

Colombo, PR / Novembro, 2025

## Crescimento e produtividade de madeira para energia de taxi-branco (*Tachigali vulgaris*) em consórcio com castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa*) e mogno (*Swietenia macrophylla*) na Amazônia Central

Roberval Monteiro Bezerra de Lima<sup>(1)</sup>, Jessica Pereira de Souza<sup>(2)</sup><sup>(1)</sup> Pesquisador, Embrapa Florestas, Colombo, PR. <sup>(2)</sup> Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Vegetal, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - (INPA).

Os plantios mistos ou consorciados permitem a associação de mais de uma espécie arbórea em uma mesma área. Esses plantios podem consorciar espécies de árvores de interesse socioeconômico (restauração produtiva para fins de uso comercial) e, ou de interesse ecológico (restauração com fins ambientais, área de preservação permanente, reserva legal). Dependendo do estágio sucessiona e das características ecofisiológicas das espécies selecionadas para esse consórcio, é possível garantir um adequado estabelecimento inicial e um melhor desempenho dos plantios florestais. E, nesse sentido, é possível obter o resultado esperado tanto em benefícios socioeconômicos como em melhoria ambiental para a área.

Os plantios mistos podem ser utilizados em diferentes situações e arranjos, como ocorrem nos projetos de recuperação de áreas degradadas (RAD) ou em plantios comerciais. Independentemente dos arranjos adotados, as espécies florestais da família Fabaceae são consideradas espécies-chave para os plantios mistos, apresentando grande relevância ecológica. Essas espécies são geralmente utilizadas como adubação verde e, ou espécies facilitadoras, por apresentarem alta produção de biomassa

e rápido crescimento (Jaquetti; Gonçalves, 2017; Silva et al., 2018).

A importância das Fabaceae dá-se pelo seu bom desempenho em campo que está fortemente associado à sua capacidade de simbiose com as bactérias que fixam biologicamente  $N_2$  atmosférico (Silva et al., 2017, 2018; Marron; Epron, 2019), favorecendo a restauração dos demais ciclos biogeoquímicos, principalmente do carbono (C) e fósforo (P), com aumento na disponibilidade de nutrientes no sistema (Jaqueti et al., 2016; Jaqueti; Gonçalves, 2017; Chou et al., 2018; Voigtlander et al., 2019). Na literatura, há relatos relevantes dessas espécies na melhoria da qualidade do solo tais como: aumento da matéria orgânica e umidade, bem como a regulação da temperatura nos ciclos biogeoquímicos e no microclima do plantio, com o fornecimento de sombra para espécies de outros estágios sucessionais (Forrester, 2014; Jaquetti et al., 2016; Jaquetti; Gonçalves, 2017; Marron; Epron, 2019).

Ao proporcionar melhorias no sítio florestal, as espécies da família Fabaceae são importantes, no longo prazo, para os plantios, principalmente àquelas em solos degradados, uma vez que podem aumentar a performance dos indivíduos, favorecendo o rendimento do plantio (Voigtlaender et al., 2019).

O uso de leguminosas arbóreas em plantios mistos com espécies de interesse econômico também está relacionado à maior capacidade de sequestro de carbono atmosférico (CO<sub>2</sub>), favorecendo a mitigação das mudanças climáticas e o aumento da produção de biomassa em relação ao monocultivo (Koutika et al., 2014; Marron; Epron, 2019). Além disso, o uso de espécies leguminosas com potencial madeireiro e, ou energético pode aumentar a capacidade de geração de renda das propriedades.

## Taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L. G. Silva & H. C. Lima, Fabaceae)

O taxi-branco, taxizeiro ou carvoeiro é uma espécie arbórea pioneira, fixadora de N<sub>2</sub> e exigente da presença de luz na regeneração natural em áreas abertas (Sousa et al., 2016). Devido à sua capacidade de fixar N<sub>2</sub> atmosférico, proporciona alto aporte de nitrogênio no solo que, de acordo com Mouchiutti et al. (2006), esse aporte pode alcançar 117 kg ha<sup>-1</sup> em um plantio de nove anos de idade, sendo mais que o dobro do aporte desse nutriente nas florestas secundárias, com taxa de 51,4 kg ha<sup>-1</sup>.

O taxi-branco é uma espécie nativa que ocorre praticamente em todo o Brasil com exceção da região Sul. Está presente nas florestas de terra firme e algumas transições para o Cerrado, e aparentemente adaptada a solos pouco férteis e ácidos da região (Brienza Júnior et al., 2011). A espécie é reconhecida pelo rápido crescimento e alta produção de biomassa, consequentemente, com alta produção de serapilheira (Mouchiutti et al., 2006; Brienza Júnior et al., 2011, 2012; Farias et al., 2016), podendo alcançar até 30 m de altura e 1 m de DAP (Lima, 2004). Apresenta incremento médio anual em altura de 2,5 m ano<sup>-1</sup> e 3,4 cm ano<sup>-1</sup> em diâmetro (Yared, 1992), com produção de 60,4 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de biomassa acima do solo (Farias et al., 2016).

A espécie é comumente indicada e utilizada na RAD (recuperação de áreas degradadas), enriquecimento de capoeira e formação de sistemas agroflorestais (Brienza Júnior et al., 2011, 2012; Farias et al., 2016; Sousa et al., 2016). O ciclo médio de corte de plantios de taxi é de 5 a 10 anos para uso na produção de energia e entre 15 e 20 anos para a produção de madeira, normalmente para uso na construção civil leve e lenha (Carvalho, 2006, 2007; Oliveira et al., 2008).

