aos 13,5 anos de idade, no município de Planaltina, DF.

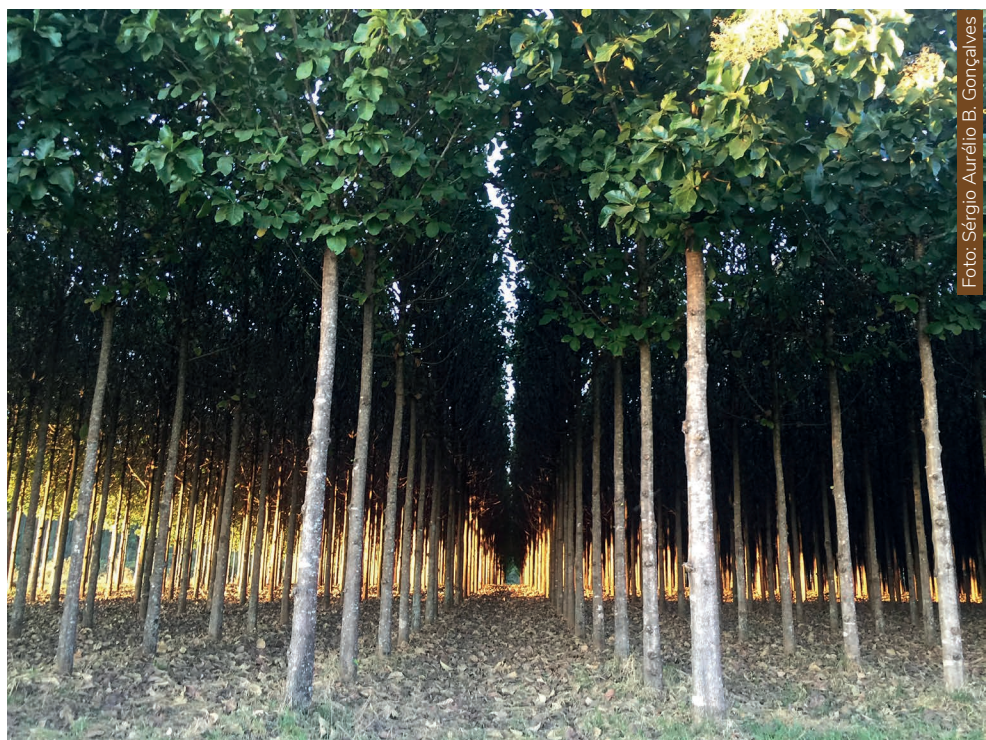


Foto: Sérgio Aurélio B. Gonçalves

Neste sentido, torna-se também pertinente a avaliação da capacidade geral e específica de combinação dos clones, como forma de balizar o planejamento das recombinações a serem realizadas entre os melhores genótipos. Há relatos de estimativas de capacidade geral de combinação (CGC) em clones de teca, tanto para caracteres de crescimento: Swain et al. (1996), Swain (1999), Sharma et al. (2000), Kumar (2019) e Narayanan et al. (2009), quanto para algumas propriedades tecnológicas da madeira, conforme relato de

Narayanan et al. (2009). Estimativas mais apuradas, ou seja, de pares de clones de teca que melhor se complementam/recombinam (capacidade específica de combinação - CEC) parecem ainda não presentes na literatura. A implantação de testes de progênes de irmãos completos, com sementes melhoradas procedentes de polinização artificial e o uso de clones parentais como testemunhas, poderão contribuir para o advento e aprimoramento dessas estimativas e, conseqüentemente, permitir uma melhor compreensão do desempenho da teca, sob delineamentos dialélicos.

As sementes melhoradas podem ser obtidas de duas maneiras: a) por meio da recombinação por polinização aberta das melhores árvores nas áreas ou pomares de sementes, em testes de procedências e progênes devidamente desbastados ou em testes clonais, por exemplo, e b) por meio de polinização controlada, a qual pode ser utilizada em pomares de sementes tradicionais (mais comuns em teca) ou em pomares indoors ou outdoors estabelecidos com materiais enxertados (redução de porte e redução da idade do florescimento) e uso de hormônio para indução de florescimento e redução ainda maior da idade de florescimento, além daquela proporcionada pela enxertia. Há protocolo estabelecido de polinização controlada em teca (Tangmitcharoen, 1997; Wattanasuksakul, 2019) e, também, há relato de avaliação de indução de florescimento com o hormônio paclobutrazol, como forma de acelerar os ciclos de seleção (Kumar, 2019), similarmente ao que já vem sendo realizado com eucalipto no Brasil (Fonseca et al., 2010). Neste sentido, em capítulo específico deste livro, será dada a devida ênfase à polinização controlada em teca.

Após a recombinação, com a obtenção das sementes dos melhores genótipos/cultivares, dá-se início a um novo ciclo de seleção recorrente dentro dos programas de melhoramento.

Principais resultados obtidos com o melhoramento genético da teca

Variação em caracteres de importância econômica

São diversos os caracteres que têm sido avaliados no melhoramento genético da teca, podendo-se dividi-los em cinco categorias: a) crescimento, b) fuste e copa, c) propriedades tecnológicas da madeira, d) tolerância/resistência a fatores bióticos e abióticos e e) propagação seminal e vegetativa (Tabela 3). Observa-se que a maior ênfase, em número de publicações, tem sido dada, aos caracteres de crescimento, de fuste e de copa.

As idades de avaliação dos caracteres, em teca, têm sido variáveis, sendo conduzidas avaliações desde a fase juvenil até adulta nos plantios experimentais. Foram encontrados alguns estudos de avaliação de experimentos, com diferentes genótipos de teca (procedências, progênies ou clones) na fase de viveiro ou, ainda juvenil em campo (Kanchanaburangura, 1976; Gyi et al., 1984; Jayasankar et al., 1999; Hedge et al., 2004; Mahmud; Hossain, 2013; Borges et al., 2015; Costa et al., 2015; Nayak et al., 2016, 2017; Jesus, 2016; Chimello et al., 2017; Barceli et al., 2019; Betancourt, 2019; Galeano et al., 2019; Huang et al., 2019a), sendo nestes casos avaliados caracteres como: altura da muda, diâmetro do coleto, morfologia foliar, crescimento da raiz, tolerância às doenças, dentre outros caracteres relacionados. Detalhes sobre as idades de avaliação de teca em experimentos na fase de campo, os quais, por permitirem avaliações longevas das expressões fenotípicas das árvores, compõem a maioria dos trabalhos publicados, poderão ser apreciados nas tabelas deste capítulo apresentadas nos itens que irão tratar do controle genético e das correlações genéticas entre caracteres.

Avaliações de caracteres em várias idades diferentes em um mesmo experimento com teca, foram realizadas por: Pedersen et al. (2007), Kjaer et al. (2008), Fleitas-Camacho et al. (2010), Chaix et al. (2011), Monteuis et al. (2011), Callister (2013), Salis (2013), Segura (2017) e Adu-Bredu et al. (2019). Em espécies florestais, a avaliação de um mesmo experimento, em diferentes idades, é importante para entender o comportamento dos caracteres e dos parâmetros fenotípicos e genéticos no decorrer do tempo e, também, na estimativa da eficiência da seleção precoce.

Em todo o universo de publicações consideradas nesta revisão, de modo geral, foram observadas notáveis variações entre procedências, progênies e, ou clones, para quantidade considerável de caracteres avaliados e nas diferentes idades, nos testes de procedências, progênies e clonais estabelecidos em várias partes do mundo. Segundo Kollert e Kleine (2017), têm sido detectadas variações importantes para caracteres econômicos e ecológicos em diferentes materiais genéticos de teca, no decorrer de mais de 60 décadas de estudos em vários países, o que corrobora com os achados da presente revisão. Entretanto, esses autores ressaltam que, ainda assim, os acessos de teca estão longe de serem completamente conhecidos quanto à sua variação, o que denota a importância da continuidade desses trabalhos. Em áreas de distribuição natural, as árvores de teca ocorrem em várias condições ambientais, com diferentes tipos de climas, de fisionomias vegetacionais, de formações geológicas, de taxas de incidência de luz solar, de estimativas e de distribuição da precipitação pluviométrica anual, de relevos, de temperaturas (mínimas, médias e máximas), de solos, de umidades relativas do ar e de

pH do solo, dentre outras (Kaosa-ard, 1989; Kjaer; Foster, 1996; Kollert; Kleine, 2017; Moe, 2019). Esses aspectos contribuem para que variações ocorram entre indivíduos e entre e dentro de populações e de áreas geográficas (Kaosa-ard, 1989; Kjaer; Foster, 1996; Kollert; Kleine, 2017; Moe, 2019).

Tabela 3. Caracteres de importância econômica, avaliados em experimentos de melhoramento genético de teca, conduzidos em diversos países e respectivas referências bibliográficas.

Caráter	Referências
Crescimento	
Altura	Suksileung et al. (1975), Jaijing (1994), Bagchi (1995), Bila et al. (1999), Swain et al. (1999), Sharma et al. (2000), Pedersen et al. (2007), Kjaer et al. (2008), Wardani (2008), Hadiyan (2009), Narayanan et al. (2009), Fleitas-Camacho et al. (2010), Lwin et al. (2010), Chaix et al. (2011), Espitia et al. (2011), Monteuis et al. (2011), Sofyan et al. (2011), Goh e Monteuis (2012), Solórzano et al. (2012), Solórzano-Naranjo et al. (2012), Callister (2013), Goh et al. (2013), Hidayati et al. (2013a, 2013b), Miranda (2013), Moya et al. (2013), Murillo et al. (2013), Muslimin et al. (2013), Nurrudin (2013), Salis (2013), Sadono (2014), Sadono et al. (2014), Sreekanth et al. (2014), Shwe et al. (2015), Behera et al. (2016), Kokutse et al. (2016), Patil et al. (2016), Giustina et al. (2017), Hounlonon et al. (2017), Maroto (2017), Pradhan et al. (2017), Segura (2017), Ayate e Ujjainkar (2018), Loría (2018), Medina (2018), Modi et al. (2018), Monteuis e Goh (2018), Prehaten et al. (2018), Priyowibowo (2018), Adinugraha et al. (2019), Adu-Bredu et al. (2019), Huang et al. (2019b), Llanos-Mayor et al. (2019), Molina-Quesada et al. (2019), Baskorowati et al. (2020), Mulyadiana et al. (2020).
Área basal	Swain et al. (1999), Sharma et al. (2000), Kjaer et al. (2008), Miranda (2013), Murillo et al. (2013).
Diâmetro à altura do peito (DAP)	Suksileung et al. (1975), Jaijing (1994), Bagchi (1995), Bila et al. (1999), Swain et al. (1999), Sharma et al. (2000), Pedersen et al. (2007), Kjaer et al. (2008), Wardani (2008), Hadiyan (2009), Fleitas-Camacho et al. (2010), Lwin et al. (2010), Chaix et al. (2011), Espitia et al. (2011), Monteuis et al. (2011), Sofyan et al. (2011), Goh e Monteuis (2012), Solórzano et al. (2012), Solórzano-Naranjo et al. (2012), Callister (2013), Hernández (2013), Hidayati et al. (2013a, 2013b), Goh et al. (2013), Miranda (2013), Moya et al. (2013), Murillo et al. (2013, 2019), Muslimin et al. (2013), Nurrudin (2013), Salis (2013), Sadono (2014), Sadono et al. (2014), Behera et al. (2016), Kokutse et al. (2016), Vásquez (2016), Giustina et al. (2017), Maroto (2017), Meunpong et al. (2017), Pradhan et al. (2017), Loría (2018), Medina (2018), Modi et al. (2018), Monteuis e Goh (2018), Prehaten et al. (2018), Priyowibowo (2018), Adinugraha et al. (2019), Adu-Bredu et al. (2019), Huang et al. (2019b), Llanos-Mayor et al. (2019), Baskorowati et al. (2020), Mulyadiana et al. (2020).

Continua . . .

Tabela 3. Continuação.

Caráter	Referências
Crescimento	
Circunferência à altura do peito (CAP)	Narayanan et al. (2009), Shukla et al. (2011), Sreekanth et al. (2014), Shwe et al. (2015), Patil et al. (2016), Hounlonon et al. (2017), Ayate e Ujjainkar (2018), Adu-Bredu et al. (2019).
Incremento médio anual (IMA) em volume de madeira	Hadiyan (2009), Shukla et al. (2011), Behera et al. (2016), Pradhan et al. (2017).
Sobrevivência	Jaijing (1994), Pedersen et al. (2007), Kjaer et al. (2008), Chaix et al. (2011), Monteuis et al. (2011), Medina (2018), Priyowibowo (2018), Adinugraha et al. (2019), Adu-Bredu et al. (2019), Llanos-Mayor et al. (2019), Molina-Quesada et al. (2019), Mulyadiana et al. (2020).
Volume de madeira	Pedersen et al. (2007), Callister e Collins (2008), Lwin et al. (2010), Monteuis et al. (2011), Sofyan et al. (2011), Goh e Monteuis (2012), Callister (2013), Goh et al. (2013), Hidayati et al. (2013a, 2013b), Murillo et al. (2013), Muslimin et al. (2013), Purushottam et al. (2014), Behera et al. (2016), Kokutse et al. (2016), Patil et al. (2016), Vásquez (2016), Jibkate et al. (2017), Pradhan et al. (2017), Ayate e Ujjainkar (2018), Loría (2018), Adinugraha et al. (2019), Adu-Bredu et al. (2019), Huang et al. (2019b), Llanos-Mayor et al. (2019).
Fuste e copa	
Brotação de gemas epicórmicas ao longo do caule ¹	Callister e Collins (2008), Kjaer et al. (2008), Medina (2018), Adu-Bredu et al. (2019), Llanos-Mayor et al. (2019).
Catana/contraforte/sapopema ²	Kjaer et al. (2008), Chaix et al. (2011), Espitia et al. (2011), Murillo et al. (2013), Giustina et al. (2017), Adu-Bredu et al. (2019), Piananurak (2019).
Forma do fuste	Bagchi et al. (1989), Bedell (1989), Bagchi (1995), Kaosa-Ard (1999), Kjaer et al. (1999, 2008), Kyaw (2004), Bendale et al. (2005), Pedersen et al. (2007), Callister e Collins (2008), Wardani (2008), Chaix et al. (2011), Espitia et al. (2011), Monteuis et al. (2011), Sofyan et al. (2011), Goh e Monteuis (2012), Callister (2013), Miranda (2013), Murillo et al. (2013), Shwe et al. (2015), Vásquez (2016), Giustina et al. (2017), Loría (2018), Medina (2018), Priyowibowo (2018), Adu-Bredu et al. (2019), Betancourt (2019), Llanos-Mayor et al. (2019), Molina-Quesada et al. (2019), Piananurak (2019).
Formato/tamanho/projeção de copa	Jayawardana e Amarasekera (2009), Lwin et al. (2010), Espitia et al. (2011), Miranda (2013), Moya et al. (2013), Sadono (2014, 2019), Sadono et al. (2014), Shwe et al. (2015), Llanos-Mayor et al. (2019).
Folhas (diversos caracteres avaliados)	Kanchanaburangura (1976), Bagchi et al. (1989), Rawat et al. (1998), Jayasankar et al. (1999), Chacko et al. (2000), Hedge et al. (2004), Gunaga et al. (2013), Miranda (2013), Vinutha e Javaregowda (2014), Avelar (2015), Lima (2015), Lyngdoh e Vasudeva (2015), Shwe et al. (2015), Siqueira (2015), Alcântara et al. (2016), Patil et al. (2016), Chimello et al. (2017), Jibkate et al. (2017), Ayate e Ujjainkar (2018), Medina (2018), Modi et al. (2018), Reategui et al. (2018), Betancourt (2019), Prasetyawati e A'ida (2019).

Continua . . .

Tabela 3. Continuação.

Caráter	Referências
Fuste e copa	
Persistência do eixo/caule ³	Kjaer et al. (1999, 2008), Medina (2018), Adu-Bredu et al. (2019), Piananurak (2019).
Brotação das folhas ou persistência das folhas na estação de desfolha	Lwin et al. (2010), Roychoudhury et al. (2020b).
Protuberâncias no caule ⁴	Kjaer et al. (1999, 2008), Adu-Bredu et al. (2019).
Ramos/galhos	Kjaer et al. (1999, 2008), Lwin et al. (2010), Chaix et al. (2011), Espitia et al. (2011), Murillo et al. (2013), Sreekanth et al. (2014), Patil et al. (2016), Giustina et al. (2017), Ayate e Ujjainkar (2018), Medina (2018), Betancourt (2019), Llanos-Mayor et al. (2019), Piananurak (2019).
Relação entre altura de copa e altura do fuste	Lwin et al. (2010).
Tecnologia da madeira	
Alburno, cerne e, ou medula	Kjaer et al. (1999), Jayawardana e Amarasekera (2009), Narayanan et al. (2009), Puspitasari et al. (2010), Naranjo et al. (2012), Solórzano-Naranjo et al. (2012), Hernández (2013), Moya et al. (2013, 2014), Hounlonon et al. (2017), Segura (2017), Silva et al. (2017), Damayanti et al. (2019).
Anéis de crescimento	Jaijing (1994), Jayawardana e Amarasekera (2009), Nocetti et al. (2011), Shukla et al. (2011).
Densidade básica	Indira e Bhat (1998), Jayawardana e Amarasekera (2009), Narayanan et al. (2009), Puspitasari et al. (2010), Shukla et al. (2011), Naranjo et al. (2012), Solórzano-Naranjo et al. (2012), Hernández (2013), Moya et al. (2013), Murillo et al. (2013), Hidayati et al. (2014), Kokutse et al. (2016), Hounlonon et al. (2017), Monteuis e Goh (2018), Damayanti et al. (2019).
Compressão paralela	Puspitasari et al. (2010), Hidayati et al. (2014).
Conteúdo de celulose, extrativos e lignina	Puspitasari et al. (2010).
Contração tangencial, radial e volumétrica	Puspitasari et al. (2010), Naranjo et al. (2012), Solórzano-Naranjo et al. (2012), Hernández (2013), Moya et al. (2013), Kokutse et al. (2016), Monteuis e Goh (2018), Damayanti et al. (2019).
Cor da madeira	Jayawardana e Amarasekera (2009), Moya e Berrocal (2010), Puspitasari et al. (2010), Moya e Marin (2011), Moya e Calvo-Alvarado (2012), Hernández (2013), Moya et al. (2013), Murillo et al. (2013), Kokutse et al. (2016), Segura (2017), Damayanti et al. (2019).

Continua ...

Tabela 3. Continuação.

Caráter	Referências
Tecnologia da madeira	
Cor, espessura e, ou percentagem de casca	Kjaer et al. (1999, 2008), Thulasidas et al. (2006), Narayanan et al. (2009), Miranda (2013), Moya et al. (2013), Murillo et al. (2013), Sanquetta et al. (2014), Sreekanth et al. (2014), Hounlonon et al. (2017), Mata (2018).
Módulo de elasticidade e, ou de ruptura	Puspitasari et al. (2010), Naranjo et al. (2012), Kokutse et al. (2016), Hounlonon et al. (2017), Monteuis e Goh (2018), Damayanti et al. (2019).
Ângulo e morfologia das fibras	Shukla et al. (2011), Hidayati et al. (2014), Damayanti et al. (2019).
Percentagem de cálcio	Kjaer et al. (1999).
Percentagem de sílica	Kjaer et al. (1999).
Penetração do Pilodyn ⁵	Kjaer et al. (1999, 2008), Hidayati et al. (2013a, 2013b).
Resistência mecânica	Moya e Marin (2011).
Tensões na madeira	Naranjo et al. (2012), Solórzano-Naranjo et al. (2012).
Velocidade de onda de estresse na madeira	Hidayati et al. (2013a, 2013b).
Velocidade longitudinal de ultrassom na madeira	Solórzano-Naranjo et al. (2012), Moya et al. (2013).
Umidade	Puspitasari et al. (2010), Hernández (2013), Kokutse et al. (2016).
Tolerância/resistência a fatores bióticos e abióticos	
Suscetibilidade à inoculação por micorrizas	Verma et al. (2001).
Tolerância (resistência) às doenças	Arguedas-Gamboa et al. (2005), Kjaer et al. (2008), Miranda (2013), Moya et al. (2013), Murillo et al. (2013), Shwe et al. (2015), Jesus (2016), Medina (2018), Barceli et al. (2019), Piananurak (2019).
Tolerância (resistência) aos insetos	Ahmad (1987), Mishra (1992), Meshram et al. (1994), Roychoudhury e Joshi (1996), Jain et al. (1998, 2002), Adnan et al. (2007), Kjaer et al. (2008), Roychoudhury (2012), Murillo et al. (2013), Vinutha e Javaregowda (2014), Shwe et al. (2015), Piananurak (2019), Roychoudhury et al. (2020a, 2020b).

Continua ...

Tabela 3. Continuação.

Caráter	Referências
Tolerância/resistência a fatores bióticos e abióticos	
Tolerância (resistência) às plantas epífitas (<i>Loranthus - Dendrophthoe falcata</i> van pubescens)	Gunaga et al. (2011).
Tolerância aos solos ácidos ⁶	Lozano (2010), Wehr et al. (2010, 2017), Murillo et al. (2013), Prehaten et al. (2018).
Tolerância aos vertissolos ⁷	Molina-Quesada et al. (2019).
Tolerância à seca	Thulasidas et al. (2006), Tripathi et al. (2017), Matos et al. (2018), Damayanti et al. (2019), Galeano et al. (2019), Huang et al. (2019a).
Tolerância aos ventos	Murillo et al. (2013), Vásquez (2016).
Propagação seminal e vegetativa	
Produção de flores, frutos e, ou sementes	Keiding (1966), Gyi et al. (1984), Nagarajan e Mohanlal (1997), Diniz (1999), Sivakumar et al. (2002), Chawhaan et al. (2003), Mathew e Vasudeva (2003), Nicodemus et al. (2009), Monteuis et al. (2011), Callister (2013), Mahmud e Hossain (2013), Kambale et al. (2015), Shwe et al. (2015), Alcântara et al. (2016), Behera e Bhol (2016), Dhaka e Jha (2017), Nayak et al. (2017), Pradhan et al. (2017), Marques et al. (2018), Modi et al. (2018), Wattanasuksakul (2019), Baskorowati et al. (2020).
Propagação vegetativa	Palanisamy et al. (2009, 2010), Llanos-Mayor et al. (2019).

¹ Brotações provenientes do estímulo de gemas dormentes na casca do tronco, dando origem a galhos que apresentam ligação deficiente com a parte central do tronco, podendo constituir em fator de risco no futuro. Essas brotações são, em geral, resultantes de respostas da planta à condição estressante ou de uma abrupta exposição à luz.

² Raiz tabular que cerca o tronco de algumas árvores. Consiste em uma característica que se desenvolve tipicamente com a idade da árvore, não sendo registrada sistematicamente em idades mais jovens. A presença de sapopema reduz a utilização comercial da parte inferior do fuste, sendo uma característica indesejada.

³ Altura relativa do eixo/caule principal ininterrupto, ou seja, com ausência de quebras, sendo importante na avaliação da qualidade comercial do fuste.

⁴ Cicatrizes salientes provenientes da poda natural dos galhos.

