

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



Teca (*Tectona grandis* L. f.) no Brasil

Cristiane Aparecida Fioravante Reis
Edilson Batista de Oliveira
Alisson Moura Santos
Editores Técnicos

Embrapa



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura e Pecuária*

Teca *(Tectona grandis L. f.)* **no Brasil**

*Cristiane Aparecida Fioravante Reis
Edilson Batista de Oliveira
Alisson Moura Santos*

Editores Técnicos

*Embrapa
Brasília, DF
2023*

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, km 111, Guaraituba, Caixa Postal 319

83411-000, Colombo, PR, Brasil

Fone: (41) 3675-5600

www.embrapa.br/florestas

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição

Embrapa Florestas

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*

Vice-presidente: *José Elidney Pinto Júnior*

Secretária-executiva: *Elisabete Marques Oaida*

Membros: *Annete Bonnet, Cristiane Aparecida Fioravante Reis, Elenice Fritzsos,*

Krisle da Silva, Marcelo Francia Arco-Verde, Marilice Cordeiro Garrastazú,

Susete do Rocio Chiarello Penteado, Valderês Aparecida de Sousa

Supervisão editorial e revisão de texto: *José Elidney Pinto Júnior*

Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche*

Projeto gráfico, capa e editoração eletrônica: *Luciane Cristine Jaques*

Fotos capa: *Ailton Vítor Pereira (muda de teca), Daniel de Almeida Papa (tora) e Maurel Behling (árvore isolada, plantio de teca, colheita de madeira e blocos de madeira)*

Fotos de abertura dos capítulos: *Alexandre dos Santos (capítulo 13), Alisson Moura Santos (capítulo 3), Edilson Batista de Oliveira e Freepik.com (capítulo 16), Fabricio Antonio Biernaski (capítulo 5), Maurel Behling (capítulos 1, 2, 6, 10, 11, 17, 18), Rafael Ferreira Alfenas (Capítulo 12), Reginaldo Antonio Medeiros (capítulo 9), Ronaldo Drescher (Capítulo 14), Sérgio Aurélio Branco Gonçalves (capítulo 4), Sidney Fernando Caldeira (capítulo 7), Teotônio Francisco de Assis (capítulo 8).*

1ª edição

Publicação digital (2023): PDF

Todos os direitos reservados.

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

Embrapa Florestas

Teca (*Tectona grandis* L. f.) no Brasil / Cristiane Aparecida Fioravante Reis ...
[et al.], editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2023.
PDF (734 p.) : il. color.

Modo de acesso: World Wide Web:

<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/item/14>

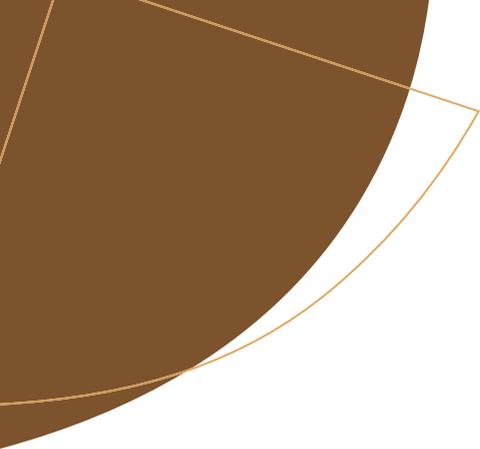
ISBN 978-65-89957-90-4

1. *Tectona grandis*. 2. Madeira. 3. Melhoramento genético vegetal.
4. Mudanças. 5. Silvicultura. 6. Sistema de produção. 7. Geotecnologias.
8. Manejo florestal. 9. Entomologia. 10. Produção florestal. I. Reis, Cristiane
Aparecida Fioravante. II. Santos, Alisson Moura. III. Oliveira, Edilson Batista
de. IV. Embrapa Florestas.

CDD (21. ed.) 633.77

Francisca Rasche (CRB 9-1204)

© Embrapa 2023



Autores

Acelino Couto Alfenas

Engenheiro florestal, PhD em Patologia Florestal, professor voluntário da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

Alberto Dorval

Engenheiro florestal, doutor em Ciências Biológicas, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT

Alessandra da Cunha Moraes-Rangel

Tecnóloga em Sensoriamento Remoto, especialista em Geoprocessamento, analista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO

Alexandre dos Santos

Engenheiro florestal, doutor em Entomologia, professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cáceres, MT

Alisson Moura Santos

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Allan Libanio Pelissari

Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, professor da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

Arthur Guilherme Schirmbeck Chaves

Engenheiro florestal, mestre em Ciências Florestais e Ambientais, professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cáceres, MT

Carla Krulikowski Rodrigues Pelissari

Engenheira florestal, doutora em Ciências Florestais, professora da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

Cesar Junio de Oliveira Santana

Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, especialista em Planejamento Florestal, Vitória, ES

Cristiane Aparecida Fioravante Reis

Engenheira florestal, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Daniela Teixeira Vilela

Engenheira florestal, coordenadora técnica do Forest Stewardship Council (FSC Brasil), São Paulo, SP

Daniele Aparecida Alvarenga Arriel

Engenheira florestal, doutora em Genética e Melhoramento, professora da Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, MG

Diogo Guido Streck Vendruscolo

Engenheiro florestal, mestre em Ciências Florestais e Ambientais, Alto Boa Vista, MT

Edilson Batista de Oliveira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Elenice Fritzsons

Engenheira-agrônoma, doutora em Engenharia Florestal, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Fábio Henrique Della Justina do Carmo

Doutor em Ciências Ambientais e Florestais, Seropédica, RJ

Fabricio Antonio Biernaski

Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Klabin S.A., Telêmaco Borba, PR

Fausto Hissashi Takizawa

Engenheiro florestal, diretor de relações institucionais e pesquisa da Teak Resources Company (TRC), Cuiabá, MT

Flávia Sampaio Alexandre

Engenheira florestal, mestre em Ciências Florestais e Ambientais, estudante de doutorado em Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

Flávio Jesus Wruck

Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

Graziela Baptista Vidaurre

Engenheira florestal, doutora em Ciência Florestal, professora da Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES

Ivan Tomaselli

Engenheiro industrial madeireiro, doutor em Wood Science, presidente da STCP Engenharia de Projetos Ltda, Curitiba, PR

João Gabriel Missia da Silva

Doutor em Ciências Florestais, estudante de pós-doutorado em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES

João Vicente de Figueiredo Latorraca

Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ

Julio Eduardo Arce

Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, professor da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

Lilian Guimarães de Favare

Doutora em Ciência Florestal, professora da Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, MT

Luciano Rodrigo Lanssanova

Engenheiro florestal, doutor em Ciências Florestais, professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Juína, MT

Mallú Loyane Arenhart Pirolla

Engenheira florestal, mestre em Ciências Florestais e Ambientais, analista da Proteca – 4M Agroflorestal, São José dos Quatro Marcos, MT

Marcelo Dias de Souza

Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, professor da Universidade de Cuiabá, Cuiabá, MT

Márcia Toffani Simão Soares

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Marcos Silveira Wrege

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Mariana Peres de Lima Chaves e Carvalho

Engenheira florestal, doutora em Recursos Florestais, professora da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT

Marilice Cordeiro Garrastazú

Engenheira florestal, mestre em Engenharia Agrícola, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Maureen Voigtlaender

Engenheira florestal, doutora em Ciências, auditora da Neocert Certificações Florestais e Agrícolas Ltda., Piracicaba, SP

Maurel Behling

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

Otávio Peres Filho

Engenheiro florestal, doutor em Ciências, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT

Rafael Ferreira Alfenas

Engenheiro florestal, doutor em Fitopatologia, professor da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

Ramon Ferreira Oliveira

Engenheiro industrial madeireiro, bolsista de apoio técnico da Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES

Reginaldo Antonio Medeiros

Engenheiro florestal, doutor em Ciência Florestal, professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cáceres, MT

Rogério Goularte Moura

Engenheiro florestal, doutor em Ecologia Aplicada, pesquisador da Arboreo.net, Piracicaba, SP

Ronaldo Drescher

Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT

Rubens Marques Rondon Neto

Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, professor da Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, MT

Samuel de Pádua Chaves e Carvalho

Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT

Sidney Fernando Caldeira

Engenheiro florestal, doutor em Ecologia e Recursos Florestais, professor da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT

Sofia Maria Gonçalves Rocha

Engenheira florestal, mestre em Ciências Florestais, estudante de doutorado em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES

Sofia Rumiko Hirakuri

Advogada, doutora em Direito, consultora senior da STCP Engenharia de Projetos Ltda., Curitiba, PR

Teotônio Francisco de Assis

Engenheiro florestal, mestre em Genética e Melhoramento, fundador e consultor da AssisTech Ltda., Nova Lima, MG

Agradecimento

A todos (agências de fomento, associações, empresários, estudantes, extensionistas, instituições privadas e públicas, técnicos, pesquisadores, produtores, professores, profissionais autônomos, universidades e centros tecnológicos, dentre outros) que têm contribuído para o desenvolvimento da cadeia produtiva da teca, em nível mundial.

Apresentação

A espécie *Tectona grandis* L. f. (teca), por possuir madeira de elevado valor, em decorrência de suas excepcionais propriedades, beleza e da elevada demanda no mercado internacional, tem histórico de intensa exploração em suas áreas de ocorrência natural na Índia, Laos, Mianmar e Tailândia. Esse fato levou à pressão, cada vez maior, pela conservação genética de suas populações nativas, de forma a salvaguardar exemplares remanescentes da exploração predatória. Em função da enorme demanda por sua madeira no mercado mundial, plantios de teca passaram a ser realizados, em mais de 70 países tropicais. Dentre esses, o Brasil é considerado um relevante *player* mundial em plantios de curta rotação de teca, especialmente, por possuir algumas regiões que garantem condições ambientais excepcionais ao seu cultivo, atreladas ao uso de clones de bom desempenho e ao uso de práticas silviculturais de elevado nível tecnológico.

Neste cenário, a Embrapa Florestas, por meio de uma parceria envolvendo diversas instituições públicas e privadas lança o livro “Teca (*Tectona grandis* L. f.) no Brasil”.

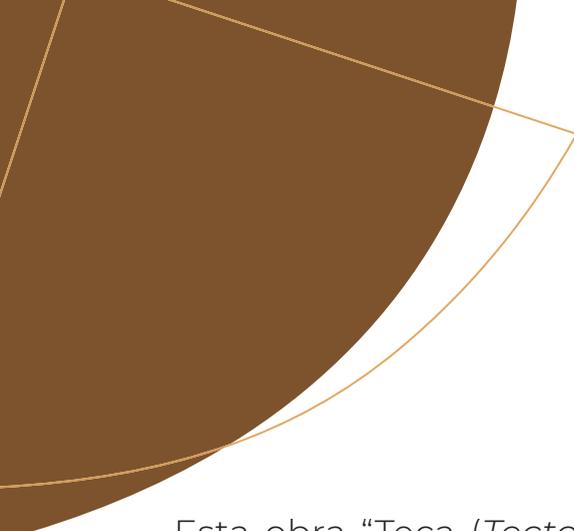
Essa obra preza por sintetizar um vasto acervo de conhecimentos técnicos-científicos sobre a cadeia produtiva da teca no Brasil, com as seguintes temáticas: **a)** caracterização botânica, distribuição natural e requerimentos ambientais; **b)** contexto do mercado mundial da madeira; **c)** melhoramento genético; **d)** zoneamento edafoclimático no Brasil; **e)** produção de mudas; **f)** silvicultura e manejo sob sistemas de produção de monocultivo e de integração lavoura-pecuária-floresta; **g)** geotecnologias aplicadas aos cultivos; **h)** sanidade; **i)** crescimento e produção; **j)** softwares para manejo florestal de precisão; **k)** planejamento, análise econômica e pesquisa operacional; **l)** qualidade da madeira e **m)** certificação florestal.

Este livro contempla aspectos ligados a quatro Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), a saber: ODS 8) Empregos dignos e crescimento econômico: o elevado valor agregado dos produtos gerados a partir da madeira da teca impacta no alcance de níveis mais elevados de produtividade das economias regionais. Denota que a teca é alternativa para o produtor rural diversificar sua atividade e traz informações atualizadas sobre modernização tecnológica e inovação, por meio do foco em setores com alto valor agregado e intensivos em mão de obra; ODS 12) Consumo e produção responsáveis: este livro apresenta informações básicas, fundamentais para o cultivo da teca, desde o plantio até a comercialização. Assim, prima por disponibilizar informações técnicas aos produtores rurais, principalmente de países em desenvolvimento, para que fortaleçam suas capacidades científicas e tecnológicas em rumo aos padrões mais sustentáveis de produção e consumo; ODS 15) Vida terrestre, com os componentes: proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da Terra e deter a perda da biodiversidade. As plantações florestais com fins comerciais, como é o caso da teca, reduzem a necessidade de exploração de florestas naturais para obtenção de matéria-prima. Como a madeira da teca possui grande valor de mercado e múltiplos usos, ela contribui para a promoção de maior rentabilidade econômica na sua cadeia produtiva e ODS 17) Parcerias e meios de implementação: este livro fornece subsídios técnicos com potencial de impactar a cadeia produtiva da teca, com possibilidade de incentivar e promover parcerias públicas, público-privadas, privadas e com a sociedade civil, a partir da experiência das estratégias de mobilização de recursos a ser gerada por meio dessas parcerias.

Espera-se que esta publicação seja um documento orientador e uma fonte inovadora de informações para produtores rurais, empreendedores, investidores, agências de fomento a créditos e pesquisa, pesquisadores, professores, graduandos e pós-graduandos, e demais integrantes da cadeia produtiva da teca no Brasil.

Erich Gomes Schaitza
Chefe-Geral da Embrapa Florestas





Prefácio

Esta obra “Teca (*Tectona grandis* L. f.) no Brasil” é fruto do esforço cooperativo de 18 instituições públicas e privadas, para atender à grande demanda por informações relacionadas à cadeia produtiva da teca.

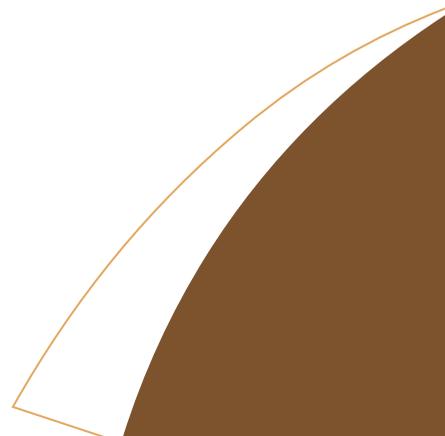
Seus 18 capítulos temáticos, elaborados por 47 autores, tiveram por base o acervo de expressivos resultados de pesquisas realizadas no Brasil. Contemplam, em especial, extensas pesquisas bibliográficas, estudos diversos sobre cada tema, bem como observações de experimentos e plantios comerciais no País.

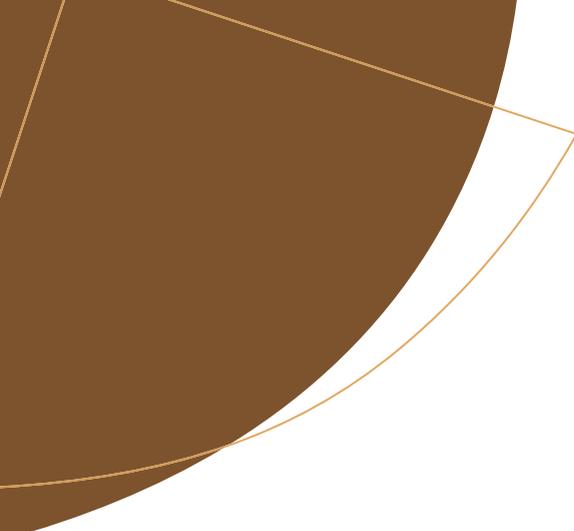
O livro está alinhado com diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) e com recomendações explicitadas na obra “The Global Teak Study - Analysis, Evaluation and Future Potential of Teak Resources”, editada pela International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) e pela International Tropical Timber Organization (ITTO), com suporte da Food and Agriculture Organization (FAO). Esta obra preenche uma lacuna existente na literatura por publicação gratuita, para interessados no cultivo da teca no respectivo idioma local, projetada especialmente para diferentes grupos-alvo (consultores, empresários, produtores, dentre outros) e de forma a facilitar a promoção de capacitações e campanhas de conscientização para vários tipos de produtores de teca, incluindo pequenos proprietários e operadores.