A espécie vem sendo bastante estudada devido às suas propriedades energéticas, com madeira de excelente qualidade em relação à produção de carvão, sendo comparada com a capacidade energética de espécies de *Eucalyptus*. Em um plantio de oito anos com espaçamento de 3 x 2 m, o taxi-branco

apresentou rendimento de carvão em volume de 55% e poder calorífico de 4,39 kcal kg<sup>-1</sup>, além de uma produção de carvão estimada em 140 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Não apresentando diferenças significativas entre a madeira de indivíduos obtidos na floresta e obtidos em plantios (Tomaselli et al., 1983; Mouchiutti et al., 1999). De acordo com estudos de Orellana et al. (2018), a espécie apresentou densidade básica média da madeira, em um plantio de 15 anos de idade e no espaçamento de 3 x 3 m, igual a 562 kg m<sup>3</sup>, com média do poder calorífico superior (PCS) em plantio de terra-firme igual a 4.539 kcal kg<sup>-1</sup>. Além disso, o teor médio de materiais voláteis foi 84,99% em terra-firme e o teor médio de cinzas foi 0,56% em terra-firme. Esses parâmetros são suficientes para embasar a capacidade de produção energética dessa espécie. Segundo os mesmos autores, a classe diamétrica que apresentou maior produção energética por hectare em plantio de 15 anos de idade, foi a classe de 22 a 25,9 cm, devido à maior representatividade dessa classe (densidade populacional), sendo então um parâmetro indicador para a colheita de madeira quando atingir essas dimensões (Orellana et al., 2018).

Além do potencial energético comparável ao do eucalipto, Farias et al. (2016) demonstraram que o taxi teve maiores taxas de sobrevivência, crescimento e produção de biomassa, sem aporte de adubação, quando comparado com o híbrido exótico *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em plantio de 49 meses de idade, produzindo cerca de 241 Mg ha<sup>-1</sup> de biomassa acima do solo, enquanto o eucalipto produziu apenas 82,4 Mg ha<sup>-1</sup>. Além disso, os autores observaram que, devido ao rápido crescimento e produção de biomassa, o plantio de *T. vulgaris* proporcionou menor temperatura do ar e maior umidade relativa em comparação ao ambiente do eucalipto, tendo ainda influenciado no controle de espécies invasoras devido a produção de 11,7 Mg ha<sup>-1</sup> a mais de liteira que a da espécie exótica na estrutura de copa. Estes resultados reforçam a alta capacidade funcional e importância do *T. vulgaris* para uso em projetos de recuperação de áreas degradadas, principalmente em regiões com solos pouco férteis que necessitam de cobertura rápida do solo para retorno da atividade de ciclagem de nutrientes.

## Castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae)

*Bertholletia excelsa*, conhecida popularmente como castanha-do-pará, castanha-do-brasil, castanha-da-amazônia ou simplesmente castanheira,

tem alta relevância social, econômica e ecológica na região Amazônica, por fornecer múltiplos bens e serviços (Salomão et al., 2006; Ferreira et al., 2012; Azevedo, 2014; Scoles et al., 2014). Além da produção de amêndoas e óleos para indústria alimentícia e cosmética e da madeira de excelente qualidade, desempenha um papel importante no sequestro de CO<sub>2</sub> e acúmulo de biomassa na Floresta Amazônica (Salomão et al., 2006; Ferreira et al., 2012; Azevedo, 2014; Fauset et al., 2015; Scoles et al., 2014). Entretanto, os castanhais nativos vêm sendo degradados ao longo dos anos, por consequência do desmatamento intensivo na região, sendo necessário o investimento em diferentes sistemas de plantio da espécie em parcelas homogêneas, sistemas agro-florestais ou enriquecimento de capoeiras (Scoles; Gribel, 2011; Scoles et al., 2014; Costa et al., 2015; Schroth et al., 2015; Ferreira et al., 2016).

A castanheira é uma espécie de uso múltiplo que, no passado, em função da qualidade de sua madeira, foi muito explorada. Com a promulgação do Decreto nº 1.282 (Brasil, 1994), o corte da castanheira é proibido em florestas naturais, primitivas e de regeneração natural, devido à grande importância das amêndoas para a economia extrativista da Amazônia e, também, para a conservação in-situ da espécie (Lima et al., 2023).

Apesar dos esforços legais, as populações nativas de castanheiras continuam sofrendo degradação antrópica devido ao avanço do desmatamento, aumentando o risco de extinção da espécie e comprometendo a disponibilidade de material genético (International Union for Conservation of Nature, 1998; Angelo et al., 2013; Homma et al., 2014).

Estudos ecofisiológicos indicam um alto grau de plasticidade morfofisiológica associada à alta capacidade da espécie de ajustar suas trocas gasosas e taxas de crescimento em relação aos níveis de irradiância e a múltipla deficiência nutricional (Ferreira et al., 2012, 2015; Schroth et al., 2015; Souza et al., 2017; Lopes et al., 2019; Schimpl et al., 2019). A espécie demonstra maior desempenho funcional em ambientes com 100% de irradiância incidente nas folhas, como ocorre nas áreas totalmente abertas (áreas degradadas). Além disso, é altamente eficiente no uso dos recursos (nutrientes, luz e água) e no controle de mecanismos de rápida reversão de danos sob déficit hídrico (Ferreira et al., 2012, 2015; Schroth et al., 2015; Souza et al., 2017; Lopes et al., 2019; Schimpl et al., 2019).

Experiências de plantios em diversos estados da Amazônia demonstram a viabilidade da espécie para projetos de reflorestamento (Lima et al., 2023). Os dados de incremento médio anual (IMA) de

volume de madeira e carbono em plantios demonstram o potencial da castanheira. Resultados da estimativa de sequestro de carbono variam de 2,74 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no Pará, aos 6,5 anos de idade (Yared, et al., 1988; Marques et al., 2008) até 10,59 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no Amazonas, aos 15 anos de idade (Souza., 2016). Em plantios no Amazonas, o volume de madeira variou de 22,69 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> por ano, aos dez anos de idade, até 29,02 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> por ano, aos 15 anos de idade (Souza., 2016).

A castanheira pode ser plantada em áreas com alta disponibilidade de luz, em áreas degradadas sob pleno sol, onde há uma baixa disponibilidade de água e nutrientes. A tolerância da castanheira a esses impactos do ambiente e as suas respostas fisiológicas, que dão suporte à manutenção da produção (madeira ou castanhas), mesmo em condições menos favoráveis, elevam a espécie a um patamar de destaque na silvicultura do Trópico Úmido (Gonçalves et al., 2023).