⁵ Instrumento que mede a penetração de uma pequena agulha no tronco da árvore, sendo usado como medida indireta da densidade da madeira.

⁶ A teca é adaptada para crescer em regiões tropicais e subtropicais, sendo considerado necessário que seu cultivo seja feito em solos férteis. Entretanto, tem sido frequentemente plantada em solos altamente lixiviados, ácidos e potencialmente tóxicos quanto à quantidade de alumínio, o que justifica a avaliação desse tipo de caráter no melhoramento genético.

⁷ Os vertissolos são pouco utilizados para plantações florestais devido à sua alta porcentagem de argilas expansíveis (tipo 2:1 montmorilonítica) que produzem a formação de fissuras dinâmicas durante a estação seca.

Interação genótipos x ambientes em teca

O fenótipo de uma árvore de teca é influenciado pelo genótipo, que é a sua constituição, e pelo ambiente, que se refere a todos os demais fatores que afetam o fenótipo, exceto aqueles devido às causas genéticas, e pode também ser influenciado pela interação genótipos x ambientes (Falconer; Mackay, 1996). Nesse sentido, o ambiente pode ser um local, ano, sistema de manejo, época de plantio ou, até mesmo, a ação de todos esses fatores simultaneamente. Quando vários genótipos são comparados em vários ambientes, surge um terceiro componente do fenótipo, isto é, a interação genótipos x ambientes. Essa interação corresponde ao comportamento não coincidente dos genótipos nos vários ambientes de avaliação (Ramalho et al., 2012). Em termos genéticos, a interação ocorre quando a contribuição dos genes que controlam o caráter ou o seu nível de expressão difere entre os ambientes. Isso ocorre porque a expressão dos genes é influenciada e, ou regulada pelo ambiente (Kang, 1998).

Neste contexto, foram encontrados alguns relatos sobre a avaliação da interação genótipos x ambientes para diversos caracteres em experimentos com teca. No que se refere aos caracteres de crescimento, de fuste e de copa foram encontrados os trabalhos conduzidos por Indira e Bhat (1998), Wardani (2008), Lwin et al. (2010), Goh et al. (2013), Hidayati et al. (2013a, 2013b), Vásquez (2016), Segura (2017), Prehaten et al. (2018), Huang et al. (2019b), Murillo et al. (2019) e Mulyadiana et al. (2020) e, para propriedades tecnológicas da madeira, há relatos de Kjaer et al. (1999), Bhat e Priya (2004), Goh et al. (2007), Moya e Marin (2011), Solorzano-Naranjo et al. (2012), Hidayati et al. (2013a, 2013b) e Moya et al. (2013).

Em um desses trabalhos, dez diferentes procedências de teca (Pyinmana, Kalay, Bago, Phyu, Mudon, Padaung, Moemeik, Saw, Moehnyin e Mabein) foram avaliadas em quatro ambientes na região de Bago Yoma, Mianmar (Lwin et al., 2010). As sementes utilizadas foram coletadas de forma a englobar toda a área de ocorrência natural da teca em Mianmar. Os quatro locais experimentais, Phyu, Oak-Twin, Paungte e Pauk-Kaung, divergiram não somente em latitude e longitude, mas também em valores de temperaturas médias anuais: 26,0 °C, 26,9 °C, 27,6 °C e 28,2 °C e em precipitações pluviométricas médias: 3.071 mm ano⁻¹, 1.929 mm ano⁻¹, 1.184 mm ano⁻¹ e 1.261 mm ano⁻¹, respectivamente. Aos sete anos de idade, foram mensurados em todos os experimentos: altura, DAP, volume de madeira, relação entre a altura de copa e de fuste, número de ramos por metro de tronco, diâmetro da copa, ângulo médio de inserção dos ramos inferiores e percentagem de folhas que permanecem na

árvore durante a época de queda das folhas. Houve efeitos significativos de procedências, de ambientes e, também, de interação procedências x ambientes para todos os caracteres avaliados. As análises de regressão entre os caracteres e os fatores geoclimáticos indicaram a existência de variação ecoclinal em teca. A altitude foi negativamente e significativamente correlacionada com a altura (-0,65) e volume (-0,64). Positivas e significativas correlações foram encontradas entre longitude e os caracteres: relação entre altura de copa e de fuste (+0,72), diâmetro de copa (+0,72), ângulo médio de inserção de ramos (+0,70) e persistência das folhas (+0,72). Não houve correlação significativa entre a temperatura média e qualquer outro caráter avaliado neste estudo. Adicionalmente, a precipitação pluviométrica média anual foi altamente correlacionada e, de forma positiva, com: DAP (+0,73), altura (+0,70), volume (+0,80) e diâmetro de copa (+0,67). Correlações negativas foram observadas entre a distância geográfica e os caracteres: DAP (-0,68), altura (-0,78) e volume (-0,68). As avaliações comparativas mostraram que as procedências locais foram, em geral, melhores e podem ser usadas como fontes de sementes mais adequadas para programas de plantios na região de Bago Yoma, Mianmar.

Em outra oportunidade, testes com 28 progênies de polinização aberta de teca foram avaliados em quatro diferentes sítios na Costa Rica, aos sete anos de idade, pela Cooperativa Genfores (Murillo et al., 2019). O sítio 1 (Hojancha) tem altitude de 120 m, 5-6 meses de estação seca, precipitação pluviométrica média de 2.200 mm ano⁻¹, topografia com 5-20% de declividade, solo do tipo Alfissolo, anteriormente usado como pasto. O sítio 2 (Jicaral) tem altitude de 20 m, 4-6 meses de estação seca, precipitação pluviométrica de 2.500 mm ano⁻¹, 5% de declividade, Alfissolo, anteriormente usado nas culturas do milho e do arroz. O sítio 3 (Santa Cruz) tem altitude de 50 m, seis meses de estação de seca, precipitação pluviométrica de 2.400 mm ano⁻¹, 2% de declividade e pobre em drenagem, solo do tipo Vertissolo, anteriormente usado como pasto. O sítio 4 (San Mateo) tem altitude de 200 m, 5-6 meses de estação seca, precipitação pluviométrica de 2.200 mm ano⁻¹, 5% de declividade, Alfissolo e usado anteriormente para cultivo de frutíferas. Houve efeitos significativos de progênies e, também, de interação progênies x ambientes para DAP. Como a correlação genotípica dos desempenhos das progênies entre os quatro ambientes foi alta, há indicativo de que a interação é de natureza simples. Assim, a situação é muito favorável para o melhoramento da teca. Como o sítio 1 apresentou altas estimativas de correlações com todos os demais sítios dois a dois (inclusive com o sítio 3 que foi o menos produtivo), Hojancha pôde ser escolhido como sítio ideal para a condução dos ensaios componentes do programa de melhoramento de teca em questão, visando à seleção de genótipos para atender a todos esses sítios de plantio. Houve boa coincidência entre as dez

melhores progênies classificadas em cada um dos locais e na conjunta de locais, tendo sido comprovadas que elas têm estabilidade e adaptabilidade. Após a otimização da seleção, com a restrição na endogamia e no tamanho efetivo populacional, realizada pelo software Selegen REML/BLUP, os 20 melhores indivíduos selecionados, com base na conjunta de locais, para estabelecimento de um pomar de sementes, proporcionou um ganho de 11% para DAP. Esses 20 indivíduos selecionados estão associados a um tamanho efetivo ou genético de população igual a 17, em razão de vários desses indivíduos serem meios irmãos (pertencerem a mesma progênie) e com coeficiente de endogamia de 2,9%. Os valores das herdabilidades encontrados neste estudo são apresentados na Tabela 4 em item que trata do controle genético de caracteres de importância econômica em teca.

Clones de teca, selecionados em pomar de sementes em Cepu, Ilha de Java na Indonésia, foram avaliados em dois testes estabelecidos com 65 clones, em Cepu, Java Central (solo de origem calcária, Vertissolo e $1.436 \text{ mm ano}^{-1}$) e com 50 clones, em Ciamis, Java Oeste (solo de origem vulcânica, Latossolo/Inceptissolo e $2.740 \text{ mm ano}^{-1}$) (Wardani, 2008). Houve efeitos significativos de clones e de locais para altura, DAP e forma do fuste. As herdabilidades podem ser observadas na Tabela 5. As interações clones x ambientes foram significativas para altura e forma do fuste. Os sete melhores clones, com base em índice de seleção, foram 97, 110, 20, 91, 7, 59 e 84 em Cepu e 97, 17, 20, 63, 96, 10 e 34 em Ciamis. Na análise conjunta de ambientes, os melhores clones ranqueados foram: 97, 20, 7, 17, 96, 63 e 10. Os ganhos genéticos estimados foram de 13,27% em Cepu, 13,51% em Ciamis e 13,82% em ambos os locais.

Em Kerala, Índia, 18 clones de teca foram avaliados, aos 14 anos de idade, em dois ambientes denominados Arippa e Palappilly (Indira; Bhat, 1998). Houve efeitos significativos de clones e de ambientes na avaliação da densidade básica, mas não houve efeito significativo da interação clones x ambientes. As análises das propriedades do solo revelaram que Arippa, ambiente que obteve as menores médias de densidade básica ($0,51 \text{ g cm}^{-3}$), possuía solo com mais carbono orgânico (2,13%), pH (6,02) e bases trocáveis ($13,14 \text{ me } 100 \text{ g}^{-1}$), os quais são fatores que melhoram o crescimento da teca. Os valores de carbono orgânico, pH e bases trocáveis em Palappilly, ambiente com maiores médias de densidade média em teca ($0,57 \text{ g cm}^{-3}$), foram 1,1%, 5,66 e $6,1 \text{ me } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente. Não houve efeito de origem de clone para densidade básica. Portanto, a adequada seleção de clones e de solos deve ser vista com cuidado durante a escolha de áreas para o estabelecimento de plantações de teca. A exploração da variação presente de árvore para árvore também poderá melhorar a densidade da madeira em teca.

Dois testes clonais foram estabelecidos em diferentes ambientes na região noroeste da Costa Rica, sendo um deles na Península de Nicoya (local 1) e outro perto da fronteira com a Nicarágua (local 2) (Moya; Marin, 2011). O local 1 tem precipitação pluviométrica média de 1.594 mm ano⁻¹, temperatura média anual de 26 °C e uma estação seca anual de quatro meses sem chuva. O solo tem textura argilosa, sendo moderadamente ácido a neutro (pH 6-7) e declividade inferior a 3%. Esse solo é moderadamente fértil, com baixo teor de matéria orgânica. O local 2 possui precipitação pluviométrica média de 1.745 mm ano⁻¹, temperatura média de 27 °C e estação seca de cinco meses. O solo tem uma textura franco-argilosa, é moderadamente ácido (pH 5-6) e declividade inferior a 3%. Este solo é moderadamente fértil, com conteúdo moderado de matéria orgânica. As avaliações foram conduzidas aos dez anos de idade, sendo mensurados: DAP, percentagem do cerne, percentagem da casca, percentagem da medula, umidade inicial na madeira, densidade da madeira verde, gravidade específica, contração volumétrica, radial (R) e tangencial (T), razão T/R, três coordenadas de cor da madeira (L*, a* e b*), rigidez da madeira, perda de peso com o fungo *Trametes versicolor* em cerne, perda de peso com fungo *Pycnoporus sanguineus* em cerne, perda de peso com fungo *Trametes versicolor* no alburno e perda de peso com fungo *Pycnoporus sanguineus* em alburno. Houve efeitos significativos de clones para a maioria dos caracteres, exceto para percentagem de cerne, razão T/R, perdas de pesos com dois fungos, *Trametes versicolor* e *Pycnoporus sanguineus*, em cerne e em alburno. Houve efeitos significativos de locais, exceto DAP e percentagem de cerne. As interações clones x locais foram significativas somente para: percentagem de cerne, gravidade específica, densidade de massa verde, contração volumétrica, contração tangencial e rigidez da madeira. As herdabilidades e as correlações genéticas obtidas neste trabalho podem ser observadas nas Tabelas 5 e 7, respectivamente. Os autores ressaltam a necessidade de que outros trabalhos similares sejam realizados no intuito de aferir tais resultados. O agrupamento dos clones, de acordo com as características avaliadas, permitirá escolher ou usar clones com propriedades de madeira semelhantes, de acordo com o local e com as condições ambientais, aumentando a produção de madeira por área e uniformidade da qualidade da madeira oferecida ao mercado.

Outros dois testes, com 36 clones de teca, foram avaliados na região norte da Costa Rica por Solorzano-Naranjo et al. (2012). Um dos testes está situado no distrito de Los Chiles, no vilarejo de Combate, caracterizado pela ausência de estação de seca bem definida, solo do tipo Ultissolo, com horizonte argílico e moderada à alta acidez, com uma saturação ácida superior a 30%, declividade do terreno inferior a 3%, com superfície regular e sem erosão. O segundo experimento está localizado no distrito de Pocosil, no vilarejo de San Cristobal,

com ausência de estação de seca definida, Ultissolo, com horizonte argílico, variando levemente de ácido a neutro. A topografia é irregular, com declividade variando de 15-30%. Ambos os locais têm precipitação pluviométrica média anual de 2.592,5 mm ano⁻¹ e temperatura média anual de 25,3 °C. Aos quatro anos de idade, foram mensurados: DAP, percentagem do cerne, diâmetro da segunda tora, altura da árvore, gravidade específica, contração radial, contração tangencial, contração volumétrica, tensão de crescimento, módulo de elasticidade dinâmico transversal em árvore em pé, módulo de elasticidade dinâmico longitudinal em árvore em pé, módulo de elasticidade dinâmico na tora, módulo de elasticidade dinâmico em madeira verde e módulo de elasticidade dinâmico em madeira seca. Efeitos significativos de clones foram constatados para a maioria dos caracteres, exceto percentagem de cerne, gravidade específica, contração tangencial, tensão de crescimento, módulo de elasticidade dinâmico longitudinal em árvore em pé e módulo de elasticidade dinâmico na tora. Houve efeitos significativos de sítios para a maioria dos caracteres, exceto para contração radial, contração tangencial e tensão de crescimento. Os efeitos de interação clones x sítios somente foram significativos para altura, tensão de crescimento e módulo de elasticidade dinâmico em madeira verde. As herdabilidades e as correlações genotípicas para esses caracteres podem ser observadas nas Tabelas 5 e 7.

No norte da Costa Rica, foram também avaliados dois outros testes clonais nas localidades de Garza e de Peñas Blancas (Moya et al., 2013). O sítio de Garza tem precipitação pluviométrica média de 1.594 mm ano⁻¹, temperatura média anual de 26 °C e quatro meses de estação seca. O solo é argiloso, moderadamente fértil e com pH de ácido a neutro (pH 6-7), mas com baixo teor de matéria orgânica, com declividade inferior a 3%. O sítio de Peñas Blancas tem precipitação pluviométrica de 1.745 mm ano⁻¹, temperatura média de 27 °C e cinco meses de estação seca. O solo tem textura argilosa a franco-argilosa, sendo moderado quanto à acidez (pH 5-6), à fertilidade e ao conteúdo de matéria orgânica, com declividade inferior a 3%. As avaliações foram conduzidas aos dez anos de idade, sendo mesurados: DAP, percentagem de cerne, percentagem de casca, percentagem de medula, umidade inicial na madeira, densidade madeira verde, gravidade específica, contração volumétrica, radial (R) e tangencial (T), razão T/R, três coordenadas de cor da madeira (L*, a* e b*), rigidez da madeira, perda de peso com o fungo *Trametes versicolor* em cerne, perda de peso com fungo *Pycnoporus sanguineus* em cerne, perda de peso com fungo *Trametes versicolor* no alburno e perda de peso com fungo *Pycnoporus sanguineus* em alburno. Os efeitos de clones foram significativos para a maioria dos caracteres, exceto percentagem de cerne, razão T/R, perda de peso com os fungos *Trametes versicolor* e *Pycnoporus sanguineus* em cerne e perdas de pesos com os fungos *Trametes versicolor* e

Pycnopus sanguineus em alburno. Houve efeitos significativos de sítios para a maioria dos caracteres, exceto DAP e percentagem de cerne. Os efeitos das interações clones x sítios não foram significativas para a maioria dos caracteres, exceto percentagem de cerne, densidade massa verde, gravidade específica, contração volumétrica, contração tangencial e rigidez. As herdabilidades e as correlações genóticas para essas características podem ser observadas nas Tabelas 5 e 7.

Por meio desses trabalhos, observa-se que a interação genótipos x ambientes tem um importante papel no contexto do melhoramento genético da teca, pois implica na identificação de cultivares específicas aos ambientes de cultivo ou, então, que possuam maior adaptabilidade e estabilidade possível. Desse modo, sabendo que a seleção, na maioria das vezes, é realizada com base no valor fenotípico e que a interação o afeta diretamente, percebe-se que ela tem reflexo imediato nos trabalhos dos melhoristas de teca e, conseqüentemente, na recomendação de genótipos superiores, sendo, portanto, necessária à sua detecção.

Controle genético de caracteres em teca

A obtenção dos coeficientes de herdabilidade é de grande utilidade nos programas de melhoramento genético, pois fornece informações sobre o controle genético de cada caráter avaliado e, conseqüentemente, prenuncia o grau de sucesso ou de insucesso da seleção. Assim, na análise dos trabalhos publicados com a teca, foi possível a prospecção de valores de herdabilidade para diferentes: tipos de populações (progênies e clones), número de tratamentos, caracteres, idades de avaliação e condições ambientais nos diferentes locais de vários países (Tabelas 4 e 5).

Em decorrência desses aspectos, as magnitudes das herdabilidades encontradas para teca, seja em nível de progênies ou de clones (Tabelas 4 e 5), foram bastante variáveis dentro e entre os caracteres avaliados. De modo geral, o valor da herdabilidade pode variar de 0 (quando a variação entre indivíduos é unicamente de natureza ambiental) a 1 (quando toda a variação expressa entre indivíduos é de natureza genética), sendo classificadas como baixas ($0,01 < h^2 < 0,15$), moderadas ($0,15 \leq h^2 \leq 0,50$) ou altas ($h^2 > 0,50$) (Resende, 2002). Obviamente, quanto maior a herdabilidade, maior o sucesso a ser obtido no processo seletivo.

A herdabilidade no sentido restrito é a proporção da variância fenotípica que é devida a variância genética aditiva, ou seja, aquela que realmente é transmitida do genitor para

a progênie, sendo muito útil na seleção recorrente (Falconer; Mackay, 1996; Ramalho et al., 2012). Nos trabalhos prospectados, foram observados valores de herdabilidades para progênies de polinização aberta de teca (Tabela 4), não sendo encontradas publicações com valores de herdabilidades em progênies de irmãos completos, mesmo havendo relato de protocolo de polinização controlada de teca publicado desde 1997 (Tangmitcharoen, 1997). A herdabilidade no sentido amplo tem utilidade prática na seleção clonal (Tabela 5), justamente por considerar os efeitos da variância genética total, incluindo assim os efeitos de aditividade, de dominância e, inclusive de epistasia, caso houver (Ramalho et al., 2012).

Conforme já esperado, para cada experimento e caráter avaliado, os valores das herdabilidades na média de progênies ou na média de clones são superiores aos valores de herdabilidade, em nível de indivíduos. Isso porque a seleção baseada em médias está em um nível mais elevado de precisão do que a seleção baseada em parcelas ou plantas individuais, devido à diminuição da influência dos erros experimentais no uso das médias, ao invés de indivíduos, como critério de seleção (Vencovsky; Barriga, 1992).

Para se obter sucesso no programa de melhoramento, conforme já ressaltado, deve ocorrer, obrigatoriamente, variação para o caráter de interesse, avaliado na população onde se pratica a seleção, de modo que apareçam diferenças significativas entre os indivíduos envolvidos e que os melhores sejam selecionados. Essas variações existentes, detectadas nos trabalhos com teca, explicam os ganhos de seleção relevantes que vêm sendo obtidos com o melhoramento da teca em várias partes do mundo (Tabela 4).

Na Índia, estima-se que a produtividade de madeira possa aumentar entre 2-4 vezes, a partir do uso de clones elites selecionados pelo programa de melhoramento de teca indiano em relação aos materiais seminais atualmente plantados (Kumar, 2019). No Brasil, foi observado um incremento médio de 50% em produtividade de madeira, com uso de clones elites quando comparados com a média da população seminal testemunha, sendo esses clones selecionados, via seleção massal, em plantios comerciais seminais no Brasil e em populações naturais ou plantios seminais em outros países (Proteca, 2021). Ganhos em forma do fuste também têm sido observadas no Brasil (Proteca, 2021). Após essa etapa, em novos ciclos seletivos, os ganhos para caracteres quantitativos são menores e alcançados por meio de um programa de melhoramento baseado na seleção recorrente.

Tabela 4. Herdabilidades no sentido restrito e ganhos de seleção, para diferentes caracteres, avaliados em testes de progênies de polinização aberta de teca, avaliados em diferentes condições ambientais, idades e países.

Caráter	Tipo de análise	Local	Idade (anos)	Herdabilidade	Intensidade de seleção (%)	Ganho de seleção (%)	Referência
Altura	Individual	Cachoeiro do Itapemirim, Espírito Santo, Brasil	0,25	0,05 (0,26)*	-	-	Costa et al. (2015).
Altura	Individual	Taliwas, Sabah, Leste da Malásia	1,2	0,35	-	-	Chaix et al. (2011).
Altura	Individual	Taliwas, Sabah, Leste da Malásia	2,0	0,55	-	-	Chaix et al. (2011).
Altura	Individual	Dhandatopa, Orissa, Índia	2,0	0,58 (0,76)	10	34,46 (19,66)	Swain et al. (1996).
Altura	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	0,22	-	-	Callister e Collins (2008).
Altura	Individual	Armero-Guayabal, Tolima, Colômbia	4,3	0,01 (0,06)	30	(0,00)	Llanos-Mayor et al. (2019).
Altura	Individual	Gunung Kidul, Yogyakarta, Indonésia	<6,0	0,02 (0,22)	-	-	Salis (2013).
Altura	Individual	Gunung Kidul, Yogyakarta, Indonésia	6,0	0,07 (0,33)	-	-	Salis (2013).
Altura	Individual	Dhandatopa, Orissa, Índia	7,0	0,22 (0,77)	10	6,38 (6,30)	Sharma et al. (2000).
Altura	Individual	Bhatapada Research Station, Orissa, Índia	7,0	0,61 (0,81)	10	16,23 (7,06)	Swain et al. (1999).
Altura	Individual	Bhatapada Research Station, Orissa, Índia	8,0	0,38 (0,79)	10	9,66 (7,06)	Swain et al. (1999).
Altura	Individual	Taliwas, Sabah, Leste da Malásia	8,6	0,76	-	-	Chaix et al. (2011).

Continua ...

Tabela 4. Continuação.