Enaltecemos o excepcional trabalho desenvolvido por todos os autores, com o destaque de suas instituições: Arboreo.net; Associação de Reflorestadores de Mato Grosso (Arefloresta – MT); AssisTech Ltda; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa); Forest Stewardship

Council (FSC Brasil); Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT); Klabin S.A.; Neocert, Proteca - 4M Agroflorestal; Teak Resources Company (TRC); STCP Engenharia de Projetos Ltda; Universidade de Cuiabá (Unic); Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat); Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes); Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT); Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ); Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Editores





Sumário

- Capítulo 1 Caracterização da espécie *Tectona grandis* L. f. (teca) ... 12
- Capítulo 2 Mercado mundial da madeira de teca ... 43
- Capítulo 3 Histórico da evolução da teca no Brasil e visão de futuro ... 76
- Capítulo 4 Contexto mundial do melhoramento genético da teca ... 133
- Capítulo 5 Polinização controlada em teca, para fins de melhoramento genético ... 222
- Capítulo 6 As melhores regiões para cultivo da teca no Brasil ... 238
- Capítulo 7 Produção de mudas seminais de teca ... 263
- Capítulo 8 Produção de mudas clonais de teca por miniestaquia ... 292

- Capítulo 9 Aspectos silviculturais da teca ... 325
- Capítulo 10 Sistemas de integração com teca ... 381
- Capítulo 11 Geotecnologias aplicadas aos cultivos de teca ... 425
- Capítulo 12 Doenças da teca no Brasil ... 445
- Capítulo 13 Entomofauna associada à teca ... 478
- Capítulo 14 Crescimento e produção de teca: quantificação e influências ... 508
- Capítulo 15 Softwares para o manejo de precisão de teca em monocultivo e em sistema de ILPF ... 549
- Capítulo 16 Planejamento, análise econômica e pesquisa operacional da teca ... 575
- Capítulo 17 Qualidade da madeira da teca ... 612
- Capítulo 18 Certificação florestal FSC® da teca ... 702



10

Sistemas de integração com teca

Maurel Behling
Flávio Jesus Wruck

Introdução

A intensificação sustentável do uso da terra é o caminho para conciliar a demanda crescente de produção de alimentos com a conservação de ecossistemas naturais. No Brasil, o segundo maior produtor de carne bovina do mundo (Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes, 2020), a intensificação dos sistemas de produção, até então baseados em pastagens, é fundamental para melhorar a eficiência da produção e reduzir o desmatamento, uma vez que fazendas de gado de baixa produtividade e renda ocupam a maior parte da área agrícola. No setor de florestas plantadas, a monocultura é predominante e, no caso da teca (*Tectona grandis* L. f.), outros agravantes são: alto custo de implantação e manutenção, ciclo longo de produção (imobilização de capital) e, conseqüentemente, retorno financeiro demorado. Neste contexto, a estratégia de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é uma oportunidade promissora no conjunto de possíveis estratégias de intensificação, pois tem o potencial de recuperar vastas áreas de pastagens degradadas, mitigar as emissões de gases de efeito estufa e, principalmente, atua como alternativa para minimizar os riscos e amortizar os custos advindos da implantação e da manutenção dos plantios de teca.

Portanto, os sistemas ILPF constituem em uma forma de uso eficiente da terra, em que ocorre o consórcio entre a agricultura, a pecuária e a silvicultura, obtendo-se benefícios das interações ecológicas e, ou econômicas resultantes desta combinação (Balbino et al., 2011). Por conta da necessidade de alternativas tecnológicas e inovadoras, que tenham por objetivo o desenvolvimento socioeconômico regional e a substituição da monocultura, a teca tem seu lugar garantido como componente florestal, por ser considerada uma espécie de elevado valor econômico para o suprimento sustentável das necessidades de indústrias de base florestal, cujo principal produto é a madeira de qualidade para a fabricação de móveis de luxo, pisos, embarcações, além do aproveitamento dos resíduos e sobras de processamento para fins energéticos (Pelissari et al., 2014).

É referida como a rainha das madeiras tropicais e, de acordo com o botânico alemão do século XIX, Sir Dietrich Brandis, “a teca está para as espécies madeireiras, como o diamante entre as pedras preciosas e o ouro entre os metais”. A expectativa gerada pela teca plantada é alta por causa da elevada demanda por madeira, acompanhada da redução da sua oferta em florestas naturais devido à superexploração, ao desmatamento e à conversão para outros usos da terra. Embora a demanda anual de madeira das florestas plantadas de teca seja estimada em cerca de 30 milhões de m³ (Midgley et al., 2015),

apenas 2,0-2,5 milhões de m³ são colhidos anualmente em florestas naturais e plantadas. Espera-se que esse nível de produção aumente, principalmente, com as florestas plantadas presentes na América do Sul e Central.

A estimativa da demanda de madeira no mercado interno, para o ano de 2030, poderá atingir 300 milhões de m³, o que significa plantar 2,0-2,5 vezes mais do que é plantado atualmente para atender esse mercado (Vilela; Pulrolnik, 2015). Embora, até o ano de 2030, o consumo mundial de madeira em toras atingirá 2,4 bilhões de m³. Já as projeções do mercado mundial de madeira tropical nobre estimam a demanda de 136 milhões m³ ano⁻¹ para 2050. Desses, estima-se que 36 milhões m³ ano⁻¹ serão supridos por florestas tropicais naturais sob manejo sustentável, em 2050. A diferença de 100 milhões m³ ano⁻¹ deverá ser suprida por madeira tropical nobre de plantações (FAO, 2009). Assim, a pergunta fundamental não é se haverá demanda por teca no futuro, mas sim de onde virá, quem a produzirá e como será produzida?

Nesse contexto, o Brasil possui a maior área plantada de teca na América Latina, com cerca de 94 mil ha (IBÁ, 2019) e, em breve, será o maior exportador de madeira dessa espécie oriunda de plantações (Takizawa, 2020). Segundo estatísticas oficiais de exportação de produtos agropecuários brasileiros, nos últimos dez anos, somente a exportação de toras saltou de pouco menos de 10 mil m³ ano⁻¹ para mais de 140 mil m³ ano⁻¹, sendo a Índia o principal comprador mundial de toras (Takizawa, 2020). Nos estados de Mato Grosso e Pará, estão mais de 80% das áreas plantadas brasileiras com teca e mais de 60% dessas são resultados de investimentos estrangeiros e que, em plantações de menor escala, despertaram interesse e impulsionaram produtores rurais e empreendedores locais a também entrarem na atividade, como forma de complementar e diversificar a renda da propriedade rural.

Atualmente, mais do que aumentar a área plantada, há a preocupação em melhorar a produtividade dos plantios de teca pela seleção de genótipos mais produtivos e, principalmente, pela adoção de sistemas de produção sustentáveis. Portanto, além dos plantios homogêneos, a teca também é uma excelente opção para sistemas integrados de produção agropecuária, seja com culturas agrícolas (Moretti et al., 2014; Medeiros et al., 2015) e, ou com forragens para produção animal (Cañadas-L et al., 2018; Domingos Júnior; Coelho, 2018). Esses sistemas se caracterizam essencialmente por serem mais amigáveis ao meio ambiente, quando comparados à monocultura, pois buscam otimizar o uso da terra para a obtenção de produtos agrícolas, pecuários e madeireiros ou não madeireiros, proporcionando a produção periódica de um ou mais desses componentes (Alao; Shuaibu, 2013). Além disso, os sistemas ILPF são especialmente importantes em regiões tropicais e subtropicais, onde podem ser

usados como alternativa sensata para recuperar áreas degradadas (Sun et al., 2017), sendo a teca adequada para ambientes tropicais.

O principal desafio para o maior avanço dos cultivos com teca está relacionado ao seu alto custo de implantação e de manutenção. Somado a isso, seu ciclo de produção é longo (imobilização de capital) e o retorno financeiro demorado, pois o mesmo acontece no corte final das árvores, em idades que variam de 20-25 anos. Além disso, os riscos associados à ocorrência de insetos-pragas, de doenças e de fogo (acidental e, ou intencional) são potencializados no monocultivo, com possibilidade de ocorrer a perda de todo o investimento realizado. Assim, como forma de minimizar os riscos, tem sido crescente o interesse de produtores rurais, em especial aqueles ligados à pecuária, na inclusão da teca como componente florestal dos sistemas integrados de produção agropecuária, com o objetivo principal de complementar e diversificar a renda, no caso, a pecuária amortizando os custos de implantação e manutenção da teca. Portanto, a teca já tem seus passos trilhados rumo a outro exemplo de sucesso da silvicultura brasileira, desde que ocorra com adequado planejamento e execução.

A modalidade mais utilizada para integrar a pecuária com teca é o sistema silvipastoril, também conhecido como sistema de integração pecuária-floresta (IPF), que consiste na produção animal em pastagem, sob árvores bem espaçadas ou entre as faixas das árvores (renques). Esse sistema tem atraído a atenção de diversos produtores e criadores de animais, uma vez que o mercado consumidor de produtos de origem animal tem dado maior importância à sustentabilidade da produção e ao bem-estar animal (Zanin et al., 2016). A intensificação sustentável da produção agrícola na propriedade rural, realizada por meio da integração entre os componentes de produção, deve ser entendida e tratada como um novo “empreendimento”, diferente e muito mais complexo do que os antigos negócios da fazenda que, por sua vez, deverá ser entendida, tratada e administrada como uma empresa rural, incorporando gradativamente os mais modernos processos de gestão dentro do planejamento de longo prazo.

Normalmente, devido a maior complexidade, os sistemas silvipastoris requerem maior número de atividades que àquelas demandadas pelas monoculturas. Entretanto, dentro da cadeia produtiva, as estratégias destes empreendimentos devem incluir economia de escala e valor agregado à madeira produzida. Desta forma, fomentar a conversão de áreas de pastagens em sistemas silvipastoris com teca poderá ser um importante diferencial competitivo do agronegócio brasileiro, tanto para o setor pecuário quanto para o setor de base florestal, uma vez que estes sistemas apresentam a possibilidade de geração de emprego e incremento da renda, com maior eficiência que a pecuária extensiva e, conseqüentemente, maior tendência

para oferecer a sustentabilidade. Isso desde que o cultivo da teca seja realizado em áreas com condições edafoclimáticas adequadas para seu cultivo no Brasil, conforme visto em capítulo específico desta publicação.

Dessa forma, os sistemas ILPF, onde o componente florestal é a teca, são alternativas de sustentabilidade, pois estão alicerçados em princípios econômicos de utilização racional dos recursos naturais renováveis, sob exploração com menor impacto ao meio ambiente, capazes de gerar benefícios sociais, porém sem comprometer o potencial produtivo dos agroecossistemas regionais. Por outro lado, em regiões com pouca tradição florestal, existe a necessidade de introduzir o conceito de produtor florestal, que requer o desenvolvimento e a viabilização de tecnologias para obter madeira de teca com qualidade. Da mesma forma, a sinergia entre os componentes, que permitirá agregar valor ao sistema, só irá acontecer na medida em que o produtor se especializar no manejo e na condução das árvores de teca, com desbastes e podas planejadas. Assim, o objetivo deste capítulo é, portanto, apresentar e discutir diversos aspectos relacionados com a implantação de sistemas de ILPF que utilizam a teca como componente arbóreo, com especial ênfase no arranjo de plantio, na implantação e na condução das árvores.

Os pioneiros no Brasil

Em Mato Grosso, o sistema silvipastoril é utilizado como estratégia de ampliação da área de produção da madeira de teca, em regiões onde o uso da terra é predominantemente de pastagens e as condições edafoclimáticas são favoráveis para o seu cultivo, sem promover a substituição de um monocultivo (pastagens) por outro (florestas plantadas), mas com foco na complementação de benefícios. Enquanto a pecuária cobre o fluxo de caixa negativo, proporcionado pelo período de maturação do investimento de longo prazo na teca, essa por sua vez incorpora ao sistema benefícios importantes do ponto de vista da sustentabilidade ambiental (ciclagem de nutrientes, conservação do solo, ambiência animal, fixação de carbono, dentre outros), econômica (poupança verde) e social (geração empregos, distribuição de renda e outros), por promover entradas de recursos distribuídas ao longo do tempo (comercialização da madeira de desbastes e da colheita final). Permite também ao produtor incentivar a permanência de seus sucessores no campo.

Inicialmente, a implantação dos primeiros sistemas foi realizada com mudas obtidas de sementes e com emprego de menor tecnologia na condução das árvores, já as novas áreas têm sido implantadas com mudas clonais e emprego de maior tecnologia na sua condução.

Atualmente, estima-se que exista no estado de Mato Grosso cerca de 4 mil ha implantados com o sistema silvipastoril com a teca como componente arbóreo. Estância Anna Sophia, Fazenda Bacaeri, Fazenda Boqueirão, Fazenda Gamada e Fazenda e Haras Terraboa são propriedades pioneiras no uso de sistema silvipastoril com teca.

O primeiro sistema silvipastoril a partir de mudas seminais

O engenheiro agrônomo e produtor rural Arno Schneider é um dos pioneiros no trabalho com o sistema silvipastoril em Mato Grosso. A preocupação com o futuro do mercado para a pecuária brasileira e com a diversificação das fontes de renda motivou o produtor a utilizar esse sistema. Em 2000, o produtor resolveu plantar 150 ha de teca em integração com pastagem, na densidade de 120 árvores ha⁻¹ nas suas propriedades: Estância Anna Sophia e Fazenda Boqueirão, ambas no município de Santo Antônio do Leverger, na região da Baixada Cuiabana, em Mato Grosso. A Fazenda Boqueirão é considerada referência na produção de pecuária de corte. Além de uma genética bovina diferenciada, são adotadas outras práticas agropecuárias, como a adubação e o manejo de pastagens, para alcançar a sustentabilidade na atividade.

A pecuária de cria, com cruzamento de Nelore com Aberdeen Angus, é a principal atividade da fazenda, onde cria cerca de 4 mil cabeças de gado em 1,9 mil ha ocupados com pastagem. Em 2015, a Fazenda Boqueirão foi uma das vencedoras da primeira edição do Prêmio Famato em Campo, da Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso, com a temática "Rentabilidade no meio rural". Na época, a fazenda foi premiada por realizar o ciclo completo com domínio total das etapas, baseado no ganho da heterose dos cruzamentos entre as raças Nelore, Caracu, Brahman e Aberdeen Angus; boa logística; diversificação econômica; IPF; gestão familiar bem distribuída; boa comunicação interna; baixo custo de produção associado ao grande desempenho zootécnico e uso de tecnologia na adubação de pastagem e suplementação estratégica.

O plantio da teca, com mudas produzidas por sementes, é feito anualmente para que, no futuro, a fazenda possa ter a colheita contínua dessa madeira. O pecuarista decidiu apostar na IPF como forma de adicionar renda à atividade já praticada, ou seja, trabalha com a filosofia de que "um hectare pode render muito mais". Como forma de reduzir os custos de implantação, o produtor utiliza mudas de regeneração natural coletadas na própria fazenda, em 100 ha de plantio homogêneo de teca. Os erros e os acertos observados ao longo dos anos ajudaram o produtor a moldar a configuração ideal de implantação. Atualmente, as mudas de teca são plantadas em linhas simples, com espaçamento de 25 m entre renques e no sentido Norte-Sul.

No sistema silvipastoril de teca com *Urochloa brizantha* (Cultivar BRS Marandu), a taxa de lotação é 1,3 unidade animal (UA) ha⁻¹ no período seco e 1,8 UA ha⁻¹ no período das águas. A entrada de animais jovens (recria) no sistema silvipastoril só ocorre um ano após o plantio das árvores, período esse utilizado para recuperar e, ou reformar as pastagens (Figura 1).



Figura 1. Sistema silvipastoril da Fazenda Boqueirão, no município de Santo Antônio do Leverger, estado de Mato Grosso.

Ao longo do desenvolvimento das árvores nesses sistemas, a teca seminal apresentou crescimento inferior ao crescimento de teca clonal. Aos 20 anos de idade, as árvores atingiram diâmetro à altura do peito (DAP) médio de 38 cm e altura total média de 20 m. Todavia, esse crescimento do DAP é superior ao crescimento das árvores no plantio homogêneo. O volume de madeira produzida no ciclo de 20 anos foi 28 m³ ha⁻¹, considerando a obtenção de três toras de 2,3 m de comprimento por árvore no sistema, com o corte de 80 árvores ha⁻¹ (Figura 2).

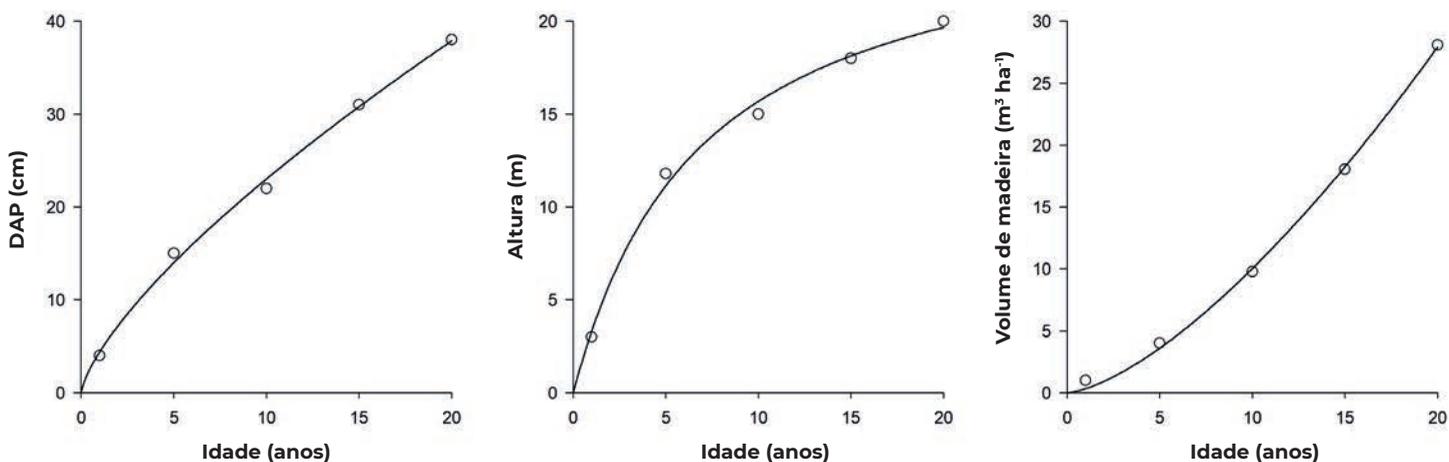


Figura 2. Crescimento das árvores em diâmetro à altura do peito (DAP), altura e volume de madeira comercial por área do sistema silvipastoril da Fazenda Boqueirão, no município de Santo Antônio do Leverger, estado de Mato Grosso.

Fonte: Maurel Behling e Flávio Jesus Wruck.