## Mogno (*Swietenia macrophylla* King, Meliaceae)

O mogno, também conhecido como aguano, é uma espécie nativa do bioma Amazônia e atualmente consta na Lista Oficial da Flora Brasileira como espécie ameaçada de extinção, no Anexo I, classificada como vulnerável (Brasil, 2014). Na Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES), o mogno está incluído no Apêndice II, que abrange espécies que não estão necessariamente ameaçadas de extinção, mas, cujo comércio internacional deve ser controlado para evitar a exploração incompatível com sua sobrevivência na natureza (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, 2025).

O mogno ocorre em sete estados da Amazônia (AM, AC, AP, MA, MT, RO, TO) em altitude de até 400 m e latitudes de 1° S, no Maranhão, a 14° S em Mato Grosso (Carvalho, 2006).

Em um plantio agrossilvicultural estabelecido no estado do Amazonas, aos sete anos de idade, o mogno atingiu 9,5 m de altura e 12,3 cm de diâmetro (Costa et al., 2013).

Plantios homogêneos de mogno, com alta densidade de árvores por hectare, podem sofrer sérios ataques da broca-do-ponteiro causada pela oviposição das larvas da mariposa *Hypsipyla grandella*, resultando na perda da dominância apical e na depreciação da madeira.



Uma das estratégias para reduzir a ocorrência dessa praga em plantios jovens é o controle silvicultural, por meio do uso de plantios mistos ou de sistemas agroflorestais, nos quais as árvores de mogno são estabelecidas em baixa densidade. Segundo Carvalho (2006), recomenda-se o espaçamento de 15 a 20 m entre árvores, o que contribui para reduzir o ataque da mariposa, também conhecida como broca-do-cedro.

Neste trabalho é discutido o desempenho de *T. vulgaris* em um plantio misto com *S. macrophylla* e *B. excelsa*, após 3 anos e 8 meses de crescimento na Amazônia Central.

O presente estudo foi conduzido no Campo Experimental do Caldeirão - CPAA/Embrapa Amazônia Ocidental, Iranduba, AM. A região apresenta temperatura média anual de 26,7 °C, com média de precipitação pluviométrica anual de 2.101 mm, com duas estações do ano bem definidas: chuvosa (de novembro a maio) e seca (entre julho e setembro) (Oliveira et al., 1994). O clima da região é classificado como Ami segundo Köppen e o tipo de solo predominante é o Argissolo Vermelho-Amarelo, distrófico, álico (Rodrigues et al., 1991). As características químicas do solo da área experimental estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Característica química e de fertilidade do solo (em duas profundidades) do plantio misto da *Bertholletia excelsa* em consórcio com *Tachigali vulgaris*, antes da instalação dos tratamentos.

Profundidade (cm)	pH	C	M.O	Al	H+Al	SB	T	T	V	M
	H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>					cmolc dm <sup>-3</sup>			%
0 – 15	4,07	11,71	20,14	1,07	5,03	0,37	1,45	5,41	7,12	73,80
15 – 30	4,09	12,22	21,03	1,07	5,04	0,37	1,44	5,41	7,06	73,90
Profundidade (cm)	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
	g kg <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>			cmolc dm <sup>-3</sup>		mg dm <sup>-3</sup>		
0 – 15	0,51	62,80	6,13	1,07	0,32	0,04	64,00	1,31	10,43	0,34
15 – 30	0,52	61,53	6,07	1,07	0,32	0,03	63,07	1,20	10,07	0,34

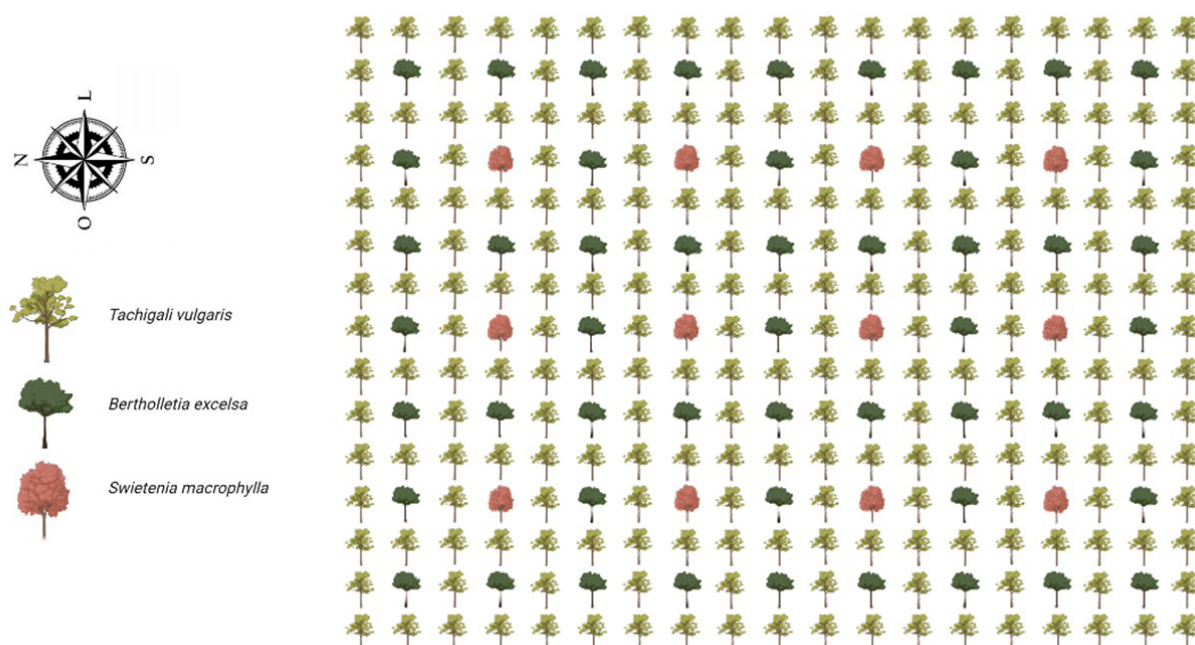
Onde: pH = Potencial Hidrogeniônico em água – relação 1:2,5; M.O = Matéria Orgânica (carbono orgânico) x 1,724 - Walkley-Black; H+Al = Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0; SB = Soma de Bases Trocáveis; t = CTC (Capacidade de Troca Catiônica Efetiva); T = CTC (Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0); V = Índice de Saturação por Bases; e m = Índice de Saturação por Alumínio.