Caráter	Tipo de análise	Local	Idade (anos)	Herdabilidade	Intensidade de seleção (%)	Ganho de seleção (%)	Referência
Altura	Individual	Sabah, Leste da Malásia	8,8	0,51*	-	-	Monteuuis et al. (2011).
Altura	Conjunta (2 ambientes)	Sabah, Leste da Malásia	9,0	(0,38)*	-	-	Goh et al. (2013).
Altura	Individual	Hojancha, Guanacaste, Costa Rica	11,0	0,28 (0,60)	-	-	Loría (2018).
Altura	Individual	Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica	11,0	0,00 (0,24)	-	-	Loría (2018).
Altura	Individual	San Mateo, Alajuela, Costa Rica	11,0	0,16 (0,47)	-	-	Loría (2018).
Altura	Individual	Yogyakarta, Indonésia	24,0	(0,27)	-	-	Hidayati et al. (2013a).
Altura	Individual	Maharashtra, Índia	27,0	0,34 (0,34)	-	8,20	Narayanan et al. (2009).
Ângulo de inserção dos galhos	Individual	Armero-Guayabal, Tolima, Colômbia	4,3	0,12 (0,44)	30	(4,26)	Llanos-Mayor et al. (2019).
Área basal	Individual	Dhandatopa, Orissa, Índia	2,0	0,26 (0,53)	10	4,19 (3,03)	Swain et al. (1996).
Área basal	Individual	Dhandatopa, Orissa, Índia	7,0	0,14 (0,69)	10	8,66 (9,57)	Sharma et al. (2000).
Área basal	Individual	Bhatapada Research Station, Orissa, Índia	7,0	0,77 (0,80)	10	25,02 (12,76)	Swain et al. (1999).
Área basal	Individual	Bhatapada Research Station, Orissa, Índia	8,0	0,27 (0,59)	10	12,23 (8,80)	Swain et al. (1999).
Área de projeção de copa	Individual	Armero-Guayabal, Tolima, Colômbia	4,3	0,12 (0,44)	30	(6,53)	Llanos-Mayor et al. (2019).

Continua ...

Tabela 4. Continuação.

Caráter	Tipo de análise	Local	Idade (anos)	Herdabilidade	Intensidade de seleção (%)	Ganho de seleção (%)	Referência
Bifurcação	Individual	Sabah, Leste da Malásia	8,8	0,56	-	-	Monteuuis et al. (2011).
CAP	Individual	Maharashtra, Índia	27,0	0,19 (0,31)	-	7,19	Narayanan et al. (2009).
DAP	Individual	Taliwas, Sabah, Leste da Malásia	1,2	0,41	-	-	Chaix et al. (2011).
DAP	Individual	Taliwas, Sabah, Leste da Malásia	2,0	0,44	-	-	Chaix et al. (2011).
DAP	Individual	Dhandatopa, Orissa, Índia	2,0	0,26 (0,64)	10	20,97 (16,52)	Swain et al. (1996).
DAP	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	0,31	-	-	Callister e Collins (2008).
DAP	Individual	Armero-Guayabal, Tolima, Colômbia	4,3	0,17 (0,55)	30	(2,96)	Llanos-Mayor et al. (2019).
DAP	Individual	Ciamis, West Java, Indonésia	5,0	0,09	-	-	Hadiyan (2009).
DAP	Individual	Gunung Kidul, Yogyakarta, Indonésia	<6,0	0,06 (0,20)	-	-	Salis (2013).
DAP	Individual	Gunung Kidul, Yogyakarta, Indonésia	6,0	0,12 (0,33)	-	-	Salis (2013).
DAP	Individual	Dhandatopa, Orissa, Índia	7,0	0,11 (0,64)	10	3,42 (4,11)	Sharma et al. (2000).
DAP	Individual	Bhatapada Research Station, Orissa, Índia	7,0	0,72 (0,80)	10	11,91 (6,30)	Swain (1999).
DAP	Individual	Bhatapada Research Station, Orissa, Índia	8,0	0,28 (0,60)	10	6,38 (8,80)	Swain (1999).

Continua ...

Tabela 4. Continuação.

Caráter	Tipo de análise	Local	Idade (anos)	Herdabilidade	Intensidade de seleção (%)	Ganho de seleção (%)	Referência
DAP	Individual	Taliwas, Sabah, Leste da Malásia	8,6	0,46			Chaix et al. (2011).
DAP	Individual	Sabah, Leste da Malásia	8,8	0,24	-	-	Monteuuis et al. (2011).
DAP	Conjunta (2 ambientes)	Sabah, Leste da Malásia	9,0	(0,17)	-	-	Goh et al. (2013).
DAP	Individual	Hojancha, Guanacaste, Costa Rica	11,0	0,49 (0,70)	-	-	Loría (2018).
DAP	Individual	Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica	11,0	0,23 (0,59)	-	-	Loría (2018).
DAP	Individual	San Mateo, Alajuela, Costa Rica	11,0	0,28 (0,64)	-	-	Loría (2018).
DAP	Individual	Yogyakarta, Indonésia	24,0	(0,27)	-	-	Hidayati et al. (2013a).
DAP	Individual	Hojancha, Costa Rica	7,0	0,39 (0,66)	-	-	Murillo et al. (2019).
DAP	Individual	Santa Cruz, Costa Rica	7,0	0,38 (0,64)	-	-	Murillo et al. (2019).
DAP	Individual	Jicaral, Costa Rica	7,0	0,31 (0,59)	-	-	Murillo et al. (2019).
DAP	Individual	San Mateo, Costa Rica	7,0	0,08 (0,26)	-	-	Murillo et al. (2019).
DAP	Conjunta (2 ambientes)	Hojancha e Santa Cruz, Costa Rica	7,0	0,35 (0,73)	-	-	Murillo et al. (2019).
DAP	Conjunta (2 ambientes)	Hojancha e Jicaral, Costa Rica	7,0	0,25 (0,62)	-	-	Murillo et al. (2019).
DAP	Conjunta (2 ambientes)	Hojancha e San Mateo, Costa Rica	7,0	0,26 (0,71)	-	-	Murillo et al. (2019).
DAP	Conjunta (2 ambientes)	Jicaral e Santa Cruz, Costa Rica	7,0	0,18 (0,48)	-	-	Murillo et al. (2019).

Continua . . .

Tabela 4. Continuação.

Caráter	Tipo de análise	Local	Idade (anos)	Herdabilidade	Intensidade de seleção (%)	Ganho de seleção (%)	Referência
DAP	Conjunta (2 ambientes)	Santa Cruz e San Mateo, Costa Rica	7,0	0,11 (0,35)	-	-	Murillo et al. (2019).
DAP	Conjunta (2 ambientes)	Jicaral e San Mateo, Costa Rica	7,0	0,17 (0,53)	-	-	Murillo et al. (2019).
DAP	Conjunta (4 ambientes)	Hojancha, Jicaral, Santa Cruz e San Mateo, Costa Rica	7,0	0,22 (0,74)	-	18,06 (11,60)	Murillo et al. (2019).
Diâmetro do coleto	Individual	Cachoeiro do Itapemirim, Espírito Santo, Brasil	0,3	0,13 (0,49)	-	-	Costa et al. (2015).
Densidade básica	Individual	Maharashtra, Índia	27,0	0,29 (0,41)	-	3,13	Narayanan et al. (2009).
Diâmetro dos ramos	Individual	Armero-Guayabal, Tolima, Colômbia	4,3	0,03 (0,15)	30	(0,00)	Llanos-Mayor et al. (2019).
Forma do fuste	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	(0,07) 0,15	-	-	Callister e Collins (2008).
IMA em volume de madeira	Individual	Ciamis, Oeste de Java, Indonésia	5,0	0,10	-	-	Hadiyan (2009).
Incidência de florescimento	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	(0,30) 0,05	-	-	Callister e Collins (2008).
Número de brotações na base	Individual	Armero-Guayabal, Tolima, Colômbia	4,3	0,10 (0,40)	30	(14,42)	Llanos-Mayor et al. (2019).
Número de lançamentos foliares	Individual	Cachoeiro do Itapemirim, Espírito Santo, Brasil	0,3	0,09 (0,38)	-	-	Costa et al. (2015).

Continua ...

Tabela 4. Continuação.

Caráter	Tipo de análise	Local	Idade (anos)	Herdabilidade	Intensidade de seleção (%)	Ganho de seleção (%)	Referência
Penetração do pilodyn	Individual	Yogyakarta, Indonésia	24,0	(0,23)	-	-	Hidayati et al. (2013a).
Porcentagem de alburno	Individual	Maharashtra, Índia	27,0	0,76 (0,70)	-	26,15	Narayanan et al. (2009).
Porcentagem de cerne	Individual	Maharashtra, Índia	27,0	0,76 (0,69)	-	17,02	Narayanan et al. (2009).
Qualidade das toras	Individual	Hojancha, Guanacaste, Costa Rica	11,0	0,00 (0,31)	-	-	Loría (2018).
Qualidade das toras	Individual	Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica	11,0	0,00 (0,00)	-	-	Loría (2018).
Qualidade das toras	Individual	San Mateo, Alajuela, Costa Rica	11,0	0,12 (0,42)	-	-	Loría (2018).
Retidão do fuste	Individual	Armero-Guayabal, Tolima, Colômbia	4,3	0,00 (0,02)	30	(0,00)	Llanos-Mayor et al. (2019).
Velocidade de onda de estresse na madeira	Individual	Yogyakarta, Indonésia	24,0	(0,24)	-	-	Hidayati et al. (2013a).
Volume de madeira	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	(0,18) 0,29	-	-	Callister e Collins (2008).
Volume de madeira	Individual	Ciamis, Oeste de Java, Indonésia	5,0	0,10	-	-	Hadiyan (2009).

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Caráter	Tipo de análise	Local	Idade (anos)	Herdabilidade	Intensidade de seleção (%)	Ganho de seleção (%)	Referência
Volume de madeira	Individual	Sabah, Leste da Malásia	8,8	0,34	-	-	Monteuuis et al. (2011).
Volume de madeira	Conjunta (2 ambientes)	Sabah, Leste da Malásia	9,0	(0,23)	-	-	Goh et al. (2013).
Volume de madeira	Individual	Hojancha, Guanacaste, Costa Rica	11,0	0,39 (0,65)	-	-	Loría (2018).
Volume de madeira	Individual	Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica	11,0	0,17 (0,55)	-	-	Loría (2018).
Volume de madeira	Individual	San Mateo, Alajuela, Costa Rica	11,0	0,27 (0,62)	-	-	Loría (2018).
Volume de madeira	Individual	Yogyakarta, Indonésia	24,0	(0,20)	-	-	Hidayati et al. (2013a).
Volume de madeira do fuste sem casca	Individual	Armero-Guayabal, Tolima, Colômbia	4,3	0,15 (0,51)	30	(4,83)	Llanos-Mayor et al. (2019).
Volume de madeira por hectare	Individual	Armero-Guayabal, Tolima, Colômbia	4,3	0,34 (0,71)	30	(11,98)	Llanos-Mayor et al. (2019).

*Números fora de parênteses se referem a valores em nível de indivíduos e números dentro de parênteses se referem a valores em nível de média de progênies.

Tabela 5. Herdabilidades no sentido amplo na média de clones, para diferentes caracteres, obtidas em testes clonais de teca avaliados em diferentes condições ambientais, idades e países.

Caráter	Tipo de análise	Local(is)	Idade (anos)	Herdabilidade no sentido amplo	Referência
Altura	Individual	Península de Nicoya, Costa Rica	0,7	0,17 (0,80)*	Molina-Quesada et al. (2019).
Altura	Individual	-	3,5	(0,85)	Gera et al. (2001).
Altura	Individual	Sumatra do Sul, Indonésia	3,0	0,03 (0,16)	Sofyan et al. (2011).
Altura	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	(0,28)	Callister e Collins (2008).
Altura	Individual	Yogyakarta, Indonésia	3,5	(0,47)	Nurrudin (2013).
Altura	Conjunta (2 ambientes)	Los Chiles e Pocosol, norte da Costa Rica	4,0	(0,15)	Solórzano-Naranjo et al. (2012).
Altura	Individual	Lan Sang, Tak Province, Tailândia	5,0	(0,19)	Suksileung et al. (1975).
Altura	Individual	Mae Gar, Chiang Rai Province, Tailândia	5,0	(0,19)	Suksileung et al. (1975).
Altura	Conjunta (2 ambientes)	Mae Gar e Lang Sang, Tailândia	5,0	(0,23)	Suksileung et al. (1975).
Altura	Individual	Sul de Sumatra, Indonésia	5,5	0,06 (0,33)	Muslimin et al. (2013).
Altura	Individual	Lan Sang, Tak Province, Tailândia	8,0	(0,04)	Suksileung et al. (1975).
Altura	Individual	Mae Gar, Chiang Rai Province, Tailândia	8,0	(0,29)	Suksileung et al. (1975).
Altura	Conjunta (2 ambientes)	Mae Gar e Lang Sang, Tailândia	8,0	(0,23)	Suksileung et al. (1975).
Altura	Individual	Cepu, Java Central, Indonésia	9,0	(0,55)	Wardani (2008).
Altura	Individual	Ciamis, Oeste de Java, Indonésia	9,0	(0,52)	Wardani (2008).
Altura	Conjunta (2 ambientes)	Cepu e Ciamis, Java, Indonésia	9,0	(0,58)	Wardani (2008).

Continua ...

Tabela 5. Continuação.

Caráter	Tipo de análise	Local(is)	Idade (anos)	Herdabilidade no sentido amplo	Referência
Brotações epicórmicas	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	(0,12)	Callister e Collins (2008).
DAP	Individual	Sumatra do Sul, Indonésia	3,0	0,02 (0,13)	Sofyan et al. (2011).
DAP	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	(0,37)	Callister e Collins (2008).
DAP	Individual	Yogyakarta, Indonésia	3,5	(0,51)	Nurrudin (2013).
DAP	Conjunta (2 ambientes)	-	4,0	(0,36)	Solorzano-Naranjo et al. (2012).
DAP	Individual	Sul de Sumatra, Indonésia	5,5	0,05 (0,26)	Muslimin et al. (2013).
DAP	Individual	Mae Gar, Chiang Rai Province, Tailândia	8,0	(0,17)	Suksileung et al. (1975).
DAP	Individual	Lan Sang, Tak Province, Tailândia	8,0	(0,14)	Suksileung et al. (1975).
DAP	Conjunta (2 ambientes)	Mae Gar e Lang Sang, Tailândia	8,0	(0,15)	Suksileung et al. (1975).
DAP	Individual	Cepu, Central Java, Indonésia	9,0	(0,65)	Wardani (2008).
DAP	Individual	Ciamis, West Java, Indonésia	9,0	(0,68)	Wardani (2008).
DAP	Conjunta (2 ambientes)	Cepu e Ciamis, Java, Indonésia	9,0	(0,79)	Wardani (2008).
DAP	Conjunta (2 ambientes)	Garza e Peñas Blancas, Costa Rica	10,0	(0,31)	Moya et al. (2013).
DAP	Conjunta (2 ambientes)	Los Chiles e Pocosol, norte da Costa Rica	4,0	(0,36)	Solórzano-Naranjo et al. (2012).
Diâmetro da segunda tora	Conjunta (2 ambientes)	Los Chiles e Pocosol, norte da Costa Rica	4,0	(0,53)	Solórzano-Naranjo et al. (2012).
Diâmetro do coleto	Individual	Península de Nicoya, Costa Rica	0,7	0,23 (0,83)	Molina-Quesada et al. (2019).

Continua ...

Tabela 5. Continuação.

Caráter	Tipo de análise	Local(is)	Idade (anos)	Herdabilidade no sentido amplo	Referência
Contração radial	Conjunta (2 ambientes)	Los Chiles e Pocosol, norte da Costa Rica	4,0	(0,47)	Solórzano-Naranjo et al. (2012).
Contração volumétrica	Conjunta (2 ambientes)	Los Chiles e Pocosol, norte da Costa Rica	4,0	(0,44)	Solórzano-Naranjo et al. (2012).
Coordenada L* (cor da madeira pelo Sistema CIElab)	Conjunta (2 ambientes)	Região noroeste da Costa Rica	10,0	(0,45)	Moya e Marin (2011).
Coordenada a* (cor da madeira pelo Sistema CIElab)	Conjunta (2 ambientes)	Região noroeste da Costa Rica	10,0	(0,36)	Moya e Marin (2011).
Coordenada b* (cor da madeira pelo Sistema CIElab)	Conjunta (2 ambientes)	Região noroeste da Costa Rica	10,0	(0,36)	Moya e Marin (2011).
Resistência mecânica por rigidez dinâmica	Conjunta (2 ambientes)	Região noroeste da Costa Rica	10,0	(0,34)	Moya e Marin (2011).
Desfolhamento por insetos	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	(0,06)	Callister e Collins (2008).
Diâmetro do coleto	Individual	-	3,5	(0,74)	Gera et al. (2001).
Forma do fuste	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	0,12	Callister e Collins (2008).
Forma do fuste	Individual	Cepu, Java Central, Indonésia	9,0	(0,61)	Wardani (2008).
Forma do fuste	Individual	Ciamis, Oeste de Java, Indonésia	9,0	(0,54)	Wardani (2008).

Continua . . .

Tabela 5. Continuação.

Caráter	Tipo de análise	Local(is)	Idade (anos)	Herdabilidade no sentido amplo	Referência
Forma do fuste	Conjunta (2 ambientes)	Cepu e Ciamis, Java, Indonésia	9,0	(0,61)	Wardani (2008).
Forma do fuste	Individual	Sumatra do Sul, Indonésia	3,0	0,09 (0,39)	Sofyan et al. (2011).
Incidência de florescimento	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	(0,71)	Callister e Collins (2008).
Módulo de elasticidade dinâmico transversal em árvore em pé	Conjunta (2 ambientes)	Los Chiles e Pocosol, norte da Costa Rica	4,0	(0,21)	Solórzano-Naranjo et al. (2012).
Módulo de elasticidade dinâmico em madeira verde	Conjunta (2 ambientes)	Los Chiles e Pocosol, norte da Costa Rica	4,0	(0,26)	Solórzano-Naranjo et al. (2012).
Módulo de elasticidade dinâmico em madeira seca.	Conjunta (2 ambientes)	Los Chiles e Pocosol, norte da Costa Rica	4,0	(0,15)	Solórzano-Naranjo et al. (2012).
Sobrevivência	Individual	Península de Nicoya, Costa Rica	0,7	0,12 (0,74)	Molina-Quesada et al. (2019).
Sobrevivência	Individual	-	3,5	(0,23)	Gera et al. (2001).
Volume de madeira	Individual	Sumatra do Sul, Indonésia	3,0	0,05 (0,30)	Sofyan et al. (2011).
Volume de madeira	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	(0,35)	Callister e Collins (2008).
Volume de madeira	Individual	Sul de Sumatra, Indonésia	5,5	0,07 (0,29)	Muslimin et al. (2013).

*Números fora de parênteses se referem a valores em nível de indivíduos e números dentro de parênteses se referem a valores em nível de média de clones.

Correlação genética entre caracteres

Uma cultivar elite de teca deve reunir o maior número possível de alelos favoráveis nos vários caracteres de importância econômica, de modo que lhe proporcionem vantagens em relação às cultivares já existentes, tanto no que se refere às exigências dos silvicultores quanto àquelas da indústria e do consumidor final da madeira. Neste contexto, a obtenção e a análise das correlações genéticas, entre os caracteres considerados no processo seletivo, são vitais na execução da seleção pautada em um conjunto de caracteres. Isso porque, na seleção simultânea de caracteres, poderá ocorrer a resposta correlacionada à seleção, ou seja, a seleção praticada em um caráter pode ocasionar alteração em um ou outros caracteres.

A magnitude dessa resposta correlacionada irá balizar a possibilidade ou não de execução da seleção indireta. Estudos neste âmbito são importantes para minimizar custos e tempo, além de serem importantes para propor uma alternativa de caráter a ser avaliado mais facilmente, como substituição a outro de difícil mensuração (Cruz; Carneiro, 2006; Resende, 2002; Bernardo, 2020).

No melhoramento genético da teca, conforme já observado nas tabelas anteriores, há relatos de caracteres avaliados simultaneamente em um mesmo teste de progênies de polinização aberta (Tabela 6) ou de clones (Tabela 7), o que permitiu a obtenção das correlações entre alguns caracteres, em diversas idades e condições ambientais em vários países.

Vale mencionar que nessa sintetização só foram considerados os valores de correlações genéticas significativos de acordo com teste estatístico. No que se refere à magnitude da correlação, segundo Devore (2018), uma regra prática razoável é considerar que a correlação é fraca se $0,00 \leq |r| \leq 0,50$; moderada, $0,51 \leq |r| \leq 0,79$ e forte se $0,80 \leq |r| \leq 1,00$. Esse autor relata que talvez surpreenda o fato que $r = 0,50$ seja considerada fraca, mas um $r^2 = 0,25$ significa que, em uma regressão de y sobre x , apenas 25% da variação observada seria explicada pelo modelo. Observa-se que, para um mesmo par de caracteres em teca, como exemplo, altura e DAP, área basal e DAP e, também, DAP e volume de madeira, as magnitudes das correlações tendem a prevalecer como moderadas ou altas na avaliação de diferentes progênies, clones, locais e idades (Tabelas 6 e 7), de acordo com a classificação de Devore (2018).

Os valores de correlações positivos entre pares de características de teca indicam que as duas características tendem a aumentar ou diminuir seus valores simultaneamente. Esse parece o caso, por exemplo, das correlações entre altura e ângulo de ramos, altura e área basal, altura e DAP, área basal e DAP, área de projeção de copa e volume, área de projeção de copa e DAP e, também, DAP e forma do fuste, dentre outros (Tabelas 6 e 7).

Os valores de correlação negativos em teca, demonstram que quando uma característica tende a aumentar de valor, a outra tende a diminuir e vice-versa. Esse exemplo é válido para a correlação entre percentagem de alburno e de cerne, sendo reconhecido esse comportamento entre o alburno e o cerne para as espécies florestais, em geral (Tabelas 6 e 7).

Em observações práticas de campo, tem sido observada uma correlação negativa entre a precocidade da frutificação/produção de sementes e o comprimento do fuste da árvore, com presença de bifurcação, o que afeta o valor comercial da árvore e, conseqüentemente, a qualidade do fuste na sua descendência (Keiding, 1966). Entretanto, as magnitudes de correlação encontradas entre florescimento e volume de madeira (Tabelas 6) e, também, florescimento e forma do fuste (Tabelas 7) não coadunaram com as observações práticas em campo, o que denota a necessidade de maiores investigações experimentais sobre esse aspecto. Neste contexto, há necessidade de que um maior número de trabalhos seja conduzido no intuito de melhor compreender as relações existentes entre os caracteres de importância econômica em teca e como forma de melhor conduzir o processo seletivo das árvores elites.

A partir do momento em que o melhorista de teca tem a seu dispor as informações procedentes das avaliações dos caracteres, ele tem três alternativas para conduzir a seleção simultânea de caracteres visando à escolha de uma árvore candidata a clone/cultivar: a) seleção em tandem, b) níveis independentes de eliminação e c) índice de seleção (Cotterill; Dean, 1990; Falconer; Mackay, 1996; Resende, 2002; Cruz; Carneiro, 2006; Bernardo, 2020). Esse é um aspecto importante a ser abordado em decorrência da carência de menções diretas sobre isso nos trabalhos publicados com teca.

