



COMUNICADO
TÉCNICO

488

Colombo, PR
Junho, 2023



Método de cultivo axênico de shiitake em substrato com cascas de pupunha

*Cristiane Vieira Helm
Thaynã Gonçalves Timm
Stefanie Elis Uller
Edson Alves de Lima
Lorena Benathar Ballod Tavares*

Método de cultivo axênico de shiitake em substrato contendo cascas de pupunha¹

¹ Cristiane Vieira Helm, química industrial, doutora em Ciências dos Alimentos, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR; Thayná Gonçalves Timm, engenheira química, estudante de doutorado em Engenharia Ambiental da Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC; Stefanie Elis Uller, graduanda de Biomedicina da Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC; Edson Alves de Lima, licenciado em Ciências Agrícolas, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR; Lorena Benathar Ballod Tavares, farmacêutica com habilitação em Tecnologia de Alimentos, doutora em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, professora da Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC.

O Brasil, mundialmente, é um dos maiores produtores e consumidores de palmito, bem como o maior exportador. A produção de palmito a partir da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) tem se destacado como alternativa viável para preservar espécies nativas do bioma Mata Atlântica e como fonte de renda para pequenos e médios produtores no Brasil. O cultivo tem se mostrado como alternativa de sustentabilidade econômica e ambiental nas regiões da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina, onde a adaptação da espécie para a agricultura familiar foi desenvolvida (Embrapa Florestas, 2019; Cássia Spacki et al., 2022). Porém, durante o processamento do palmito, folhas, estipe e bainhas permanecem no local da colheita e cerca de 70% da biomassa total tornam-se resíduos ou subprodutos na indústria (Magalhães et al., 2020). Os resíduos do processamento de palmito denominados cascas ou bainhas, na maioria dos casos, não têm valor econômico e são destinados de forma indevida, podendo causar impactos

ambientais negativos, como poluição de solos e corpos hídricos (Chicatto et al., 2018; Schmitz et al., 2018).

Assim, a existência de um mercado internacional e interno, aliado ao extenso consumo de palmito, remete não somente à necessidade de aumento de produtividade, mas à busca por alternativas de destinação dos subprodutos gerados, baseando-se nos princípios agroecológicos, viabilizando a autossuficiência econômica e ambiental da propriedade familiar (Embrapa Florestas, 2017) e beneficiando a bioeconomia circular e a sustentabilidade (Gao et al., 2020).

O potencial de uso das cascas provenientes do processamento de palmito pupunha pode ser explorado para gerar novos produtos. Estas cascas possuem quantidade significativa de celulose e lignina (Helm et al., 2014) e estudos já comprovaram a capacidade do desenvolvimento tanto micelial quanto axênico de cogumelos comestíveis e medicinais nas cascas de palmito pupunha, por meio

da bioconversão destas macromoléculas (Bellettini, 2014; Pasko et al., 2022).

O cultivo e o consumo de cogumelos comestíveis vêm aumentando nas últimas décadas no Brasil, transformando a fungicultura em uma atividade em expansão e sendo fonte de renda para pequenos e médios produtores (Viotto, 2016). Estes cogumelos são produzidos e consumidos principalmente nas regiões Sudeste e Sul do País, devido às condições climáticas favoráveis (Bach, 2017), destacando-se espécies do gênero *Pleurotus*, seguido da espécie *Lentinula edodes* (Fonseca et al., 2017).

No Brasil, o cultivo de cogumelos tem sido realizado em toras de árvores, serragens e pela técnica Jun-Cao, realizada com uso de gramíneas no lugar de toras de árvores nativas (Urban; Uriartt, 2017). Essa técnica foi adaptada para utilização de resíduos agroindustriais lignocelulósicos, com vantagens obtidas em relação às outras técnicas de cultivo, como aproveitamento de resíduos agroindustriais abundantes e inexplorados, taxa de conversão biológica de 10% a 20% maior e com diminuição do custo de produção em 20%, curto período de cultivo, fácil domínio e utilização de poucos recursos, além de proporcionar maior valor nutricional (Bellettini, 2014).

Lentinula edodes, conhecida comercialmente como shiitake, possui grande potencial comercial no Brasil (Helm et al., 2009), apresentando sabor marcante e característico, sendo famoso por seu aroma e sabor únicos (Zhang et al., 2022) e é utilizado tanto para fins

nutricionais como para medicinais devido à sua composição química (Helm et al., 2009). Como substrato de cultivo tradicional deste cogumelo são utilizadas toras de madeira de carvalho (*Quercus* spp.) em condições externas, sendo que outros materiais não convencionais vêm sendo pesquisados para uso como substrato, para gerar produtos com maior rendimento e eficiência biológica, melhor qualidade e menor tempo de produção, como os resíduos agroindustriais (Gaitán-Hernández et al., 2019).