O plantio foi estabelecido em janeiro de 2017, em uma área de 1.140 m<sup>2</sup> (30 x 38 m), sem adição de adubos, mudas com seis meses de idade foram obtidas no viveiro da Embrapa Amazônia Ocidental. As covas foram realizadas com boca-de-lobo com uma profundidade de 40 cm. O taxi foi disposto

em espaçamento variável em colunas e linhas alternadas com as outras espécies (Figuras 1 e 2). A castanheira e o mogno foram dispostos nos espaçamentos 4 x 4 m e 8 x 8 m, respectivamente. Na Figura 2 é apresentado o arranjo das espécies no estágio inicial no campo, na parcela de 1.142 m<sup>2</sup>.



Figura 1. Medição da altura total com vara altimétrica de *Tachigali vulgaris* (A). Aspecto geral do plantio de *Tachigali vulgaris*, *Swietenia macrophylla* e *Bertholletia excelsa* (B). Plantio misto aos 44 meses de idade (B) na Estação Experimental Caldeirão, Embrapa, em Iranduba, Amazonas.



**Figura 2.** Arranjo do estágio inicial do plantio misto de *Tachigali vulgaris*, *Bertholletia excelsa* e *Swietenia macrophylla*, no ano 0, com 100% de sobrevivência, na Estação Experimental Caldeirão, Embrapa, em Iranduba, Amazonas.

Ilustração: Imagem desenvolvida no aplicativo BioRender@.

O primeiro e segundo desbastes das árvores de taxi-branco foram programados para o quarto e sétimo ano, com a retirada de 35% de árvores no

primeiro desbaste e corte total das remanescentes no segundo. A estimativa por hectare é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Estimativa do número de plantas por hectare após os desbastes do *Tachigali vulgaris*, nos anos 4 e 7.

Nome Comum	Espécie	Total plantas no ensaio	Estimativa <sup>1</sup>		
			Plantas/ha (ano 0)	Plantas/ha (ano 4)	Plantas/ha (ano 7)
Taxi-branco	<i>Tachigali vulgaris</i>	222	1948	578	0
Castanheira	<i>Bertholletia excelsa</i>	51	447	429	429
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	12	105	88	88
<b>Total</b>	-	285	2500	1095	717

<sup>1</sup>Nota: Estimativa considerando o desbaste e a sobrevivência das espécies.

Foi realizado o inventário na área para a identificação dos indivíduos mortos, coleta de diâmetros e altura total. Para a mensuração dos diâmetros foi utilizada uma fita dendrométrica, sendo medidos os diâmetros à altura da base (DAB = nível do solo) de todos os indivíduos de castanheira e mogno, e diâmetro à altura do peito (DAP = 1,30 m) de todos os indivíduos de taxi, pois alguns indivíduos das duas primeiras espécies não alcançaram 1,30 m de altura para medida do DAP.

As alturas totais foram mensuradas com uso de uma vara graduada de 6 e 12 m. Nesta avaliação,

todos os indivíduos de castanheira e mogno foram medidos, enquanto que, para os taxizeiros, por estarem em maior número e adensados, uma amostra com 58 indivíduos selecionados de forma aleatória foi mensurada.

A taxa de sobrevivência foi determinada por meio da razão entre o total de plantas vivas observadas na medição e o número de mudas plantadas no início do experimento em cada espécie, conforme Benincasa (1986).

## Resultados e discussões

### Sobrevivência

As taxas de sobrevivência das três espécies foram acima de 80%. *B. excelsa* foi a espécie que apresentou maior taxa de sobrevivência (Tabela 3). O valor encontrado se aproxima do observado por Tonini et al. (2006) em um experimento com 5 anos de idade e espaçamento de 4 x 3 m, no qual a castanheira apresentou taxa de sobrevivência de 97,9%. O resultado para o taxi-branco também é próximo ao encontrado por Tonini et al. (2018), aos 5 anos e 10 meses de plantio que, ao comparar a sobrevivência de *T. vulgaris* sob diferentes espaçamentos, observou uma taxa de 90% dos indivíduos no espaçamento de 2 x 2 m, valor compatível com o do presente estudo. Quanto à sobrevivência de *S. macrophylla*, o resultado encontrado neste trabalho corrobora o Pimentel et al. (2018) que observaram valores entre 83 e 90% em um sistema agroflorestal estabelecido em Santarém, PA, no espaçamento de 8,3 x 16,6 m.

Tabela 3. Taxas de sobrevivência das três espécies associadas em plantio misto, aos 3 anos e 8 meses de idade, no município de Iranduba, Amazonas.

Espécie	Nº inicial de indivíduos	Nº de indivíduos mortos	Taxa de sobrevivência (%)
<i>Bertholletia excelsa</i>	51	2	96,0
<i>Swietenia macrophylla</i>	12	2	83,3
<i>Tachigali vulgaris</i>	222	34	84,7

Por ser uma espécie pioneira de rápido crescimento, *T. vulgaris* foi a espécie que apresentou maiores médias para altura e diâmetro, seguido de *B. excelsa* e *S. macrophylla*. É possível verificar também, observando os valores de desvio padrão, que houve uma maior variabilidade entre os indivíduos de taxi (Tabela 4).

Tabela 4. Médias de diâmetro e altura de três espécies consorciadas em plantio misto, aos 3 anos e oito meses de idade, no município de Iranduba, Amazonas.