Na seleção em tandem, selecionam-se indivíduos, por algumas gerações, para determinado caráter até atingir o nível desejado e, em gerações seguintes, para outros caracteres de interesse, dentre os descendentes dos indivíduos selecionados anteriormente (Resende, 2002). Se dois caracteres são correlacionados de maneira favorável, então, a seleção para o primeiro caráter conduz ao melhoramento do segundo. Em caso contrário, a seleção para um caráter pode causar resposta desfavorável no segundo caráter e a seleção subsequente para o segundo caráter pode desfazer alguns dos progressos já alcançados para o primeiro (Bernardo, 2020). Essa alternativa, embora inconscientemente, vem sendo utilizada, em muitas ocasiões, por exemplo, quando a seleção se concentra somente em volume de madeira inicialmente e só depois se procura agregar e selecionar para caracteres de qualidade da madeira, em ciclos de seleção seguintes.

O uso dos níveis independentes de eliminação requer o estabelecimento de um nível mínimo de desempenho para cada caráter considerado. Assim, somente os indivíduos que apresentam um padrão mínimo para cada caráter são selecionados. É importante destacar que os níveis de eliminação entre caracteres não necessitam apresentar a mesma intensidade de seleção. É esperado que a seleção com base em níveis independentes de eliminação seja mais efetiva do que a seleção em tandem. Do ponto de vista prático, uma limitação dos níveis independentes de eliminação é que o procedimento, se estritamente aplicado, não conduz à seleção de um indivíduo que está abaixo do padrão para um único caráter, mas que é excepcional para outros (Bernardo, 2020). Esse tipo de seleção também tem sido consciente ou inconscientemente empregado, pois, entre os clones mais produtivos são escolhidos, para propagação comercial, aqueles que atinjam taxas de brotação e de enraizamento mínimas, por exemplo.

A terceira categoria, denominada de índice de seleção, considera, simultaneamente, todos os caracteres de interesse, gerando uma variável adicional que resulta da ponderação dos caracteres, por meio de coeficientes pré-estabelecidos (Resende, 2002; Cruz; Carneiro, 2006; Bernardo, 2020). Neste caso, há várias alternativas de índices de seleção que podem ser aplicados no melhoramento com base na seleção simultânea de caracteres em teca (Resende, 2002; Cruz; Carneiro, 2006; Bernardo, 2020).

Tabela 6. Correlações genéticas entre caracteres, obtidas em testes de progênies de polinização aberta de teca, em diferentes condições ambientais, idades e países.

Caracteres	Tipo de análise	Local(is)	Idade (anos)	Correlação genética	Referência
Altura - Ângulo de inserção dos ramos	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	0,63	Llanos-Mayor et al. (2019).
Altura - Área basal	Individual	Dhandatopa, Orissa, Índia	2,0	0,98	Swain et al. (1996).
Altura - Área basal	Individual	Bhatapada Research Station, Orissa, Índia	7,0	0,16	Swain (1999).
Altura - Área basal	Individual	Bhatapada Research Station, Orissa, Índia	8,0	0,02	Swain (1999).
Altura - Área de projeção da copa	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	-0,09	Llanos-Mayor et al. (2019).
Altura - CAP*	Individual	Maharashtra, Índia	27,0	0,61	Narayanan et al. (2009).
Altura - DAP**	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	0,94	Llanos-Mayor et al. (2019).
Altura - DAP	Individual	Dhandatopa, Orissa, Índia	2,0	0,77	Swain et al. (1996).
Altura - DAP	Individual	Ciamis, West Java	5,0	0,84	Hadiyan (2009).
Altura - DAP	Individual	Taliwas, Sabah, East Malaysia	>6,0	0,91	Salis (2013).
Altura - DAP	Individual	Taliwas, Sabah, East Malaysia	6,0	1,00	Salis (2013).
Altura - DAP	Individual	Bhatapada Research Station, Orissa, Índia	8,0	0,03	Swain (1999).
Altura - DAP	Individual	Bhatapada Research Station, Orissa, Índia	7,0	0,01	Swain (1999).
Altura - Densidade Básica	Individual	Maharashtra, Índia	27,0	0,16	Narayanan et al. (2009).
Altura - Diâmetro dos ramos	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	0,18	Llanos-Mayor et al. (2019).

Continua ...

Tabela 6. Continuação.

Caracteres	Tipo de análise	Local(is)	Idade (anos)	Correlação genética	Referência
Altura - Percentagem de alburno	Individual	Maharashtra, Índia	27,0	-0,37	Narayanan et al. (2009).
Altura - Percentagem de cerne	Individual	Maharashtra, Índia	27,0	0,53	Narayanan et al. (2009).
Área basal - DAP	Individual	Dhandatopa, Orissa, Índia	2,0	0,73	Swain et al. (1996).
Área basal - DAP	Individual	Dhandatopa, Orissa, Índia	7,0	0,99	Sharma et al. (2000).
Área basal - DAP	Individual	Bhatapada Research Station, Orissa, Índia	7,0	0,03	Swain (1999).
Área basal - DAP	Individual	Bhatapada Research Station, Orissa, Índia	8,0	0,02	Swain (1999).
Área de projeção da copa - DAP	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	0,73	Llanos-Mayor et al. (2019).
Área de projeção da copa - Ângulo de inserção dos ramos	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	0,24	Llanos-Mayor et al. (2019).
Área de projeção da copa - Número de ramos	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	-0,27	Llanos-Mayor et al. (2019).
Área de projeção da copa - Retidão do fuste	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	0,32	Llanos-Mayor et al. (2019).
Área de projeção da copa - Diâmetro dos ramos	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	-0,49	Llanos-Mayor et al. (2019).
Área de projeção da copa - Volume de madeira por hectare	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	0,66	Llanos-Mayor et al. (2019).
Área de projeção da copa - Volume sem casca	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	0,66	Llanos-Mayor et al. (2019).
Ângulo de inserção dos ramos - Número de ramos	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	-0,16	Llanos-Mayor et al. (2019).

Continua . . .

Tabela 6. Continuação.

Caracteres	Tipo de análise	Local(is)	Idade (anos)	Correlação genética	Referência
Brotações epicórmicas - Volume de madeira	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	0,41	Callister e Collins (2008).
CAP - Espessura de casca	Individual	Maharashtra, Índia	27,0	0,18	Narayanan et al. (2009).
CAP - Percentagem de alborno	Individual	Maharashtra, Índia	27,0	-0,50	Narayanan et al. (2009).
CAP - Percentagem de cerne	Individual	Maharashtra, Índia	27,0	0,69	Narayanan et al. (2009).
DAP - Diâmetro dos ramos	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	-0,34	Llanos-Mayor et al. (2019).
DAP - Retidão do fuste	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	0,50	Llanos-Mayor et al. (2019).
DAP - Forma do fuste	-	-	12,0	0,73	Danarto; Hardiyanto (2000).
DAP - Volume de madeira	Individual	Ciamis, West Java, Indonésia	5,0	0,84	Hadiyan (2009).
DAP - Volume de madeira sem casca	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	0,99	Llanos-Mayor et al. (2019).
DAP - Volume de madeira por hectare	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	0,72	Llanos-Mayor et al. (2019).
Densidade básica - Percentagem de alborno	Individual	Maharashtra, Índia	27,0	-0,30	Narayanan et al. (2009).
Densidade básica - Percentagem de cerne	Individual	Maharashtra, Índia	27,0	0,28	Narayanan et al. (2009).
Diâmetro dos ramos - Número de ramos	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	-0,16	Llanos-Mayor et al. (2019).

Continua . . .

Tabela 6. Continuação.

Caracteres	Tipo de análise	Local(is)	Idade (anos)	Correlação genética	Referência
Diâmetro dos ramos - Volume de madeira por hectare	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	-0,21	Llanos-Mayor et al. (2019).
Diâmetro dos ramos - Volume sem casca	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	-0,34	Llanos-Mayor et al. (2019).
Florescimento - Volume de madeira	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	0,45	Callister e Collins (2008).
Forma do fuste - Volume de madeira	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	0,40	Callister e Collins (2008).
Número de ramos - Volume sem casca	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	-0,11	Llanos-Mayor et al. (2019).
Percentagem de alborno - Percentagem de cerne	Individual	Maharashtra, Índia	27,0	-0,93	Narayanan et al. (2009).
Retidão do fuste - Volume de madeira por hectare	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	0,31	Llanos-Mayor et al. (2019).
Retidão do fuste - Volume sem casca	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	0,68	Llanos-Mayor et al. (2019).
Volume sem casca - Volume de madeira por hectare	Individual	Armero-Guayabal, Colômbia	4,3	0,69	Llanos-Mayor et al. (2019).

*CAP: circunferência à altura do peito,

**DAP: diâmetro à altura do peito.

*** Nessa sintetização só foram considerados os valores de correlações genéticas significativos de acordo com teste estatístico.

Tabela 7. Correlações genéticas entre caracteres, obtidas em testes clonais de teca, avaliados em diferentes condições ambientais, idades e países.

Caracteres	Tipo de análise	Local(is)	Idade (anos)	Correlação genética	Referência
Altura - DAP**	Individual	Yogyakarta, Indonésia	3,5	0,95	Nurrudin (2013).
Altura - DAP	Individual	Sumatra do Sul, Indonésia	3,0	1,00	Sofyan et al. (2011).
Altura - DAP	Conjunta (2 ambientes)	Los Chiles e Pocosol, norte da Costa Rica	4,0	0,79	Solórzano-Naranjo et al. (2012).
Altura - DAP	Individual	Sul de Sumatra, Indonésia	5,5	1,00	Muslimin et al. (2013).
Altura - DAP	Conjunta (2 ambientes)	-	8,0	0,72	Suksileung et al. (1975).
Altura - Diâmetro da segunda tora	Conjunta (2 ambientes)	Los Chiles e Pocosol, norte da Costa Rica	4,0	0,73	Solórzano-Naranjo et al. (2012).
Altura - Diâmetro do coleto	Individual	Península de Nicoya, Costa Rica	0,7	0,94	Molina-Quesada et al. (2019).
Altura - Forma do fuste	Individual	Sumatra do Sul, Indonésia	3,0	0,67	Sofyan et al. (2011).
Altura - Sobrevivência	Individual	Península de Nicoya, Costa Rica	0,7	0,51	Molina-Quesada et al. (2019).
Brotações epicórmicas - Desfolhamento por insetos	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	-0,21	Callister e Collins (2008).
Brotações epicórmicas - Volume de madeira	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	0,15	Callister e Collins (2008).
DAP - Diâmetro da segunda tora	Conjunta (2 ambientes)	Los Chiles e Pocosol, norte da Costa Rica	4,0	0,93	Solórzano-Naranjo et al. (2012).
DAP - Forma do fuste	Individual	Sumatra do Sul, Indonésia	3,0	0,88	Sofyan et al. (2011).

Continua . . .

Tabela 7. Continuação.

Caracteres	Tipo de análise	Local(is)	Idade (anos)	Correlação genética	Referência
Diâmetro do coleto - Sobrevivência	Individual	Península de Nicoya, Costa Rica	0,7	0,52	Molina-Quesada et al. (2019).
Florescimento - Forma do fuste	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	0,08	Callister e Collins (2008).
Florescimento - Volume de madeira	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	0,32	Callister e Collins (2008).
Forma do fuste - Volume de madeira	Individual	Rio Ord, Norte da Austrália Ocidental	3,5	0,32	Callister e Collins (2008).
Módulo de elasticidade dinâmico em madeira seca - módulo de elasticidade dinâmico em madeira verde	Conjunta (2 ambientes)	Los Chiles e Pocosol, norte da Costa Rica	4,0	0,76	Solórzano-Naranjo et al. (2012).

**DAP: diâmetro à altura do peito.

*** Nessa sintetização só foram considerados os valores de correlações genéticas significativos, de acordo com teste estatístico.

Uso de ferramentas biotecnológicas

Os marcadores moleculares e enzimáticos têm sido utilizados na genotipagem de populações naturais e plantadas de teca, em várias partes do mundo. As aplicações desses marcadores podem ser divididas, de acordo com Rimbawanto (2019) e Tangmitcharoen (2019), nos seguintes eixos ligados à conservação e ao melhoramento genético da teca: a) elucidação quanto ao sistema de acasalamento, b) detecção de níveis de endogamia e padrões espaciais e temporais de variação genética em diferentes níveis; c) descrição de padrões de variação genética geográfica; d) inferência sobre relações filogenéticas e taxonômicas entre espécies do gênero *Tectona*; e) avaliação dos impactos das práticas de domesticação na diversidade genética, incluindo manejo florestal e melhoramento genético; f) fingerprinting e identificação de acessos de germoplasma em programas de melhoramento e de clonagem e g) construção de mapas de ligação e seleção assistida por melhoramento.

Variações genéticas expressivas em genes neutros foram encontradas nas populações naturais e plantadas de teca (Fofana et al., 2008; Verhaegen et al., 2010; Ansari et al., 2012; Sreekanth et al., 2013, 2014; Chimello et al., 2017; Giustina et al., 2017; Prasetyo et al., 2020) na Índia, Laos, Mianmar, Tailândia, Indonésia, Malásia e alguns países da África e da América. Em geral, a diversidade dentro de populações tem sido maior que entre populações de teca, com efeito de origem geográfica. Nos trabalhos citados na Tabela 8, poderão ser encontradas informações detalhadas sobre as diferentes populações avaliadas.

Observa-se que a maioria dos trabalhos publicados estão mais alinhados com a conservação genética da teca do que com o melhoramento genético em si. Alguns dos trabalhos realizados como apoio às atividades de melhoramento genético foram no tocante à comprovação de que a teca é uma espécie predominantemente alógama (Kjaer; Suangtho, 1995; Pattanaik; Shiva, 2017); no fingerprinting e na identificação de germoplasma em melhoramento (Kumaravelu, 1979; Krishnan et al., 1999; Narayanan et al., 2007; Chimello et al., 2017; Giustina et al., 2017; Modi et al., 2018; Widyatmoko et al., 2019), em propagação vegetativa (Gangopadhyay et al., 2003; Nurtjahjaningsih et al., 2018) e, também, na construção de mapas de ligação e seleção assistida por melhoramento (Araya et al., 2005; Aguilar, 2007; Vaishnav et al., 2018). Adicionalmente, estudos com genoma e transcriptomas/expressão gênica em teca foram conduzidos por: Diningrat et al. (2014), Galeano et al. (2015, 2019), Tripathi et al. (2017); Yasodha et al. (2018) e Zhao et al. (2019). Informações mais detalhadas sobre esses assuntos podem ser consultadas nos trabalhos em questão.

No intuito de indução de resistência a insetos, de importância econômica nos plantios comerciais de teca, estudos visando à obtenção de transgênicos via metodologia de biolística (Adnan et al., 2007; Norwati et al., 2011) ou via *Agrobacterium tumefaciens* (Zeng et al., 2007, 2008; Widiyanto et al., 2009; Sontikun et al., 2013; Onwimol et al., 2017) têm sido realizados em escala de laboratório.

De modo geral, os genótipos (clones) de teca avaliados tiveram diferentes suscetibilidades à transgenia, sendo os mais suscetíveis selecionados com vistas a obter maior eficiência no processo de transformação genética dessa espécie. Não foram encontrados relatos da avaliação de organismos geneticamente modificados, em nível de campo. Um fato que chama atenção, no caso dos transgênicos, é que as normas atuais do FSC® não admitem a certificação de madeira de árvores transgênicas. Informações sobre isso podem ser obtidas no capítulo que trata do processo de certificação em teca.

Não foram encontrados trabalhos científicos publicados sobre seleção genômica ampla em teca até a data de conclusão deste capítulo. De acordo com as diretrizes estabelecidas na

World Teak Conference de 2013, as ferramentas biotecnológicas devem ser usadas em maior sintonia com as demandas do melhoramento genético intensivo da teca (Tangmitcharoen, 2019). Neste contexto, os marcadores moleculares devem ser aplicados na genotipagem de clones/cultivares; na tentativa de seleção precoce de caracteres, tais como no screening de clones com resistência à doenças e em outras ações, quando possível, no sentido de reduzir o tempo gasto na execução de atividades do programa de melhoramento genético.

Tabela 8. Tipos de marcadores bioquímicos e moleculares utilizados em avaliações de populações de teca, em diferentes países do mundo e respectivas referências bibliográficas.

Tipo de marcador	Referências
Aloenzimas ou isoenzimas	Kumaravelu (1979), Kertadikara e Prat (1995b), Kjaer e Suangtho (1995), Kjaer et al. (1996), Krishnan et al. (1999).
Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP)	Araya et al. (2005), Shrestha et al. (2005), Sreekanth e Balasundaran (2013), Sreekanth et al. (2014), Minn et al. (2016), Vaishnav et al. (2018), Vaishnav e Ansari (2018).
Microssatélites ou Simple Sequence Repeats (SSR)	Verhaegen et al. (2005, 2010), Aguilar (2007), Goh et al. (2007), Narayanan et al. (2007), Fofana et al. (2008, 2009), Ansari et al. (2012), Alcântara e Veasey (2013), Lyngdoh et al. (2013), Minn et al. (2014, 2016), Hansen et al. (2015), Huang et al. (2015, 2016), Thwe-Thwe-Win et al. (2015), Vaishnav et al. (2017), Chimello et al. (2017), Giustina et al. (2017), Hansen et al. (2017), Pattanaik e Shiva (2017), Tripathi et al. (2017), Vaishnav et al. (2017), Monteuis e Goh (2018), Vaishnav e Ansari (2018), Yasodha et al. (2018), Perozo (2019), Rimbawanto (2019), Win (2019).
Random Amplification of Polymorphic DNA (RAPD)	Gangopadhyay et al. (2003), Katwal (2003), Nicodemus et al. (2003), Parthiban et al. (2003), Narayanan et al. (2007), Chaudhari et al. (2018), Modi et al. (2018), Nurtjahjaningsih et al. (2018).
Sequence Characterized Amplified Regions (SCAR)	Isoda et al. (2000), Rimbawanto (2019), Widyatmoko et al. (2019).
Single Nucleotide Polimorphism (SNPs)	Rimbawanto (2019), Tani et al. (2019), Win (2019), Dunker et al. (2020), Prasetyo et al. (2020).

Considerações finais

O melhoramento genético da teca é uma relevante estratégia para promover o aumento da produtividade de madeira e a adaptação da espécie aos diferentes ambientes. O melhoramento se justifica em razão da teca ser uma espécie que fornece madeira de valor agregado e, por sua vez, com grande demanda no mercado mundial. Além do suprimento de madeira por plantios comerciais, parte dessa demanda ainda é atendida por madeira proveniente de áreas naturais, sendo que muitas vezes as árvores nativas são exploradas sem utilizar os preceitos estabelecidos no manejo florestal para a conservação de áreas naturais.

Pela vasta revisão bibliográfica realizada no presente capítulo, observam-se inúmeras atividades ligadas ao melhoramento genético da teca realizadas em mais de trinta países. Destaca-se o maior número de estudos conduzidos na Indonésia, na Índia, na Malásia, na Tailândia e na Costa Rica com trabalhos envolvendo, principalmente, genética quantitativa, silvicultura clonal e genética molecular.

Na análise das publicações consultadas fica evidenciado que os trabalhos ligados ao melhoramento de teca são realizados há quase um século, tendo envolvimento inicialmente de instituições públicas e, recentemente, são apresentados vários trabalhos que envolvem parcerias públicos-privadas ou somente privadas, inclusive no Brasil.

No Brasil, as ações ligadas ao melhoramento genético dessa espécie parecem ser ainda esparsas e não concatenadas ou estruturadas dentro de um programa de melhoramento genético de longo prazo. Os trabalhos existentes são estabelecidos por iniciativas de instituições públicas, parcerias públicos-privadas e, ou somente privadas, focadas ao que parece, majoritariamente na seleção massal de clones em plantios comerciais seminais. Além disso, o número de melhoristas envolvidos no melhoramento da teca ainda é bastante reduzido.

Em decorrência da importância dos cultivos de teca no Brasil, torna-se indiscutível a necessidade do estabelecimento de um programa de melhoramento genético para a espécie, estruturado em rede experimental robusta, contemplando diferentes condições ambientais dentro da zona de melhoramento a ser escolhida e a ser conduzido de forma contínua. O modelo de cooperativa envolvendo a parceria entre instituições públicas e privadas, conforme aqueles idealizados para teca na Costa Rica (Genfores) e o Projeto Cooperativo de Melhoramento Genético de Pinus (PCMP) idealizado pela Embrapa Florestas, pela Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal (APRE) e pela Associação Catarinense de Empresas Florestais (ACR), parece um bom caminho a ser adotado também para a teca no Brasil.

Referências

- ADINUGRAHA, H. A.; EFENDI, A. A. Pertumbuhan bibit hasil okulasi pada beberapa klon jati dari Gunungkidul dan Wonogiri. **Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan**, v. 12, n. 1, p. 13-24, 2018.
- ADINUGRAHA, H. A.; PUDJIONO, S.; JAYUSMAN. Growth variation of several origin populations of teak in the progeny test plantation at 10 years old in Gunungkidul, Yogyakarta. **Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia**, v. 5, p. 426-430, 2019. DOI: <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050302>.
- ADNAN, N.; ABDULLAH, R.; MUHAMMAD, N.; BASHERUDIN, N. A biolistic approach for the transfer and expression of uidA gene in nodal segments of teak (*Tectona grandis*). **Asia Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology**, v. 15, n. 3, p. 115-120, 2007.
- ADU-BREDU, S.; OFORI, A. F.; RAEBILD, A.; HANSEN, J. K.; KOFFI, A.; VIGNERON, P.; KAJAER, E. D. Trait variations in 28-year-old teak (*Tectona grandis*) provenance field trials in Ghana, West Africa. **Southern Forests: A Journal of Forest Science**, v. 81, n. 1, p. 57-68, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2989/20702620.2018.1490993>.
- AGUILAR, B. G. **Caracterización genética con microsatélites de un ensayo deprogenie de teca (*Tectona grandis* Linn f.) en San Mateo de Alajuela**. 2007. 67 f. Trabajo Final de Graduación (Graduación Ingeniería en Biotecnología) - Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.
- AHMAD, M. Relative resistance of different clones of *Tectona grandis* to teak defoliator, *Hyblaea puera* Cram (Lepidoptera: Hyblaeidae) in south India. **Indian Forester**, v. 113, n. 4, p. 281-286, 1987.
- ALCÂNTARA, B. K. de; ORTEGA, E. M. M.; SOUZA, V. C. Identification of morphological descriptors for characterization of teak (*Tectona grandis* L. f.). **Advances in Forestry Science**, v. 3, n. 1, p. 1-5, 2016. DOI: <https://doi.org/10.34062/afs.v3i1.2930>.
- ALCÂNTARA, B. K. de; VEASEY, E. A. Genetic diversity of teak (*Tectona grandis* L. f.) from different provenances using microsatellite markers. **Revista Árvore**, v. 37, n. 4, p. 747-758, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000400018>.
- ALEXANDRE, F. S. **Estratégias de avaliação da resistência à murcha-de-ceratocystis causada por *Ceratocystis fimbriata* em *Tectona grandis***. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT.
- ALEXANDRE, F. S.; OLIVEIRA, M. L. F.; SANTOS, A. L. R.; BASTOS, H. B.; MAGOSSO, B. F.; GONCALVES, I. S.; ALFENAS, R. F. Seleção de genótipos de teca resistentes à murcha-de-ceratocystis causada por *Ceratocystis fimbriata*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 51., 2019, Recife. **Anais [...]**. Recife: UFRPE, 2019. p. 726-726.
- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. de. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2009. 500 p.
- ANON. **Research work of the Teak Improvement Centre (In Thai)**. Ngao, Lampang, Thailand: TIC, 1972.