A principal desvantagem da introdução da teca em pastagens é a necessidade de se isolar a área plantada (vedação), por um período de um a dois anos. A depender das condições edafoclimáticas onde o sistema esteja sendo implantado, é possível a inclusão de animais menores (recria) já no início do segundo ano. Para superar essa desvantagem, nas áreas onde a pastagem necessitava ser reformada e, ou renovada na Estância Anna Sophia, decidiu-se testar uma nova estratégia: consorciar teca com mandioca nos primeiros anos, como forma de evitar a ociosidade da área e viabilizar, financeiramente, a renovação das pastagens. Desta forma, graças a uma oportunidade de mercado para a mandioca de mesa e a sua logística favorável, foi possível a implantação de um sistema ILPF, intensificando o uso do solo.

Atualmente, a Estância Anna Sophia tem 140 ha de sistema silvipastoril com teca e outros 40 ha, plantados na safra 2018/2019, que serão manejados em sistema ILPF (mandioca, teca e pecuária). Todavia, devido ao período tardio do plantio na safra 2018/2019, a mandioca só foi cultivada em 12 ha dessa nova área. Como a fazenda não possuía sistema de irrigação, um caminhão pipa foi utilizado para irrigar a mandioca no período da seca. Isso também ajudou a definir o espaçamento entre as linhas do mandiocal. No ano agrícola 2019/2020, os 28 ha restantes foram plantados no período chuvoso. A ideia é fazer dois a três ciclos de mandioca antes de semear a forrageira e retornar com o rebanho à área (Figura 3). O espaçamento da teca é 25 m x 5 m ($125 \text{ árvores ha}^{-1}$) e 10.000 plantas de mandioca ha^{-1} , cultivadas nas entrelinhas da teca.

Segundo estimativas do produtor, considerando a oportunidade de mercado e a logística favorável, a mandioca de mesa paga a implantação do sistema e possibilita melhor arranque das árvores, quando comparado ao sistema implantado nas áreas de pastagem já formadas, com necessidade de vedação. As desvantagens do sistema (teca, mandioca e pecuária), são apontadas a seguir. Há grande demanda de mão de obra para o cultivo da mandioca. Além disso, apesar da Estância estar próxima ao município de Cuiabá, a comercialização da mandioca ainda é amadora e requer maior profissionalismo. Na pós-colheita, a área fica muito infestada com plantas daninhas e os resíduos da mandioca dificultam a gradagem para a formação do pasto. O mercado da mandioca é muito volátil e o pecuarista não está familiarizado com ele, logo, uma comercialização malfeita pode comprometer todo o investimento com a mandioca. A colheita da mandioca, embora seja realizada pelo comprador, é complexa e feita de forma manual, demandando muitas pessoas da fazenda. Por fim, controlar com precisão o volume de mandioca colhido também é uma tarefa árdua.



Figura 3. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, na fase de lavoura, com teca e mandioca, na Estância Anna Sophia, no município de Santo Antônio do Leverger, estado de Mato Grosso.

O primeiro sistema silvipastoril a partir de mudas clonais de teca

A Fazenda Bacaeri, localizada ao norte de Mato Grosso, é outro exemplo da utilização da teca em sistemas silvipastoris. Entre 1996-2003, a teca foi implantada no sistema convencional (homogêneo), com plantio de mudas obtidas de sementes, na densidade de 1.100 árvores ha⁻¹, com desbastes no decorrer do tempo e com a expectativa de colher 150 árvores no corte final, aos 25 anos. Depois de um período de seis anos sem plantios, com pesquisas sobre os sistemas existentes disponíveis e a avaliação das características da região e da fazenda, foi percebido o potencial de negócio resultante da integração da teca com a pecuária (IPF). Como os primeiros plantios homogêneos de clones de teca foram estabelecidos no Brasil em 2003, a Fazenda Bacaeri é pioneira na utilização de clones da teca denominados de A1, A2 e A3, originários das Ilhas Salomão, em sistemas silvipastoris consorciados com a cultivar de braquiária BRS Marandu para produção de pecuária de corte. O primeiro talhão do sistema silvipastoril foi implantado na fazenda em 2008, com materiais obtidos de sementes e clones, onde foram testadas sete diferentes configurações de plantio (15 m x 2 m, 15 m x 4 m, 15 m x 6 m, 18 m x 3 m, 20 m x 2,5 m, 20 m x 3 m e 22 m x 3 m), com amplitude de 111-333 árvores ha⁻¹ (Figura 4).

Já em 2020, a Fazenda possuía 1.200 ha de plantio homogêneo de teca com idades de até 22 anos, 6.700 ha de pecuária bovina de corte para recria e engorda de animais e 750 ha de sistema silvipastoril com teca, em idades variando entre 2-12 anos. A estratégia de IPF utilizada é o consórcio da forrageira com a teca, cultivada na configuração espacial de 20 m x 3 m (60 m² árvore⁻¹) garantindo o mínimo de 150 árvores ha⁻¹. A entrada dos animais jovens (recria) no sistema ocorre entre os seis meses e um ano após o plantio das árvores. A Fazenda consegue manter a taxa de lotação entre 1,8-2,0 UA ha⁻¹, equivalente à pecuária solteira, graças ao rigoroso manejo de copa da teca que é realizado anualmente, para obtenção de madeira de alto valor agregado (Figura 5).



Fotos: Maurel Behling

Figura 4. Sistema silvipastoril da Fazenda Bacaeri, no município de Alta Floresta, estado de Mato Grosso.



Foto: Maurel Behling



Figura 5. Condução da desrama artificial das árvores de teca no sistema silvipastoril da Fazenda Bacaeri, no município de Alta Floresta, estado de Mato Grosso.

Fonte: Takizawa e Coutinho (2022) (Figura 5B).

Na avaliação do desenvolvimento da teca, no sistema silvipastoril da Fazenda Bacaeri, as árvores apresentaram bom crescimento em DAP e altura, indicando que não houve estagnação do crescimento, ou seja, as árvores ainda continuam crescendo na idade de 12 anos (Figura 6). O crescimento em altura foi superior ao encontrado onde a teca é nativa, como Índia e Tailândia (Gyi; Tint, 1998); também foi maior quando comparado ao crescimento ocorrido na Malásia (Noor, 2003) e nos estados de Roraima (Tonini et al., 2009) e Pará (< 14 m aos 12 anos) (Rossi et al., 2011), como também o crescimento em DAP é bem superior à média dos plantios homogêneos na região (~ 19 cm) (Silva et al., 2014). O volume individual e a produção de madeira por área apresentaram comportamento

sigmoidal em função da idade, padrão típico de crescimento das árvores. O volume aumenta lentamente nos anos iniciais, porém, há aumento exponencial com avanço da idade. O estoque de madeira acumulado aos 12 anos é superior aos 100 m³ ha⁻¹ (Figura 6).

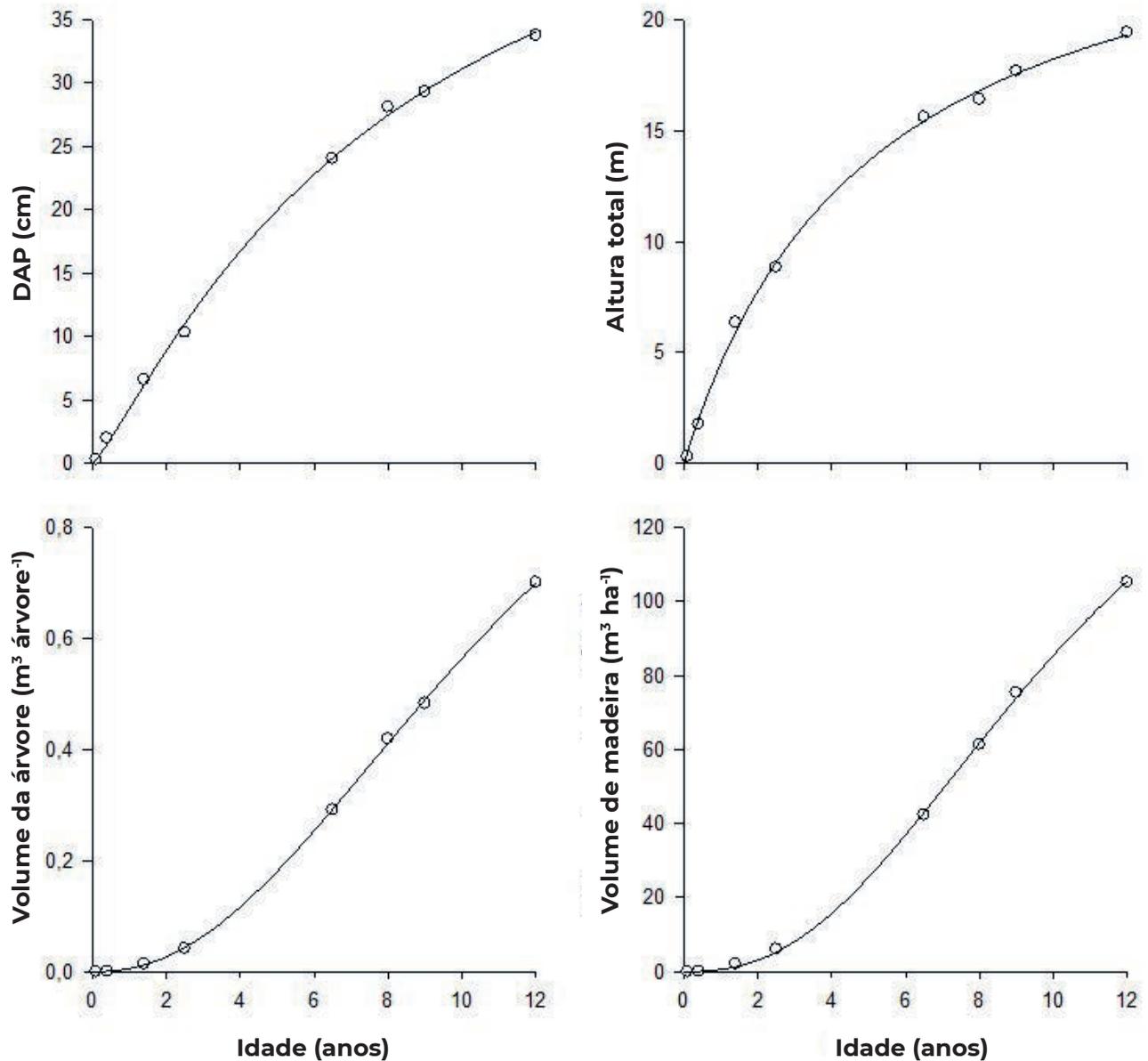


Figura 6. Crescimento das árvores em diâmetro na altura do peito (DAP), altura total, volume individual da árvore e produção de madeira de teca em função da idade, no sistema silvipastoril da Fazenda Bacaeri, no município de Alta Floresta, MT, estado de Mato Grosso.

Fonte: Maurel Behling e Flávio Jesus Wruck.

A Fazenda e Haras Terraboa do Grupo Amper, no município de Araputanga, região oeste de Mato Grosso, é outro exemplo de pioneirismo. Em área de 3 mil ha, a Fazenda Terraboa desenvolve atividades especialmente voltadas para recria e engorda de bois de cruzamento industrial entre as raças Angus e Nelore. A implantação do sistema ILPF começou no ano de 2009, com o plantio dos clones de teca denominados A1, A2 e A3. O sistema foi implantado em 620 ha, no espaçamento de 2 m entre árvores e entrelinhas de 20 m (250 árvores ha⁻¹). A teca foi conduzida em consórcio com lavouras de milho e de soja, nas entrelinhas das árvores, nos primeiros três anos e o cultivo de gramíneas *U. brizantha* (Cultivar BRSMG-5) para pastagem nos anos subsequentes. A partir do primeiro ano foi aplicada a desrama das árvores, com retirada de galhos até 40% da altura total da árvore. A entrada dos bovinos ocorre no final do terceiro ano após o plantio da teca, com o uso de animais das raças Aberdeen Angus x Nelore, Nelore x Caracu e Aberdeen Angus x Brahman. O pastejo é rotativo, com a permanência dos animais por sete dias em cada piquete de 25 ha e ocupação de 3 UA ha⁻¹. Em 2015, a área com o sistema silvipastoril foi ampliada e, atualmente, a fazenda possui 1.000 ha desse sistema com a teca.

A primeira unidade de referência com teca no sistema ILPF

A Fazenda Gamada, de propriedade do Sr. Mario Wolf, em Nova Canaã do Norte, também em Mato Grosso, possui 2.420 ha com pecuária de ciclo completo, com animais do cruzamento Rúbia Gallega x Nelore. O Senhor Wolf é um dos 25 pecuaristas fornecedores de carne, proveniente desse cruzamento, para o programa do Grupo Pão de Açúcar, que a comercializa sob o selo Taeq Rúbia Gallega. Pela carne mais macia e com menor teor de gordura, Wolf recebe um preço adicional. Na Fazenda Gamada, há também áreas destinadas ao cultivo de soja e de milho.

Produzir animais com sangue Rúbia Gallega não seria tão eficiente se não fosse a engrenagem produtiva da Fazenda Gamada. A propriedade, adquirida em 1997, foi a primeira na região a cultivar grãos. Como a pecuária é a atividade base da família e, diante de um quadro de deterioração das pastagens gerado, sobretudo, pela síndrome da morte do braquiário, o produtor buscou na tecnologia uma saída, adotando inicialmente a integração da pecuária com a lavoura (ILP) para recuperar os pastos degradados.

Assim, devido à mobilidade e à diversidade produtiva dessa Fazenda, foi proposta a primeira unidade de referência tecnológica (URT) de ILPF em Mato Grosso, que posteriormente se tornou uma Unidade de Referência Tecnológica e Econômica (URTE) do projeto desenvolvido

pelo Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (Imea), em parceria com a Embrapa Agrossilvipastoril, de Sinop, MT, onde a pastagem divide espaço com plantações de eucalipto, de pau-de-balsa, de pinho-cuiabano e de teca.

Essa URTE de ILPF, pioneira da Fazenda Gamada, foi instalada pela Embrapa e parceiros em 85 ha, em janeiro de 2009. O sistema está dividido em dez talhões, cada um com uma configuração, o sistema com teca (clone A3) corresponde a 5 ha, com seis renques de linhas triplas. No primeiro ano, foi cultivado arroz para terras altas entre os renques triplos da teca, espaçados de 20 m (20 m + 3' (3 m x 3 m)). A produtividade do arroz, 60 sacas ha⁻¹, não foi afetada pelas árvores, ainda de baixa estatura. A soja ocupou o espaço no segundo e no terceiro anos. Em seu primeiro ciclo, a soja não foi afetada pelo sombreamento das árvores (66 sacas ha⁻¹). No terceiro ano, a redução na produtividade ficou entre 10-20 sacas ha⁻¹. Em plantio solteiro, a produtividade média da soja foi 58 sacas ha⁻¹. No final do terceiro ano, o sistema foi convertido para silvipastoril e a pecuária ainda está sob observação, tanto quanto ao desenvolvimento das forrageiras (*U. brizantha* (Cultivar BRS Piatã), *U. ruziziensis* e a braquiária híbrida ConvertHD®) quanto ao pastejo. Em três anos, ficou patente a exigência de controle efetivo da entrada e da saída de animais, de acordo com altura do pasto e, também, atenta correção do solo e reposição de nutrientes. O grande gargalo é o manejo para entrada de luz no sistema, o que é normal, levando-se em conta a inexperiência dos produtores com a silvicultura e o fato de ser a primeira URTE instalada em Mato Grosso com o componente florestal. Nos primeiros lotes, o ganho médio de peso foi superior a 1 kg animal⁻¹ dia⁻¹ para o cruzamento Nelore x Rúbia Galega, em recria, no período das águas, com suplementação de 0,5% do peso vivo.

Em 2014, cinco anos após plantio, a teca passou pelo primeiro desbaste que foi destinado para mourões de cerca tratados. O desbaste foi seletivo, retirando cerca de 30% das árvores. Cada árvore rendeu, em média, 4 mourões que, por sua vez, proporcionaram uma renda líquida de R\$ 5,00. Esse primeiro desbaste da teca resultou em: 173 árvores ha⁻¹ abatidas x 4 mourões árvore⁻¹ x R\$ 5,00 mourão⁻¹ = R\$ 3.460 ha⁻¹ ou R\$ 692 ha⁻¹ ano⁻¹. O bom resultado foi favorecido pela proximidade (60 km da fazenda) de uma empresa de tratamento de madeira, reduzindo significativamente o custo de tratamento dos mourões.

No sistema, a expectativa é produzir madeira serrada de teca a partir do 12º ano. Em 2020, aos 11 anos, as árvores já estavam com a altura média de 19 m e DAP médio de 33 cm. O DAP médio das árvores de teca no sistema ILPF é 52% maior que aquele das árvores no plantio homogêneo, em talhão instalado ao lado. No entanto, no renque triplo, ocorre forte efeito de bordadura, onde as linhas laterais acabam suprimindo a linha central,

mesmo após a realização de desbaste, com remoção de 30% das árvores no quinto ano após implantação do sistema (Figura 7).