Espécie	Média do diâmetro (cm)	Desvio padrão (cm)	Média da altura (m)	Desvio padrão (m)
<i>Bertholletia excelsa</i>	4,29 <sub>DAB</sub>	1,58	2,81	1,31
<i>Swietenia macrophylla</i>	4,18 <sub>DAB</sub>	1,48	2,59	1,00
<i>Tachigali vulgaris</i>	9,36 <sub>DAP</sub>	4,28	7,92	3,39

Os resultados deste ensaio, obtidos aos 3 anos e 8 meses, foram superiores aos encontrados por Tonini et al. (2018), em um plantio puro de *T. vulgaris* aos 5 anos e 10 meses, estabelecido em Cantá, RR, onde foram obtidas médias de DAP e de altura de 6,2 cm e 6,7 m, respectivamente. Além disso, os resultados deste ensaio mostraram valores superiores aos obtidos pelo mesmo autor, inclusive nos maiores espaçamentos de plantio testados.

O crescimento de *B. excelsa* e *S. macrophylla*, apesar de próximo aos encontrados na literatura, são baixos e isso pode ser explicado pelo sombreamento inicial, em decorrência do rápido crescimento de *T. vulgaris*. Nesse sentido, é importante que o manejo silvicultural das árvores em plantios mistos com espécies de diferentes estágios sucessionais seja realizado com as operações de desramas e, ou desbastes, para que se reduza o sombreamento e a competição interespecífica, favorecendo o crescimento das demais espécies.

### Manejo do sistema – operações de desbaste

Os desbastes são conduzidos em povoamentos imaturos com o objetivo de estimular e distribuir o potencial de crescimento do sítio florestal para um número menor de árvores remanescentes selecionadas em função de suas características superiores de vitalidade, qualidade do fuste e vigor de crescimento, bem como de aumentar a produção de madeira com melhor qualidade (Schneider; Schneider, 2008).

Neste arranjo foi previsto o desbaste seletivo das árvores de taxi-branco no ano 4 e colheita de todas as árvores remanescentes no ano 7. No sétimo ano, o arranjo das espécies no consórcio ficará conforme mostrado na Figura 3.

O primeiro desbaste do taxi-branco foi antecipado e executado aos 44 meses de idade. Essa antecipação pode constituir uma prática recomendável para espécies secundárias de rápido crescimento, especialmente quando se verifica uma intensa competição por luz entre espécies de crescimento tardio. No total, foram abatidas e avaliadas 43 árvores de taxi-branco, conforme apresentado na Tabela 5. Essas árvores resultaram numa produção total de 5,99 m estéreos de lenha, registrada aos três anos de idade.

Os resultados de sobrevivência e de crescimento de *T. vulgaris* foram satisfatórios. Tanto o mogno quanto a castanheira apresentaram elevados índices de sobrevivência de plantas. Espera-se, naturalmente, que as operações de desbaste - ao



Tabela 5. Estatísticas das variáveis de produção das 43 árvores de *Tachigali vulgaris*, desbastadas aos 3 anos de idade (primeiro desbaste), em plantio misto com *Bertholletia excelsa* e *Swietenia macrophylla* no município de Iranduba, Amazonas.

Estatísticas	DAP (cm)	H <sub>comercial</sub> (m)	H <sub>total</sub> (m)	Peso Seco (Kg)	Volume (m <sup>3</sup> )	Volume (st)
Média	11,34	8,9	11,8	56,71	0,09298	0,1395
Desvio padrão	2,71	2,86	2,43	25,59	0,0419	0,0629
Mínimo	6,05	1,6	1,6	14,99	0,02460	0,0369
Máximo	17,19	11,7	11,7	123,99	0,20330	0,3049
N	43	43	43	43	43	43

Nota: DAP = Altura no diâmetro padrão; H<sub>comercial</sub> = Altura comercial (mensurada da base à primeira bifurcação); H<sub>total</sub> = Altura total (mensurada da base à extremidade superior da copa).



**Figura 3.** Projeção futura do plantio misto de castanheira (429 plantas/ha) e mogno (88 plantas/ha) no ano 7, após o desbaste e o corte final do *Tachigali vulgaris*.

Número de plantas calculado com taxa de sobrevivência de 96,0% e 83,3% para a castanheira e o mogno, respectivamente.

Ilustração: Imagem desenvolvida no aplicativo BioRender®.

proporcionarem maior disponibilidade de luz - resultem em um incremento superior em altura e diâmetro dessas espécies.

## Considerações finais

Este estudo propõe um modelo de arranjo espacial de espécies para a otimização do crescimento e da interação entre elas, que se mostra uma alternativa promissora para iniciativas de recuperação de áreas degradadas na região Amazônica. O modelo considera espécies de múltiplos interesses

(econômico, social e ecológico), com altas taxas de sobrevivência de plantas, rápido crescimento e boas características silviculturais.

O desbaste, realizado aos 44 meses (terceiro ano) nas árvores de taxi-branco, resultou na produção de 5,99 m estéreos de lenha, evidenciando o retorno prático inicial do manejo silvicultural, combinando interesses econômicos (*T. vulgaris* para energia) e ecológicos (fixação de N<sub>2</sub> por Fabaceae).

Dessa forma, o plantio misto composto por taxi-branco (*T. vulgaris*), castanheira (*B. excelsa*) e mogno (*S. macrophylla*) poderá contribuir para a reinserção dessas áreas no processo produtivo, gerando benefícios

econômicos e sociais. Adicionalmente, o sistema favorece a melhoria das propriedades do solo e reduz a pressão sobre a exploração dessas espécies em ambientes naturais.

Como continuidade deste estudo, propõe-se a instalação de ensaios em áreas com, no mínimo, 1 ha, de modo a permitir estudos detalhados de manejo das espécies, abrangendo todos os ciclos de desbaste e avaliações econômicas, tecnológicas e silviculturais.

Essa publicação apresenta aderência aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), especialmente aos ODS 2, 7, 12 e 15 por apresentar alternativas para uso e gestão sustentável de espécies florestais da Amazônia em plantios para diversos fins, como energético, produção de alimentos e madeira.

## Referências:

- ANGELO, H.; ALMEIDA, N. A.; CALDERON, R. A.; POMPERMAYER, R. S.; SOUZA, N. A. Determinantes do preço da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) no mercado interno brasileiro. **Scientia Forestalis**, v. 41, p. 195-203, 2013.
- AZEVEDO, G. F. C. Photosynthetic parameters and growth in seedlings of *Bertholletia excelsa* and *Carapa guianensis* in response to pre-acclimation to full sunlight and mild water stress. **Acta Amazonica**, v. 44, p. 67-77, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672014000100007>.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 1986. 41 p.
- BRASIL. **Decreto nº 1.282, de 19 de outubro de 1994**. Regulamenta os arts. 15, 19, 20 e 21, da Lei nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dá outras providências. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/s/?tipo=DEC&numero=1282&ano=1994&ato=5c2QzY61UNFpWTefe>. Acesso em: 15 out. 2025.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, seção 1, 18 dez. 2014.
- BRIENZA JUNIOR, S.; OLIVEIRA, R. P. de; DENICH, M.; VLEK, P. L. G. Plantio de árvores de crescimento rápido para recuperação de áreas agrícolas na Amazônia Oriental brasileira: estudo de caso com produção de milho e mandioca. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 68, p. 347-353, 2011.
- BRIENZA JUNIOR, S. Enriquecimento de florestas secundárias como tecnologia de produção sustentáveis para a agricultura familiar. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 7, n. 3, p. 331-337, 2012.
- CARVALHO, P. E. R. Mogno - *Swietenia macrophylla*. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2006. v. 2. p. 367-377. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 2).
- CARVALHO, P. E. R. **Mogno - Swietenia macrophylla**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 140). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/313906/1/Circular140.pdf>. Acesso em: 10 out. 2025.
- CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES OF WILD FAUNA AND FLORA. CITES and Timber A guide to CITES-listed tree species. Disponível em: [https://cites.org/sites/default/files/timber\\_id\\_materials/files/CITES%20%20Timber%20-%20A%20guide%20to%20CITES-listed%20tree%20species%202023.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://cites.org/sites/default/files/timber_id_materials/files/CITES%20%20Timber%20-%20A%20guide%20to%20CITES-listed%20tree%20species%202023.pdf?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 10 out. 2025.
- CHOU, C. B.; HEDIN, L. O.; PACALA, S. W. Functional groups, species and light interact with nutrient limitation during tropical rainforest sapling bottleneck. **Journal of Ecology**, v. 106, p. 157-167, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12823>.
- COSTA, J. R.; MORAIS, R. R. de; CAMPOS, L. da S. **Cultivo e manejo do mogno (Swietenia macrophylla King)**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2013. 36 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 114).
- COSTA, K. C. P.; FERREIRA, M. J.; LINHARES, A. C. C.; GUEDES, A. A. Biomassa e nutrientes removidos no primeiro desbaste em plantio de *Bertholletia excelsa* Bonpl. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 107, p. 591-600, 2015.
- FARIAS, J.; MARIMON, B. S.; SILVA, L. C. R.; PETTER, F. A.; ANDRADE, F. R.; MORANDI, P. S.; MARIMON JUNIOR, B. H. Survival and growth of native *Tachigali vulgaris* and exotic *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* trees in degraded soils with biochar amendment in southern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 368, n. 9, p. 173-182, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.022>.
- FAUSET, S.; JOHNSON, M. O.; BAKER, T. R.; MONTEAGUDO, A.; BRIENEN, R. J. W.; FELDPAUSCH, T. R.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; MALHI, Y.; STEEGE, H. ter; PITMAN, N. C. A.; BARALOTO, C.; ENGEL, J.; Pétronelli, P. ANDRADE, A.; CAMARGO, J. L. C.; LAURANCE, S. G. W.; LAURANCE, W. F.; CHAVE, J.; ALLIE, E.; VARGAS, P. N.; TERBORGH, J. W.; RUOKOLAINEN, K.; SILVEIRA, M.; MARCOS SILVEIRA, AYMARD C., G. A.; ARROYO, L.; BONAL, D.; RAMIREZ-ANGULO, H.; ARAUJO-MURAKAMI, A.; NEILL, D.; HÉRAULT, B.; DOURDAIN, A.; TORRES-LEZAMA, A.; MARIMON, B. S.; SALOMÃO, R. P.; COMISKEY, J. A.; RÉJOU-MÉCHAIN, M.; TOLEDO, M.; LICONA, J.



- C.; ALARCÓN, A.; PRIETO, A.; RUDAS, A.; MEER, P. J. van der; KILLEEN, T. J.; MARIMON JUNIOR, B.-H. POORTER, L.; BOOT, R. G. A.; STERGIOS, B.; TORRE, E. V.; COSTA, F. R. C.; LEVIS, C.; SCHIETTI, J.; SOUZA, P.; GROOT, N.; ARETS, E.; MOSCOSO, V. C.; CASTRO, W.; CORONADO, E. H.; PEÑA-CLAROS, E.; STAHL, C.; BARROSO, J.; TALBOT, J.; VIEIRA, I. C. G.; HEIJDEN, G. van der; THOMAS, R.; VOS, V. A.; ALMEIDA, E. C.; DAVILA, E. A.; ARAGÃO, L. E. O. C.; ERWIN, T. L.; MORANDI, P. S.; OLIVEIRA, E. A. DE; VALADÃO, M. B. X.; ZAGT, R. J.; HOUT, P. van der; LOAYZA, P. A.; PIPOLY, J. J.; WANG, O.; ALEXIADES, M.; CERÓN, C. E.; HUAMANTUPA-CHUQUIMACO, I.; DI FIORE, A.; PEACOCK, J.; CAMACHO, N. C. P.; UMESTSU, R. K.; CAMARGO, P. B. DE; BURNHAM, R. J.; HERRERA, R.; QUESADA, C. A.; STROPP, J.; VIEIRA, S. A.; STEININGER, M.; RODRÍGUEZ, C. R.; RESTREPO, Z.; MUELBERT, A. E.; LEWIS, S. L.; PICKAVANCE, G. C.; PHILLIPS, O. L. Hyperdominance in Amazonian forest carbon cycling. **Nature Communications**, v. 6, article number 6857, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/ncomms7857>.
- FERREIRA, M. J.; GONÇALVES, J. F. C.; FERRAZ, J. B. S. Crescimento e eficiência do uso da água de plantas jovens de Castanheira-da-Amazônia em área degradada e submetidas à adubação. **Ciência Florestal**, v. 22, p. 393-401, 2012.
- FERREIRA, M. J.; GONÇALVES, J. F. C.; FERRAZ, J. B. S.; CORREA, V. M. Nutritional traits of young *Bertholletia excelsa* Bonpl. plants under fertilization treatments in a degraded area in Amazonia. **Scientia Forestalis**, v. 43, p. 863-872, 2015.
- FERREIRA, M. J.; GONÇALVES, J. F. C.; FERRAZ, J. B. S.; JÚNIOR, U.; RENNENBERG, H. Clonal variation in photosynthesis, foliar nutrient concentrations, and photosynthetic nutrient use efficiency in a Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) plantation. **Forest Science**, v. 62, p. 323-332, 2016.
- FORRESTER, D. I. The spatial and temporal dynamics of species interactions in mixed-species forests: from pattern to process. **Forest Ecology and Management**, v. 312, p. 282-292, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.10.003>.
- GONÇALVES, J. F. de C.; COSTA, K. C. P. da; LIMA, R. M. B. de. Ecofisiologia: implicações para a silvicultura e o manejo. In: WADT, L. H. de O.; MAROCCOLO, J. F.; GUEDES, M. C.; SILVA, K. E. da (ed.). **Castanha-da-amazônia: estudos sobre a espécie e sua cadeia de valor**. Brasília, DF: Embrapa, 2023. v. 4. cap. 5, p. 109-133.
- HOMMAA. K. O.; MENEZES A. J. E. A.; MAUÉS M. M. Castanheira-do-Pará: os desafios do extrativismo para plantios agrícolas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 9, n. 2, p. 293-306, 2014.
- International Union for Conservation of Nature. *Bertholletia excelsa* 1998:e.T32986A9741363.1998. In: \_\_\_\_\_. The IUCN red list of threatened species. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T32986A9741363.en>. Acesso em: 15 out. 2025.
- JAQUETTI, R. K.; GONÇALVES, J. F. C.; FERRAZ, J. B. S.; FERREIRA, M. J.; SANTOS JUNIOR, U. M. Ecofunctional traits and biomass production in leguminous tree species under fertilization treatments during forest restoration in Amazonia. **Forests**, v. 76, n. 7, p. 1-16, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/f7040076>.
- JAQUETTI, R. K.; GONÇALVES, J. F. de C. Carbon and nutrient stocks of three Fabaceae trees used for forest restoration and subjected to fertilization in Amazonia. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, p. 1761-1771, 2017.
- KOUTIKA, L. S.; EPRON, D.; BOUILLET, J. P.; MARESCHAL, L. Changes in N and C concentrations, soil acidity and P availability in tropical mixed acacia and eucalypt plantations on a nutrient-poor sandy soil. **Plant and Soil**, v. 379, p. 205-216, 2014.
- LIMA, R. M. B. de. **Crescimento do *Sclerolobium paniculatum* Vogel na Amazônia, em função de fatores de clima e solo**. 2004. 193 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- LIMA, R. M. B. de; HOMMA, A. K. O.; OLIVEIRA, T. K. de; GONÇALVES, J. F. de C. Plantios pioneiros em monocultivos e sistemas agroflorestais na Amazônia. In: WADT, L. H. de O.; MAROCCOLO, J. F.; GUEDES, M. C.; SILVA, K. E. da (ed.). **Castanha-da-amazônia: estudos sobre a espécie e sua cadeia de valor**. Brasília, DF: Embrapa, 2023. v. 4. cap. 6, p. 135-162.
- LOPES, J. S.; COSTA, K. C. P.; FERNANDES, V. S.; GONÇALVES, J. F. C. Functional traits associated to photosynthetic plasticity of young Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) plants. **Flora**, v. 258, 151446, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.151446>.
- MARQUES, L. C. T.; LIMA, R. M. B. de; YARED, J. A. G.; BARBOSA, A. P. Reflorestamento na Amazônia brasileira. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da (ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 2, p. 307-323.
- MARRON, N.; EPRON, D. Are mixed-tree plantations including a nitrogen-fixing species more productive than monocultures? **Forest Ecology and Management**, v. 441, p. 242-252, 2019.

MOCHIUTTI, S.; MELEM JUNIOR, N. J.; FARIAS NETO, J. T. de; QUEIROZ, J. A. L. de. **Taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel): leguminosa arbórea para recuperação de áreas degradadas e abandonadas pela agricultura migratória**. Macapá: Embrapa Amapá, 1999. 5 p. (Embrapa Amapá. Comunicado técnico, 28)

MOUCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J. A. L.; MELÉM JUNIOR, N. J. Produção de serapilheira e retorno de nutrientes de um povoamento de taxi-branco e de uma Floresta Secundária no Amapá. **Boletim de Pesquisas Florestais**, v. 52, p. 3-20, 2006.

OLIVEIRA, C. A. D. de; SOUZA, M. L. M. de; CABRAL, O. R. **Boletim agrometeorológico 1994**: Campo Experimental do Caldeirão. Manaus, 1994. 12 p. (Boletim Agrometeorológico Campo Experimental do Caldeirão).

OLIVEIRA, I. R. M.; VALE, A. T. do; MELO, J. T. de; COSTA, A. F. da. Biomassa e características da madeira de *Sclerolobium paniculatum* cultivado em diferentes níveis de adubação. **Cerne**, v. 14, n. 4, p. 351-357, 2008.

ORELLANA, B. B. M. A.; VALE, A. T. do; GONZALEZ, J.; GUEDES, M. C.; ORELLANA, J. B. P.; LIMA, C. M. Produtividade energética da madeira de *Yachigali vulgaris* por classe diamétrica em plantios experimentais na Amazônia. **Nativa**, v. 6, nesp, p. 773-781, 2018.