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.

ARAYA, E.; MURILLO, O.; AGUILAR, G.; ROCHA, O.; WOOLBRIGHT, S.; KEIM, P. Possibilities of breeding teak (*Tectona grandis* L. f.) in Costa Rica assisted by AFLP markers. **Revista Forestal Mesoamericana Kurú**, v. 2, n. 5, p. 12-18, 2005.

ARENHART, M. L.; ALEXANDRE, F. S.; SANTOS, A. L. R.; OLIVEIRA, M. L. F.; OLIVEIRA, I. C.; OLIVEIRA, J. K.; NASCIMENTO, F. S. O.; ALFENAS, R. F. Protocolo de inoculação para seleção de clones de teca resistentes à marcha-de-ceratocystis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 51., 2019, Recife. **Anais [...]**. Recife: UFRPE, 2019.

ARGUEDAS-GAMBOA, M.; MURILLO, O. G.; AYUSO, F.; MADRIGAL, O. Variación en la resistencia de clones de teca (*Tectona grandis* L. f.) ante la infección de la roya (*Olivea tectonae* Rac.) en Costa Rica. **Revista Forestal Mesoamericana Kurú**, v. 2, n. 6, p. 15-24, 2005.

ASSIS, T. F. de; ABAD, J. I. M.; AGUIAR, A. M. Melhoramento genético do eucalipto. In: SCHUMACHER, M. V.; VIEIRA, M. (ed.). **Silvicultura do eucalipto no Brasil**. Santa Maria, RS: Ed. da UFSM, 2015. p. 217-244.

ASSIS, T. F. de. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**, v. 189, n. 185, p. 32-51, 1996.

ASSIS, T. F. de; RESENDE, M. D. V. Genetic improvement of forest tree species. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 1, p. 44-49, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-70332011000500007>.

AVELAR, T. C. S. **Caracterização morfológica de folhas de teca (*Tectona grandis* L. f.) para distinção de clones**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

AYATE, D.; UJJAINKAR, V. V. Genetic analysis for quantitative traits in teak (*Tectona grandis* L.). **Technofame: A Journal of Multidisciplinary Advance Research**, v. 7, n. 2, p. 73-75, 2018.

BAGCHI, S. K. Selection differential and predicted genetic gain in *Tectona grandis*. **The Indian Forester**, v. 121, n. 6, p. 482-490, 1995. Disponível em: <http://www.indianforester.co.in/index.php/indianforester/article/view/7165>. Acesso em: 24 mar. 2021.

BAGCHI, S. K.; SHARMA, V. P.; GUPTA, P. K. Developmental instability in leaves of *Tectona grandis*. **Silvae Genetica**, v. 38, p. 1-6, 1989.

BANIK, R. L. Teak in Bangladesh. In: WOOD, H. (ed.). **Teak in Asia**. Bangkok, Thailand: FORSPA, 1993. (FORSPA. FORSPA publication, 4).

BARCELI, A. C.; BONALDO, S. M.; RAASCH-FERNANDES, L. D. Severidade de ferrugem (*Olivea tectonae*) em diferentes clones de teca no norte de Mato Grosso. **Scientific Electronic Archives**, v. 12, n. 2, p. 42-46, 2019.

- BARRETA, M. C. **Desenvolvimento e caracterização morfológica de clones de teca de matrizes selecionadas de povoamentos no sudoeste do estado de Mato Grosso**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- BASKOROWATI, L.; ADINUGRAHA, A. H.; SUSANTO, M.; MASHUDI. Variasi pertumbuhan dan pembuahan klon jati (*Tectona grandis* L. f.) umur 11 tahun. **Bioeksperimen**, v. 6, n. 1, p. 9-17, 2020.
- BASTOS, H. B.; ALEXANDRE, F. S.; ARRIEL, D. A. A.; ALFENAS, R. F. Variabilidade em genótipos de *Tectona grandis* para a ferrugem. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO E PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS FLORESTAIS DE MATO GROSSO, 1., SEMANA ACADÊMICA DA ENGENHARIA FLORESTAL, 2., ENCONTRO DE ATUALIZAÇÕES FLORESTAIS, 6., 2018, Cuiabá. **Anais [...]**. Cuiabá: UFMT, 2018.
- BEDELL, P. Preliminary observations on variability of teak in India. **The Indian Forester**, v. 115, n. 2, p. 72-80, 1989.
- BEHERA, M. K.; BHOL, N. Inter-clonal variations in fruit parameters in a clonal seed orchard of teak (*Tectona grandis* L. f.). **The Indian Forester**, v. 142, n. 11, p. 1061-1064, 2016.
- BEHERA, M. K.; BHOL, N.; PARIDA, A. K.; PRADHAN, T. R. Assessment of inter-population genetic diversity and preliminary evaluation of suitable clones of teak (*Tectona grandis* Linn. f.). **Journal of Applied and Natural Science**, v. 8, n. 1, p. 273-278, 2016. DOI: <https://doi.org/10.31018/jans.v8i1.785>.
- BENDALE, V. W.; NAIK, R. Y.; MEHTA, J. L.; BHAVE, S. G.; PETHE, U. B. Variability studies in teak. **Journal of Ecobiology**, v. 17, n. 1, p. 29-34, 2005.
- BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. Woodbury: Stemma Press, 2020. 422 p.
- BETANCOURT, J. L. R. **Descritores morfológicos para caracterização de clones de teca (*Tectona grandis* L. f.)**. 2019. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- BHAT, K. M.; PRIYA, P. B. Influence of provenance variation on wood properties of teak from the Western Ghat Region in India. **International Association of Wood Anatomists Journal**, v. 25, n. 3, p. 273-282, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1163/22941932-90000365>.
- BILA, A. D.; LINDGREN, D.; MULLIN, T. J. Fertility variation and its effect on diversity over generations in a teak plantation (*Tectona grandis* L. f.). **Silvae Genetica**, v. 48, n. 3-4, p. 109-114, 1999.
- BINGCHAO, K.; JIAYU, Z. S. B.; SHULAN, N. **Provenance tests in China over a decade**. Longdong, Guangzhou: Chinese Academy of Forest Science, 1986. (Chinese Academy of Forest Science. Teak in China, 3).
- BINGCHAO, K.; SHUZHEN, Z. Genetic improvement of teak in China. In: WOOD, H. (ed.). **Teak in Asia**. Bangkok, Thailand: FORSPA, 1993. (FORSPA. FORSPA publication, 4).

- BOONSERMSUK, S. **ITTO Project**: Enhancing conservation and sustainable management of teak forests and legal and sustainable wood supply chains in the Greater Mekong Sub-region (PP-A/54-331). 2019. Disponível em: https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3233/Project/PP-A%2054-331%20-FINAL%20ITTO%20Teak%20Activity%20Document.pdf. Acesso em 31 ago. 2020.
- BORGES, R. C. F.; MACEDO, M. A.; FONSECA, M. E. N.; MARTINS, I.; FERREIRA, M. A.; BOITEUX, L. S. Reação de acessos de teca (*Tectona grandis*) a *Ceratocystis fimbriata*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 8., 2015, Goiânia. **Anais** [...]. Goiânia: SBMP, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ato número 09, de 3 de agosto de 2020. Descritores mínimos definidos para fins de proteção de cultivares de teca (*Tectona grandis* L.). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 1, p. 1, 4 ago. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/ato-n-9-de-3-de-agosto-de-2020-270222225>. Acesso em: 21 mar. 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Tectona grandis*. In: CULTIVARWEB: Registro Nacional de Cultivares. Disponível em: http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php. Acesso em: 21 mar. 2021.
- BUDIADI; W.; ISHII, H. Response of a clonal teak plantation to thinning and pruning in Java, Indonesia. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 29, n. 1, p. 44-53, 2017.
- CALDEIRA, S. F. Doenças bióticas e abióticas da teca no Brasil. In: SANTOS, B. A. dos; ZANOTTO, E.; PINTO, F. A. M. F.; DORNELAS, G. A.; VASCO, G. B.; SILVA, G. M.; SANTOS NETO, H.; ALENCAR, N. E.; MARTINS, S. J.; TERRA, C. T. (ed.). **Patologia florestal: desafios e perspectivas**. São Carlos, SP: Suprema, 2013. p. 220-244.
- CALLISTER, A. N.; COLLINS, S. L. Genetic parameter estimates in a clonally replicated progeny test of teak (*Tectona grandis* Linn. f.). **Tree Genetics & Genomes**, v. 4, p. 237-245, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11295-007-0104-2>.
- CALLISTER, A. N. Genetic parameters, and correlations between stem size, forking, and flowering in teak (*Tectona grandis*). **Canadian Journal Forest Research**, n. 43, p. 1145-1150, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjfr-2013-0226>.
- CAMERON, A. L. Forest tree improvement in New Guinea. In: COMM. FOREST CONFERENCE, 9, 1968, New Delhi. **Anais** [...]. New Delhi: 1968.
- CAMERON, A. L. Genetic improvement of teak in New Guinea. **Australian Forestry**, v. 30, n. 1, p. 76-87, 1966.
- CAMINO, R. de; MORALES, J. P. (ed.). **Las plantaciones de teca en América Latina: mitos y realidades**. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2013. 392 p. (CATIE. Serie técnica. Informe técnico, 397).
- CAÑADAS, A.; RADE, D.; ZAMBRANO, C.; MOLINA, C.; ARCE, L. Evaluación y manejo de fuentes semilleres de teca (*Tectona grandis* Linn. f.) en la Estación Experimental Tropical Pichilinue, Ecuador. **Avances**, v. 5, n. 1, p. 64-75, 2013. DOI: <https://doi.org/10.18272/aci.v5i1.123>.
- CHACKO, K. C.; KEDHARNATH, S.; JOHN, C. H. Incidence of phyllotaxy variants in teak (*Tectona grandis* L. f.). **The Indian Forester**, v. 126, n. 3, p.314-316, 2000.

CHAIX, G.; MONTEUUIS, O.; GARCIA, C.; ALLOYSIUS, D.; GIDIMAN, J.; BACILIERI, R.; GOH, D. K. S. Genetic variation in major phenotypic traits among diverse genetic origins of teak (*Tectona grandis* L. f.) planted in Taliwas, Sabah, East Malaysia. **Annals of Forest Science**, v. 68, n. 5, p.1015-1026, 2011.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s13595-011-0109-8>.

CHANDHA, K. M.; PATNIK, S. S. Country report, India. In: ASIA PACIFIC REGIONAL WORKSHOP ON TREE BREEDING AND PROPAGATION, 1990, Bangkok. **Proceedings** [...]. Bangkok: UNDO/FAO, 1990.

CHAUDHARI, C.; JHA, S. C.; DHAKA, R. K.; PAREKH, V.; SANKANUR, M. S.; PRAJAPAT, P.; THAKUR, S. Genetic diversity analysis of teak in South Gujarat by RAPD marker. **International Journal of Chemical Studies**, v. 6, n. 6, p. 260-267, 2018.

CHAWHAAN, P. H.; KHOBRAGADE, N. D.; MANDAL, A. K. Genetic analysis of fruit and seed parameters in teak (*Tectona grandis* L. f.): implications in seed production programme. **Indian Journal Genetic and Plant Breeding**, v. 63, n. 3, p. 239-242, 2003.

CHIMELLO, A. M.; JESUS, J. G.; TEODORO, P. E.; ROSSI, A. A. B.; ARAÚJO, K. L.; MAROSTEGA, T. N.; NEVES, L. G.; BARELLI, M. A. A. Morphological descriptors and ISSR molecular markers in the evaluation of genetic variability of *Tectona grandis* genotypes. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 2: gmr16029665, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4238/gmr16029665>.

CHIMELLO, A. M. **Variabilidade genética e avaliação da resistência à *Olívea neotectonae* em genótipos de *Tectona grandis***. 2016. 75 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres.

CORRÊA, B. M. B. **Crescimento de clones de teca em Cáceres, Mato Grosso**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

CORREA, E.; ESPITIA, M.; ARAMÉNDIZ, H.; MURILLO, O.; PASTRANA, I. Variabilidad genética en semillas de árboles individuales de *Tectona grandis* L. f. en la conformación de lotes mezclados em Córdoba, Colombia. **Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica**, v. 16, n. 2, p. 379-389, 2013.

COSTA, R. B. da; CHICHORRO, J. F.; SILVA, A. Z. C. da. Melhoramento genético de teca como alternativa de desenvolvimento rural. **Multitemas**, v. 42, p. 87-99, 2012. DOI: <https://doi.org/10.20435/multi.v0i0.277>.

COSTA, R. B. da; MARTINEZ, D. T.; CHICHORRO, J. F.; BAUER, M. de. O.; CEZANA, D. P.; SOUZA, T. R. de. Desempenho de progênies no pré-melhoramento de *Tectona grandis* L. f. no Estado do Espírito Santo. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, p. 211-216, 2015.

COSTA, R. B. da; 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, PR. **Anais** [...]. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. p. 153-167. (Embrapa Florestas. Documentos, 62). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/102990/1/MelhoramentoEspeciesAlternativas.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2021.

- COSTA, R. B. da; RESENDE, M. D. V. de; MORAES e SILVA, V. S. de. Experimentação e seleção no melhoramento genético de teca (*Tectona grandis* L. f.). **Floresta e Ambiente**, v. 14, n. 1, p. 76-92, 2007.
- COTTERILL, P. P.; DEAN, C. A. **Successful tree breeding with index selection**. Melbourne: CSIRO, 1990. 80 p.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2006. v. 2, 585 p.
- DAMAYANTI, M. M. T. **Descripción morfológica de progenies de teca (*Tectona grandis*) de diferentes procedencias, a un año de instalado en campo definitivo, em Puerto Inca - Huánuco**. 2018. 130 f. Tesis (Graduacion em Ingeniería Forestal) - Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- DAMAYANTI, R.; ILIC, J.; OZARSKA, B.; PARI, G.; VINDEN, P. Effect of clone and sites for wood properties of fast grown teak and determination of the best clone for next cultivation in teak plantation industries. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 359, 012002, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/359/1/012002>.
- DANARTO, S.; HARDIYANTO, E. B. Results of the progeny test of teak at 12 years of age at Jember, East Java. In: HARDIYANTO, E. B. (ed.). **Potentials and opportunities in marketing and trade of plantation teak: challenge for the new millennium: proceedings of the Third Regional Seminar on Teak, July 31 – August 24, 2000, Yogyakarta, Indonesia**. Yogyakarta, Indonesia: Gadjah Mada University, 2000. p. 249-253.
- DELAUNAY, J. Resultats d'essais de provenances de teck, *Tectona grandis*, six ans apres leur mise en place en Cote d'Ivoire. In: WORLD CONSULTATION OF FOREST TREE BREEDING, 3., v. 1, 1977, Canberra. **Proceedings** [...]. Canberra: CSIRO. p. 273-284.
- DEVORE, J. L. **Probabilidade e estatística para engenharia e ciências**. Boston: Cengage Learning, 2018. 656 p.
- DHAKA, R. K.; JHA, S. K. Evaluation of provenances for drupe, seed, and germination traits in teak (*Tectona grandis* L. f.). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, n. 6, v. 11, p. 1721-1727, 2017. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.611.208>.
- DININGRAT, D. S.; WIDIYANTO, S. M.; PANCORO, A.; IRIAWATI, S. D.; PANCHANGAM, B.; ZEMBOWER, N.; CARLSON, J. E. Transcriptomes of teak (*Tectona grandis* L. f) in vegetative to generative transition stage development. **International Journal of Innovation and Applied Studies**, v. 9, n. 3, p. 1416-1427, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3923/jps.2015.1.14>.
- DINIZ, N. N. **Características dos frutos de *Tectona grandis* L. f., de três procedências de Mato Grosso**. 1999. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- DONG, T. L.; HÁ, D. H. Teak plantation in Vietnam. In: REGIONAL WORKSHOP ON “ENHANCING THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF TEAK FORESTS AND LEGAL AND SUSTAINABLE WOOD SUPPLY CHAINS IN THE GREATER MEKONG SUB-REGION”, 2019, Yangon, Myanmar. **Keynote presentation** [...]. Yangon, Myanmar: RETC-AFoCO, 2019. Disponível em: <https://teaknet.org/download/ITTO%20Project%202019/Regional%20Workshop%20Myanmar/Vietnam.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2021.

DUDLEY, J. W.; MOLL, R. H. Interpretation and use of estimation of heritability and genetic variance in plant breeding. **Crop Science**, v. 2, n. 3, p. 257-262, 1969. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1969.0011183X000900030001x>.

DUNKER, B.; DORMONTT, E. E.; DIJK, K.; DIXON, R. R. M.; JARDINE, D. I.; KIRETA, D.; NURTJAHJANINGSIH, I. L. G.; WIN, T. T.; RIMBAWANTO, A.; LOWE, A. J. A set of 156 SNP markers for teak (*Tectona grandis* Linn. f.). **Conservation Genetics Resources**, v. 12, p. 205-207, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12686-019-01099-7>.

ECHEVERRÍA, P.; FLEITAS, Y.; PÉREZ, M. H.; GONZÁLEZ, A.; RIVERO, M.; GONZÁLEZ, E. S.; FÚSTER, J. A.; PLACENCIA, T. Comportamiento de procedencias de *Tectona grandis*(L. f.) en Pinar del Río, Defors, 2005.

EGENTI, L. C. Aspects of pollination ecology of teak (*Tectona grandis* Linn f.) in Nigeria. Pollinators and fruit production. In: KRUGMAN, S. L.; KATSUTA, M. (ed.). IUFRO WORLD CONGRESS, 17., 1981, Kyoto. **Proceedings** [...]. Kyoto: IUFRO, 1981. p. 27-31.

EGENTIL, L. C. Improvement of teak (*Tectona grandis* L. f.) in Nigeria. In: NIKLES, D. G.; BURLEY, J. K.; BARNES, R. D. (ed.). **Progress and problems of genetic improvement of tropical forest trees: proceedings of the IUFRO Conference, 1977, Brisbane**. Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1978a. p. 797-801.

EGENTIL, L. C. Pollen and stigma viability in teak (*Tectona grandis* L. f.). **Silvae Genetica**, v. 27, n. 1, p. 29-32, 1978b.

ESPITIA, M.; MURILLO, O.; CASTILLO, C. Ganancia genética esperada en teca (*Tectona grandis* L.f.) en Córdoba (Colombia). **Colombia Forestal**, v. 14, n. 1, p. 81-93, 2011. DOI: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2011.1.a07>.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. London: Longman Malaysia, 1996. 463 p.

FAO. Food and Agriculture of United Nations. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. **The state of the world's forest genetic**. Rome, 2014. 304 p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i3825e/i3825e.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2021.

FERREIRA, M. O histórico da introdução de espécies florestais de interesse econômico e o estado de sua conservação no Brasil. In: WORKSHOP SOBRE CONSERVAÇÃO E USO DE RECURSOS GENÉTICOS FLORESTAIS, 2000, Paranaguá, PR. **Memórias** [...]. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2001. 159 p. (Embrapa Florestas. Documentos 56). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/17066/1/doc56.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

FLEITAS-CAMACHO, Y.; PÉREZ-SANTANA, M. H.; ECHEVERRÍA-CARABALLO, P.; GONZÁLEZ-ROQUE, A.; RIVERO-VEGA, M.; GONZÁLEZ-VERA, E. S.; FÚSTER-MANCHA, J. A.; PLACENCIA-PUENTES, T. Comportamiento de descendências de *Tectona grandis* (L. f.) en Pinar del Río. **Revista Forestal Barcooa**, v. 29, n. 1, p. 31-39, 2010.

FOFANA, I. J.; LIDAH, Y. J.; DIARRASSOUBA, N.; N'GUETTA, S. P. A.; SANGARE, A.; VERHAEGEN, D. Genetic structure, and conservation of teak (*Tectona grandis*) plantations in Côte d'Ivoire, revealed by site specific recombinase (SSR). **Tropical Conservation Science**, v. 1, n. 3, p. 279-292, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1177/194008290800100308>.

- FOFANA, I. J.; OFORI, D.; POITEL, M.; VERHAEGEN, D. Diversity, and genetic structure of teak (*Tectona grandis* L.f) in its natural range using DNA microsatellite markers. **New Forests**, v. 37, p. 175-195, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-008-9116-5>.
- FONSECA, S. M. da; RESENDE, M. D. V. de; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. da S.; ASSIS, T. F. de; GRATTAPAGLIA, D. **Manual prático de melhoramento genético do eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 2010. 200 p.
- GALEANO, E.; VASCONCELOS, T. S.; NOVAIS-de-OLIVEIRA, P., CARRER, H. Physiological and molecular responses to drought stress in teak (*Tectona grandis* L.f.). **PLoS ONE**, v. 14, n. 9: e0221571, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221571>.
- GALEANO, E.; VASCONCELOS, T. S.; VIDAL, M.; MEJIA-GUERRA, M. K.; CARRER, H. Large-scale transcriptional profiling of lignified tissues in *Tectona grandis*. **BMC Plant Biology**, v. 15, 221, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-015-0599-x>.
- GAMBOA, O. M.; MONTOYA, A. M. A forest breeding program as part of a rural development strategy. In: IUFRO CONFERENCE, 1992, Colombia. **Proceedings [...]**. Colombia: IUFRO, 1992.
- GANGOPADHYAY, G.; GANGOPADHYAY, S. B.; PODDAR, R.; GUPTA, S.; MUKHERJEE, K. K. Micropropagation of *Tectona grandis*: assessment of genetic fidelity. **Biol Plant**, v. 46, p. 459-461, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1024359126802>.
- GERA, M.; GERA, N.; SHARMA, S. Estimation of variability in growth characters of forty clones of *Tectona grandis* L. f. **The Indian Forester**, v. 127, n. 6, p. 639-644, 2001.
- GIUSTINA, L. D.; ROSSI, A. A. B.; VIEIRA, F. S.; TARDIN, F. D.; NEVES, L. G.; PEREIRA, T. N. S. Variabilidade genética em genótipos de teca (*Tectona grandis* Linn. f.) baseada em marcadores moleculares ISSR e caracteres morfológicos. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1311-1324, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509829894>.
- GOH, D. K. S.; BACILIERI, R.; CHAIX, G.; MONTEUUIS, O. Growth variations and heritabilities of teak CSO-derived families and provenances planted in two humid tropical sites. **Tree Genetics & Genomes**, v. 9, p. 1329-1341, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11295-013-0642-8>.
- GOH, D. K. S.; CHAIX, G.; BAILLÈRES, H.; MONTEUUIS, O. 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 Dès Tropiques**, v. 293, n. 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 Dès Tropiques**, v. 311, n. 1, p. 5-19, 2012.
- GOH, D. K. S.; MONTEUUIS, O. Rationale for developing intensive teak clonals plantations, with special reference to Sabah. **Bois et Forêts Dès Tropiques**, v. 285, n. 3, p. 5-15, 2005.
- GOH, D. K. S.; MONTEUUIS, O. Status of the “YSG Biotech” program of building teak genetic resources in Sabah. **Bois et Forêts Dès Tropiques**, v. 301, n. 3, p. 33-49, 2009.