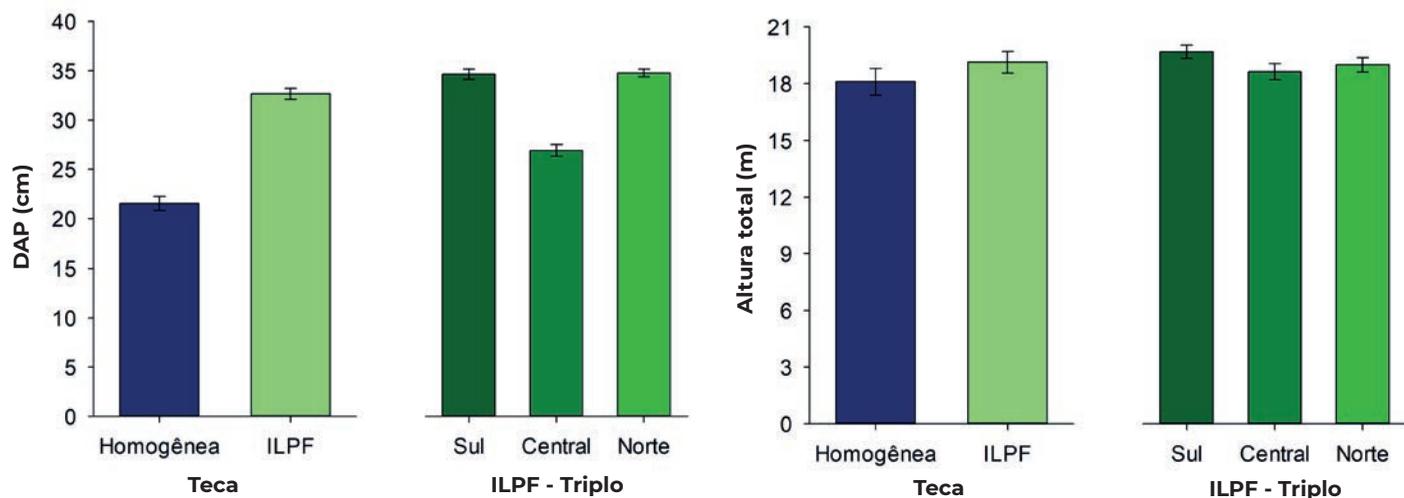


Figura 7. Características de crescimento das árvores de teca da Fazenda Gamada, em termos de diâmetro à altura do peito (DAP) e altura total, aos 11 anos, em função do sistema de produção: homogêneo ou integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), e das posições: sul, central e norte das linhas de teca no renque triplo, no município de Nova Canaã do Norte, estado de Mato Grosso.

Fonte: Maurel Behling e Flávio Jesus Wruck.

Atualmente, a Fazenda Gamada está ampliando a área de sistemas de ILPF com teca mediante a implantação do sistema de linhas simples, aos moldes do modelo adotado na Fazenda Bacaeri (Figura 8). É uma área de 30 ha, com os clones A1 e A3, no espaçamento 20 m x 3 m, que será usada para a exposição dos reprodutores da raça Nelore produzidos na Fazenda.



Figura 8. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com teca e milho, implantado em 2018, da Fazenda Gamada, no município de Nova Canaã do Norte, estado de Mato Grosso.

Por que plantar teca em sistemas de ILPF?

A estimativa da demanda de madeira no mercado interno, conforme já mencionado, para o ano de 2030, poderá atingir 300 milhões de m³, o que significa plantar 2,0-2,5 vezes mais do que é plantado atualmente para atender esse mercado (Vilela; Pulrolnik, 2015), embora o consumo mundial de madeira em toras possa atingir 2,4 bilhões de m³ até 2030. Já as projeções do mercado mundial de madeira tropical nobre estimam a demanda de 136 milhões m³ ano⁻¹ para 2050. Desses, estima-se que 36 milhões m³ ano⁻¹ serão supridos por florestas tropicais naturais, sob manejo sustentável, em 2050. A diferença de 100 milhões m³ ano⁻¹ deverá ser suprida por madeira tropical nobre de plantações (FAO, 2009). Assim, a pergunta fundamental não é se haverá demanda por madeira de teca no futuro, mas sim de onde virá, quem a produzirá e como será produzida?

Nesse aspecto, a teca leva vantagem em relação a outras espécies cultivadas no Brasil. A exploração da teca, para madeira serrada, permite que o mercado consumidor esteja a maiores distâncias, uma vez que o elevado valor agregado da madeira absorve os custos de produção e de transporte. No entanto, o volume de madeira serrada que o mercado pode absorver será o balizador para adotar o plantio da teca em linhas simples ou em renques de linhas duplas, triplas ou múltiplas. Na configuração de linhas simples (100-150 árvores ha⁻¹), otimizam-se os demais componentes do sistema (principalmente a pecuária), ou seja, o carro-chefe do sistema será a pecuária. Já a teca entraria como estratégia de adição/composição de renda para o sistema (Figura 9), além da possibilidade de receber créditos em sistemas de certificação, tal como ocorre para o eucalipto, por meio da marca-conceito Carne Carbono Neutro® (CCN)®. Atualmente, a estratégia de adição/composição de renda da teca no sistema silvipastoril tem apresentado os melhores resultados econômicos no estado de Mato Grosso.

A definição do espaçamento entre árvores é de fundamental importância, uma vez que se procura estabelecer a área útil capaz de proporcionar o equilíbrio entre o crescimento das árvores e a manutenção da capacidade de produção dos demais componentes, principalmente o pecuário. A densidade das árvores e a sua competição por luz, água, nutrientes e espaço, são os aspectos que definirão a capacidade de produção do sistema. Além dos aspectos relacionados à produção, o espaçamento de plantio também determina os rendimentos operacionais e os custos de implantação e de manutenção, principalmente aqueles relacionados ao manejo das árvores (desramas e desbastes seletivos ou sistemáticos) para obtenção de madeira de alto valor agregado. Em sistemas de ILPF, com foco na pecuária, a implantação de linhas simples facilita o manejo das árvores, exigindo menor demanda de mão de obra.

Por outro lado, o sistema pode ser configurado para privilegiar a produção de teca com maior densidade de árvores por área. Nessas configurações, o carro-chefe do sistema passa a ser a teca e pode-se assumir que as perdas de produtividade nos componentes agrícola ou pecuário serão remuneradas pelas receitas geradas com as árvores, ou seja, há uma substituição de receitas (Figura 9).

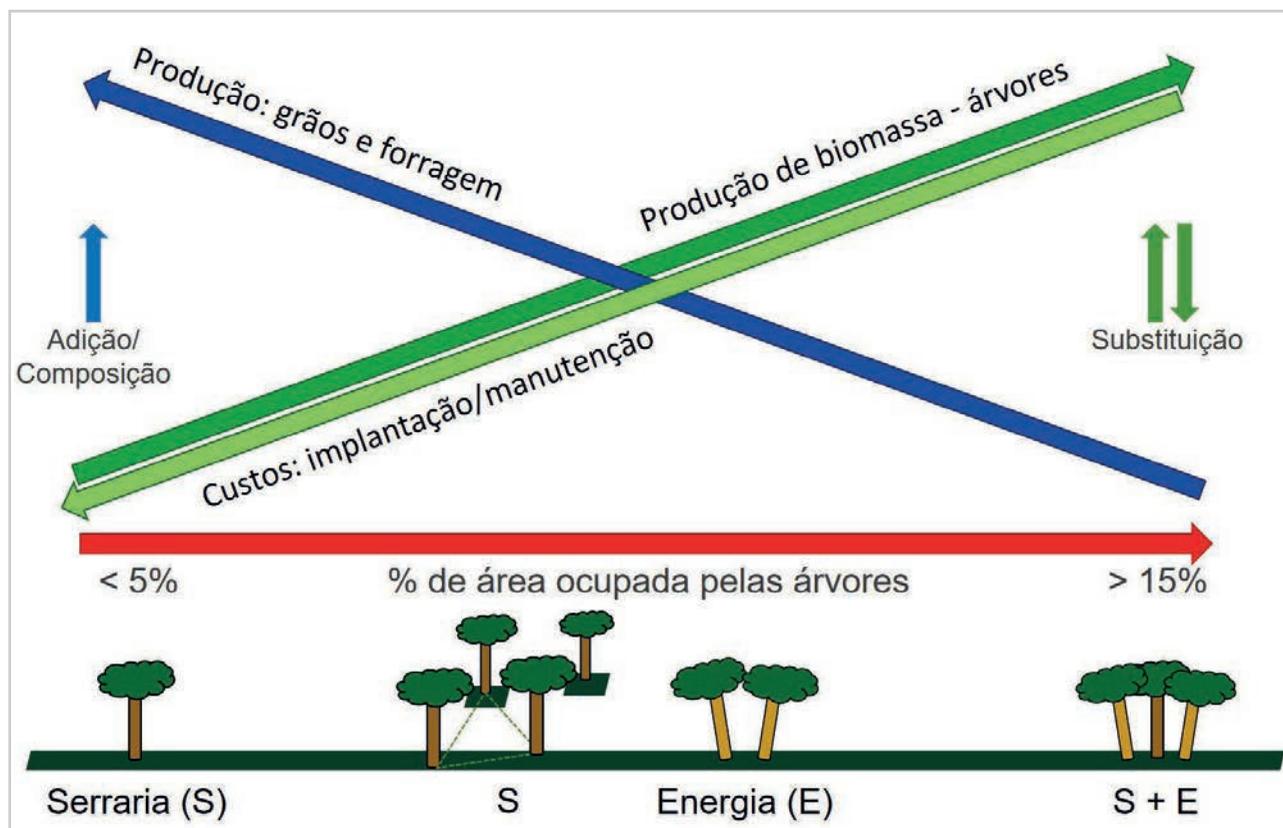


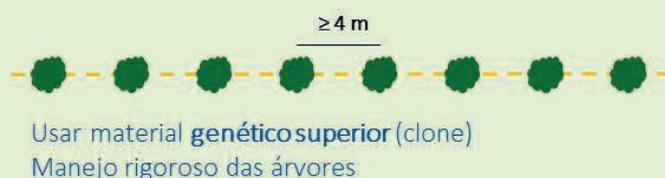
Figura 9. Esquema da abordagem quanto à adição ou substituição de renda da teca na tomada de decisão, para definição do arranjo do sistema.

Fonte: Maurel Behling e Flávio Jesus Wruck.

Por meio desses aspectos, ao decidir plantar teca de forma integrada, além de promover serviços ecossistêmicos, o produtor poderá adicionar renda ou substituir renda ao sistema. No caso da promoção dos serviços ecossistêmicos, deve ficar claro para o produtor o custo de implantação e de manutenção das árvores nos sistemas (podas frequentes). Pois não há serviços ecossistêmicos sem custo para o produtor, porque se a árvore não for manejada de forma adequada, poderá ocorrer um desserviço para o sistema. Por outro lado, o produtor também deve estar ciente que não há agregação de valor à madeira de teca sem que haja investimentos. Assim, em consonância com essa dicotomia, o produtor pode optar pelas seguintes estratégias para inserção da teca:

Adição/composição de renda com a teca

A configuração espacial de plantio mais utilizada pelos produtores é a de linhas simples, espaçadas entre 15-22 m, com espaçamento de 3-6 m entre árvores de teca na linha de plantio. Atualmente, recomenda-se, no mínimo, 4 m entre as árvores, mantendo 100-150 árvores ha⁻¹ (65-100 m² árvore⁻¹), algo equivalente ao número de árvores obtidas no corte raso de plantio homogêneo da teca, após desbastes prévios (Ugalde Arias, 2013). O plantio de árvores em renques com linhas duplas, dispostas em forma de triângulo equilátero (quincôncio), também é recomendado para a obtenção de maior número de árvores ha⁻¹, com melhor distribuição das árvores no terreno e menor sombreamento da forrageira. Esse arranjo espacial minimiza a competição e evita que a copa das árvores se curve para as extremidades (Figura 10). Quando ocorre esse encurvamento, a qualidade da madeira pode ser comprometida. No caso de renque com linhas triplas, o plantio em triângulo equilátero também é recomendado para evitar as tensões de crescimento no tronco, devido à competição lateral entre as árvores.

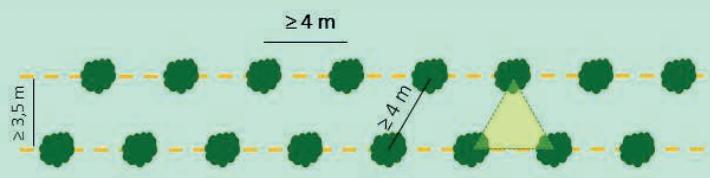


Usar material **genético superior** (clone)
Manejo rigoroso das árvores

Renque simples
(serraria)
Adição de renda
(65 a 100 m² árvore⁻¹)
100 a 150 árvores ha⁻¹
< margem para erros



<< área imobilizada
capim no pé da árvore

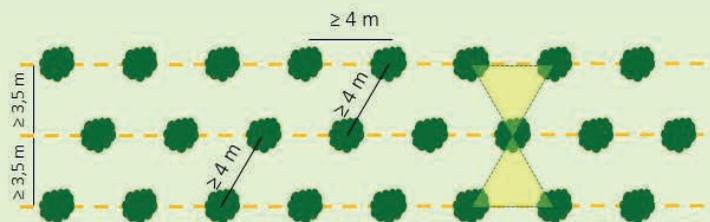


Serraria: arranjo em **quincôncio** (Δ) → **adição**
Biomassa: arranjo quadrado → **substituição**

Renque duplo
(serraria ou uso múltiplo)
Adição ou **substituição**
(20 a 30 m entre os renques)
(> 150 árvores ha⁻¹)



< área imobilizada
capim no pé da árvore
(quincôncio (Δ) + ↑ podas)



Serraria: arranjo em **quincôncio** (Δ)

Renque triplo
(uso múltiplo)
Substituição de renda
(≥ 25 m entre os renques)
(> 230 árvores ha⁻¹)



> área imobilizada
faixa sem capim
(com podas e desbaste)

Figura 10. Espaçamentos e arranjos de plantio de teca recomendados para os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, considerando a estratégia de adição/composição ou substituição de renda.
Fonte: Maurel Behling e Flávio Jesus Wruck.

No arranjo de linhas simples ou linhas duplas em quincôncio, a área imobilizada da pastagem será basicamente a área seccional dos troncos das árvores e, graças à realização das desramas frequentes, a pastagem consegue se desenvolver bem sob a copa delas. Já no renque triplo, a forrageira não consegue se desenvolver sob a copa das árvores e, portanto, nessa faixa sem capim está ocorrendo uma substituição de receita, ou seja, a receita perdida na pecuária deve ser compensada/substituída pela receita gerada com a teca.

No caso da teca, a estratégia de adição/composição de renda no sistema silvipastoril visa minimizar a área de interface entre as árvores e a forrageira, aumentando a distância entre as linhas (≥ 16 m) e o espaçamento entre as árvores (≥ 4 m), para reduzir a competição por água, luz e nutrientes. Assim, os sistemas com árvores de teca plantadas em linhas simples, amplamente espaçadas e com manejo de desrama adequado, podem permitir maiores rendimentos das culturas intercalares e períodos de consórcio prolongados. As árvores também apresentarão diâmetros maiores, pois se beneficiam da menor competição intraespecífica e do regime de luz favorável. Além disso, os pecuaristas se beneficiariam com a redução da área perdida para as árvores e com menores custos de estabelecimento e manejo das árvores, conseguindo manter taxa de lotação equivalente ou superior ao pasto sem árvores. Sistemas com maiores distâncias entre as fileiras de árvores e com adoção de técnicas silviculturais como a desrama resultarão em ganhos de rendimentos, devido à redução da competição entre as árvores, redução dos custos de estabelecimento e manejo das árvores, além do maior crescimento em diâmetro das árvores (Gaafar et al., 2006; Bertomeu, 2012).

Portanto, distâncias maiores entre as linhas de teca favorecem o desenvolvimento da forrageira no estrato inferior e a produção de madeira de teca com maiores dimensões, além de permitir o consórcio com a forrageira por maior período e com menores limitações em termos de competição por espaço, luz, água e nutrientes. A combinação de desrama e a redução da densidade das árvores, tanto no estágio de plantio quanto no desbaste, podem provavelmente ser as maneiras mais eficientes de aumentar a transmissão de luz e, assim, aumentar os rendimentos das colheitas e prolongar o período de consórcio (Leroy et al., 2009). Ainda deve ser considerado que a desrama frequente da teca é uma prática de manejo que prolonga o período do consórcio lucrativo e é compatível com a produção comercial de madeira para serraria (Bertomeu et al., 2011).

Assim, na concepção de adição/composição de renda, a árvore de teca manejada corretamente irá interferir muito pouco na produtividade dos demais componentes, mas manterá seus serviços ecossistêmicos com adição/composição e com diversificação de renda (poupança). Na prática, a área ocupada pelas árvores é $\leq 5\%$, basicamente a secção do tronco e o foco consiste na obtenção de produtos madeireiros de maior valor agregado. O número

de árvores na implantação é semelhante ao número de árvores no final do ciclo (corte raso), devendo-se utilizar material genético superior (clones) no plantio e realizar um rigoroso manejo na condução das árvores. Essa é uma estratégia mais conservadora (segura) frente às crises do mercado madeireiro (maior resiliência comercial), sendo a mais indicada para o mercado de madeiras nobres e de logística complicada, tais como ocorrem em quase todo o estado de Mato Grosso, Pará, Goiás, entre outros, respeitando a aptidão edafoclimática da espécie.

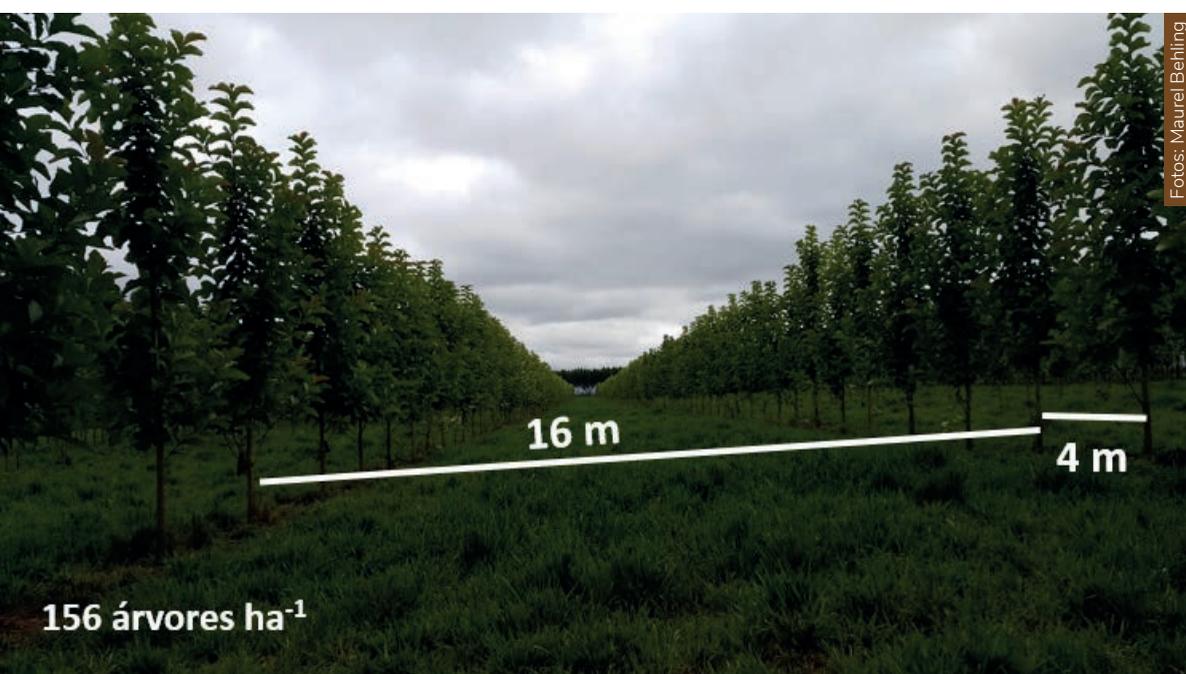
Substituição de renda (renques de múltiplas linhas)

Nessa estratégia de inserção da teca no sistema integrado, a definição do espaçamento entre renques e da densidade de árvores por hectare são fundamentais para o sucesso do sistema. Nela é obrigatório, além da desrama, a realização do desbaste, visando à regulação de luminosidade para os componentes forrageiro e lavoura, bem como para favorecer a taxa de crescimento das melhores árvores e a produção de madeira. No entanto, mesmo com o manejo de desbaste e de desrama das árvores na faixa de projeção da copa, a forrageira não se desenvolve satisfatoriamente (Figura 10).

A manipulação da densidade arbórea em sistemas agrossilvipastoris é uma estratégia adotada para modificar a produção de biomassa dos outros componentes, pelo controle da competição intra e interespecífica. Para se obter níveis de luminosidade adequados para o sub-bosque (50-60%) é indispensável que as práticas de desramas e desbastes sejam realizadas em momentos oportunos. É recomendável realizar desbaste seletivo pré-comercial ao quinto/sexto ano, dependendo da qualidade do sítio e da taxa de competição, onde são retiradas as árvores com troncos retorcidos, bifurcados, com galhos grossos e defeituosos, árvores baixas, até obter a densidade desejada.

Na estratégia de substituição de renda, a árvore de teca irá interferir significativamente na produtividade dos demais componentes, mas, além dos serviços ecossistêmicos, terá que compensar a renda perdida pelos mesmos (substituição). Na prática, a área ocupada pelas árvores é $\geq 15\%$ (faixas) e o foco do sistema são produtos madeireiros diversos (madeira fina e grossa). O número de árvores na implantação é muito maior que o número de árvores no final do ciclo, ou seja, há a necessidade de realizar, pelo menos, um ou dois desbastes intermediários antes do corte raso das árvores. Outro ponto importante é plantar as árvores em quincôncio, para minimizar as tensões de crescimento devido à competição lateral entre as árvores (Figura 10). Trata-se de uma estratégia ousada e pouco eficiente frente às crises do mercado madeireiro (pouca resiliência comercial), sendo mais indicada para mercados consolidados e de excelente logística – nichos de mercado. No cenário atual, não é a melhor estratégia para a teca implantada em sistema ILPF em Mato Grosso, Pará, Goiás, entre outros.

Em dezembro de 2014 foi implantada a URT-ILPF da Fazenda São Paulo, em Brasnorte, MT, no sistema silvipastoril com teca, utilizando a estratégia de adição de renda (Figuras 9 e 10). Estão sendo testados dois clones de teca denominados A1 e A3 e dois arranjos das árvores (linhas simples e duplas), de forma a adicionar/compor renda à produção pecuária (Figura 11). Os arranjos foram implantados em linhas simples separadas entre si por 16 m, com distância entre árvores de 4 m ($16\text{ m} \times 4\text{ m}$) e em linhas duplas, com espaçamento $4\text{ m} \times 4\text{ m}$ entre plantas (plantadas de forma triangular) e a distância de 16 m entre os renques ($16\text{ m} + 2'(4\text{ m} \times 4\text{ m})$).



Fotos: Maureli Behling

Figura 11. Sistemas silvipastoris com teca, clones A1 e A3, arranjo em linhas simples ($16\text{ m} \times 4\text{ m}$) e arranjo de linhas duplas em quincôncio ($16\text{ m} + 2'(4\text{ m} \times 4\text{ m})$), na Fazenda São Paulo, no município de Brasnorte, estado de Mato Grosso.

Até o quinto ano após a implantação, não há diferenças entre o plantio em linhas simples ou duplas e entre os clones A1 e A3, quanto ao crescimento em DAP e altura das árvores de teca. Quanto ao volume individual por árvore, o clone A3, no espaçamento 16 m x 4 m, apresentou menor crescimento. O arranjo de linhas duplas apresentou, independente do clone de teca, produção volumétrica ha^{-1} 1,8 vezes maior que àquela das linhas simples. As linhas simples, aos quatro anos, apresentaram o incremento médio anual em altura de $3 \text{ m ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, enquanto nas linhas duplas o valor foi $5,6 \text{ m ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Figura 12). A taxa de lotação da pecuária varia entre 2-4 UA ha^{-1} entre o período seco e chuvoso.

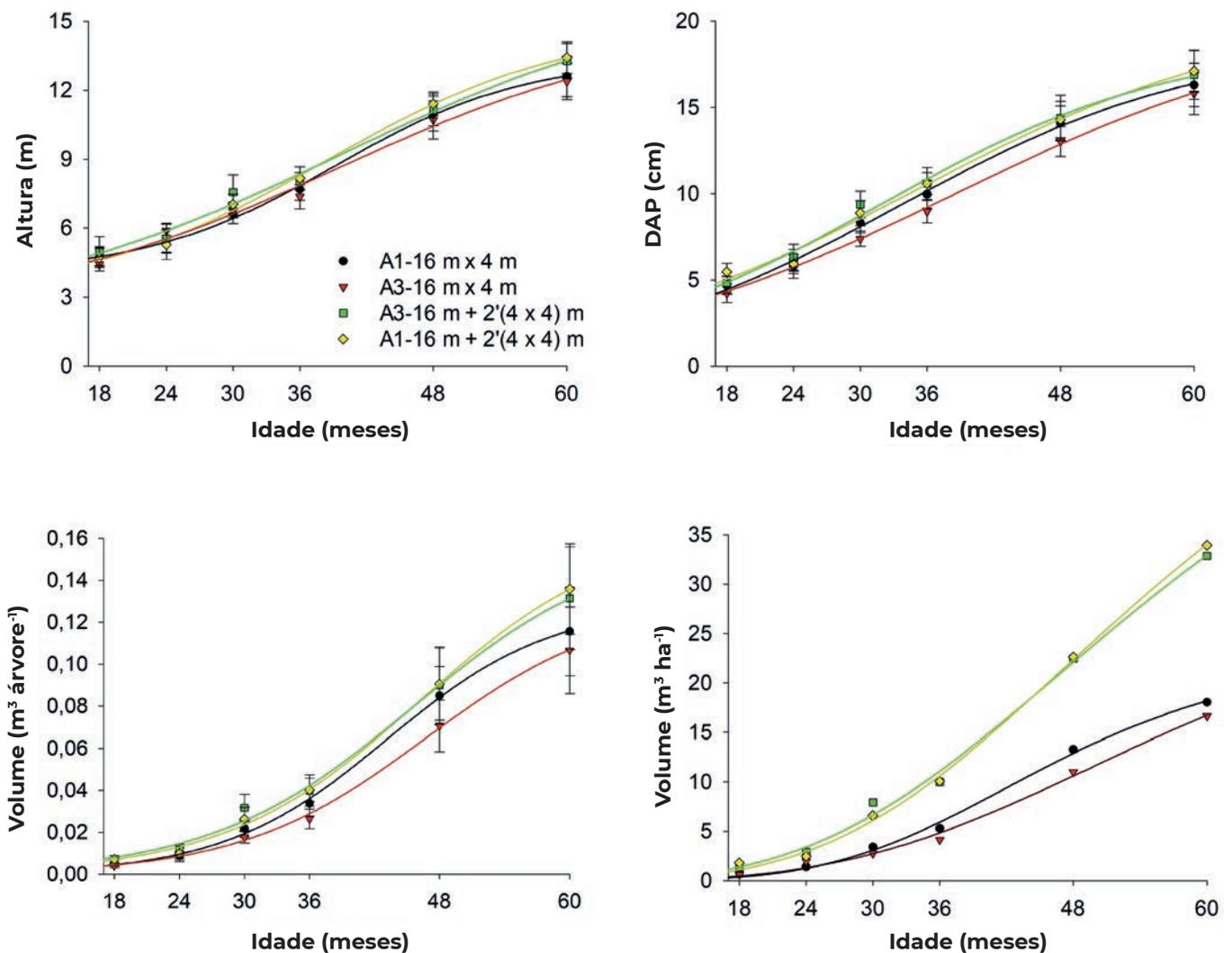


Figura 12. Desenvolvimento da teca no sistema silvipastoril (clones A1 e A3) em função da idade, na Fazenda São Paulo, no município de Brasnorte, estado de Mato Grosso.

Fonte: Maurel Behling e Flávio Jesus Wruck.

Por que usar clones de teca em sistemas de ILPF?

A adoção da silvicultura clonal da teca já é predominante nos novos empreendimentos no Brasil e tem se mostrado superior quanto ao formato do fuste, tolerância às doenças e crescimento em diâmetro e volume das árvores (Figura 13). A escolha de genótipos melhorados tem sido responsável pelos maiores incrementos de produtividade na silvicultura brasileira (Gonçalves et al., 2013; Binkley et al., 2017). Portanto, a seleção cuidadosa de genótipos superiores poderá aumentar substancialmente a produtividade da teca (Schühli; Paludszyn Filho, 2010).

O emprego de clones geneticamente superiores permitiu um salto tecnológico, ampliando a capacidade da teca em ocupar maior variabilidade de condições edáficas e possibilitando, por exemplo, a menor densidade inicial de árvores em sistemas integrados. Além disso, proporcionou respostas positivas aos tratos culturais, em especial à fertilização e à adoção de diferentes regimes de desbastes e, ainda, despertou maiores investimentos e iniciativas para seu melhoramento genético. A produtividade registrada em certos plantios clonais, somada à adoção de manejo adequado, já supera 30% de ganhos (Goh; Monteuis, 2012), sem contar o ganho em uniformidade de crescimento, padronização e sanidade do povoamento, precocidade para o corte final, qualidade do fuste e da madeira (Takizawa, 2020).

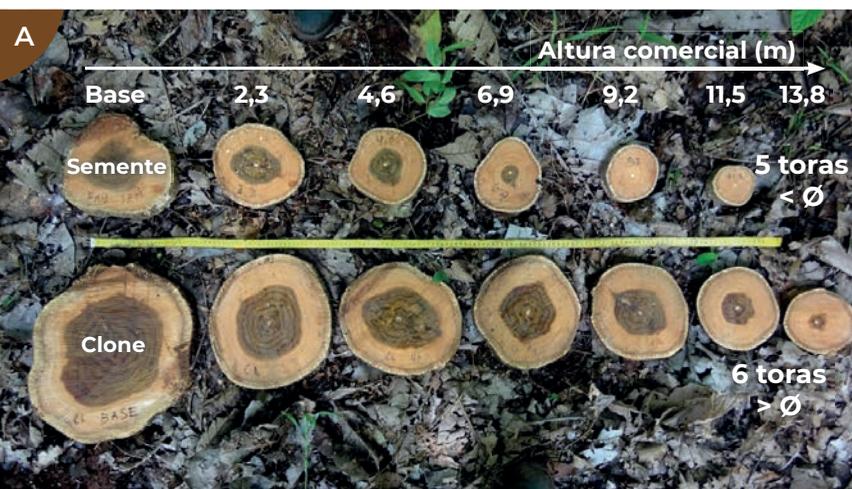


Figura 13. Comparações entre plantios clonais e seminais instalados no mesmo local em Mato Grosso: A) alterações na seção transversal do tronco da árvore clonal (abaixo) versus seminal (acima) aos nove anos de idade, B) sistema radicular da árvore oriunda de semente, aos três anos e C) sistema radicular do clone, aos três anos de idade.

Atualmente, com a evolução da silvicultura clonal, a disponibilidade de mudas clonais no mercado tem aumentado, facilitando o seu acesso por produtores rurais interessados. Os principais clones de teca plantados são: A1, A2, A3, A8, E8 e E9. Apesar dos resultados dos plantios clonais de teca serem muito promissores, um plano de monitoramento global é necessário para avaliar o desempenho dos clones tanto do ponto de vista biológico como financeiro, em diferentes condições operacionais, além de determinar sob quais condições as plantações clonais devem ser preferidas às plantações seminais. É, também, extremamente necessário e urgente o desenvolvimento de clones específicos para sistemas integrados.

Os plantios clonais de teca crescem mais rápido que os plantios seminais (Jerez-Rico; Coutinho, 2017). Sob as mesmas condições de sítio e submetidas ao mesmo manejo, as árvores clonadas mostram ganhos médios superiores de até 36% no volume total, comparativamente às árvores seminais (Figura 13). Tais resultados indicam boas perspectivas para a redução do período de rotação da teca, ou substancial aumento no volume de madeira produzido após o ciclo de corte tradicional de 25 anos. A expectativa no sistema silvipastoril, com uso de clones de teca, é realizar o corte raso das árvores entre 18-20 anos. No campo, a diferença de crescimento entre árvores clonais e seminais é facilmente percebida (Figura 14). Por exemplo, em plantações comerciais com 12 anos de idade no Brasil, os clones mostraram crescimento em diâmetro (14%) e volume por árvore (40%) superiores às plantações seminais crescendo em condições locais semelhantes (Jerez-Rico; Coutinho, 2017). Já em sistemas silvipastoris em Mato Grosso, também com 12 anos de idade, o clone A1 apresentou crescimento 28% maior em DAP, 21% maior em altura total e 80% maior em volume total, quando comparados às árvores seminais, no mesmo talhão (Figura 15).

São relatados IMAs de $32 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para plantios clonais do México e Brasil (Ugalde Arias, 2013). No Mato Grosso, plantações clonais com dez anos mostram incrementos de diâmetro superiores aos 3 cm ano^{-1} , excepcional crescimento em altura e maior volume por área, devido a homogeneidade de crescimento do talhão (Ugalde Arias, 2013). Os clones avaliados têm sido mais resistentes à ferrugem da teca (*Olivea neotectonae*), possuem melhor desrama natural e sistema radicular superficial mais denso (Smit; Oestreich, 2014). Do exposto, observa-se fortes indícios de que as maiores produtividades da teca são observadas em plantações clonais quando comparadas aos plantios seminais (Figura 15). Portanto, na implantação de sistemas integrados com teca, recomenda-se utilizar o melhor material genético disponível (clones superiores).



Figura 14. Plantio com mudas seminais (A) versus mudas clonais de teca (B) no sistema silvipastoril, aos 5,5 anos de idade, na Fazenda Bacaeri, no município de Alta Floresta, estado de Mato Grosso.

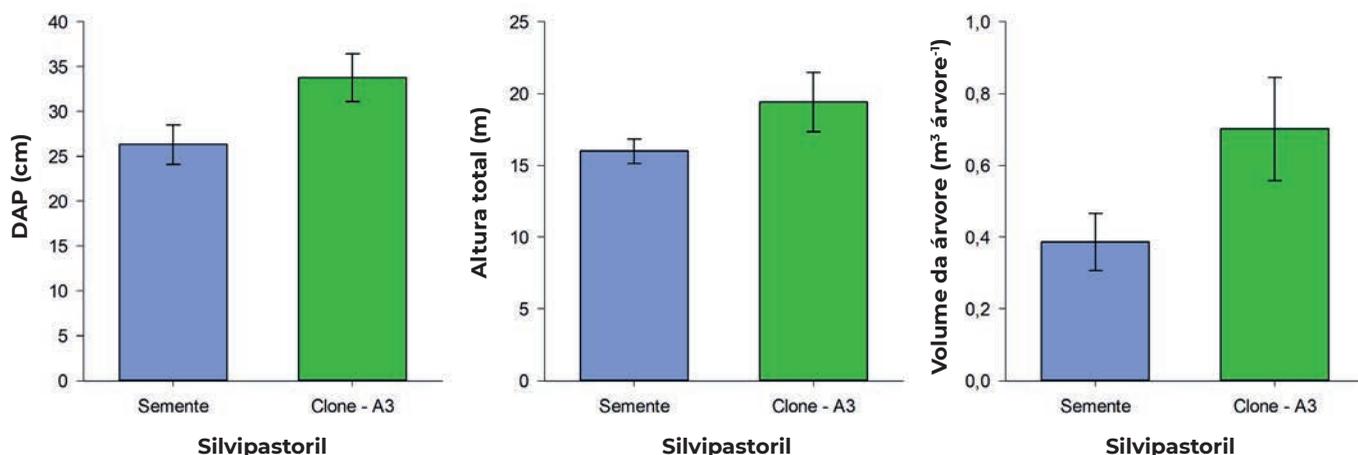


Figura 15. Comparação entre plantio seminal e o clone A3 de teca no sistema silvipastoril de linhas simples (20 m x 2,5 m) aos 12 anos de idade, na Fazenda Bacaeri, no município de Alta Floresta, estado de Mato Grosso.

Fonte: Maurel Behling e Flávio Jesus Wruck.

Implantação do sistema

O produtor deve se certificar de que a região selecionada atende às demandas edafoclimáticas para o adequado desenvolvimento da teca. A correta recomendação da calagem e da adubação deve ser pautada nas características químicas do solo e nas exigências da teca, para garantir a quantidade de nutrientes necessária para o seu pleno crescimento. A amostragem do solo deve seguir os princípios estabelecidos nos manuais de recomendação de calagem e de adubação da região onde será implantado o sistema de ILPF. Além disso, o encaminhamento da amostra para análise em laboratório credenciado de solo possibilitará a interpretação e a recomendação eficientes de corretivos e fertilizantes.

Respostas positivas às adubações são mais prováveis em solos de baixa fertilidade; em contraste, a menor probabilidade de resposta ocorre em solos onde a fertilidade natural atende as exigências nutricionais da teca. No sistema integrado, independentemente de haver respostas, a adubação de plantio (de arranque) irá garantir maior uniformidade e permitir a redução do tempo para a entrada dos bovinos no sistema. Em solos ácidos ($\text{pH} < 6$), recomenda-se que a saturação de alumínio seja $< 4\%$ e a saturação de cálcio $> 67\%$, para o bom crescimento da teca (Jerez-Rico; Coutinho, 2017). A recomendação geral consiste na elevação da saturação de bases acima de 50% , acompanhada de fertilização com nitrogênio, fósforo e potássio e microelementos.

Os sistemas de ILPF têm sido uma boa opção para a renovação/reforma de pastagens degradadas, em seus diferentes níveis, em áreas mecanizáveis com solo apto para lavoura. Nestes casos, depois de corrigido (saturação de bases $> 50\%$), o solo recebe o componente florestal (teca) consorciado com a lavoura, implantada no sistema de plantio direto (quando as condições físicas do solo permitirem) ou convencional, permanecendo nesta fase de um a três anos, no máximo. A partir de então, a lavoura é substituída pela pecuária, dando início à fase silvipastoril (pastagem arborizada) do sistema que permanecerá até o corte raso da teca (idade mínima de 18 anos), fechando o ciclo produtivo do sistema integrado. Após a incorporação do calcário em toda a área de implantação do sistema de ILPF, é realizada a marcação das linhas de plantio da teca e o seu preparo com sulcador florestal. É importante considerar a estratégia para definição das distâncias entre as linhas da teca (adição ou substituição de renda) e levar em conta a mecanização da área, especialmente para a utilização de pulverizadores e colhedoras para os cultivos anuais.

No sistema estritamente silvipastoril, o preparo é realizado somente na faixa de plantio da teca, por meio de calagem (com base na análise de solo) e gradagem de uma faixa de 3-4 m de largura para a incorporação do calcário. A linha de plantio é preparada com sulcador florestal (50-60 cm de profundidade) juntamente com a adubação de plantio. Em áreas de solo de textura média à argilosa e com precipitação pluviométrica anual superior a 1.700 mm, é recomendado o levantamento de uma leira de 20 cm de altura (murundum) após a sulcagem, para reduzir a possibilidade de encharcamento do solo e obter maior padronização no crescimento das árvores, pois ela favorece o estabelecimento e desenvolvimento do sistema radicular (Figura 16). A teca plantada no murundum apresenta maior crescimento e uniformidade na altura total, com incremento de até 65% das árvores em classes superiores de altura, no primeiro ano após o plantio (Costa et al., 2015). Em solos leves (textura média à arenosa), o produtor pode optar por menor revolvimento do solo (cultivo mínimo), usando somente o sulcador florestal e a calagem feita em superfície, associada com a aplicação de gesso agrícola, $\text{DG} = 75 \times \% \text{ de argila}$, onde DG é a dose de gesso agrícola (kg ha^{-1}) com 15% de enxofre (Sousa et al., 2005).

O plantio deve ser efetuado na primeira metade do período chuvoso, de outubro a janeiro, dependendo da região, pois ocorre grande redução no crescimento inicial da teca quando o plantio é realizado na segunda metade do período chuvoso (Jerez-Rico; Coutinho, 2017). É recomendável esperar o valor acumulado entre 30-50 mm de chuvas antes do plantio, para que o solo atinja quantidade razoável de umidade e garanta o bom pegamento das mudas. Imediatamente antes do plantio, as mudas deverão ser mergulhadas em uma solução com 1,5% de concentração de fosfato monoamônio (MAP) e 1% de concentração de cupinicida (apenas quando há presença de cupins na área), durante 1 minuto ou quando o borbulhamento (saída de gases do substrato) cessar, encharcando todo o sistema radicular e o caule das mudas até o nível do coleto. Após encharcamento, retirá-las e deixar escorrer o excesso de calda por 2 minutos. Aguardar a secagem das bandejas antes de efetuar o plantio das mudas. A adubação de plantio deve ser feita em covetas laterais, distanciada a 20 cm das mudas, ou no fundo do sulco de plantio, para evitar danos causados pelo efeito salino nas raízes da muda. A necessidade de adubação de cobertura deve levar em consideração as análises químicas do solo.



Figura 16. Plantios de teca sem o preparo do murundum (A e C) e com o murumndum (B e D) no sistema silvipastoril, na Fazenda Bacaeri, no município de Alta Floresta, estado de Mato Grosso.

Controle da mato-competição em sistemas de ILPF

A teca é particularmente sensível à competição com gramíneas e outras ervas daninhas, tanto no que se refere à disponibilidade de água, como de nutrientes e até de luz. No plantio homogêneo, a partir do segundo ano, o sombreamento proporcionado pela teca evitará, em boa parte, o desenvolvimento das plantas daninhas, reduzindo a necessidade de capinas e de roçadas. De modo geral, a partir do terceiro ano, esses tratos culturais podem ser dispensados, considerando o caso de plantio com bom desenvolvimento das árvores.

Na integração da teca com a cultura forrageira, a braquiária influencia negativamente no crescimento em altura e diâmetro da teca, quando comparada ao sistema de monocultura, incluindo neste caso também o efeito na área basal e no crescimento em classes sucessivas de diâmetro (Medeiros et al., 2019). Essa redução no crescimento pode ser explicada pela competição entre os componentes (Domingos Júnior; Coelho, 2018), restrição do desenvolvimento do sistema radicular (Schaller et al., 2003) e possíveis efeitos alelopáticos diretos e indiretos (Silva et al., 2017). Entretanto, experiências recentes (2009-2012) no Brasil confirmam que os clones de teca toleraram melhor a associação com gramíneas, como a braquiária, quando comparados às árvores obtidas de sementes (Ugalde Arias, 2013).

No sistema silvipastoril será necessário manter o coroamento da teca bem-feito apenas durante o primeiro e segundo ano após plantio. No terceiro ano, esse coroamento é mais importante para o período seco. Assim, após o período seco do terceiro ano, recomenda-se deixar o capim chegar ao pé da árvore de teca, com objetivo de potencializar a produção de forragem/carne. Mesmo que ocorra certa competição da forrageira com a teca, ela será compensada pelo efeito de bordadura no crescimento das árvores. Ainda que possa ocorrer a redução do crescimento da teca com a competição da forrageira comparada à teca no sistema silvipastoril, sem a competição com a forrageira (coroamento intenso), o sistema sob a primeira condição é compensado pelo ganho na produção da pecuária, ou seja, manter a taxa de lotação igual ou superior ao pasto sem as árvores com elevada produção de carne. Em síntese, deve-se prever o coroamento mais intenso apenas para os dois primeiros anos após o plantio e, pelo menos, uma operação de coroamento no início da terceira estação seca após o plantio.

No caso dos sistemas com o componente lavoura, além do coroamento da teca, deve-se tomar muito cuidado com a deriva no momento da aplicação dos herbicidas, na faixa destinada à produção de grãos. São recorrentes os problemas relacionados à fitotoxidez provocada por aplicação do glifosato (deriva), o que causa encarquilhamento das folhas, sintoma muito

semelhante à deficiência de boro (Figura 17). Para evitar a deriva, deve-se regular bem os implementos e utilizar bicos antideriva com indução de ar para evitar problemas e manter a barra de aplicação mais baixa e próxima ao dossel das plantas invasoras. Não se deve fazer a aplicação do herbicida se a umidade relativa do ar estiver abaixo de 50%, temperaturas acima de 30 °C e velocidade dos ventos acima de 10 km h⁻¹. Realizar a aplicação nas horas com temperaturas mais amenas do dia, com pouco vento e em dias com maior umidade do ar.

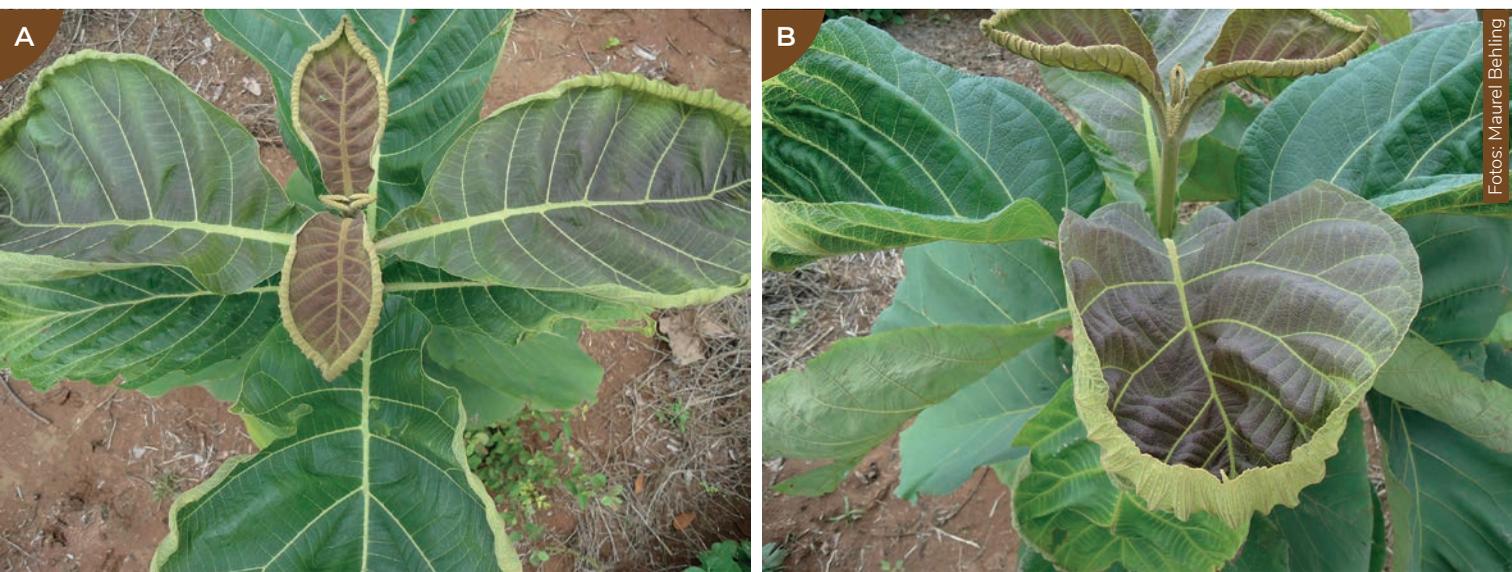


Figura 17. Detalhes de sintomas decorrentes da fitotoxidez devido à aplicação de glifosato (deriva) em área de integração lavoura-pecuária-floresta com teca, na Fazenda Brasil no município de Nova Xavantina, estado de Mato Grosso.

Insetos-pragas e doenças

Os insetos-pragas e as doenças mais importantes por causarem os maiores danos às plantações comerciais de teca, em vários países da América Tropical, são a ferrugem (*Olivea neotectonae*), a lagarta desfolhadora (*Hyblaea puera* sp.) e a dieback, síndrome da podridão-descendente da teca (Ugalde Arias, 2013). Não há relatos de danos econômicos causados por elas em sistemas integrados, mas é importante que sejam monitoradas. As formigas cortadeiras também estão se tornando um problema comum para o cultivo de teca na América Latina (Jerez-Rico; Coutinho, 2017). No Brasil, os danos à teca são causados, principalmente, pelas formigas cortadeiras da espécie *Atta sexdens rubropilosa* (Peres Filho et al., 2006). O ataque ocorre em qualquer estágio de crescimento, mas é mais prejudicial nas plantas jovens, onde a desfolha da copa pode ocasionar a morte do broto apical, causando

bifurcações e retardando o crescimento da planta. Os sistemas de ILPF, devido ao menor número de árvores por área, requerem maior atenção com as formigas cortadeiras. Portanto, os formigueiros devem ser identificados e combatidos antes mesmo do plantio das mudas. A forma mais prática de controle é por meio das iscas granuladas, com o monitoramento periódico dos formigueiros remanescentes e das novas infestações. O controle antecipado de cupins também é importante, mas seu monitoramento após a implantação deve ser contínuo, assim como manejo integrado de insetos-pragas e doenças para prevenir e minimizar os danos às árvores. As práticas incluem medidas químicas, biológicas, culturais e silviculturais.

Condução da desrama em sistemas de ILPF

Conforme ocorre com algumas espécies florestais, a teca não possui arquitetura de copa favorável, fuste alto e copa pouco densa, para os sistemas de ILPF. O amplo espaçamento utilizado nos sistemas de ILPF, favorece a maior taxa de crescimento individual das árvores e estimula a emissão de ramos laterais, conferindo maior vigor e persistência aos mesmos. Como o propósito das árvores no sistema integrado é a produção de madeira limpa, sem nós, a derrama artificial (poda) é obrigatória. Ela consiste na remoção dos ramos laterais, mediante corte dos ramos rentes à sua inserção no tronco, procurando não danificar a casca, tornando a madeira livre de nós e de outras deformações.

A execução da desrama garantirá a obtenção de madeira de melhor qualidade para o mercado interno e, principalmente, o internacional, pois melhora a qualidade do fuste ao aumentar a proporção de madeira livre de nós. No entanto, por ser uma atividade cara e que pode afetar o crescimento da árvore, ela deve ser cuidadosamente planejada e executada. A estação seca tem sido a época recomendada para a desrama, realizada de forma progressiva para garantir boa relação copa viva/altura total. Todavia, constatações práticas demonstram que as desramas de teca realizadas entre novembro e maio (entre o início do período vegetativo e início do florescimento), no período da estação chuvosa no estado de Mato Grosso, têm proporcionado menor emissão de rebrota nas árvores.

As intervenções são necessárias logo após o plantio, pois algumas mudas de teca poderão emitir mais de um broto, que tomará a direção vertical e competirá com o caule principal. Desta forma, é preciso realizar a desbrota (eliminação dos brotos laterais) antes que eles engrossem muito e comprometam o alinhamento e a resistência da planta. Eventualmente, será necessário o repasse, decorridos 90 dias da primeira desbrota. Para a realização da

desbrota, deve-se fazer a seleção do caule/ramo principal ou broto mais vigoroso quando ele alcançar 50 cm de altura e não ultrapassar 2-3 cm de diâmetro, com posterior eliminação dos brotos ladrões (Figura 18). A retirada dos brotos deve ser feita com tesoura de poda pequena e afiada, nunca quebrando-os com a mão, pois isso acaba danificando o broto selecionado como apto.

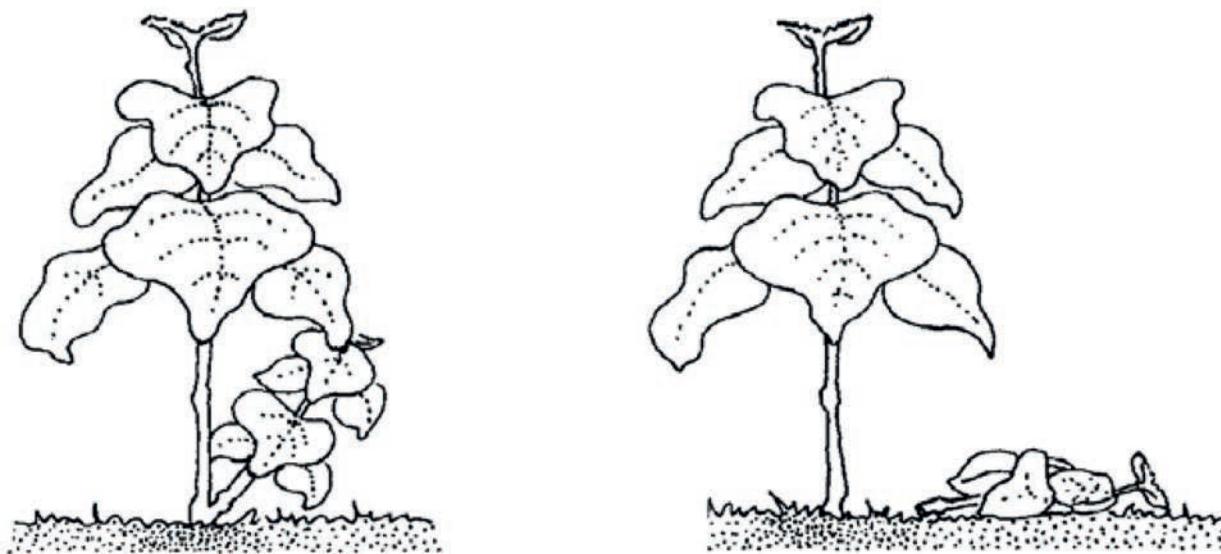


Figura 18. Detalhes da realização da desbrota da teca após emissão de brotos laterais.

Fonte: Manual do cultivo da teca (2006).

Após a fase de desbrota, a primeira desrama é recomendada quando as árvores atingirem de 3-4 m de altura ($\pm 1,5$ anos), com a remoção dos ramos localizados no terço inferior da altura total das árvores. A segunda desrama é realizada entre o segundo e terceiro ano, com a remoção dos ramos até metade da altura total da árvore. Em seguida, é feita a terceira desrama até 7 m do fuste, limitada a até dois terços da altura total da árvore ou 50% da altura de copa. As demais desramas são recomendadas sempre que os galhos atingirem 2,5-3,0 cm de diâmetro na base até a obtenção de fuste livre com 10-12 m de altura (visando à obtenção comercial de 4-5 toras de 2,3 m de comprimento), pelo menos para as melhores árvores. A altura da poda deve ser elevada em intervalos determinados, com base no comprimento de tora desejado; assim, para obter pelo menos quatro toras (2,3 m de comprimento), os fustes comerciais livres devem ter pelo menos 10 m (Ugalde Arias, 2013) e para cinco toras devem ter, pelo menos, 12 m. Experimentos estão sendo realizados no Brasil para estudar os efeitos biológicos e financeiros da desrama acima de 6 m, tanto nos plantios homogêneos quanto nos sistemas silvipastoris.

As intervenções de desramas devem ser realizadas de modo que a remoção dos galhos se faça antes que eles atinjam grandes proporções e drenem quantidade substancial de assimilados da árvore, reduzindo o crescimento em diâmetro do tronco e a produção de madeira serrada de qualidade. Os galhos grossos também podem acentuar a conicidade do tronco ou produzir alguma sinuosidade ao longo do tronco, prejudicando o rendimento do seu desdobro. Por isso, além de haver a preocupação em avaliar a forma da copa, é preciso considerar a distribuição vertical dos galhos de diferentes dimensões. A condução das desramas requer atenção especial do produtor. Em muitas situações, observa-se que as restrições edafoclimáticas para o bom desenvolvimento da teca são agravadas por falhas na condução das desramas das árvores, ou seja, a vocação e capacitação do produtor são fatores importantes no processo para obtenção de madeira com boa qualidade (Figura 19).



Figura 19. Comparação entre duas áreas de teca no sistema de integração, com três anos de idade e condições edafoclimáticas semelhantes, porém com manejos distintos de controle da mato-competição, controle de formigas e desramas.

Operacionalmente, a realização das desramas nos sistemas integrados de produção agropecuária é feita em três etapas distintas, a desrama baixa, intermediária e alta são realizadas anualmente de forma sequencial (Figura 20):

Desrama baixa: realizada por terra com auxílio de podão até 3,5 m de altura, a partir dos 1,5 anos até o corte raso das árvores. O rendimento operacional médio é 350 árvores dia⁻¹ e custava menos de R\$ 1,00 árvore⁻¹, em 2020.

Desrama intermediária: realizada com o auxílio de carretinha e moto-poda na altura entre 3,5-7,0 m de altura (carretinha à altura de 3,30 m do solo + 3,5 m da moto-poda), feita a partir do terceiro ano até o corte raso das árvores. O rendimento operacional médio é 250 árvores dia⁻¹ e custava R\$ 2,15 árvore⁻¹, em 2020.

Desrama alta: realizada com o auxílio de plataforma automotriz entre 7-12 m de altura (plataforma de elevação com altura ajustável), feita a partir do quinto ano (para elevar o fuste primeiro para 9 m) até o corte raso das árvores, com o objetivo de atingir os 12 m de altura de fuste. O rendimento operacional médio é 200 árvores dia⁻¹ e custava R\$ 4,00 árvore⁻¹, em 2020 (Figura 20).



Figura 20. Detalhes das etapas de realização de desramas (baixa, intermediária e alta) em árvores de teca, em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta.

Os primeiros seis anos podem ser definidos como o período de formação do fuste. Posteriormente a essa fase, são realizadas as desramas de manutenção, ou seja, as desramas baixa, intermediária e alta são realizadas anualmente, de forma sequencial, desde a base da árvore até os 12 m de fuste. Elas são realizadas somente nas árvores com potencial de aproveitamento para serraria.

Além de produzir madeira livre de nós, observa-se que as árvores adequadamente desramadas apresentam fustes cilíndricos, melhor forma de tronco e tronco menos retorcido. Possíveis desvantagens incluem menor crescimento das árvores desramadas e redução do volume de madeira quando as toras são serradas (Jerez-Rico; Coutinho, 2017). Ela deve ser realizada com os galhos ainda pequenos/finos (2,5-3,0 cm) para reduzir danos à madeira e custos, independentemente da época do ano. No caso de galhos com diâmetros superiores a 3 cm, a desrama deve ser realizada na época de menor crescimento das árvores (época seca). A desrama em alturas que sejam superiores a dois terços da altura total da árvore deve ser evitada, pois a experiência tem demonstrado a ocorrência de queda da produtividade quando se realizam podas mais intensas, por causa da redução da área foliar, além de induzir intensa rebrota no tronco da árvore devido à perda de dominância apical. A recomendação geral é não remover mais que 50% da altura de copa, podendo, em casos excepcionais, ser limitada a dois terços da altura total da árvore.

As ferramentas mais adequadas para a realização da desrama são: serrote de poda, moto-podas e motosserra. Até a altura de 3,5 m, utiliza-se serrote acoplado à haste de alumínio telescópica. Para alturas entre 3,5-7,0 m são utilizadas diferentes soluções pelos produtores e uma delas é a carreta adaptada acoplada ao trator, sobre a qual o operador da moto-poda, munido de equipamento de proteção individual (EPI), realiza a desrama. Acima de 7 m são usadas plataformas de construção automotrizes, onde duas pessoas (operador da plataforma e operador de motosserra) realizam o trabalho de 12 pessoas, na condução de desramas da teca. A desrama se faz obrigatória para agregar valor à madeira de teca, como também manter o número de árvores para serraria. Possibilita também aumentar a incidência de luz na forrageira e melhorar a interação entre os componentes. Nos arranjos onde o desbaste também é necessário, ele tem o principal propósito de favorecer as melhores árvores para produção de toras.

Entrada dos animais nos sistemas silvipastoris com teca e o conforto térmico

Nas regiões com vocação agrícola, recomenda-se que a lavoura de grãos seja conduzida até o terceiro ano ou até que as árvores atinjam porte ideal para a entrada dos animais no sistema, sendo convertido para o sistema silvipastoril. Nas regiões tradicionais de pecuária, sem possibilidade de fazer agricultura, inicia-se o sistema silvipastoril com a expectativa de entrada dos animais no sistema entre 10-18 meses após o plantio da teca, dependendo da

taxa de crescimento das árvores. Os animais devem entrar no sistema quando a maioria das árvores estiver com altura de 3 m e DAP entre 3-4 cm. Neste caso, recomenda-se inicialmente a entrada de animais jovens (até cerca de 220 kg). No caso da implantação do sistema silvipastoril, sem reforma da pastagem, antes do plantio, é feito o rebaixamento do pasto por meio de maior pressão de pastejo (maior lotação animal). Após o plantio das árvores de teca, a pastagem é vedada até que as árvores atinjam o porte mínimo necessário para a entrada dos animais no sistema, conforme descrito anteriormente. A entrada de animais adultos só deve ocorrer após o segundo ano de plantio da teca.

O conforto térmico para os animais consiste em uma das principais críticas ao sistema silvipastoril com teca. Por se tratar de espécie caducifólia, no período seco, o mais crítico para os animais, não haveria disponibilidade de sombra adequada para os bovinos. No entanto, a época de desfolha da teca varia de abril a agosto e depende da qualidade do sítio florestal. Por exemplo, enquanto no município de Jangada, MT, a teca aborta suas folhas em abril devido ao solo raso, em regiões de solos profundos, ela irá ocorrer apenas em agosto, como acontece nos Nitossolos do município de Tangara de Serra, MT. Logo, o período sem a sombra das árvores é menor em área de maior aptidão para a teca. Assim, em regiões mais restritas para o seu desenvolvimento, o conforto térmico para os animais poderá ser garantido mediante a inserção de uma segunda espécie florestal perenifólia. Como exemplo pode ser citado o consórcio de teca com o eucalipto, onde a cada cinco linhas de teca poderá ser inserida uma linha de eucalipto para perenizar a sombra no sistema. Estudos recentes têm demonstrado a possibilidade do consórcio de teca com mogno-africano (*Khaya* sp.), outra espécie perenifólia que resolveria o problema de ausência de sombra no período seco do ano.

Idade de rotação da teca no sistema de ILPF

Para a produção de madeira nobre de teca, a idade ideal de colheita depende não apenas do volume do talhão, mas do grande volume de árvores individuais (fustes de grandes diâmetros, comprimentos adequados e sem defeitos) e da qualidade da madeira. As considerações sobre a qualidade da madeira incluem tamanho e frequência dos nós, defeitos e suas propriedades físico-mecânicas, tais como resistência, durabilidade e estabilidade. Além disso, a atratividade (cor da madeira, grã, entre outros) é muito importante. Novamente, as considerações financeiras são críticas, dada à necessidade de retornos rápidos, embora preocupações ambientais como a redução do desmatamento ilegal e questões de percepção possam influenciar as decisões sobre esse assunto.

O tempo de rotação dos plantios de teca está compreendido entre 80-120 anos na sua região de origem e entre 18-25 anos no Brasil. O ciclo de 16 anos é considerado o mínimo para obter o rendimento final da madeira, com qualidade mínima aceitável para atender aos padrões do mercado internacional. Por exemplo, na Índia e na Indonésia, as empresas estatais usam rotações entre 60-80 anos para produzir madeira de melhor qualidade para laminação. Por outro lado, na América Latina, rotações de 20 anos são preferidas por empresas privadas e pequenos proprietários que precisam de retornos rápidos (Jha, 2016).

O crescimento da teca em sistemas integrados é favorecido e semelhante aqueles de árvores da bordadura nos plantios homogêneos, ou seja, as árvores crescem com menor competição intraespecífica. Os resultados observados no campo indicam boas perspectivas para a redução do período de rotação da teca ou um substancial aumento no volume de madeira produzido no ciclo de corte tradicional de 20-25 anos. A expectativa em sistemas silvipastoris, utilizando clones melhorados de teca, é realizar o corte raso das árvores entre 18-20 anos.

Risco de incêndios e a teca

A teca é uma espécie tolerante ao fogo, desde que não seja intenso ou não se repita com frequência no mesmo talhão. As árvores jovens podem sofrer danos graves e permanentes, porque suas cascas não são suficientemente espessas. Além disso, o fogo estimula o crescimento de brotos laterais na parte inferior do fuste, podendo deixar manchas na madeira devido à entrada de patógenos através das lesões ocasionadas na base do tronco. As lesões provocadas pelo fogo na base tronco, dependendo da intensidade, podem atingir mais de 1,5 m de altura (fora ou dentro da árvore). Isso ocorre principalmente em plantações desbastadas, onde grandes ramos foram deixados como resíduos, os quais contribuem para elevar a intensidade do fogo. Além disso, o fogo pode causar perdas de nutrientes devido à queima de matéria orgânica e de serapilheira.

As árvores de teca no campo representam grande capital imobilizado e o fogo é sempre um risco eminente ao investimento. Assim, a propriedade deve ter uma equipe organizada de prevenção e patrulha de incêndio com equipamentos e infraestrutura necessários (torres de observação, dispositivos de comunicação e outros) para prevenção e combate ao fogo. É também de extrema importância que sejam feitos aceiros, margeando a área do sistema integrado, para evitar a entrada de fogo na área, que pode causar grandes prejuízos.

Retorno econômico da teca nos sistemas de ILPF

O retorno do investimento feito pelos produtores que implantam a teca nos sistemas integrados de produção agropecuária é maior que aqueles que utilizam sistemas exclusivos de lavoura, pecuária ou plantios homogêneos da teca. Essas conclusões são resultado da primeira fase de um projeto iniciado em 2013, por meio da parceria entre Embrapa, Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária (Imea) e Associação Rede ILPF. A avaliação está sendo realizada em cinco URTEs com sistemas de ILPF em Mato Grosso. As informações econômicas coletadas nessas propriedades, a partir da organização dos custos baseada no Sistema ABC (sigla do inglês Custo Baseado em Atividades), evidenciou a importância do bom planejamento para o melhor retorno financeiro para o produtor. Embora os dados confirmem a viabilidade econômica dessas URTEs, a correta definição da configuração do sistema e o estudo prévio de mercado são determinantes para garantir a competitividade do sistema.

A comparação entre as cinco URTEs, na primeira etapa de avaliação econômica, mostrou lucratividade variando de R\$ 0,20 a R\$ 3,70 para cada R\$ 1,00 investido na produção. O Valor Presente Líquido Anual (VPLA), que é a receita por hectare a cada ano, variou de R\$ 152,40 a R\$ 2.175,00 (Figura 21). Grande parte das variações entre os valores são explicados por questões climáticas, localizações das fazendas e oscilações de câmbio, de mercado e de custos de produção. Entretanto, a configuração do sistema escolhido e os produtos gerados também fizeram diferença, principalmente no valor agregado ao componente florestal.

O melhor resultado, por exemplo, foi obtido pela Fazenda Bacaeri, com o sistema silvipastoril com teca. O bom preço da teca e a existência de mercado garantido para a produção elevaram a lucratividade e a renda do produtor. Já na Fazenda Brasil, mesmo com a rentabilidade da soja no início do sistema e da pecuária na sequência, a falta de mercado para a teca de ciclo curto reduziu o índice de lucratividade do sistema (Figura 21).

Na comparação dos dois sistemas com teca, das Fazendas Bacaeri e Gamada, também se observou diferença considerável nos resultados econômicos. Nesse caso, a estratégia de inserção da teca no sistema foi determinante. Na Fazenda Bacaeri foi adotada a estratégia de adição/composição de renda, com a teca implantada em linhas simples (20 m x 3 m), com número de árvores na implantação semelhante ao número de árvores no final do ciclo, interferindo muito pouco na produtividade da pecuária, estratégia essa mais conservadora (segura) frente às crises do mercado madeireiro (maior resiliência

comercial). Já na Fazenda Gamada, foi utilizada a estratégia de substituição de renda, onde as árvores de teca interferiram significativamente na produtividade dos demais componentes. Neste caso, a teca foi implantada em renques de linhas triplas espaçados entre si por 20 m (20 m + 3'(3 m x 3 m)), ou seja, o número de árvores na implantação é muito maior que o número de árvores no final do ciclo, com a necessidade de realizar, pelo menos, dois desbastes intermediários antes do corte raso das árvores.

Avaliação econômica de URTEs de ILPF em Mato Grosso

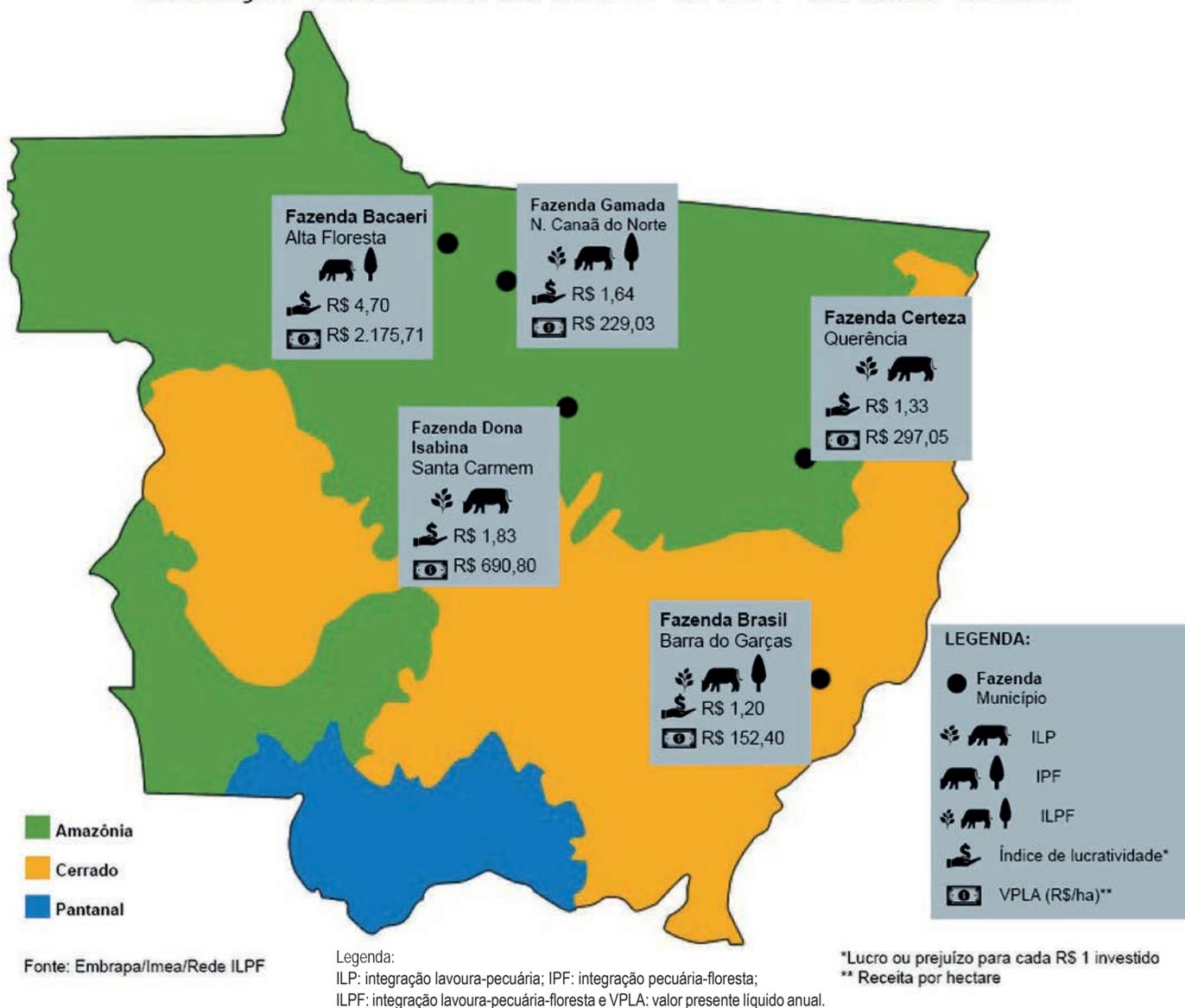


Figura 21. Avaliação econômica de Unidades de Referência Tecnológica e Econômica (URTE) com sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) em Mato Grosso.

Na Fazenda Gamada, apesar da integração com a lavoura nos três primeiros anos (sistema silviagrícola) e, posteriormente, com a pecuária (sistema silvipastoril), vários fatores técnicos contribuíram para a menor lucratividade (R\$ 0,64 para cada R\$ 1,00 investido) quando comparados à Fazenda Bacaeri. A redução na produção de grãos no terceiro ano e a redução gradativa na produtividade da pecuária a partir do terceiro ano, devido a faixa imobilizada pelas árvores e o sombreamento excessivo, explicam a menor lucratividade do sistema. Deve-se também considerar o baixo valor agregado na madeira de teca obtida no primeiro desbaste (mourões de cerca).

Além do maior retorno econômico, do lado ambiental, os sistemas integrados com teca também podem ser considerados como sumidouros de carbono. A possibilidade de receber créditos em sistemas de certificação, tais aqueles da marca-conceito Carne Carbono Neutro® (CCN®), para o eucalipto na ILPF, será uma alternativa que agregará maior valor ao sistema. Neste aspecto, a teca garante maiores vantagens em relação ao eucalipto, pelo maior tempo de crescimento das árvores no campo, além da destinação da madeira para fins nobres, com produtos de ciclo de vida mais longo.

Considerações finais

A teca é uma das espécies exóticas de maior potencial econômico para uso em sistemas integrados no Brasil. Resultados de avaliações, ainda que iniciais, apontam como promissoras as vantagens de produzir madeira de teca nestes sistemas, especialmente na modalidade silvipastoril, compatibilizando a produção agrícola e, principalmente, a pecuária com a produção florestal. Na obtenção de madeira de teca no ciclo de 18-20 anos, em regiões com aptidão agrícola, a agricultura viabiliza a implantação do sistema e o desenvolvimento inicial das árvores. Dois a três anos após o plantio das árvores, inicia-se a atividade pastoril que é conduzida até o corte raso. Já em regiões tradicionais de pecuária, o foco é o sistema silvipastoril com vedação da pastagem na fase inicial (10-18 meses), respeitando, assim, princípios básicos de manejo sustentável da propriedade rural. É importante analisar as condições edafoclimáticas da região, ou seja, se o solo e o clima são favoráveis para o cultivo da teca em sistemas integrados de produção agropecuária.

Vale reforçar que as adoções de técnicas adequadas na implantação e no manejo da teca são fundamentais para o sucesso do sistema, uma vez que as árvores promovem interações ecológicas com os demais componentes, considerando que a necessidade de manejar a copa, para obter madeira de qualidade, favorece a sinergia entre a teca e os

demais componentes do sistema, principalmente o componente forrageiro. Nesse contexto, as técnicas silviculturais devem ser criteriosamente conduzidas para que as vantagens ecológicas e econômicas da produção integrada da teca sejam alcançadas.

As receitas adicionais geradas, a valorização da propriedade, a biodiversidade criada e inúmeras outras vantagens não deixam dúvidas quanto aos benefícios desse sistema aos proprietários e ao meio ambiente. O interesse de produtores pelos sistemas agrossilvipastoris, principalmente o silvipastoril, tem aumentado no Brasil e muitas instituições de pesquisa e ensino têm destacado esta atividade. As seguintes questões são críticas para o sucesso do plantio de teca em sistemas ILPF, para produzir madeira nobre de qualidade:

- a)** Seleção de bons sítios e de material geneticamente superior de teca (clones), além de preparar adequadamente o solo;
- b)** Planejamento cuidadoso da gestão do componente florestal, incluindo espaçamento inicial, previsão de desramas e desbastes (quando necessários) e idade de colheita, com base em considerações biológicas e financeiras, para obter os produtos desejados no menor tempo possível;
- c)** Definição de arranjos (espaçamentos maiores que 4 m entre árvores) que não demandem desbaste precoce das árvores (3-8 anos), evitando-se assim que não haja mercado para esses produtos, pois o investimento realizado no corte de árvores de pouco ou nenhum valor agregado onera o sistema de produção;
- d)** Execução no tempo certo de várias operações, tais como plantio, controle de cupins e formigas, desbrotas, adubações, desramas, operações de desbaste e corte final das árvores;
- e)** Implantação e execução de um plano rigoroso de desramas, obrigatório, para obter madeira de alta qualidade, livre de nós, visando ofertá-la aos mercados interno e, principalmente, o internacional;
- f)** Avaliação da necessidade de nutrientes da teca ao longo da rotação, padronizando protocolos para avaliar as respostas de fertilização e sua aplicação para o nível operacional;
- g)** Implantação de rigoroso manejo integrado de insetos-pragas e de doenças para evitar perdas de produtividade de madeira;

h) Implantação de um bom plano de monitoramento que ajude não só a conhecer a dinâmica de crescimento e produtividade, mas também auxilie no acompanhamento da aplicação correta e oportuna das operações silviculturais para atender aos objetivos do manejo desejado. O estabelecimento de redes de parcelas permanentes e a medição de variáveis adicionais são necessários para obter informações mais precisas, capazes de prever o crescimento e a produção, especialmente em questões de qualidade, como forma do fuste e defeitos que podem afetar o volume comercial de madeira.

Apesar do mito de que “a teca enriquece seu plantador”, deve-se ter em mente que o mercado para a madeira da teca existe, é atrativo e seguro, porém o lucro só será obtido com a utilização de tecnologias apropriadas, cuidados ímpares e muita qualidade em todas as operações florestais e de logística na cadeia de suprimento. Não basta apenas plantar as árvores de teca de qualquer jeito no sistema integrado e ficar esperando que elas cresçam para que os lucros brotem para o produtor. É necessário investir em tecnologia, insumos adequados, operações corretas e eficientes, constante monitoramento fitossanitário e garantir produtividade e qualidade da madeira ao longo de todo o ciclo de rotação. Se isso tudo não for feito, a decepção será grande. As experiências bem-sucedidas apontam que, como em quaisquer outros negócios, “os olhos do dono não podem se descuidar”. Tampouco, o empreendedor não deve se omitir ou acreditar ingenuamente no que, às vezes, lhe contam de vantagens ou de certas mágicas que essa atividade possa oferecer.

Referências

- ALAO, J. S.; SHUAIBU, R. Agroforestry practices and concepts in sustainable land use systems in Nigeria. **Journal of Horticulture and Forestry**, v. 5, n. 10, p. 156-159, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5897/JHF11.055>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Beef Report**: perfil da pecuária no Brasil. 2020. Disponível em: <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>. Acesso em: 02 jun. 2020.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. **Marco referencial**: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103901/1/balbino-01.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2020.
- BERTOMEU, M. Growth and yield of maize and timber trees in smallholder agroforestry systems in Claveria, northern Mindanao, Philippines. **Agroforestry Systems**, v. 84, n. 1, p. 73-87, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-011-9444-x>.
- BERTOMEU, M.; ROSHETKO, J. M.; SUBEKTI, R. Optimum pruning intensity for reducing crop suppression in a Gmelina-maize small holder agroforestry system in Claveria, Philippines. **Agroforestry Systems**, v. 83, n. 2, p. 167-180, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-011-9435-y>.
- BINKLEY, D.; CAMPOE, O. C.; ALVARES, C.; CARNEIRO, R. L.; CEGATTA, I.; STAPE, J. L. The interactions of climate, spacing and genetics on clonal *Eucalyptus* plantations across Brazil and Uruguay. **Forest Ecology and Management**, v. 405, n. 1, p. 271-283, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.09.050>.
- CÁCERES FLORESTAL. **Manual do cultivo da teca**. Cáceres, 2006. 32 p. Disponível em: http://www.caceresflorestal.com.br/Manual_do_cultivo_da_teca-Caceres_Florestal.pdf. Acesso em: 5 set. 2020.
- CAÑADAS-L., Á.; ANDRADE-CANDELL, J.; DOMÍNGUEZ-A., J.; MOLINA-H., C.; SCHNABEL-D., O.; VARGAS-HERNÁNDEZ, J.; WEHENKEL, C. Growth and yield models for teak planted as living fences in Coastal Ecuador. **Forests**, v. 9, n. 2, p. 1-14, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/f9020055>.
- COSTA, D. M. C.; FARIAS, J. B.; ANTONIO, D. H.; BEHLING, M. Crescimento inicial da teca em resposta ao sistema de preparo do solo para o plantio. In: CONGRESSO FLORESTAL DE MATO GROSSO, 1., 2015, Sinop. **Anais [...]**. Sinop: UFMT, 2015. v. 1. p. 71-72. Disponível em: <https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/pstorage-zenodo-6467619457/21083208/ANAISICFMT2015.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2020.
- DOMINGOS JÚNIOR, F. A.; COELHO, L. Effect of brachiaria grasson vegetative development of teak. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 4, p. 1-6, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.012615>.
- FAO. Food and Agriculture Organization. **The future of teak and the high-grade Tropical Hardwood Sector**: planted forests and trees working paper FP/44E, 2009. Roma, 2009. 47 p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/k6549e/k6549e00.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2020.

GAAFAR, A. M.; SALIH, A. A.; LUUKKANEN, O.; EL FADL, M. A.; KAARAKKA, V. Improving the traditional *Acacia senegal*-crop system in Sudan: the effect of tree density on water use, gum production and crop yields. **Agroforestry Systems**, v. 66, n. 1, p.1-11, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-005-2918-y>.

GYI, K. K.; TINT, K. Management status of natural teak forests. In: REGIONAL SEMINAR ON TEAK: TEAK FOR THE FUTURE, 2., 1995, Yangon, Myanmar. **Proceeding** [...]. Bangkok, Thailand: FAO Regional Office for Asia and the Pacific, 1998. p. 27-48.

GOH, D. K. S.; MONTEUUIS, O. Behaviour of the “YSG Biotech TG1-8” teak clones under various site conditions: first observations. **Bois et Forêts des Tropiques**, v. 66, n. 311, p. 5-19, 2012.

GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C. A.; HIGA, A. R.; SILVA, L. D.; ALFENAS, A. C.; STAHL, J. FERRAZ, S. F. B.; LIMA, W. P.; BRANCALION, P. H. S.; HUBNER, A.; BOUILLET, J-P. D.; LACLAU, J-P.; NOUVELLON, Y.; EPRON, D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 301, n. 1, p. 6-27, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.12.030>.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2019 = Report 2019**. Brasília, DF, 2019. 79 p. Indicadores de desempenho do setor nacional de árvores plantadas referentes ao ano de 2018. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2020.

JHA, K. K. What should be the rotation age and harvest management in teak? **The Indian Forester**, v. 142, n. 4, p. 309-316, 2016.

JEREZ-RICO, M.; COUTINHO, S. A. Planted teak forests. KOLLERT, W.; KLEINE, M. (ed.). **The global teak study: analysis, evaluation, and future potential of teak resources**. Viena, Austria: IUFRO, 2017. 107 p. (IUFRO. IUFRO World series volume, 36). Disponível em: <https://www.iufro.org/uploads/media/ws36.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

LEROY, C.; SABATIER, S.; WAHYUNI, N. S.; BARCZI, J. F.; DAUZAT, J.; LAURANS, M.; AUCLAIR, D. Virtual trees and light capture: a method for optimizing agroforestry stand design. **Agroforestry Systems**, v. 77, n. 1, p. 37-47, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9232-z>.

MEDEIROS, R. A.; DOMICIANO, C. A. R.; LESEUX, V.; SOARES, A. A. V.; FILHO, A. A. T.; SILVA, F. C.; LEITE, H. G. Growth and structural development of *Tectona grandis* in different cultivation systems in Brazil. **The Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 8, p. 138-155, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v11n8p138>.

MEDEIROS, R. A.; PAIVA, H. N.; LEITE, H. G.; OLIVEIRA NETO, S. N.; VENDRÚSCOLO, D. G. S.; SILVA, F. T. Análise silvicultural e econômica de plantios clonais e seminais de *Tectona grandis* L. f. em sistema Taungya. **Revista Árvore**, v. 39, n. 5, p. 893-903, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000500012>.

MIDGLEY, S.; SOMAIYA, R. T.; STEVENS, P. R.; BROWN, A.; NGUYEN, D. K.; LAITY, R. **Planted teak: global production and markets, with reference to Solomon Islands**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 2015. 92 p. (ACIAR. Technical reports, 85). Disponível em: <https://aciarc.gov.au/publication/technical-publications/planted-teak-global-production-markets>. Acesso em: 1 dez. 2020.

MORETTI, M. S.; TSUKAMOTO FILHO, A. D. A.; COSTA, R. B. da; RONDON NETO, R. M.; MEDEIROS, R. A.; SOUSA, R. A. T. de M. Crescimento inicial de plantas de teca em monocultivo e sistema Taungya com milho em Figueiropolis d'Oeste, Estado de Mato Grosso. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 102, p. 269-277, 2014.

NOOR, H. Growth of teak (*Tectona grandis*) on lateritic soil at Mata Aver Forest Reserve, Perlis. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 15, n. 1, p. 190-198, 2003.

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

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

ROSSI, A. S.; DRESCHER, R.; PELISSARI, A. L.; LANSSANOVA, L. R. Relação hipsométrica e crescimento de *Tectona grandis* L. f. no município de Monte Dourado, PA. **Scientia Forestalis**, v. 39, p. 301-307, 2011.

SCHALLER, M.; SCHROTH, G.; BEER, J.; JIMÉNEZ, F. Root interactions between young *Eucalyptus deglupta* trees and competitive grass species in contour strips. **Forest Ecology and Management**, v. 179, n. 1-3, p. 429-440, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00534-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00534-0).

SCHUHLLI, G. S.; PALUDZSZYN FILHO, E. O cenário da silvicultura de teca e perspectivas para o melhoramento genético. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 63, p. 217-230, 2010. DOI: <https://doi.org/10.4336/2010.pfb.30.63.217>.

SILVA, F. R.; SILVA, V. S. M.; MIRANDA, S. O. Crescimento de *Tectona grandis* em uma plantação no município de Alta Floresta, Mato Grosso. **Floresta**, v. 44, n. 4, p. 577-588, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5380/ufv.44i4.29699>.

SILVA, L. M. I. da; SILVA, M. J. da; ROCHA, J. S.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; STOLF-MOREIRA, R.; OLIVEIRA, H. C. Potential allelopathic effect of *Brachiaria decumbens* root exudate on neotropical tree seedlings. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 29, n. 4, p. 177-186, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40626-017-0093-y>.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso do gesso agrícola nos solos do cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 19 p. (Embrapa Cerrados. Circular técnica, 32). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/568533/1/cirtec32.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2021.

SMIT, L.; OESTREICH FILHO, E. Key factors for optimizing teak growth, a case study in Tangara da Serra, Brazil. Conference Presentation. 2014. Disponível em: https://teaknet.org/download/teaknet2014/Session%20IV/conf_2.pdf. Acesso em: 16 fev. 2021.

SUN, Y.; CAO, F.; WEI, X.; WELHAM, C.; CHEN, L.; PELZ, D.; LIU, H. An ecologically based system for sustainable agroforestry in Sub-Tropical and Tropical Forests. **Forests**, v. 8, n. 4, p. 102, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/f8040102>.

TAKIZAWA, F. H. Brasil: importante player mundial na produção de teca de plantações. **Revista Opiniões**, v. 16, n. 58, p. 50-51, 2020.

TAKIZAWA, F. H.; COUTINHO, S. de A. A cultura e os aspectos econômicos. In: TAKIZAWA, F. H.; MEDEIROS, R. A.; LEITE, H. G.; BORÉM, A. (ed.). **Teca**: do plantio à colheita. Viçosa, MG: Ed. UFV. 2022. p. 9-27.

TONINI, H.; COSTA, M. C. G; SCHWENGBER, L. A. M. Crescimento da teca (*Tectona grandis*) em reflorestamento na Amazônia setentrional. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 59, p. 5-14, 2009. DOI: <https://doi.org/10.4336/2009.pfb.59.05>.

UGALDE ARIAS, L. A. (ed.) **Teak**: new trends in silviculture, commercialization, and wood utilization. Cartago, Costa Rica: International Forestry and Agroforestry, 2013. 552 p.

VILELA, L.; PULROLNIK, K. Segurança alimentar e a sustentabilidade. **Revista Opiniões**, v. 12, n. 40, p. 12-14, 2015.

ZANIN, E.; BICHEL, A.; MANGILLI, L. Bem-estar de vacas leiteiras em sistema silvipastoril. **Pubvet**, v. 10, n. 5, p. 381-387, 2016. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n5.381-387>.