PIMENTEL, C. R.; CARVALHO, C. S. C.; PAULETTO, D.; LOPES, L. S. S.; RODE, R. Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas em sistema agroflorestal experimental em Santarém, Pará. **Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 195-208, 2018.

RODRIGUES, T. E.; SANTOS, P. L.; VALENTE, M. A.; BARRETO, W. O.; ARAÚJO, W. S.; MELO, M. E. C. C. M.; DURIEZ, M. A. M. **Levantamento semi-detalhado dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do campo experimental do Caldeirão do CPAA/ Embrapa, Iranduba, Amazonas**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1991. 74 p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de pesquisa).

SALOMÃO, R. P.; ROSA, N. A.; CASTILHO, A.; MORAIS, K. A. C. Castanheira-do-brasil recuperando áreas degradadas e provendo alimento e renda para comunidades da Amazônia Setentrional. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 1, p. 65-78, 2006.

SCHENEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria, RS: FACOS-UFSM, 2008. 566 p.

SCHIMPL, F. C.; FERREIRA, M. J.; JAQUETTI, R. K.; MARTINS, S. C. V.; GONÇALVES, J. F. de C. Physiological responses of young Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) plants to drought stress and subsequent rewatering. **Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 252, p. 10-17, 2019.

SCHROTH, G.; MOTA, M.; ELIAS, M. E. DE A. Growth and nutrient accumulation of Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa*) in agroforestry at different fertilizer levels. **Journal of Forestry Research**, v. 26, p. 347-353, 2015.

SCOLES, R.; GRIBEL, R. Population structure of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) stands in two areas with different occupation histories in the Brazilian Amazon. **Human Ecology**, v. 39, p. 455-464, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10745-011-9412-0>.

SCOLES, R.; KLEIN, G. N.; GRIBEL, R. Crescimento e sobrevivência de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lecythidaceae) plantada em diferentes condições de luminosidade após seis anos de plantio na região do Rio Trombetas, Oriximiná, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 9, n. 2, p. 321-336, 2014.

SILVA, A. F.; FREITAS, A. D. S.; COSTA, T. L.; FERNANDES JUNIOR, P. I.; MARTINS, L. M. V.; SANTOS, C. E. R. S.; MENEZES, K. A. S.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biological nitrogen fixation in tropical dry forests with different legume diversity and abundance. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 107, p. 321-334, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10705-017-9834-1>.

SILVA, J. R.; GASTAUER, M.; RAMOS, S. J.; MITRE, S. K.; NETO, A. E. F.; SIQUEIRA, J. O.; CALDEIRA, C. F. Initial growth of Fabaceae species: combined effects of topsoil and fertilizer application for mineland revegetation. **Flora**, v. 246-247, p. 109-117, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2018.08.001>.

SOUZA, V. G. DE; BRIENZA JUNIOR, S.; BARBOSA, M. G.; MARTORANO, L. G.; SILVA, V. C. **Taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L. F. Gomes da Silva & H.C. Lima): botânica, ecologia e silvicultura**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2016. 39 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 426).

SOUZA, C. de; SANTOS, V. A. dos; FERREIRA, M. J.; GONÇALVES, J. F. Biomassa, crescimento e respostas ecofisiológicas de plantas jovens de *Bertholletia excelsa* Bonpl. submetidas a diferentes níveis de irradiância. **Ciência Florestal**, v. 27, p. 557-569, 2017.

SOUZA, M. N. de. **Volumetria e qualidade da madeira de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em plantios na Amazônia Central**. 2016. 82 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

TONINI, H.; SCHWENGBER, D. R.; MORALES, M. M.; OLIVEIRA, J. M. F. Crescimento e qualidade energética da madeira de *Tachigali vulgaris* sob diferentes espaçamentos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, p. 1-8, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4336/2018.pfb.38e201801569>.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D.; MOURÃO JUNIOR, M. Avaliação de espécies florestais em área de mata no estado de Roraima. **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 8-18, 2006.

VOIGTLAENDER, M.; BRANDANI, C. B.; CALDEIRA, D. R. M.; TARDY, F.; BOUILLET, J. P.; GONÇALVES, J. L. M. Nitrogen cycling in monospecific and mixed-species plantations of *Acacia mangium* and *Eucalyptus* at 4 sites in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 436, p. 56-67, 2019.

YARED, J. A. G.; KANASHIRO, M.; CONCEIÇÃO, J. G. L. da. **Espécies florestais nativas e exóticas: comportamento silvicultural no planalto do Tapajós** – Pará. Belém, PA: EMBRAPA -CPATU, 1988.

29 p. (EMBRAPA - CPATU. Documentos, 49). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/381194/1/CPATUDoc49.pdf>. Acesso em: 21 out. 2025.

YARED, J. A. G. Silvicultura de algumas espécies nativas da Amazônia. **Silvicultura**, v. 12, n. 42, t. 1, p. 119-122, 1992. Edição dos Anais do Congresso Florestal Brasileiro, 6., 1990, Campos do Jordão.

TOMASELLI, I.; MARQUES, L. C. T.; CARPANEZZI, A. A.; PEREIRA, J. C. D. Caracterização da madeira de Taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) para energia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 6/7, p. 33-44, 1983.

#### Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba  
Caixa Postal 319  
83411-000 Colombo, PR  
Fone: (41) 3675-5600  
[www.embrapa.br/florestas](http://www.embrapa.br/florestas)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

#### 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, Elene Yamazaki Lau, Guilherme Schnell e Schühli, Luis Claudio Maranhão Froufe, Marina Moura Morales, Paulo Marcelo Veras de Paiva e Sandra Bos Mikich.*

#### Comunicado Técnico 519

ISSN 1517-5030 / e-ISSN 1980-3982  
Novembro, 2025

Edição executiva e revisão de texto: *José Elidney Pinto Júnior*

Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche* (CRB-9/1204)

Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*

Diagramação: *Celso Alexandre de O. Eduardo*

Publicação digital: PDF



Ministério da  
Agricultura e Pecuária

Todos os direitos reservados à Embrapa.