GOLFARI, L.; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil (2a. aproximação)**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66 p. (PRODEPEF. Série técnica, 11).

GRAUDAL, L.; KJAER, E. D.; SUANGTHO, V.; SAARDAVUT, P.; KAOSA-ARD, A. **Conservation of genetic resources of teak (*Tectona grandis*) in Thailand**. Humlebaek, Denmark: DANIDA Forest Seed Centre, 1999. 36 p. (DANIDA Forest Seed Centre. Technical note, 52).

GRAUDAL, L.; MOESTRUP, S. Genetic Resources Conservation and Management. In: KOLLERT, W.; KLEINE, M. (ed.). **The global teak study: analysis, evaluation, and future potential of teak resources**. Viena, Austria: IUFRO, 2017. p. 19-29. Disponível em: <https://www.iufro.org/uploads/media/ws36.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

GUNAGA, R. P.; KANFADE, A.; VASUDEVA, R. Soil fertility status of 20 seed production areas of *Tectona grandis* Linn. f. in Karnataka, India. **Journal of Forest Science**, v. 57, n. 11, p. 483-490, 2011. DOI: <https://doi.org/10.17221/119/2010-JFS>.

GUNAGA, R. P.; SURENDRAN, T.; PRABHU, H. N. Morphological variation and delineation of teak (*Tectona grandis* L. f.) clones of Kerala through leaf character: implication for seed orchard management. Mysore **Journal of Agricultural Sciences**, v. 47, n. 1, p. 202-205, 2013.

GUNAGA, R.; VASUDEVA, R. Overlap index: a measure to assess flowering synchrony among teak (*Tectona grandis* Linn. f.) clones in seed orchards. **Current Science**, v. 97, n. 6, p. 941-946, 2009.

GYI, K. K.; KHIN, U. A.; WIN, U. Z.; KYI, D. T. **Interim report on teak provenance trial (seed characteristics)**. Myanmar: Forest Department, 1984. 38 p. (Forest Department. Leaflet, 5/83-84).

GYI, K. K. Teak in Myanmar. In: WOOD, H. (ed.). **Teak in Asia**. Bangkok, Thailand: FORSPA, 1993. (FORSPA. FORSPA publication, 4). p. 51-62.

HADIYAN, Y. Keragaman pertumbuhan uji keturunan jati (*Tectona grandis* L. f.) umur 5 tahun di Ciamis, Jawa Barat. **Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan**, v. 3, n. 2, p. 95-102, 2009.

HALLAUER, A. R. Compendium of recurrent selection methods and their applications. **Critical Review in Plant Science**, v. 3, p. 1-33, 1986. DOI: <https://doi.org/10.1080/07352688509382202>.

HANSEN, O. K.; CHANGTRAGOON, S.; PONOY, B.; KJAER, 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**, n. 11, p. 802, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11295-014-0802-5>.

HANSEN, O. K.; CHANGTRAGOON, S.; PONOY, B.; LOPEZ, J.; RICHARDS, J.; KJAER, E. D. Worldwide translocation of teak: origin of landraces and present genetic base. **Tree Genetics & Genomes**, v. 13, p. 87, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11295-017-1170-8>.

HARAHAP, R. N.; SOERIANEGARA, I. Heritability of some characters in teak. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3., v. 2, 1977, Canberra. **Proceedings** [...]. Canberra: IUFRO/CRO, 1977.

HEDEGART, T. Breeding systems, variation, and genetic improvement of teak (*Tectona grandis* L. f.). In: BURLEY, J.; STYLES, B. T. (ed.). **Tropical trees, variation, breeding and conservation**. New York: Academic Press, 1976. p. 109-121. (Academic Press. Linnean Society Symposium Series, 2).

HEDEGART, T. Initiation of teak provenance research in Thailand. **Vanasarn**, v. 29, n. 2, p. 18-26, 1971a.

HEDEGART, T. The Thai-Danish Teak Improvement Centre five years after initiation. **Unasyilva**, v. 25, n. 1, p. 31-37. 1971b.

HEDGE, M.; RAMTEKE, P. K.; SUBRAMANIAN, K. Genetic variation and interse genetic correlation of seedling characteristics in teak (*Tectona grandis* L. f.). **Indian Journal of Forestry**, v. 27, n. 1, p. 19-24, 2004.

HERNÁNDEZ, N. A. **Determinación de propiedades generales, físicas y de color para 20 clones de *Tectona grandis* en la Zona de Peñas Blancas Guanacaste, Costa Rica**. 2013. 46 f. Tesis de graduación (Licenciatura em Ingeniería Forestal) - Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.

HIDAYATI, F.; ISHIGURI, F.; IIZUKA, K.; MAKINO, K.; MARSOEM, S. N.; YOKOTA, S. Among-clone variations of anatomical characteristics and wood properties in *Tectona grandis* planted in Indonesia. **Wood and Fiber Science**, v. 46, n. 3, p. 385-393, 2014.

HIDAYATI, F.; ISHIGURI, F.; IIZUKA, K.; MAKINO, K.; TAKASHIMA, Y.; DANARTO, S.; WINARNI, W. W.; IRAWATI, D.; NA' IEM, M.; YOKOTA, S. Variation in tree growth characteristics, stress-wave velocity, and Pilodyn penetration of 24-year-old teak (*Tectona grandis*) trees originating in 21 seed provenances planted in Indonesia. **Journal of Wood Science**, v. 59, p. 512-516, 2013a. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10086-013-1368-9>.

HIDAYATI, F.; ISHIGURI, F.; IIZUKA, K.; MAKINO, K.; TANABE, J.; MARSOEM, S. N.; NAIEM, M.; YOKOTA, S.; YOSHIZAWA, N. Growth characteristics, stress-wave velocity, and Pilodyn penetration of 15 clones of 12-year-old *Tectona grandis* trees planted at two different sites in Indonesia. **Journal Wood Science**, v. 59, p. 249-254, 2013b. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10086-012-1320-4>.

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

HOUNLONON, M. C.; KOUCHADE, C. A.; KOUNOUHEWA, B. B. Propriétés physiques et mécaniques du bois de teck de provenances tanzanienne et locale au Bénin. **Bois et Forêts Dès Tropiques**, v. 331, n. 1, p. 45-54, 2017.

HUANG, G. H.; LIANG, K. N.; ZHOU, Z. Z.; GUANG, Y.; MURALIDHARAN, E. M. Variation in photosynthetic traits and correlation with growth in teak (*Tectona grandis* Linn.) clones. **Forests**, v. 10, p. 44, 2019a. DOI: <https://doi.org/10.3390/f10010044>.

HUANG, G. H.; LIANG, K. N.; ZHOU, Z. Z.; GUANG, Y.; WANG, X. Y. Genetic variation and selective effect of growth traits of teak clones. **Journal of South China Agricultural University**, v. 40, n. 1, p. 101-106, 2019b.

HUANG, G. H.; LIANG, K. N.; ZHOU, Z. Z.; MA, H. M. Genetic variation, and origin of teak (*Tectona grandis* L. f.) native and introduced provenances. **Silvae Genetica**, v. 64, p. 1-2, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1515/sg-2015-0003>.

HUANG, G. H.; LIANG, K. N.; ZHOU, Z. Z.; 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.

HTUN, N.; KAUFMANN, C. M. **Tree improvement in Burma**. Yezin, Myanmar: Forest Research Institute, 1980. p. 80-81. (Forest Research Institute. Technical document, 4).

HUK, F.; BANIK, L. B. Country Report. In: ASIA PACIFIC REGIONAL WORKSHOP ON TREE BREEDING AND PROPAGATION, 1990, Bangkok. **Proceedings [...]**. Bangkok: UNDP/FAO, 1990.

HUSEN, A. **Clonal propagation of teak (*Tectona grandis* Linn. f.): adventitious root formation: influence of physiological and chemical factors**. Germany: Lap Lambert Academic Publishing GmbH & Co, 2012. 460 p.

INDIRA, E. P.; BHAT, K. M. Effects of site and place of origin on wood density of teak (*Tectona grandis*) clones. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 10, n. 4, p. 537-541, 1998.

INDONESIA FOREST STATE ENTERPRISE. Teak in Indonesia. In: WOOD, H. (ed.). **Teak in Asia**. Bangkok, Thailand: FORSPA, 1993. (FORSPA. FORSPA publication, 4).

ISODA, K.; WATANABE, A.; WIDYATMOKO, A. Y.; RIMBAWANTO, A.; SHIRAISHI, S. The simple and reliable management of teak (*Tectona grandis*) clones with SCAR (Sequence Characterized Amplified Region) marker. In: REGIONAL SEMINAR ON TEAK, 3., 2000, Yogyakarta, Indonesia. **Proceedings [...]**. Yogyakarta, Indonesia: Gadjah Mada University, 2000. p. 265-269.

KAMBALE, P. D.; NARKHEDE, S. S.; MHAISKE, V. M.; RANE, A. D.; GUNAGA, R. P. Variation in seed quality seed parameters of teak clones (*Tectona grandis* L. f.). **Journal of Tree Sciences**, v. 34, n. 1, p. 17-22, 2015.

KANCHANABURANGURA, C. **Some factors controlling teak (*Tectona grandis* L. f.) seedlings development and provenance variation with particular reference to Thailand**. 1976. 228 f. Thesis (Master of Science) - Australian National University.

KANG, S. K. Using genotype-by-environment interaction for crop cultivar development. **Advances in Agronomy**, v. 62, p. 199-252, 1998.

KATWAL, R. P. S. Teak in India: status, prospects, and perspectives. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUALITY TIMBER PRODUCTS OF TEAK FROM SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT, 2003, Peechi, India. **Proceedings [...]**. India: Kerala Forest Research Institute, Japan: International Tropical Timber Organisation, 2003.

KAOSA-ARD, A. Gains from provenance selection. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON SITE, TECHNOLOGY, AND PRODUCTIVITY OF TEAK PLANTATIONS, 1999, Chiang Mai, Thailand. **Proceedings [...]**. Chiang Mai, Thailand: [s.n.], 1999. p. 191-207.

KAOSA-ARD, A.; SUANGTHO, V.; KJAER, E. D. **Experience from tree improvement in Thailand**. Denmark: Danida Forest Seed Centre, 1998a. (Danida Forest Seed Centre. Technical note, 50).

KAOSA-ARD, A.; SUANGTHO, V.; KJAER, E. D. Genetic improvement of teak (*Tectona grandis*) in Thailand. **Forest Genetic Resources**, v. 26, p. 21-29, 1998b.

- KAOSA-ARD, A. **Teak improvement program**: annual report, n. 15-16. Bangkok, Thailand: Teak Improvement Centre (TIC), 1983b.
- KAOSA-ARD, A. **Teak seed collection zones in Thailand**. Denmark: Danida Forest Seed Centre, 1983a. (Danida Forest Seed Centre. Technical note, 16).
- KAOSA-ARD, A. Teak (*Tectona grandis* L.f.): its natural distribution and related factors. **Natural History Bulletin of the Siam Society**, v. 19, p. 55-74, 1989. Disponível em: https://thesiamsociety.org/wp-content/uploads/2020/04/NHBSS_029_g-KaosaArd_TeakTectonaGrand.pdf. Acesso em: 21 mar. 2021.
- KEIDING, H.; WELLENDORF, H.; LAURIDSEN, E. B. **Evaluation of an international series of teak provenance trials**. Denmark: Danida Forest Seed Centre, 1986. 91 p. Disponível em: https://static-curis.ku.dk/portal/files/35116262/Teak_evaluation_1.pdf. Acesso em: 21 mar. 2021.
- KEDHARNATH, S.; MATTHEWS, J. D. Improvement of teak by selection and breeding. **The Indian Forester**, v. 88, n. 4, p. 277-28, 1962.
- KEIDING, H. Aim and prospects of teak breeding in Thailand. A programme of work for the Thai-Danish Teak Improvement Centre at Mae Huad Teak Plantation. **Natural History Bulletin of the Siam Society**, v. 21, n. 1-2, p. 45-62, 1966. Disponível em: <https://www.thaiscience.info/Journals/Article/NHB/10439184.pdf>. Acesso: 21 mar. 2021.
- KEMNARK, G.; BOONKIRD, S. A preliminary study of the variation of teak (in Thai). In: NAT. CONF. AGR. BIO., 2., 1963, Bangkok. **Proceedings** [...]. Bangkok: Kasetsart University, 1963. p. 261-269.
- KERTADIKARA, A. W. S.; PRAT, D. Genetic structure and mating system in teak (*Tectona grandis* L. f.). **Silvae Genetica**, v. 44, n. 2-3, p. 104-110, 1995a.
- KERTADIKARA, A. W. S.; PRAT, D. Isozyme variation among teak (*Tectona grandis* L. f.) provenances. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 90, p. 803-810, 1995b.
- KHANDURI, V. P. Annual variation in floral phenology and pollen production in a 25-year-old plantation of *Tectona grandis*. **Nordic Journal of Botany**, v. 30, p. 82-89, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2011.01157.x>.
- KJAER, E. D.; FOSTER, G. S. **The economics of tree improvement of teak (*Tectona grandis* L.)**. Denmark: Danida Forest Seed Centre, 1996. 27 p. (Danida Forest Seed Centre. Technical note, 43).
- KJAER, E. D.; KAJORNSRICHON, S.; LAURIDSEN, E. B. Heartwood, calcium, and silica content in five provenances of teak (*Tectona grandis* L.). **Silvae Genetica**, v. 48, n. 1, p. 1-3, 1999.
- KJAER, E. D.; KAOSA-ARD, A.; SUANGTHO, V. Domestication of teak through tree improvement. Options, possible gains, and critical factors. In: ENTERS, T.; NAIR, C. T. S. (ed.). **Site, technology, and productivity of teak plantations**. Bangkok: FORSPA, 2000. p. 161-189. (FORSPA. Teaknet Publication, 3).
- KJAER, E. D.; LAURIDSEN, E. B.; WELLENDORF, H. **Second evaluation of an international series teak provenance trials (1995)**. Denmark: Danida Forest Seed Centre, 2008. 114 p.

KJAER, E. D.; SIEGISMUND, H. R. Allozyme diversity in two Tanzanian and two Nicaraguan landraces of teak (*Tectona grandis* (L. f.)). **Forest Genetics**, v. 3, n. 1, p. 45-52, 1995.

KJAER, E. D.; SIEGISMUND, H. R.; SUANGTHO, V. A multivariate study on genetic variation in teak (*Tectona grandis* L. f.). **Silvae Genetica**, v. 45, n. 5-6, p. 361-368, 1996.

KJAER, E. D.; SUANGTHO, V. **A review of the tree improvement plan for teak in Thailand**. Thailand: Royal Forest Department, Denmark: Danida Forest Seed Centre, 1997.

KJAER, E. D.; SUANGTHO, V. Outcrossing rate of teak (*Tectona grandis* L. f.). **Silvae Genetica**, v. 44, n. 4, p. 175-177, 1995.

KOKUTSE, A. D.; ADJONOU, K.; KOKOU, K.; GBEASSOR, M. Problématique de la performance du teck de provenance tanzanienne par rapport au teck local en plantation au Togo. **Bois et Forêts Dès Tropiques**, v. 302, n. 4, p. 43-52, 2009.

KOKUTSE, A. D.; AKPENÈ, A. D.; MONTEUUIS, O.; AKOSSOU, A.; LANGBOUR, P.; GUIBAL, D.; TOMAZELLO, M. F.; GBADOE, E.; CHAIX, G.; KOKOU, K. Selection of plus trees for genetically improved teak varieties produced in Benin and Togo. **Bois et Forêts Dès Tropiques**, v. 328, n. 2, p. 55-66, 2016.

KOLLERT, W.; KLEINE, M. (ed.). **The Global Teak Study**: analysis, evaluation, and future potential of teak resources. Viena, Austria: IUFRO, 2017. 107 p. Disponível em: <https://www.iufro.org/uploads/media/ws36.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

KRISHNAN, R. M.; CHANDRIKA, K.; KARANTH, P. C.; BALAKRISHNA, G., SWAMINATH, M. H. Genetic differences among teak clones of Karnataka. **Myforest**, v. 35, n. 3, p. 231-236, 1999.

KYAW, N. N. The phenotypic characteristics of natural-grown teak in Myanmar. **Teaknet News**, v. 33, p. 3-5, 2004.

KUMAR, A. Genetic improvement of teak in India for growth and timber quality. In: REGIONAL WORKSHOP ON "ENHANCING THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF TEAK FORESTS AND LEGAL AND SUSTAINABLE WOOD SUPPLY CHAINS IN THE GREATER MEKONG SUB-REGION", 2019, Yangon, Myanmar. **Keynote presentation** [...]. Yangon, Myanmar: RETC-AFoCO, 2019. Disponível em: https://teaknet.org/download/teaknet2014/Session%20II/conf_2.pdf. Acesso em: 11 set. 2020.

KUMAR, A.; GOGATE, M. G.; SHARMA, R.; MANDAL, A. K. Genetic evaluation of teak clones of Allapalli Region, Maharashtra. **The Indian Forester**, v. 123, n. 3, 1997.

KUMARAVELU, G. Clonal identification of *Tectona grandis* by isoenzyme studies. **The Indian Forest**, v. 105, p. 716-719, 1979.

JAIJING, D. **Variation on certain morphological characteristics and annual ring growth of *Tectona grandis* Linn f.** Bangkok: Kasetsart University, 1994. 125 p.

JAIN, A.; ROYCHOUDHURY, N.; SHARMA, S.; BHARGAVA, A.; PANT, N. C. Host plant resistance to insect-pests in teak (*Tectona grandis* L. f.) with reference to biochemical parameters. **Indian Journal of Forestry**, v. 21, n. 4, p. 285-289, 1998.

JAIN, A.; SINGH, A. K.; BANERJEE, S. K.; SHUKLA, P. K. Chemical screening of different clones of *Tectona grandis* in relation to resistance against their key defoliators. **Indian Journal of Florestry**, v. 25, n. 3-4, p. 254-273, 2002.

JAYASANKAR, S.; BABU, L. C.; SUDHAKARA, K.; DHANESH KUMAR, P. Evaluation of provenances for seedling attributes in teak (*Tectona grandis* Linn f.). **Silvae Genetica**, v. 48, n. 3-4, p. 115-122, 1999. Disponível em: https://www.thuenen.de/media/institute/fg/PDF/Silvae_Genetica/1999/Vol._48_Heft_3-4/48_3-4_115.pdf. Acesso em: 21 mar. 2021.

JAYAWARDANA, D. N.; AMARASEKERA, H. S. Effect of growth rate on wood quality of teak (*Tectona grandis* L. f.) plantations at Malsiripura, Kurunegala, Sri Lanka. **Vidyodaya Journal Science**, Golden Jubilee Issue, p. 149-170, 2009.

JESUS, J. G. de. **Avaliação da reação de genótipos de *Tectona grandis* à *Olivia neotectonae***. 2016. 18 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cuiabá, MT. Disponível em: http://portal.unemat.br/media/files/jefersongoncalvesdejesus_AVALIACAO_DA_REACAO_DE_GENOTIPOS_DE_Tectona_grandis_A_Olivia_neotectonae.pdf. Acesso em: 20 mar. 2021.

JESUS, J. G. de. **Caracterização da variabilidade patogênica dos isolados de *Ceratocystis fimbriata* em clone de *Tectona grandis* suscetível**. 2021. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, MT.

JIBKATE, N.; AYATE, D.; UJJAINKAR, V. V. Genetic variability studies in teak (*Tectona grandis* L. f.). **International Journal of Farm Sciences**, v. 7, n. 5, p. 1-3, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5958/2250-0499.2018.00026.5>.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas: possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: Deutsche Gessellschaft für Technische Zusammenarbeit, 1990. 343 p.

LARA, L. P. **Avaliação de resistência de teca a *Ceratocystis fimbriata***. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres.

LIMA, S. D. de. **Caracterização e diferenciação de clones de teca mediante o número de tricomas presentes nas folhas**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

LLANOS-MAYOR, L.F., BARRIOS, A. Y LÓPEZ, A.M. Variación genética en familias de polinización abierta de *Tectona grandis* L. f. en Colombia. **Colombia Forestal**, v. 22, n. 2, p. 30-43, 2019.

LORÍA, S. F. **Evaluación de parámetros genéticos de *Tectona grandis* Linn. a los 11 años de edad, em el Pacífico de Costa Rica**. 2018. 68 f. Trabajo final de graduación (Licenciatura em Ingeniería Forestal) - Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.

LOZANO, V. B. **Evaluación temprana de tolerancia de clones de teca (*Tectona grandis* Linn f.) y melina (*Gmelina arborea* Roxb) a suelos ácidos**. 2010. 66 f. Trabajo final de carrera (Graduación em Ingeniería Técnica Forestal) - Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

- LWIN, O.; HYUN, J. O.; YAHYA, A. F. Assessment of teak (*Tectona grandis* Linn. f.) provenance tests in the Bago Yoma Region, Myanmar. **Journal of Korean Forest Society**, v. 99, n. 5, p. 686-692, 2010.
- LYNGDOH, N.; JOSHI, G.; RAVIKANTH, G.; SHAANKER, R. U.; VASUDEVA, R. Influence of levels of genetic diversity on fruit quality in teak (*Tectona grandis* L. f.). **Current Science**, v. 99, n. 5, p. 639-644, 2010.
- LYNGDOH, N.; JOSHI, G.; RAVIKANTH, G.; 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: <https://doi.org/10.1007/s12041-013-0226-2>.
- LYNGDOH, N.; VASUDEVA, R. A computer programme for identification of teak clones. **The Indian Forester**, v. 141, n. 3, p. 344-346, 2015.
- MADDUGODA, P. Teak in Sri Lanka. In: WOOD, H. (ed.). **Teak in Asia**. Bangkok, Thailand: FORSPA, 1993. (FORSPA. FORSPA publication, 4).
- MADOFFE, S. S.; CHAMSHAMA, S. A. O. Tree improvement in Tanzania. **Commonwealth Forestry Review**, v. 68, n. 2, p. 101-107, 1989.
- MADOFFE, S. S.; MAGHEMBE, J. A. Performance of teak (*Tectona grandis* L.f.) provenances seventeen years after planting at Longuza, Tanzania. **Silvae Genetica**, v. 37, p. 175-178, 1988.
- MAHMUD, M. A. A.; HOSSAIN, M. K. Fruiting potential and seedling growth performance of teak (*Tectona grandis* Linn. f.) clones of Kaptai Seed Orchard Centre, Bangladesh. In: WORLD TEAK CONFERENCE, 2013, Bangkok. **Proceedings** [...]. Bangkok: Teaknet, 2013. DOI: <https://doi.org/10.13140/2.1.4637.2645>.
- MAROTO, J. L. **Fertilización con boro y análisis genéticos de los ensayos de teca (*Tectona grandis* L. f.) de MLR Forestal, Siuna, RAAN, Nicaragua**. 2017. 59 f. Trabajo Final de Graduación (Licenciatura em Ingeniería Forestal) - Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.
- MARQUES, R. M.; MARTINEZ, D. T.; BETANCOURT, J. L. R.; ARRIEL, D. A. A.; CALDEIRA, S. F. Descritores morfológicos de frutos e inflorescências de clones de *Tectona grandis*. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 26., 2018, Cuiabá. **Anais** [...]. Cuiabá: UFMT, 2018.
- MATA, V. C. da. **Variação da espessura de casca em *Tectona grandis***. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- MATHAUDA, G. S. The All-India teak seed origin sample plot. **Indian Forester**, v. 80, n. 1, p. 10-23, 1954.
- MATHEW, G.; KOSHY, M. P.; MOHANADAS, K. Preliminary studies on insect visitors to teak (*Tectona grandis* Linn f.) inflorescence in Kerala, India. **The Indian Forester**, v. 113, p. 61-64, 1987.
- MATHEW, J.; VASUDEVA, R. Clonal variation for seed germination in teak (*Tectona grandis* Linn. f.). **Current Science**, v. 84, n. 8, p. 1133-1136, 2003.