Neste contexto, este trabalho descreve a tecnologia desenvolvida para o processo de produção de cogumelos shiitake em sistema de cultivo axênico, utilizando substratos à base de cascas de palmito pupunha.

Para a formação do substrato foram utilizados os subprodutos do processamento de palmito pupunha, denominados cascas ou bainhas externas (Figura 1), provenientes de agroindústrias do litoral do Paraná, parceiras da Embrapa Florestas (Colombo,PR). As cascas foram coletadas, processadas em um triturador DPM Júnior, com granulometria heterogênea (partículas de 0,5 cm a 5 cm e com até 0,3 cm de espessura) e secas em estufa sob temperatura de 60 °C, por 48 horas.

O isolado *Lentinula edodes* (EF 50), proveniente da coleção de basidiomicetos do Laboratório de Tecnologia de Produtos Não Madeiráveis da Embrapa Florestas, foi denominado de matriz primária e cultivado em placas de Petri esterilizadas contendo meio ágar-batata-dextrose (BDA) (matriz secundária), inoculadas em câmara de fluxo laminar, incubadas sob

temperatura de 25 °C até o crescimento completo e armazenadas sob refrigeração na temperatura de 4 °C.

Utilizou-se, ainda, uma cepa comercial de alta produtividade fornecida pela empresa Fungi & Flora (FF), cujo inóculo foi recebido, isolado e depositado na coleção de fungos basidiomicetos do Laboratório de Engenharia de Biomassas

da Universidade Regional de Blumenau (Lebio/Furb), sendo, também, produzida a matriz secundária para posterior utilização no sistema de cultivo axênico.

A matriz secundária foi utilizada para a produção do inóculo ou *spawn* (matriz terciária), visando a adaptação das culturas dos microrganismos e adaptação fisiológica do cogumelo aos materiais



Foto: Cristiane Vieira Helm

Figura 1. Cascas de palmito pupunha utilizadas para o cultivo de shiitake.

lignocelulósicos, além da promoção de crescimento mais rápido e vigoroso (Bittencourt, 2007). Como substrato foi utilizado serragem de eucalipto (80%), bagaço de mandioca (10%) e farelo de soja (10%), pesados em frascos cilíndricos de 500 mL tampados com papel filtro, autoclavados e inoculados, triturando 1/6 de placa do fungo em 100 mL de água destilada (umidade inicial entre 65% e 75%) (Tonini, 2004). Os inóculos foram mantidos em incubadora sob temperatura de 25 °C, por 30 dias ou até completa colonização do meio (Bittencourt, 2007).

No cultivo de cogumelos em blocos axênicos, além da influência que as condições de cultivo e a composição do substrato exercem sobre a produtividade, há também a influência na composição química dos cogumelos e, conseqüentemente, no seu valor nutricional (Yadav; Negi, 2021), propriedades nutracêuticas e compostos bioativos. Assim, é de extrema importância realizar uma seleção cuidadosa do substrato a ser utilizado e buscar padronizar condições de cultivo para alcançar reprodutibilidade da qualidade e composição química de cogumelos, principalmente quando utilizados

para incorporação em produtos com apelo nutracêutico (Bidegain et al., 2019).

A seleção do substrato é um fator crítico na produção de cogumelos, uma vez que as concentrações de carbono e nitrogênio influenciam no crescimento fúngico e na produção de metabólitos (Rainert et al., 2021). Assim, para o cultivo de cogumelos em materiais fibrosos ricos em carbono e limitados em nitrogênio e fósforo, como os lignocelulósicos, a suplementação com outros materiais é essencial. Tal suplementação como fonte de nitrogênio e, ou minerais pode ser realizada por uma mistura de sólidos (cascas, palhas, bagaços, cereais, farelos), como bagaços de mandioca e de cana-de-açúcar, farelos de soja, aveia, arroz e trigo, e cereais em geral (Donini et al., 2006).

Para o cultivo axênico de shiitake, foram utilizados sacos de polipropileno (PP) lisos (18 cm x 30 cm e 0,005 μm) preenchidos com os substratos (500 g), contendo cascas externas de pupunha (80%) e os suplementos (20%) bagaço de mandioca, farelo de soja e, ou farinha de sorgo, cuja proporção é definida com base na relação entre carbono e nitrogênio do substrato (C:N \approx 54:1), calculados conforme composição nutricional dos componentes do substrato. Os substratos são, então, hidratados para manter umidade inicial próxima a 70% (Tonini, 2004; Bittencourt, 2007).

Um tubo cilíndrico de vidro foi colocado no centro dos sacos, formando um orifício para introdução do inóculo (\approx 10 cm) e os sacos foram vedados com respiradores de

PVC cilíndricos encaixados e intercalados por papel filtro e autoclavados duas vezes sequenciais sob temperatura de 121 °C, por 60 minutos. Após resfriamento dos substratos, a inoculação do bloco axênico foi realizada, retirando os tubos com pinça e preenchendo o espaço com a matriz terciária (inóculo ou *spawn*), comercialmente denominada como semente. Os blocos de cultivo foram compactados e incubados sob temperatura de 25 °C e na ausência de luz até atingir colonização completa, seguida do processo de escurecimento ("*browning process*") e surgimento dos primórdios (Tonini, 2004; Bittencourt, 2007).

Com o surgimento dos primórdios, os cultivos foram transferidos para a sala de frutificação com umidade e temperatura controladas (acima de 70% e 18 °C a 25 °C) e os sacos plásticos foram removidos gradativamente para permitir o desenvolvimento dos basidiomas (frutificação) (Tonini, 2004). A colheita dos cogumelos foi realizada quando os basidiomas atingiram 5 cm a 7 cm de diâmetro, com retirada total a partir da extremidade do píleo.

Para os próximos ciclos de frutificação é realizada a indução dos primórdios, reduzindo a temperatura de incubação para 10 °C, durante 72 horas e retorno posterior à sala de frutificação (25 °C), até colheita dos cogumelos (Tonini, 2004; Bittencourt, 2007). Cada ciclo de cultivo leva em torno de 2 a 6 meses, dependendo da espécie do cogumelo (Umor et al., 2021). Para *L. edodes*, este ciclo é de, aproximadamente, três meses (Tonini, 2004). Os blocos de cultivo são utilizados para frutificação até

exaurir, gerando o substrato exaurido pós-colheita dos cogumelos (SMS).

A Figura 2 apresenta um diagrama esquemático do processo de produção de shiitake em sistema de cultivo axênico utilizando substrato à base de cascas de pupunha.

Para avaliar os parâmetros produtivos, são determinados o peso fresco dos cogumelos (PF), a eficiência biológica (EB), o peso seco dos cogumelos (PS), o rendimento (R) ou produtividade, o número total de cogumelos (NT), o tempo de emissão de primórdios (EP) e o período de produção de cogumelos (PP).



Figura 2. Processo de produção de shiitake em sistema de cultivo axênico utilizando substrato à base de cascas de pupunha.

A eficiência biológica do substrato demonstra, indiretamente, a capacidade do substrato para o cultivo de cogumelos e é definida como a razão entre a massa fresca dos basidiomas colhidos e a massa seca do substrato (Bittencourt, 2007; Bellettini, 2014) (Equação 1).

Para determinação da produtividade do processo (rendimento) é adotado o rendimento em massa seca (R) (Equação 2),

representando a conversão de substrato seco em corpos frutíferos secos, uma vez que o teor de umidade dos basidiomas varia em função das condições de cultivo, obtendo-se, assim, o valor real em massa de cogumelos (Bittencourt, 2007).

Pode-se, ainda, calcular o rendimento que relaciona a massa úmida dos basidiomas e a massa fresca de substrato (Bellettini, 2014) (Equação 3).

A descrição apresentada neste trabalho pode auxiliar no direcionamento de uso das cascas de pupunha que, geralmente, são consideradas como resíduo, para a produção de cogumelos comestíveis.

Apesar deste estudo enfatizar a aplicação de cascas de pupunha, a tecnologia pode ser aplicada para os subprodutos gerados no processamento de outras espécies de palmeiras encontradas no

$$EB(\%) = \frac{\text{massa fresca de cogumelos}}{\text{massa seca de substrato}} * 100 \quad (\text{Equação 1})$$

$$R(\%) = \frac{\text{massa seca de cogumelos}}{\text{massa seca de substrato}} * 100 \quad (\text{Equação 2})$$

$$R'(\%) = \frac{\text{massa fresca de cogumelos}}{\text{massa fresca de substrato}} * 100 \quad (\text{Equação 3})$$

Brasil e no mundo. Além disso, pode-se também utilizar para compor o substrato de cultivo de cogumelos shiitake a serragem proveniente do processamento de toras de carvalho (gênero *Quercus*) e outros subprodutos agroindustriais de composição lignocelulósica. A produção dos inóculos e a mistura de suplementos para o substrato também poderão ser realizadas com outros subprodutos, como sorgo biomassa, farelos, palhas e bagaços, de diferentes composições, sempre respeitando as exigências de nutrientes para o desenvolvimento fúngico.

É importante, ainda, ressaltar que, apesar deste estudo enfatizar o cultivo de cogumelos shiitake, este procedimento poderá servir como modelo para uso em todo e qualquer sistema de geração de

cogumelos comestíveis, utilizando as condições de cultivo exigidas por cada espécie.

Esse trabalho apresenta alinhamento às metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU (especialmente os objetivos 2, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 17). A agricultura sustentável é fortalecida pelo uso de substratos renováveis para cultivo de cogumelos, fertilizantes naturais no cultivo da pupunha e tecnologias de melhoria da produtividade de pupunha. O estímulo ao cultivo de cogumelos comestíveis promove melhorias que refletem positivamente na renda dos envolvidos, nas relações sociais e com o meio onde vivem. Deve-se destacar que consumir cogumelos na alimentação está primordialmente associado aos seus potenciais

benefícios à saúde, com destaque para aspectos funcionais e medicinais.

O uso de recursos agroflorestais (casca de pupunha) na produção de cogumelo pode gerar crescimento econômico sem degradação ambiental, o que contribui para o alcance da gestão sustentável e ao uso eficiente de recursos naturais.

Referências

- BACH, F. **Avaliação do potencial nutricional, antioxidante e antibacteriano de cogumelos comestíveis**. 2017. 135 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BELLETTINI, M. B. **Desenvolvimento de um bioprocesso integrado para valorização de bainha de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth): produção de cogumelos (*Pleurotus* spp.) e alface (*Lactuca sativa*) cv. verônica**. 2014. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BIDEGAIN, M. A.; POSTEMSKY, P. D.; PIERONI, O.; CUBITTO, M. A. Analysis of the influence of substrate formulations on the bioactive chemical profile of lingzhi or reishi medicinal mushroom, *Ganoderma lucidum* (Agaricomycetes) by conventional and chemometrics methods. **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 21, n. 6, p. 537-548, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.2019030869>.
- BITTENCOURT, C. N. V. **Cultivo axênico de shiitake (*Lentinula edodes*) em resíduos do processamento da Palmeira-Real-da-Austrália (*Archontophoenix alexandrae*)**. 2007. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- CÁSSIA SPACKI, K. de; CORRÊA, R. C. G.; UBER, T. M.; BARROS, L.; FERREIRA, I. C. F. R.; PERALTA, R. A.; MOREIRA, R. F. P. M.; HELM, C. V.; LIMA, E. A. de; BRACHT, A.; PERALTA, R. M. Full exploitation of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth): state of the art and perspectives. **Plants**, v. 11, n. 22, p. 1-18, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11223175>.
- CHICATTO, J. A.; NUNES, H. C. A.; GONÇALVES, M. J.; HELM, C. V.; ALTMAJER VAZ, D.; TAVARES, L. B. B. Strategies for decolorization of textile industry effluents by white-rot-fungi with peach palm residue. **Acta Scientiarum**. Technology, v. 40, e35610, p. 1-9, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v40i1.35610>.
- DONINI, L. P.; BERNARDI, E.; NASCIMENTO, J. S. Desenvolvimento in vitro de *Agaricus brasiliensis* em meios suplementados com diferentes farelos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 995-999, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000600015>.
- EMBRAPA FLORESTAS. **Nexus II: pesquisa e desenvolvimento em ações integradas e sustentáveis para a garantia da segurança hídrica, energética e alimentar nos Biomas Pampa, Pantanal e Mata Atlântica**. Colombo, 2017.
- EMBRAPA FLORESTAS. **Transferência de tecnologia florestal: Pupunha**. Colombo, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/florestas/transferencia-de-tecnologia/pupunha/tema>. Acesso em: 7 fev. 2023.
- FONSECA, L. S.; ARAÚJO, A. N. F.; MACHADO, A. E. V.; SIQUEIRA, F. G. de; LEMOS, M.; MENDONÇA, S. Caracterização química do resíduo pós-cultivo de cogumelos destoxicantes em torta de algodão. In: ENCONTRO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA EMBRAPA AGROENERGIA, 4., 2017, Brasília, DF. **Anais** [...]. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 121-127.
- GAITÁN-HERNÁNDEZ, R.; LÓPEZ-PEÑA, D.; ESQUEDA, M.; GUTIÉRREZ, A. Review of bioactive molecules production, biomass, and basidiomata of shiitake culinary-medicinal mushrooms, *Lentinula edodes* (Agaricomycetes). **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 21, n. 9, p. 841-850, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.2019031849>.
- GAO, S.; SONG, W.; GUO, M. The integral role of bioproducts in the growing bioeconomy. **Industrial Biotechnology**, v. 16, n. 1, p. 13-25, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1089/ind.2019.0033>.
- HELM, C. V.; CORADIN, J. H.; RIGONI, D. **Avaliação da composição química dos cogumelos comestíveis *Agaricus bisporus*, *Agaricus brasiliensis*, *Agaricus bisporus***

portobello, *Lentinula edodes* e *Pleurotus ostreatus*. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 7 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 235). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/578693/1/CT235.pdf>.

HELM, C. V.; RAUPP, D. da S.; SANTOS, A. F. dos. Development of peach palm fibrous flour from the waste generated by the heart of palm agribusiness. **Acta Scientiarum**. Technology, v. 36, n. 1, p. 171-177, 2014. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v36i1.17165>.

MAGALHÃES, W. L. E.; SÁ, F. P. de; PAULA, C. R. P. de; ARTNER, M. A.; ARANTES, M. S. T. **Produção de compósitos a partir dos resíduos da agroindústria do palmito de pupunha**. Colombo: Embrapa Florestas, 2020. 9 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 461). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/218624/1/Washington-CT-461-1881-final-2.pdf>.

PASKO, R. Z.; TIMM, T. G.; De LIMA, G. G.; HELM, C. V.; De LIMA, E. A.; HENRIQUES, G. S.; TAVARES, L. B. B. In vivo evaluation and nutritional quality of by-products subjected to solid-state fermentation using shiitake culinary-medicinal mushroom, *Lentinula edodes* (Agaricomycetes). **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 24, n. 1, p. 53-66, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.2021041945>.

RAINERT, K. T.; NUNES, H. C. A.; GONÇALVES, M. J.; HELM, C. V.; TAVARES, L. B. B. Decolorization of the synthetic dye Remazol Brilliant Blue Reactive (RBBR) by *Ganoderma lucidum* on bio-Adsorbent of the solid bleached sulfate paperboard coated with polyethylene terephthalate. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 9, n. 2, p. 104990, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104990>.

SCHMITZ, W.; HECK, T. C.; HERMANN, K. L.; VEGINI, A.A.; TAVARES, L. B. B. Levantamento sobre a produção de resíduos sólidos gerados no processamento de palmito em Santa Catarina, Brasil. **Educação Ambiental em Ação**, v. 16, n. 63, p. 1-14, 2018.

TONINI, R. C. G. **Utilização da bainha mediana de palmito (*Euterpe edulis* Mart. - *Arecaceae*) como substrato para cultivo de *Lentinula edodes* (Beck.) Pegler**. 2004. 148 f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

UMOR, N. A.; ISMAIL, S.; ABDULLAH, S.; HUZAIFAH, M. H. R.; HUZIR, N. M.; MAHMOOD, N. A. N.; ZHRIM, A. Y. Zero waste management of spent mushroom compost. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 23, n. 5, p. 1726-1736, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10163-021-01250-3>.

URBEN, A. F.; URIARTT, A. H. Princípios do cultivo de cogumelos pela técnica JunCao. In: URBEN, A. F. (ed.). **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada: biotecnologia e aplicações na agricultura e na saúde**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 274 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1077728>.

VIOTTO, R. S. **Caracterização e avaliação do resíduo de cultivo do cogumelo shiitake (*Lentinula edodes*) para fins bioenergéticos**. 2016. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Sorocaba.

YADAV, D.; NEGI, P. S. Bioactive components of mushrooms: processing effects and health benefits. **Food Research International**, v. 148, p. 110599, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110599>.

ZHANG, S.; FANG, X.; WU, W.; TONG, C.; CHEN, H.; YANG, H.; GAO, H. Effects of negative air ions treatment on the quality of fresh shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) during storage. **Food Chemistry**, v. 371, p. 131200, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131200>.

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

1ª edição

Publicação digital (2023): PDF



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA

**Comitê Local de Publicações
da Embrapa Florestas**

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**Guilherme Schnell E Schuhl**Marilice Cordeiro Garrastazú**Sandra Bos Mikich**Susete do Rocio Chiarello Penteado**Valderés Aparecida de Sousa*

Supervisão editorial/Revisão de texto

José Elidney Pinto Júnior

Normalização bibliográfica

Francisca Rasche (CRB-9/1204)

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Celso Alexandre de Oliveira Eduardo

Foto da capa

Thaynã Gonçalves Timm

CGPE: 018116