MATOS, F. S.; FREITAS, I. A. S.; SOUZA, B. R. de; LOPES, V. de A.; ROSA, V. do. Crescimento de plantas de *Tectona grandis* sob restrição hídrica. **Revista Agrarian**, v. 11, n. 39, p. 14-21, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v11i39.5284>.

MEDINA, M. M. T. **Descripción morfológica de progenies de teca (*Tectona grandis*) de diferentes procedencias, a un año de instalado en campo definitivo, em Puerto Inca - Huánuco**. 2018. 130 f. Tesis (Graduacion Ingenieria Forestal) – Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

MESHARAM, P. B.; JOSHI, K. C.; SARKAR, A. K. Relative resistance of certain clones of *Tectona grandis* to teak leaf skeletonizer, *Eutectona machaeralis* Walk. (Lepidoptera - Pyralidae). **The Indian Forester**, v. 120, n. 1, p. 58-61, 1994.

MEUNPONG, P.; DILOKSUMPUN, S.; WACHRINRAT, C.; WATTANASUKSAKUL, S.; TANGMITCHAROEN, S. Evaluation of site-clones matching of teak (*Tectona grandis* L. f.) in Thailand. **Thai Journal of Forestry**, v. 36, n. 2, p. 24-34, 2017.

MIN, Z. O.; LWIN, K. Growth performance of teak (*Tectona grandis* Linn. f.) provenance trials established in Bago Yoma: evaluation in the 5th year after planting. In: ANNUAL RESEARCH CONFERENCE - FORESTRY SCIENCE, 2004, Yangon, Myanmar. **Proceedings** [...]. Yangon, Myanmar: Forest Department, 2004. p. 330-353.

MINN, Y.; GAILING, O.; FINKELDEY, R. Genetic diversity and structure of teak (*Tectona grandis* L. f.) and dahat (*Tectona hamiltoniana* Wall.) based on chloroplast microsatellites and Amplified Fragment Length Polymorphism markers. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 63, p. 961-974, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10722-015-0293-8>.

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: <https://doi.org/10.1007/s11295-014-0772-7>.

MIRANDA, M. C. de. **Caracterização morfológica e avaliação do desenvolvimento inicial de clones de teca (*Tectona grandis* L. f.)**. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

MISHRA, S. C. Comparative natural resistance of different clones of *Tectona grandis* Lf. to teak skeletoniser *Eutectona machaeralis* Wlk. (Lepidoptera – Pyralidae). **The Indian Forester**, v. 118, n. 4, 1992.

MODI, J. S.; TANDEL, M. B.; PRAJAPATI, V. M.; AHIR, B. R. Morphological variations in teak (*Tectona grandis* L. f.) clones. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n. 5, p. 273-276, 2018.

MOE, A. Z. Teak resource conservation in Myanmar. In: REGIONAL WORKSHOP ON “ENHANCING THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF TEAK FORESTS AND LEGAL AND SUSTAINABLE WOOD SUPPLY CHAINS IN THE GREATER MEKONG SUB-REGION”, 2019, Yangon, Myanmar. **Keynote presentation** [...]. Yangon, Myanmar: RETC-AFoCO, 2019. Disponível em: <http://www.teaknet.org/download/ITTO%20Project%202019/Regional%20Workshop%20Myanmar/1.Aung%20Zaw%20Moe-Myanmar.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.

MOLINA-QUESADA, S.; ALFARO, C.; MURILLO, O.; BADILLA, Y.; LUJÁN, R. Evaluación del comportamiento de clones de *Tectona grandis* L. f. en suelos vertisoles de la Península de Nicoya, Costa Rica. **Revista Forestal Mesoamericana Kurú**, v. 16, n. 38, p. 24-34, 2019.

MONTEUUIS, O.; GOH, D. K. S. Clones de teck – about the use of clones in teak. **Bois et Forêts Dês Tropiques**, n. 261, v. 3, p. 28-38, 1999.

MONTEUUIS, O.; GOH, D. K. S.; GARCIA, C.; ALLOYSIUS, D.; GIDIMAN, J.; BACILIERI, R.; CHAIX, G. Genetic variation of growth and tree quality traits among 42 diverse genetic origins of *Tectona grandis* planted under humid tropical conditions in Sabah, East Malaysia. **Tree Genetics & Genomes**, v. 7, p. 1263-1275, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11295-011-0411-5>.

MONTEUUIS, O.; GOH, D. K. S. 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**. Viena, Austria: IUFRO, 2017. p. 30-36. (IUFRO. IUFRO World series volume, 36). Disponível em: <https://www.iufro.org/uploads/media/ws36.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

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

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, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1051/forest/2009088>.

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. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13595-012-0217-0>.

MOYA, R.; MARÍN, J. D. Grouping of *Tectona grandis* (L. f.) clones using wood color and stiffness. **New Forests**, v. 42, p. 329-345, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-011-9255-y>.

MOYA, R.; MARÍN, J. D.; LENADRO, L. Wood physical properties, color, decay resistance and stiffness in *Tectona grandis* clones with evidence of genetic control. **Silvae Genetica**, v. 62, n. 3, p. 142-152, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1515/sg-2013-0019>.

MULYADIANA, A.; TRIKOESOEMANINGTYAS, SIREGAR, I. Z. Evaluation of early growth performance of 41 clones of teak (*Tectona grandis* Linn. f.) at four microsites in Purwakarta, Indonesia. **Journal of Forestry Research**, v. 31, p. 901-907, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11676-019-00878-0>.

MURILLO, O.; RESENDE, M. D. V. DE; BADILLA, Y.; GAMBOA, J. P. Genotype by environment interaction and teak (*Tectona grandis* L.) selection in Costa Rica. **Silvae Genetica**, v. 68, p. 116-121, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2478/sg-2019-0020>.

MURILLO, O.; WRIGHT, J.; MONTEUUIS, O.; MONTENEGRO, F. Mejoramiento genético de la teca en América Latina. In: CAMINO, R. DE; MORALES, J. P. (ed.). **Las plantaciones de teca en América Latina: mitos y realidades**. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2013. p. 86-111. (CATIE. Série técnica. Informe técnico, 397).

MUSLIMIN, I.; SOFYAN, A.; ISLAM, S. Parameter genetik pada uji klon jati (*Tectona grandis* L. F) umur 5,5 tahun di Sumatera selatan. **Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan**, v. 7, n. 2, p. 97-106, 2013.

NAGARAJAN, B.; MOHANLAL, G. Teak seed production areas: what all factors may influence? **Teaknet Newsletter**, n. 6, p. 4, 1997.

NAGARAJAN, B. M.; VARGHESE, A.; NICODEMUS, K. R.; SASHIDHARAN, S. S. R.; BENNET; KANNAN, C. S. Reproductive biology of teak and its implications in tree improvement. In: DIETERS, M. J.; MATHESON, A. C.; NIKLES, D. G.; HARWOOD, C. E.; WALKER, S. M. (ed.). **Tree improvement for sustainable tropical forestry: proceedings of the QFRI-IUFRO CONFERENCE, 1996**, Caloundra, Australia. Caloundra, Australia: IUFRO, 1996, p. 244-248.

NARAYANAN, C.; CHAWHAAN, P. H.; MANDAL, A. K. Inheritance pattern of growth and wood traits in teak (*Tectona grandis* L. f.). **Silvae Genetica**, v. 58, n. 3, p. 97-101, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1515/sg-2009-0013>.

NARAYANAN, C.; WALI, S. A.; SHUKLA, N.; KUMAR, R.; MANDAL, A. K.; ANSARI, S. A. RAPD and ISSR markers for molecular characterization of teak (*Tectona grandis*) plus trees. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 19, n. 4, p. 218-225, 2007.

NAYAK, H.; SINHA, A.; BHOL, N.; KUMAR, J. Assessment of variation in planting stock quality of open pollinated seeds of teak clones. **Journal of Tree Sciences**, 35, n. 1, p. 39-45, 2016.

NAYAK, H.; SINHA, A.; BHOL, N.; KUMAR, J. Variation in productivity and progeny quality of some teak clones. **Progressive Research: An International Journal**, v. 12, Special 3, p. 2160-2164, 2017.

NICODEMUS, A.; NAGARAJAN, B.; NARAYANAN, C.; VARGHESE, M.; SUBRAMANIAN, K. RAPD variation in Indian teak populations and its implications for breeding and conservation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUALITY TIMBER PRODUCTS OF TEAK FROM SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT, 2003, Peechi, India. **Proceedings** [...]. India: Kerala Forest Research Institute, Japan: International Tropical Timber Organization, 2003. p. 321-330.

NICODEMUS, A.; VARGHESE, M.; NAGARAJAN, B.; LINDGREN, D. Annual fertility variation in clonal seed orchards of teak (*Tectona grandis* L. f.) and its impact on seed crop. **Silvae Genetica**, v. 58, p. 1-2, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1515/sg-2009-0011>.

NOCETTI, M.; ROZENBERG, P.; CHAIX, G.; MACCHIONI, N. Provenance effect on the ring structure of teak (*Tectona grandis* L. f.) wood by X-ray microdensitometry. **Annals of Forest Science**, v. 68, p.1375-1383, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13595-011-0145-4>.

NORLIA, B.; NORWATI, M.; NORWATI, A.; ROSLI, H. M.; NORIHAN, M. S. Isolation and characterization of LHY homolog gene expressed in flowering tissues of *Tectona grandis* (Teak). **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 9, p. 1302-1308, 2008.

NORWATI, A.; ABDULLAH, R.; NORLIA, B.; ROSLI, H. M.; NORWATI, M.; SURYANI, S. A. Expression of bt gene in transgenic teak. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 23, n. 4, p. 488-491, 2011.

- NUNES, T. S.; ALEXANDRE, F. S.; FRATARI, J. P. S.; OLIVEIRA, M. L. F.; GONCALVES, I. S.; ALFENAS, R. F. Seleção precoce de clones de *Tectona grandis* resistentes à murcha-de-ceratocystis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 51., 2019, Recife. **Anais** [...]. Recife: UFRPE, 2019a.
- NUNES, T. S.; BASTOS, H. B.; ALEXANDRE, F. S.; SANTOS, A. L. R.; OLIVEIRA, I. C.; GONCALVES, I. S.; ARRIEL, D. A. A.; ALFENAS, R. F. Avaliação da resistência à ferrugem causada por *Olivea neotectonae* em genótipos de teca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 51., 2019, Recife. **Anais** [...]. Recife: UFRPE, 2019b.
- NURRUDIN, W. **Evaluasi uji klon jati (*Tectona grandis* L. f.) umur 3,5 tahun di hutan pendidikan wanagama gunung kidul**. 2013. Thesis - Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- NURTJAHJANINGSIH, I. L. G.; HERAWAN, T.; RACHMA, R. P.; RIMBAWANTO, D. A. Pengujian penanda random amplified polymorphism dna untuk mengetahui kestabilan genetik klon jati (*Tectona grandis*). **Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan**, v. 12, n. 2, p. 127-134, 2018.
- OLIVEIRA, C. A. da C. **Identificação de genótipos de teca resistentes à murcha de ceratocystis**. 2020. 45 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres.
- OLIVEIRA, K. C. M. **Avaliação do número de urédias como fator de resistência a ferrugem em *Tectona grandis***. 2016. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres.
- ONWIMOL, P.; CHANPRAME, S.; CHANPRAME, S. Agrobacterium-mediated transformation of Cry1Ab gene into *Tectona grandis* L. f. (Teak). **ISSAAS Journal**, v. 23, n. 1, p. 68-78, 2017.
- PALANISAMY, K.; GIREEAN, K.; NAGARAJAN, V.; HEGDE, M. Selection and clonal multiplication of superior trees of teak (*Tectona grandis*) and preliminary evaluation of clones. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 21, n. 2, p. 168-174, 2009.
- PALANISAMY, K.; KRISHNAMOORTHY, M.; GIREEAN, K.; RAJASEKAR, S. Recent trends in teak improvement in India. **Teaknet Bulletin**, v. 3, n. 3, p. 2-8, 2010.
- PALUPI, E. R.; OWENS, J. N. Pollination, fertilization, and embryogenesis of teak (*Tectona grandis* L. f.). **International Journal of Plant Sciences**, v. 158, n. 3, p. 259-273, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1086/297437>.
- PALUPI, E. R.; OWENS, J. N. Reproductive phenology, and reproductive success of teak (*Tectona grandis* L. f.). **International Journal Plant Science**, v. 159, n. 5, p. 833-842, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1086/297604>.
- PANDEY, D.; BROWN, C. Teak: a global overview. **Unasyuva**, n. 51, p. 3-13, 2000.
- PARTHIBAN, K. T.; SURENDRAN, C.; PARAMATHMA, M. Molecular characterization of teak seed sources using RAPD's. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUALITY TIMBER PRODUCTS OF TEAK FROM SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT, 2003, Peechi, India. **Proceedings** [...]. India: Kerala Forest Research Institute, Japan: International Tropical Timber Organisation, 2003. p. 331-337.

- PATIL, R.; AYATE, D.; UJJAINKAR, V. V. Genetic variability studies in clonal population of teak (*Tectona grandis* L. f.). **International Journal of Farm Sciences**, v. 6, n. 4, p. 136-139, 2016.
- PATTANAİK, S.; SHIVA, K. Mating system and gene flow analysis within a clonal seed orchard of *Tectona grandis* L. f. using microsatellite markers. **The Indian Forester**, v. 143, n. 9, p. 894-900, 2017.
- PEDERSEN, A. P.; HANSEN, J. K.; JMTIKA, J. M.; MSANGI, T. H. Growth, stem quality and age-age correlations in a teak provenance trial in Tanzania. **Silvae Genetica**, v. 56, n. 3-4, p. 142-148, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1515/sg-2007-0022>.
- PEREIRA, A. C.; ARRIEL, D. A. A. Estimativas de parâmetros genéticos em um teste clonal de *Tectona grandis*. 2019. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 27., 2019, Cuiabá. **Anais [...]**. Cuiabá: UFMT,
- PEREIRA, A. C. **Estimativa de parâmetros genéticos em um teste clonal de *Tectona grandis***. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 2019.
- PEREIRA, A. C.; PIROLLA, M. L. A., GONÇALVES, I., ARRIEL, D. A. A. Estimativas de parâmetros genéticos e seleção em um teste de progênies de meio irmãos de *Tectona grandis*. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS, 2020, Monte Carmelo. **Anais [...]**. Monte Carmelo: UFU, 2020. Disponível em: <https://www.doity.com.br/anais/sicaa2020/trabalho/162481>. Acesso em: 20 mar. 2020.
- 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.
- PEROZO, A. **Seleção de primers SSR para auxiliar no processo de proteção de teca**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- PERSSON, A. Observation from a progeny trial of *Tectona grandis* Linn. f. at Longuza, Tanga Region. **Tanzania Silviculture Research Note**, n. 24, 1971a.
- PERSSON, A. Observation from a provenance trial of *Tectona grandis* Linn. f. at Longuza, Tanga Region. **Tanzania Silviculture Research Note**, n. 22, 1971b.
- PIANANURAK, C. Teak plus tree selection and its propagation techniques used in Thailand. In: REGIONAL WORKSHOP ON “ENHANCING THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF TEAK FORESTS AND LEGAL AND SUSTAINABLE WOOD SUPPLY CHAINS IN THE GREATER MEKONG SUB-REGION”, 2019, Yangon, Myanmar. **Keynote presentation [...]**. Yangon, Myanmar: RETC-AFoCO, 2019. Disponível em: <http://teaknet.org/download/ITTO%20Project%202019/Regional%20Workshop%20Myanmar/3.Chumnun-RFD%20Thailand.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.
- PINTO JÚNIOR, J. E.; GARNICA, J. B.; IKEMORI, Y. K.; CAMINHOS JÚNIOR, E. Resultados de testes de procedências de *Tectona grandis*. **Boletim Informativo IPEF**, v. 9, v. 28, 1981. p. 46-48. Disponível em: https://www.ipef.br/publicacoes/boletim_informativo/bolinf28.pdf. Acesso em: 18 mar. 2021.
- PINTO JÚNIOR, J. E.; JACOB, W. S. Boletim informativo da região leste. **Boletim Informativo IPEF**, v. 7, v. 23, 1979. 56 p. Disponível em: https://www.ipef.br/publicacoes/boletim_informativo/bolinf23.pdf. Acesso em: 18 mar. 2021.

- PIOT, J. Essai de 10 provenances de teck en Haute-Volta. In: WORLD CONSULTATION OF FOREST TREE BREEDING, 3., v. 1, 1977, Canberra. **Proceedings** [...]. Canberra: CSIRO, 1977. p. 233-236.
- PONCIONI, F. A. **Caracterização molecular de clones de *Tectona grandis* por meio de marcadores ISSR**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- PRACIAK, A.; PASIECZNIK, N.; SHEIL, D.; VAN HEIST, M.; SASSEN, M.; CORREIA, C. S.; DIXON, C.; FYSON, G.; RUSHFORD, K.; TEELING, C. (ed.). **The CABI encyclopedia of forest trees**. Oxfordshire: CABI, 2013. 523 p.
- PRADHAN, T. R.; BHOL, N.; LENKA, D.; BEHERA, M. K. Productivity of selected teak clones in a clonal seed orchard. **The Bioescan**, v. 12, n. 1, p. 259-263, 2017.
- PRASETYAWATI, C. A.; A'IDA, N. Morphological characterization of diferent provenances of teak (*Tectona grandis* L. f.). **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 308, n. 1, p. 012062, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/308/1/012062>.
- PRASETYO, E.; WIDIYATNO; INDRIOKO, S.; NA'ITEM, M.; MATSUI, T.; MATSUO, A.; SUYAMA, S.; TSUMURA, Y. Genetic diversity, and the origin of commercial plantation of Indonesian teak on Java Island. **Tree Genetics & Genomes**, v. 16, n. 34, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11295-020-1427-5>.
- PREHATEN, D.; INDRIOKO, S.; HARDIWINOTO, S.; NA'ITEM, M.; SUPRIYO, H. Pengaruh beberapa karakteristik kimia dan fisika tanah pada pertumbuhan 30 famili uji keturunan jati (*Tectona grandis*) umur 10 tahun. **Jurnal Ilmu Kehutanan**, v. 12, p. 52-60, 2018.
- PRIYOWIBOWO, R. F. **Evaluasi pertumbuhan 31 klon jati (*Tectona grandis* L. f) umur 19 bulan Petak 17 Wanagama I**. 2018. Thesis - Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- PROTECA. **Teca clonal**: a genética a favor de sua floresta. Disponível em: <https://proteca.com.br/teca-clonal/?lang=pt>. Acesso em: 20 mar. 2021.
- PURUSHOTTAM, A. D.; KAPSE, N. K.; UJJAINKAR, V. V. Trait relatedness studies for stem volume production in teak (*Tectona grandis* L. f.). **International Journal of Genetic Engineering and Biotechnology**, v. 5, n. 2, p. 103-110, 2014.
- PUSPITASARI, D.; MARSOEM, S. N.; HERWANTO, H.; PRAMUDITA, A.; ERNANINGSIH, Y.; SISWAMARTANA, S. Assessment of wood quality of 10-year-old teak from progeny trials in Java. **Teaknet Bulletin**, v. 3, n. 3, p. 6-8, 2010.
- QUEIROZ, M. de M. **Diversidade e estrutura genética de clones e populações seminais de teca no estado de Mato Grosso**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B.; SANTOS, J. B. dos; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamias**. Lavras: UFLA, 2012. 522 p.

- RANCE, W.; MONTEUUIS, O. Teak in Tanzania I. Overview of the context. **Bois et Forêts Dès Tropiques**, v. 1, n. 279, 1-6 p., 2004.
- RAO, P. S.; VENKAIAH, K.; MURALI, V.; MURT, S. S. N.; SATTAR, S. A evaluation of international teak provenance plot trial in Índia. **The Indian Forester**, v. 127, n. 4, p. 415-422, 2001.
- RASMUSSEN, D. C.; PHILLIPS, R. L. Plant breeding progress and genetic diversity from de novo variation and elevated epistasis. **Crop Science**, v. 37, n. 2, p. 303-310, 1997. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1997.0011183X003700020001x>.
- RAWAT, M. S.; UNIYAL, D. P., SHARMA, S. L. Identification of provenances based on leaf morphology in *Tectona grandis*. **The Indian Forester**, v. 124, p. 248-251, 1998.
- REATEGUI-BETANCOURT, J. L.; ARRIEL, D. A. A.; CALDEIRA, S. F.; HIGA, A. R.; FLÔRES-JUNIOR, P. C.; PALMA-ARAÚJO, S.; MARQUES, R. M.; CORRÊA, B. M. B.; MARTINEZ, D. T. Morphological descriptors for the characterization of teak clones (*Tectona grandis* L. f.) in plantations. **Forest Systems**, v. 29, p. eRC02, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5424/fs/2020292-15634>.
- REATEGUI, J. L.; MARQUES, R. M.; FLÔRES-JÚNIOR, P. C.; MARTINEZ, D. T.; CALDEIRA, S. F.; ARRIEL, D. A. A. Descritores morfológicos mínimos para diferenciar mudas clonais de *Tectona grandis* L. f. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, 10., 2018, Natal. **Anais [...]**. Natal: UFRN, 2018.
- RESENDE, M. D. V.; BARBOSA, M. H. P. **Melhoramento genético de plantas de propagação assexuada**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 130 p.
- RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 975 p.
- RESENDE, M. D. V. de. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007b. 560 p.
- RESENDE, M. D. V. de. **SELEGEN REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007a. 359 p.
- RESENDE, M. D. V. Seleção precoce no melhoramento genético florestal. In: WORKSHOP MÉTODOS DE SELEÇÃO, 1., 1994, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: Sociedade Investigações Florestais, 1994. p. 58-72.
- RIMBAWANTO, A. Indonesia's teak resources, breeding, and biotechnology. Centre for Forest Biotechnology and Tree Improvement Yogyakarta, Indonesia. In: REGIONAL WORKSHOP ON "ENHANCING THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF TEAK FORESTS AND LEGAL AND SUSTAINABLE WOOD SUPPLY CHAINS IN THE GREATER MEKONG SUB-REGION", 2019, Yangon, Myanmar. **Keynote presentation [...]**. Yangon, Myanmar: RETC-AFoCO, 2019. Disponível em: <http://www.teaknet.org/download/ITTO%20Project%202019/Regional%20Workshop%20Myanmar/Centre%20for%20Forest%20Biotechnology%20and%20Tree%20Improvement%20%2C%20Indonesia.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.

ROYCHOUDHURY, N.; CHOURASIA, M.; MISHRA, R. K. Field screening for non-oreference resistance in some teak clones of Madhya Pradesh to major insect pests, *Hyblaea puera* and *Eutectona machaeralis*. **Peslogy**, v. 44, n. 1, p. 34-37, 2020a.

ROYCHOUDHURY, N.; CHOURASIA, M.; MISHRA, R. K. Leaf flushing behaviour of teak clones of Madhya Pradesh, India. **Plants and Environment**, v. 2, n. 1, p. 13-30, 2020b. DOI: <https://doi.org/10.22271/2582-3744.2020.mar.13>.

ROYCHOUDHURY, N. Deployment of resistance in teak to key insect pests. **The Indian Forester**, v. 138, n. 2, p. 123-130, 2012.

ROYCHOUDHURY, N.; JOSHI, K. C. Research for natural resistance in teak clones against *Eutectona machaeralis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). **Indian Journal of Forestry**, v. 19, n. 3, p. 205-213, 1996.

SADONO, R. Determining competition level for high genetic value of teak (*Tectona grandis* L. f.) aged 6 to 11 years in Madiun Forest District, East Java, Indonesia. **Advances in Environmental Biology**, v. 8, n. 17, p. 750-756, 2014.

SADONO, R. Effects of competition on the crown width allometry for dominant trees on good sites of vegetative clonal teak (*Tectona grandis* Linn. f.) in Java, Indonesia. **Jurnal Manajemen Hutan Tropika**, v. 25, n. 2, 2019. DOI: <https://doi.org/10.7226/jtfm.25.2.104>.

SADONO, R.; NIRWANAWATI, A.; MURDJOKO, A.; SANTOSA, A. B.; RACHMAN, I. Growing space estimation of teak through dominant family approach at progeny trial in Ngawi Forest District. **Advances in Environmental Biology**, v. 8, n. 5, p. 1890-1896, 2014.

SALIS, U. G. **Tren parameter genetik uji keturunan *Tectona grandis* L. f. sampai umur 6 tahun di playen, Gunung Kidul, Yogyakarta**. 2013. Thesis - Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

SANQUETTA, M. N. I; SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; MOGNON, F.; BEHLING, A. Incremento diamétrico e percentuais de cerne e de casca em povoamentos de *Tectona grandis* L. f. no sudeste do Pará. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 1946-1954, 2014.

SCHÜHLI, G. S.; PALUDZYSZYN FILHO, E. O cenário nacional da silvicultura de teca (*Tectona grandis* L. f.) e perspectivas de melhoramento. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 63, p. 217-230, 2010. DOI: <https://doi.org/10.4336/2010.pfb.30.63.217>.

SEGURA, F. U. M. **Comportamiento de clones de teca (*Tectona grandis* Linn. f.) a los 4,5 años en Upala, Zona Norte de Costa Rica**. 2017. 91 f. Trabajo final de graduación (Licenciatura en Ingeniería Forestal) - Tecnológico de Costa Rica, Cartago.

SETT, R.; MISHRA, J. P.; RANA, P. K. Seed production of teak in different orchards of central India: the present scenario. **International Journal of Science, Environment and Technology**, v. 5, n. 3, p. 969-990, 2016.

- SHARMA, R.; SWAIN, D.; MANDAL, A. K. Estimates of genetic parameters from an open pollinated genetic test of teak (*Tectona grandis*). **Journal of Tropical Forest Science**, v. 12, n. 1, p. 44-48, 2000.
- SHARMA, S. L.; RAWAT, M. S. Genetic improvement of teak (*Tectona grandis*) in Forest Research Institute: an overview. **The Indian Forester**, v. 124, n. 8, p. 633-636, 1998.
- SHWE, K. P. P.; LWIN, O.; MU, T. T. **Comparative study on variation of plus trees collected from five forest reserves in Let Pan Khon**. Myanmar: Forest Department, 2015. 17 p. (Forest Research Institute. Leaflet, 15).
- SHRESTHA, M. K.; VOLKAERT, H.; STRAETEN, D. V. D. Assessment of genetic diversity in *Tectona grandis* using amplified fragment length polymorphism markers. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 35, p. 1017-1022, 2005. DOI: 10.1139/X05-033.
- SHUKLA, S. R.; RAO, R. V.; SHASHIKALA, S.; KUMAR, P.; SHARMA, S. K. Wood quality variation in *Tectona grandis* (teak) clones from CSO raised at Maredumilli (Rajahmundry), Andhra Pradesh. **Journal of the Indian Academy of Wood Science**, v. 8, n. 2, p. 116-119, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13196-012-0045-8>.
- SILVA, G. V. B. da. **Desenvolvimento tecnológico e inovação na cultura da teca: avaliação da variabilidade genética entre genótipos utilizando marcadores moleculares ISSR**. 2020. Iniciação Científica (Graduação em Agronomia) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres.
- SILVA, K. M. N. E.; ARRIEL, D. A. A. Fenologia de *Tectona grandis* no Mato Grosso. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 27., 2019, Cuiabá. **Anais [...]**. Cuiabá: UFMT, 2019.
- SILVA, K. M. N. E.; ARRIEL, D. A. A. Viabilidade e conservação do grão de pólen de teca (*Tectona grandis*). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 26., 2018, Cuiabá. **Anais [...]**. Cuiabá: UFMT, 2018.
- SILVA, D. F. da; SANSON, C. S. L.; SANTOS, M. G.; SANTOS, D. M. dos; CALDEIRA, S. F. Excentricidade da medula em caules de clones de teca em sistema agrossilvipastoril. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA, 3., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: SBCTEM, 2017. Disponível em: <https://proceedings.science/cbctem/papers/excentricidade-da-medula-em-caules-de-clones-de-teca-em-sistema-agrossilvipastoril>. Acesso em: 20 mar. 2021.
- SIQUEIRA, T. A. da S. **Método para estimar a área foliar de clones de teca plantados no sudoeste de Mato Grosso**. 2015. (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- SIVAKUMAR, V.; PARTHIBAN, K. T.; SINGH, B. G.; GNANAMBAL, V. S.; ANANDALAKSHMI, R.; GEETHA, S. Variability in drupe characters and their relationship on seed germination in teak (*Tectona grandis* L. f.). **Silvae Genetica**, v. 51, n. 5-6, p. 232-237, 2002.
- SOFYAN, A.; NA'ITEM, M.; INDRIOKO, S. Perolehan genetik pada uji klon jati (L. f.) umur 3 tahun di khdtk kemampo, Sumatera Selatan. **Jurnal Penelitian Hutan Tanaman**, v. 8, n. 3, p. 179-186, 2011.
- SOLÓRZANO-NARANJO, S. S.; MOYA, R.; CHAUHAN, S. Early genetic evaluation of morphology and some wood properties of *Tectona grandis* L. f. clones. **Silvae Genetica**, v. 61, n. 1-2, p. 58-65, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1515/sg-2012-0008>.

- SOLÓRZANO, S.; MOYA, R.; MURILLO, O. Early prediction of basic density, shrinking, presence of growth stress, and dynamic elastic modulus based on the morphological tree parameters of *Tectona grandis*. **Journal Wood Science**, v. 58, p. 290-299, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10086-012-1261-y>.
- SONTIKUN, Y.; CHANPRAME, S.; SRINIVES, P.; CHANPRAME, S. Optimization of transient β -glucuronidase (*gus*) gene expression in teak (*Tectona grandis* L. f.) by *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation system. **ISSAAS Journal**, v. 19, n. 2, p. 49-57, 2013.
- SREEKANTH, P. M.; BALASUNDARAN, M. Clonal seed orchard of teak (*Tectona grandis* L. f.): genetic diversity measures primary basis for future environmental uncertainty. **Tree Genetics and Molecular Breeding**, v. 3, n. 2, p. 4-11, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5376/tgmb.2013.03.0002>.
- SREEKANTH, P. M.; BALASUNDARAN, M.; NAZEEM, P. A. Genetic and morphological variation in natural teak (*Tectona grandis*) populations of the Western Ghats in Southern India. **Journal of Forestry Research**, v. 25, n. 4, p. 805-812, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11676-014-0528-0>.
- SUBRAMANIAN, K.; SEETHALAKSHMI, T. S. A preliminary note on pollen in teak in relation to fruit-set. **The Indian Forester**, v. 110, p. 1023-1029, 1984.
- SUHAENDI, H. Country report, Indonesia. In: ASIA PACIFIC REGIONAL WORKSHOP ON TREE BREEDING AND PROPAGATION, 1990, Bangkok. **Proceedings** [...]. Bangkok: UNDO/FAO, 1990.
- SUHAENDI, H. Teak improvement in Indonesia. In: KASHIO, M.; WHITE, K. (ed.). Teak for the future. REGIONAL SEMINAR ON TEAK, 2., 1995, Yangon, Myanmar. **Proceedings** [...]. Yangon, Myanmar: FAO Regional Office for Asia and the Pacific, 1998. p. 179-188.
- SUKSILEUNG, P.; CHUNTANAPARB, L.; KHEMNARK, C.; SRIWATANAPONGE, S. Clonal variation and inheritance in growth characteristics of teak (*Tectona grandis* L.). **The Kasetsart Journal**, v. 9, n. 1, p. 1-11, 1975.
- SUMARDI, S. Fertility variation and effective population size in a teak clonal seed orchard. **Indonesian Journal of Forest Research**, v. 8, n. 1, p. 66-79, 2011. DOI: <https://doi.org/10.20886/ijfr.2011.8.1.65-78>.
- SURENDRAN, T. **Growth of field planted teak clones at Karulai**. Thrissur: Kerala Forest Research Institute, 2014. 20 p. (Kerala Forest Research Institute. KFRI Research Report, 485). Disponível em: <http://docs.kfri.res.in/KFRI-RR/KFRI-RR485.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2021.
- SWAIN, D. Genetic analysis in teak (*Tectona grandis*). **Journal of Tropical Forest Science**, n. 11, v. 3, p. 582-586, 1999.
- SWAIN, D.; MOHANTY, S. C.; SHARMA, R.; MANDAL, A. K.; GUPTA, B. N. Preliminary analysis of quantitative characters in teak. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 62, n. 2, p. 169-172, 1996.
- TANI, T.; TANGMITCHAROEN, S.; HIMMAPAN, W.; WATTANASUKSAKUL, S.; PROMPEN, B.; VOLKAERT, H.; UCHIYAMA, K. MATSUO, A. SUYAMA, Y. Genetic diversity, and DNA barcoding of teak in the Mekong for improvements of growth and wood quality. In: REGIONAL WORKSHOP ON "ENHANCING

THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF TEAK FORESTS AND LEGAL AND SUSTAINABLE WOOD SUPPLY CHAINS IN THE GREATER MEKONG SUB-REGION”, 2019, Yangon, Myanmar. **Keynote presentation** [...]. Yangon, Myanmar: RETC-AFoCO, 2019. Disponível em: <http://www.teaknet.org/download/ITTO%20Project%202019/Regional%20Workshop%20Myanmar/Japan%20International%20Research%20Center%20for%20Agricultural%20Sciences.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.

TANGMITCHAROEN, S. **A manual** - technique for controlled hand-pollination of teak (*Tectona grandis* L. f.). Thailand: ASEAN – Forest Tree Seed Centre Project, 1997. 23 p. Disponível em: https://www.forest.go.th/plantationexpert/wp-content/uploads/sites/122/2021/01/Manual_Control_Pollination.pdf. }Acesso em: 20 mar. 2021.

TANGMITCHAROEN, S. Conservation approaches of teak (*Tectona grandis* L. f.) genetic resources in Thailand. In: REGIONAL WORKSHOP ON “ENHANCING THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF TEAK FORESTS AND LEGAL AND SUSTAINABLE WOOD SUPPLY CHAINS IN THE GREATER MEKONG SUB-REGION”, 2019, Yangon, Myanmar. **Keynote presentation** [...]. Yangon, Myanmar: RETC-AFoCO, 2019. Disponível em: <http://www.teaknet.org/download/ITTO%20Project%202019/Regional%20Workshop%20Myanmar/Dr.%20Suwan-%20RFD%20Thailand.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.

TANGMITCHAROEN, S.; OWENS, J. N. Floral biology, pollination, pistil receptivity, and pollen tube growth of teak (*Tectona grandis* Linn f.). **Annals of Botany**, n. 79, p. 227-241, 1997a. DOI: <https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0317>.

TANGMITCHAROEN, S.; OWENS, J. N. Pollen viability and pollen-tube growth following controlled pollination and their relation to low fruit production in teak (*Tectona grandis* Linn. f.). **Annals of Botany**, v. 80, p. 401-410, 1997b. DOI: <https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0440>.

TANGMITCHAROEN, S.; TAKASO; T.; SIRIPATANADILOX, S.; TASEN; W. Behaviour major insect pollinators of teak (*Tectona grandis* L. f.): a comparison of clonal seed orchard versus wild. **Forest Ecology and Management**, v. 222, n. 1, p. 67-74, 2006a. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.10.041>.

TANGMITCHAROEN, S.; TAKASO; T.; SIRIPATANADILOX, S.; TASEN; W. Insect biodiversity in flowering teak (*Tectona grandis* L. f.) canopies: comparison of wild and plantation stands. **Forest Ecology and Management**, v. 222, n. 1, p. 99-107, 2006b. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.10.040>.

TANGMITCHAROEN, S; TASEN, W.; OWENS, J. N.; BHODTHIPUKS, J. Fruit set as affected by pollinators of teak (*Tectona grandis* L. f.) at two tree spacings in a seed orchard. **Songklanakarin Journal Science Technology**, v. 31, n. 3, p. 255-259, 2009.

THULASIDAS, P. K.; BHAT, K. M.; OKUYAMA, T. Heartwood colour variation in home garden teak (*Tectona grandis*) from wet and dry localities of Kerala, India. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 18, n. 1, p. 51-54, 2006.

THWE-THWE-WIN; HIRAO, T.; WATANABE, A.; GOTO, S. Current genetic structure of teak (*Tectona grandis*) in Myanmar based on newly developed chloroplast single nucleotide polymorphism and nuclear simple sequence repeat markers. **Tropical Conservation Science**, v. 8, n. 1, p. 235-256, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1177/194008291500800118>.

TRIPATHI, A. M.; YADAV, A.; SAIKIA, S. P.; ROY, S. Global gene expression pattern in a forest tree species, *Tectona grandis* (Linn. f.), under limited water supply. **Tree Genetics & Genomes**, v. 13, n. 66, p. 1-12, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11295-017-1151-y>.

TRISURAT, Y. Teak distributions under land use and climate change and conservation implication in the Mekong. In: REGIONAL WORKSHOP ON "ENHANCING THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF TEAK FORESTS AND LEGAL AND SUSTAINABLE WOOD SUPPLY CHAINS IN THE GREATER MEKONG SUB-REGION", 2019, Yangon, Myanmar. **Keynote presentation** [...]. Yangon, Myanmar: RETC-AFoCO, 2019. Disponível em: <http://teaknet.org/download/ITTO%20Project%202019/Regional%20Workshop%20Myanmar/Kasetsart%20University%2C%20Thailand.pdf>. Acesso: 11 set. 2020.

VAISHNAV, V.; ANSARI, S. A. Genetic differentiation, and adaptability of teak (*Tectona grandis* L. f.) meta-population in India. **Plant Molecular Biology Reporter**, v. 36, p. 564-575, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11105-018-1101-3>.

VAISHNAV, V.; MAHESH, S.; KUMAR, P. ANSARI, S. A. Polymorphism of microsatellites designed from expressed sequence tags of dicot/monocot carbonic anhydrases in teak (*Tectona grandis*L.f.) genome. **The Indian Forester**, v. 143, n. 12, p. 1260-1264, 2017.

VAISHNAV, V.; WALI, S. A.; TRIPATHI, S. B.; NEGI, M. S., ANSARI, S. A. A preliminary investigation on AFLP marker-wood density trait association in teak (*Tectona grandis* L. f.). **Annals of Forest Research**, v. 61, n. 1, p. 49-63, 2018. DOI: <https://doi.org/10.15287/afr.2018.1018>.

VARGHESE, M.; KAMALAKANNAN, R.; NICODEMUS, A.; LINDGREN, D. Fertility variation and its impact on seed crops in seed production areas and a natural stand of teak in southern India. **Euphytica**, v. 160, p. 131-141, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-007-9591-3>.

VARGHESE, M.; NICODEMUS, A.; NAGARAJAN, B.; LINDGREN, D. Impact of fertility variation on gene diversity and drift in two clonal seed orchards of teak (*Tectona grandis* Linn. f.). **New Forests**, v. 31, p. 497-512, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-005-2178-8>.

VÁSQUEZ, R. Y. P. **Evaluación de ensayos genéticos de teca (*Tectona grandis* L. f.) en Costa Rica y Panamá, empresa Brinkman y Asociados Reforestadores de Centroamérica S.A.** 2016. 88 f. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Forestal) - Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

VASUDEVA, R.; HANUMANTHA, M.; GUNAGA, R. P. Genetic variation for floral traits among teak (*Tectona grandis* Linn. f.) clones: implications to seed orchard fertility. **Current Science**, v. 87, n. 3, p. 358-362, 2004.

VENKATESH, C. S.; KOSHY, M. P.; CHACKO, K. C.; INDIRA, E. P. **Genetic improvement of teak (*Tectona grandis* L. f.) in Kerala.** Peechi, Thrissur: Kerala Forest Research Institute, 1986. 28 p.

VERHAEGEN, D.; FOFANA, I. J.; LOGOSSA, Z. A.; OFORI, D. What is the genetic origin of teak (*Tectona grandis* L.) introduced in Africa and in Indonesia? **Tree Genetics & Genomes**, v. 6, p. 717-733, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11295-010-0286-x>.

VERHAEGEN, D.; OFORI, D.; FOFANA, I.; POITEL M.; VAILLANT, A. Development and characterization of microsatellite markers in *Tectona grandis* (Linn. f). **Molecular Ecology Notes**, v. 5, n. 4, p. 945-947, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2005.01124.x>.

VERMA, R. K.; KUMAR, P.; ANSARI, S. A. Comparative physiomorphological performance of half-sib seedlings of ten teak clones under suboptimal and optimal arbuscular mycorrhizal colonization. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 13, n. 3, p. 423-433, 2001.

VIANA, E. H. de S. **Caracteres morfológicas precoces para a diferenciação de genótipos de teca**. 2020. Iniciação Científica (Graduação em Agronomia) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres.

VINUTHA, C. S.; JAVAREGOWDA. Morphological characterization of teak (*Tectona grandis* L. f.) clones of Karnataka for resistance traits to teak defoliator, *Hyblaea puera* Cramer. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 27, n. 3, p. 367-369, 2014.

XAVIER, A.; DA SILVA, R. L. Evolução da silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil. **Agronomía Costarricense**, v. 34, n. 1, p. 93-98, 2010. DOI: <https://doi.org/10.15517/rac.v34i1.6702>.

WARDANI, B. W. **Evaluasi uji klon jati (*Tectona grandis* L. f.) umur 9 tahun di KPH Ciamis dan KPH Cepu Perum Perhutani**. 2008. Thesis - Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

WATTANASUKSAKUL, S. Controlled pollination of teak. In: REGIONAL WORKSHOP ON "ENHANCING THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF TEAK FORESTS AND LEGAL AND SUSTAINABLE WOOD SUPPLY CHAINS IN THE GREATER MEKONG SUB-REGION", 2019, Yangon, Myanmar. **Keynote presentation** [...]. Yangon, Myanmar: RETC-AFoCO, 2019. Disponível em: <http://www.teaknet.org/download/ITTO%20Project%202019/Regional%20Workshop%20Myanmar/2.Saroj%20-RFD%20Thailand.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.

WEHR, J. B.; BLAMEY, F. P.; SMITH, T.; MENZIES, N. Growth, and physiological responses of teak (*Tectona grandis* Linn. f.) clones to Ca, H and Al stresses in solution and acid soils. **New Forests**, v. 48, p. 137-152, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-016-9560-6>.

WEHR, J. B.; SMITH, T.; BLAMEY, F. P.; MENZIES, N. Aluminum sensitivity and optimum Ca and pH requirement of teak (*Tectona grandis* Linn. f.) clones used for forestry plantations in Australia. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, SOIL SOLUTIONS FOR A CHANGING WORLD, 19., 2010, Brisbane, Australia. **Proceedings** [...]. Brisbane, Australia: International Union of Soil Sciences; Australian Society of Soil Science, 2010. p. 18-21.

WELLENDORF, H.; KAOSA-ARD, A. Teak improvement strategy in Thailand. **Forest Tree Improvement**, v. 21, p. 1-43, 1988.

WIDIYANTO, S. N.; SUKMAWAN, A.; HARO, N.; RAHMANIA, H. Transient expression of b-glucuronidase reporter gene in *Agrobacterium*-inoculated shoots of various teak clones. **African Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 10, p. 2143-2150, 2009. DOI: <https://doi.org/10.4314/ajb.v8i10.60520>.

WIDYATMOKO, A. Y. P. B. C.; SHIRAISHI, S. Development of SCAR markers for identification of teak clones. **AIP Conference Proceedings**, v. 2120, 030001-7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.5115605>.

WIN, T. T. Genetic resources of teak in Myanmar detected by cpSNP and nSSR markers. In: REGIONAL WORKSHOP ON "ENHANCING THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF TEAK FORESTS AND LEGAL AND SUSTAINABLE WOOD SUPPLY CHAINS IN THE GREATER MEKONG SUB-REGION", 2019, Yangon, Myanmar. **Keynote presentation** [...]. Yangon, Myanmar: RETC-AFoCO, 2019. Disponível em: <http://teaknet.org/download/ITTO%20Project%202019/Regional%20Workshop%20Myanmar/University%20of%20Forestry%20and%20Environmental%20Science%2C%20Myanmar.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.

WYATT-SMITH, J. Provenance, and progeny trials of teak in northwest Malaya. **Malayan Forester**, v. 24, n. 2, p. 126-131, 1961.

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. 409-419, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/dnares/dsy013>.

ZENG, B.; QIU, Z.; LI, X.; LIU, Y. Genetic transformation of teak callus mediated by *Agrobacterium tumefaciens* strain EHA105. **Journal of Fujian College of Forestry**, v. 27, n. 4, p. 349-354, 2007.

ZENG, B.; QIU, Z.; LI, X.; LIU, Y. Genetic transformation of teak callus mediated by *Agrobacterium tumefaciens* strain LBA4404. **Journal of Central South University of Forestry & Technology**, 2008.

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. DOI: <https://doi.org/10.1093/gigascience/giz005>.

ZUCARELLI, N. C. **Frequência de infecção de *Olivea tectonae* em genótipos de teca**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres.