

Resíduo orgânico e níveis de sombreamento nos atributos químicos de substratos e na produção de mudas de *Alibertia edulis*

Autores:

Cleberton Correia Santos

Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD, Dourados - MS

Higor Péríkles Guedes Jorge

Engenheiro Agrônomo, Faculdade de Ciências Agrárias/UFGD, Dourados - MS

Rodrigo da Silva Bernardes

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias/UFGD, Dourados - MS

Juliana Milene Silverio

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias/UFGD, Dourados - MS

Anderson dos Santos Dias

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias/UFGD, Dourados - MS

Cláudio Cesar dos Santos Junior

Sócio Administrador Lavrare Agronegócios LTDA, Dourados - MS

Darlan Souza Flauzino

Supervisor de Campo (Horticultura), Departamento de Assistência Técnica e Gerencial do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) - MS

DOI: 10.58203/Licuri.20414

Como citar este capítulo:

SANTOS, Cleberton Correia et al. Resíduo orgânico e níveis de sombreamento nos atributos químicos de substratos e na produção de mudas de *Alibertia edulis*. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). Estudos em Ciências Biológicas e Florestais. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 37-52.

ISBN: 978-65-85562-04-1

Resumo

Alibertia edulis (Rich.) A. Rich. ex DC. é uma espécie de interesse medicinal, alimentício e silvicultural. Porém, são insuficientes as informações de crescimento da espécie em função do uso de resíduo orgânico na formulação de substrato associado a níveis de sombreamento. Objetivou-se nesse estudo avaliar o efeito de doses de cama de frango e disponibilidades luminosas nos atributos químicos dos substratos e no crescimento das mudas de *A. edulis*. Foram estudadas cinco doses de cama de frango semidecomposta base de casca de arroz, sob duas disponibilidades luminosas: pleno sol e sombreamento de 50%. Aos 215 dias após o transplante foi feita a caracterização estomática foliar, altura de plantas, massa seca total, índice de qualidade de Dickson, e coletadas amostradas para determinação dos atributos químicos dos substratos. O pH CaCl₂ e H+Al apresentaram valores máximos calculados de 6,26 e 2,04, com 4,39 e 3,84 g CF kg⁻¹ solo, respectivamente. O maior teor de P (5,25 mg dm⁻³) ocorreu com adição de 8,32 g kg⁻¹ de CF. Em ambiente sombreado, o maior teor de K foi de 0,67 cmol_c dm⁻³ com 8,32 g CF kg⁻¹, e sob pleno sol, o teor máximo (0,68 cmol_c dm⁻³) foi com adição de 5,46 g CF kg⁻¹. A máxima percentagem de matéria orgânica calculada foi de 2,59% sob 2,80 g CF kg⁻¹ de solo sob pleno sol. As folhas de *A. edulis* apresentam tricomas tectores nas duas faces foliares e são hipoestomáticas. As mudas de *A. edulis* apresentaram respostas de crescimento variadas em função das doses de cama de frango e ambientes de cultivo. O uso da cama de frango é uma prática que contribui no aumento de teores de P, K e matéria orgânica nos substratos e no crescimento das mudas de maneira variável com a dose e ambiente de cultivo.

Palavras-chave: Cama de frango. Estômatos. Matéria orgânica.

INTRODUÇÃO

Alibertia edulis Rich. A. Rich. é uma espécie frutífera e nativa no Cerrado brasileiro, com múltiplos usos, dentre eles alimentício, medicinal, ecológico. As folhas da *A. edulis* são utilizadas popularmente para reumatismo (VIEIRA et al., 2015), com comprovação científica quanto às propriedades medicinais, tendo o extrato aquoso por decocção apresentado atividade antibacteriana e leishmanicida (MARQUES et al., 2013), anti-diurética e anti-hipertensiva em ratos (AQUINO et al., 2017). Do ponto de vista bioecológico, pelo fato de a espécie produzir frutos com características alimentícias desejáveis pode ser uma alternativa de renda aos produtores rurais na elaboração de seus derivados com valor agregado ao mercado.

Neste sentido, há poucas informações quanto às respostas de crescimento das mudas a luminosidade e ao uso de resíduos orgânicos, tornando-se necessários estudos visando estabelecer práticas de manejo silvicultural *ex situ*, sendo esse trabalho é complementar ao de Santos et al. (2020a, 2023), todos provenientes da tese de Santos (2019).

O nível de sombreamento no qual a espécie será produzida bem como inserida é um fator determinante no sucesso no seu desenvolvimento, variando do potencial de aclimatização e resiliência da espécie, assegurando então a sobrevivência e estabilidade do desenvolvimento. Portanto, o conhecimento dos ajustes fisiológicos aos ambientes luminosos são fundamentais (GONÇALVES et al., 2010), pois auxiliam na tomada de decisão de escolha da área onde qual será realizado o transplântio das mudas.

Com base em diversos aspectos morfofisiológicos é possível compreender se a espécie pode ser inserida em áreas totalmente abertas antropizadas visando restabelecimento dos serviços ecossistêmicos, ou enriquecimento de matas nativas ou composição de sistemas agroflorestais biodiversos, com menor luminosidade. Algumas espécies nativas, dentre elas a *Xylopia sericea* A. St.-Hil. e *Siparuna guianensis* Aubl. (LAGE-PINTO et al., 2012), *Jaracatia spinosa* (Aubl.) (MARANA et al., 2015), *Copaifera langsdorffii* Desf. (DUTRA et al., 2015) e *Physocalymma scaberrimum* Pohl. (SILVA et al., 2016) apresentaram respostas morfofisiológicas diferenciadas quanto aos níveis de sombreamento.

Especificamente, para o cultivo de espécies arbóreas, o uso de resíduos orgânicos é

uma prática agrônômica indicada pois liberam nutrientes de forma gradual, contribuindo na nutrição e desenvolvimento das plantas, uma vez que, as nativas do Cerrado em sua grande maioria apresentam crescimento lento, tornando-se uma alternativa sustentável que favoreça o estabelecimento da plantas nas áreas implantada em função de maior qualidade das mudas.

Dentre os resíduos sólidos orgânicos com potencial de inserção na formulação de substratos, tem-se a cama de frango, que por sua vez, apresenta elevada disponibilidade nas áreas produtoras, dentre elas, no Mato Grosso do Sul (FAMASUL, 2015). A adição de cama de frango ao solo melhora os atributos físicos, e quando em estágio de decomposição/mineralização contribuem nos atributos químicos por apresentar elevados teores de nutrientes (GONZAGA et al., 2016; SOREMI et al., 2017).

Além disso, o uso de resíduos orgânicos pode aumentar a atividade microbiológica do solo e acelerar a ciclagem biogeoquímica, favorecendo a disponibilidade de nutrientes associados ao metabolismo fotossintético e produção de massa das plantas. Na produção das mudas de *Joannesia princeps* Vell., *Hymenaea courbaril* L. e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., espécies nativas no Cerrado, os maiores desenvolvimentos ocorreram quando realizou-se adição de cama de frango na formulação do substrato (GONZAGA et al., 2016).

Objetivou-se nesse estudo avaliar o efeito de doses de cama de frango e disponibilidades luminosas nos atributos químicos dos substratos e no crescimento das mudas de *A. edulis*.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do estudo, coletaram-se frutos maduros de *A. edulis* aleatoriamente de populações naturais em área de Cerrado (18°07'03" S, 54°25'07" W, 452 m), Dourados - Mato Grosso do Sul, Brasil. A espécie foi identificada por Maria do Carmo Vieira e uma exsicata está depositada no herbário DDMS, da Universidade Federal da Grande Dourados, sob nº 4649. Para obtenção de plântulas, realizamos o beneficiamento dos frutos e seleção das sementes, as quais foram sanitizadas em hipoclorito de sódio 2%, por 5 minutos. Logo após, realizou-se a semeadura em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, preenchidas com substrato Bioplant® (casca de pinus, turfa, vermiculita expandida, nitrato de potássio e superfosfato simples) e mantidas em condições de viveiro sob 50% de sombreamento, com irrigações diárias.

Os fatores em estudo constituíram-se de cinco doses de cama de frango semidecomposta base de casca de arroz (0,00; 2,08; 4,16; 6,24 e 8,32 g kg⁻¹ solo), sob duas disponibilidades luminosas: pleno sol e 50% de sombreamento. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, e os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 5 x 2. A unidade experimental constituiu-se de quatro vasos plásticos com capacidade de 4,2 dm³, com uma planta cada. As doses de cama de frango foram estabelecidas a partir do trabalho de Santos et al. (2020b) em que a dose utilizada foi de 4,16 g kg⁻¹ solo, sendo essa a intermediária do nosso estudo.

Para a condição de sombreamento foi utilizada a tela de nylon com coloração preta com 50% de luminosidade - Sombrite®. Os ambientes pleno sol e sombreado apresentaram as seguintes condições, com valores médios, ao final do ciclo de cultivo: temperatura (31,62 e 28,42°C), umidade relativa (65 e 78%) e radiação fotossinteticamente ativa (1245,25 e 560,12 μmol m⁻² s⁻¹), respectivamente.

O solo utilizado para preencher os vasos foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (Santos et al., 2018), de textura argilosa e apresentou os seguintes atributos químicos de acordo com a metodologia de Silva (2009): pH em CaCl₂= 6,2; P= 2,0 mg dm⁻³; Ca= 6,7 cmol_c dm⁻³, K= 0,30 cmol_c dm⁻³; Mg= 1,8 mmol_c dm⁻³; Al= 0,12 mmol_c dm⁻³; H+Al= 29,9 mmol_c dm⁻³; SB= 8,8 mmol_c dm⁻³; CTC= 42,4 mmol_c dm⁻³ e V%= 60,5. A cama de frango foi semidecomposta, proveniente de aviário após cinco lotes para produção de frango de corte de Dourados, apresentando os seguintes atributos químicos pH = 7,50; N, P, K, Ca, Mg, S, C e matéria orgânica (g kg⁻¹) = 23,90; 15,36; 20,00; 19,15; 6,95; 18,65; 260; 447,00, respectivamente; relação C/N= 10,87 e umidade de 11%.

Aos 60 dias após a semeadura, as mudas tinham altura média de 7,0 cm, e então foi feito o transplântio para os vasos. Os tratamentos culturais compreenderam irrigações diárias visando manter 70% da capacidade de campo do substrato.

Aos 215 dias após o transplântio (DAT), realizaram-se secções paradérmicas nas folhas no período matutino (8 às 11h), utilizando a técnica de impressão com “Super Bonder®” (Figura 1). Foram utilizadas amostras da região mediana do limbo das faces adaxial e abaxial das folhas totalmente expandidas no terço médio do ramo. O material foi fotografado com câmera digital Moticam 2000 acoplada ao microscópio óptico.



Figura 1. Técnica de impressão com “Super Bonder®” para caracterização e morfometria estomática em mudas de *A. edulis*. Fonte: Santos, C.C.

As características de crescimento avaliadas foram a altura das plantas, utilizando-se régua graduada em mm, tendo como padrão de medida a distância entre o coleto até a inflexão da folha mais alta, aos 215 DAT. Posteriormente, as plantas foram colhidas, retirando-as inteiras dos vasos, lavado-as e submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada de ar a $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 72 horas. A qualidade das mudas foi calculada de acordo com a proposta de Dickson et al. (1960).

Após a colheita das plantas, foram coletadas amostras simples dos substratos de cada repetição e tratamento para determinação dos teores de macronutrientes e matéria orgânica (Figura 2A e 2B), segundo metodologia proposta por Silva (2009).



Figura 2. Procedimentos laboratoriais para determinações de nutrientes e matéria orgânica nos substratos utilizados para produção de mudas de *A. edulis*. Fonte: Santos, C.C.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos pelo teste F, as médias foram comparadas pelos testes t de Student, para disponibilidades luminosas, e à regressão para doses de cama de frango ($p \leq 0,05$). Também realizou-se

análise multivariada de componentes principais (ACP) por meio de matrizes de variância e co-variância, como análise complementar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%) dos substratos avaliados não foram influenciados pelos fatores em estudo, com médias de 0,00; 4,35, 1,91; 6,93; 9,06 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e 75%, respectivamente. Embora não tenha sido feita a correção do solo com calcário observamos que ocorreu redução do alumínio durante o ciclo da produção de mudas de *A. edulis*.

O potencial hidrogeniônico (pH CaCl_2) e acidez potencial (H+Al) foram influenciados pelas doses de cama de frango, sendo que ambos atributos apresentaram ajuste quadrático, com valores máximos calculados de 6,26 e 2,04, com 4,39 e 3,84 g CF kg^{-1} solo, respectivamente (Figura 3A e 3B). Eguchi et al. (2016) também verificaram resultados positivos no aumento do pH com adição de cama de frango a um Latossolo Vermelho Distroférrico, semelhante ao deste estudo. Doses elevadas de resíduo orgânico ao solo fazem com que o processo de decomposição e mineralização da matéria orgânica ocasiona reações que tendem a afetar o pH. Além disso, destaca-se que o processo de decomposição e mineralização do resíduo favorece o balanço de acidificação.

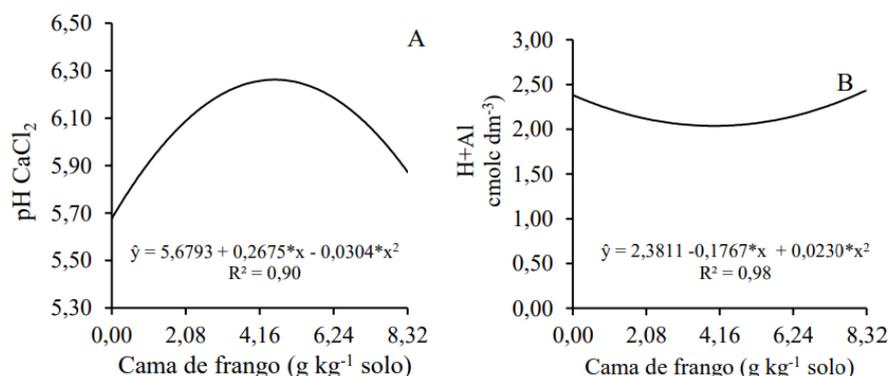


Figura 3. Potencial hidrogeniônico (pH CaCl_2) e acidez potencial (H+Al) do substrato de cultivo de plantas de *A. edulis* com cama de frango. *($p \leq 0,05$). Fonte: Adaptado de Santos (2019).

O teor de fósforo foi influenciado pela cama de frango, independente da disponibilidade luminosa, apresentando maior teor ($5,25 \text{ mg dm}^{-3}$) com adição de $8,32 \text{ g kg}^{-1}$ de cama de frango (Figura 4). Esse resultado possivelmente deve-se ao fato de que a cama de frango contém Pi solúvel e sua adição ao solo por meio da incorporação contribui na reciclagem de nutrientes durante a mineralização (SOUZA et al., 2012; IRSHAD et al., 2013). Além disso, a adição de resíduo orgânico ao solo aumenta a atividade microbiológica (MALIK et al., 2013), o que acelera a ciclagem biogeoquímica, melhorando os atributos químicos do solo.

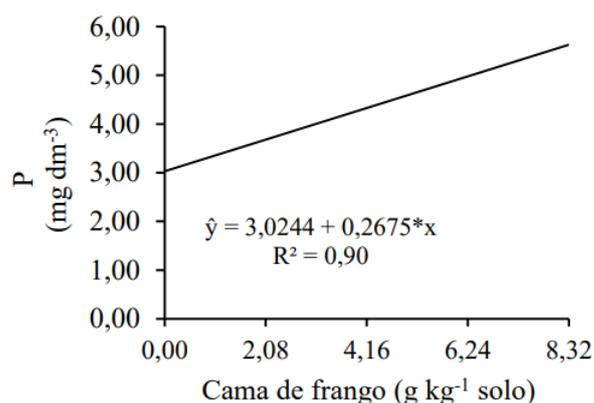


Figura 4. Teor de fósforo (P) em substratos de cultivo de plantas de *A. edulis* com cama de frango. * ($p \leq 0,05$). Fonte: Adaptado de Santos (2019).

Destaca-se que os solos das regiões tropicais, ou seja, mais intemperizados, geralmente apresentam elevados teores de óxidos de ferro (SOUZA et al., 2013), fixando o P.

Neste sentido, o uso da cama de frango contribuiu substancialmente no incremento desse nutriente no solo, favorecendo posteriormente o desenvolvimento das plantas. Também verificou-se que a adição da cama de frango de forma incorporada favoreceu incremento nos teores de P em Latossolo Vermelho (SILVA et al., 2012) e Nitossolo Vermelho Distroférico (RIGO et al., 2019).

Os teores de K e matéria orgânica dos substratos foram influenciados pela interação cama de frango e disponibilidades luminosas. Em ambiente sombreado, o maior teor de K foi de $0,67 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ com $8,32 \text{ g CF kg}^{-1}$ de solo, e sob pleno sol, o teor

máximo calculado ($0,68 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) ocorreu com adição de $5,46 \text{ g CF kg}^{-1}$ de solo (Figura 5).

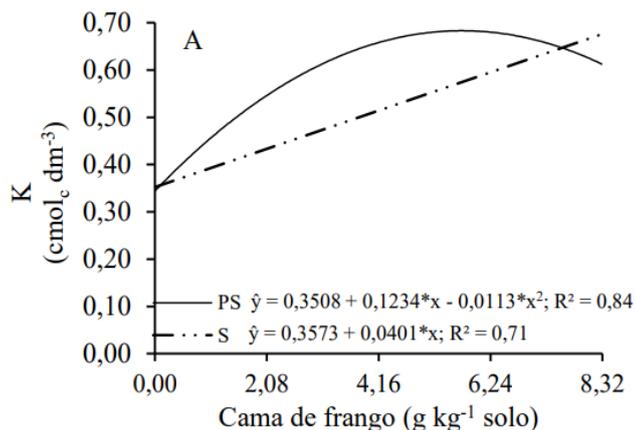


Figura 5. Teor de potássio - K em substratos de cultivo de plantas de *A. edulis* com cama de frango sob pleno sol e sombreado. * ($p \leq 0,05$). Fonte: Adaptado de Santos (2019).

A máxima percentagem de matéria orgânica calculada foi de 2,59% sob $2,80 \text{ g CF kg}^{-1}$ de solo sob pleno sol, e na condição sombreada os dados não ajustaram-se aos modelos matemáticos testados, apresentando média de 1,22% (Figura 6). O uso de resíduos orgânicos ao solo favorece aumento da matéria orgânica em virtude do efeito de microrganismos que contribuem no processo de decomposição e mineralização (PETTER et al., 2019).

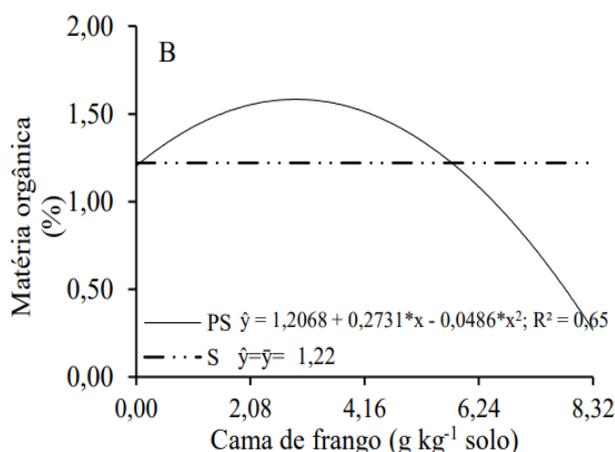


Figura 6. Matéria orgânica em substratos de cultivo de plantas de *A. edulis* com cama de frango sob pleno sol e sombreado. * ($p \leq 0,05$). Fonte: Adaptado de Santos (2019).

O aumento da matéria orgânica contribui na agregação de partículas, favorecendo os atributos físicos do solo (MORRIS et al., 2019). Entretanto, doses elevadas de resíduo orgânico podem afetar sua dinâmica de decomposição, uma vez que, quantidades elevadas de material orgânico ao solo reduz a eficiência microbiana no processo de decomposição (MÜLLER et al., 2014), podendo-se correlacionar com os menores valores de pH (Figura 3A), ou seja, tornando o ambiente desfavorável para os microrganismos. No que concerne à disponibilidade luminosa, a maior temperatura sob pleno sol favoreceu a decomposição do material orgânico (YANNI et al., 2018).

No entanto, as informações da dinâmica dos processos de decomposição, mineralização e disponibilidade de nutrientes no sistema solo em função das condições abióticas, aqui luminosidade, ainda são insuficientes, sendo necessários novos estudos com intuito de descrever as relações microbiológicas e enzimáticas no solo nessas condições.

Por meio da análise de componentes principais (ACP) explicaram-se 87,0% da variabilidade remanescente dos dados, sendo 50,04% corresponde a CP 1 e 36,96% a CP 2 (Figura 7). Os atributos químicos que apresentaram maior peso na constituição em ordem decrescente positiva foram V%, SB, Mg e pH CaCl₂ quando utilizaram-se 6,24 g kg⁻¹ de cama de frango sob pleno sol (Tabela 1). No CP 2, os itens de maior peso na sua constituição foram representados em ordem decrescente pela H+Al, CTC, Al e Ca.

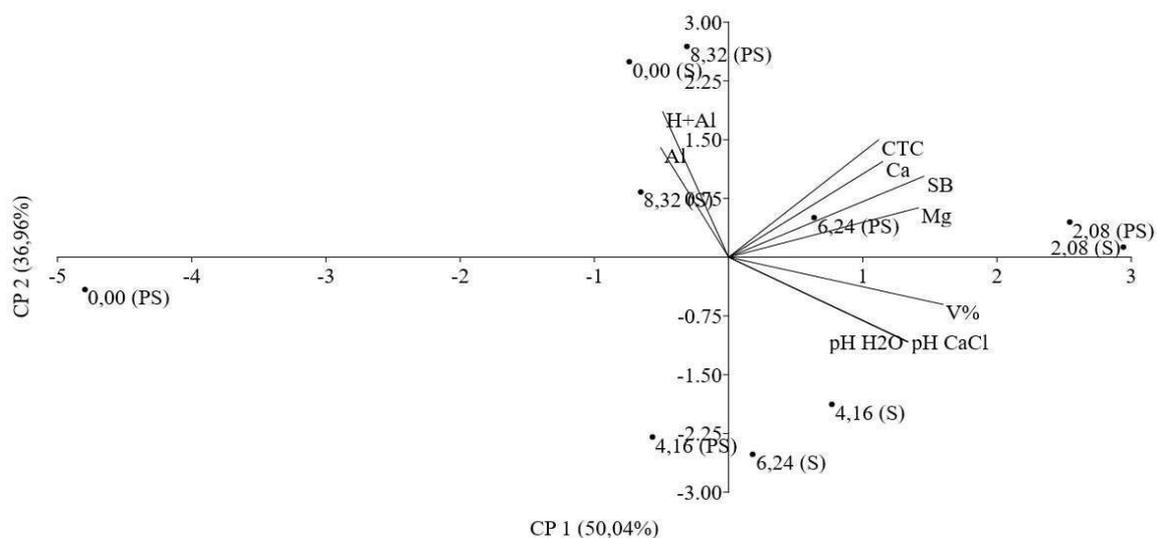


Figura 7. Análise de componentes principais dos atributos químicos dos substratos com cama de frango (0,00; 2,08; 4,16; 6,24 e 8,32 g kg⁻¹ solo) e a pleno sol - PS e sombreado - S. Fonte: Adaptado de Santos (2019).

Tabela 1. Autovetores e seus respectivos escores dos atributos químicos dos substratos com cama de frango sob disponibilidades luminosas.

| | PC 1 | PC 2 | PC 3 | PC 4 |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| pH CaCl ₂ | 0,3663 | -0,2953 | 0,2455 | 0,4569 |
| pH H ₂ O | 0,3662 | -0,2970 | 0,2388 | 0,4552 |
| Al | -0,1387 | 0,3831 | 0,7141 | 0,0818 |
| Ca | 0,3147 | 0,3347 | -0,4323 | 0,1602 |
| Mg | 0,3882 | 0,1728 | 0,3973 | -0,5488 |
| H+Al | -0,1346 | 0,5098 | 0,0369 | 0,3369 |
| SB | 0,3988 | 0,2831 | -0,1265 | 0,0107 |
| CTC | 0,3063 | 0,4106 | -0,1002 | 0,1146 |
| V% | 0,4380 | -0,1653 | -0,0239 | -0,3519 |

Fonte: Adaptado de Santos (2019).

O uso da ACP permite observar os padrões qualitativos sem perda de informação dos dados a partir da diferença e semelhanças representadas por dois componentes (dimensões), denominados PC 1 e PC 2 (SANTO, 2012; SABHARWAL e ANJUM, 2016). A partir dessa análise multivariada identificaram-se quais as características avaliadas apresentaram maior peso de constituição em cada dimensão (eixos), considerando as cargas dos escores fatoriais. Assim, os atributos químicos retirados da ACP foram o P, K e matéria orgânica, pois apresentaram escores fatoriais < 0,30, nos dois eixos.

Verificamos que na ACP 80,84% da variabilidade dos dados explicada, sendo 62,20% e 18,64% representadas pelas componente principal 1 e 2 (CP1/CP2), respectivamente. Nenhum dos indicadores de crescimento foram retirados da análise, uma vez que apresentaram cargas fatoriais > 0,20.

De acordo com os escores dos autovetores constatou-se que os indicadores de crescimento e qualidade das plantas, agruparam-se sob cultivo sombreado em associação com 2,08 a 4,16 g kg⁻¹ solo (Tabela 2). Na CP 2 os autovetores mais representativos foram os índices fisiológicos (RAF, MFE e AFE), além de AR e RPAR, também com adição de cama de frango, sob pleno sol (não apresentados)

Tabela 2. Autovetores e seus respectivos escores de indicadores de crescimento, índices fisiológicos e qualidade de plantas de *A. edulis* cultivadas com camade frango sob pleno sol e sombreamento.

| | PC 1 | PC 2 | PC 3 | PC 4 |
|-----|--------|--------|---------|---------|
| AP | 0,2807 | 0,1198 | 0,1589 | -0,0147 |
| MST | 0,2993 | 0,1029 | -0,0697 | -0,0220 |
| IQD | 0,2697 | 0,0167 | -0,2706 | 0,0898 |

Fonte: Adaptado de Santos (2019).

As folhas de *A. edulis* apresentam tricomas tectores (Figura 8A e 8B) nas duas faces foliares e são hipoestomáticas (Figura 9), independente dos níveis de sombreamento e doses de cama de frango (SANTOS et al., 2020a).

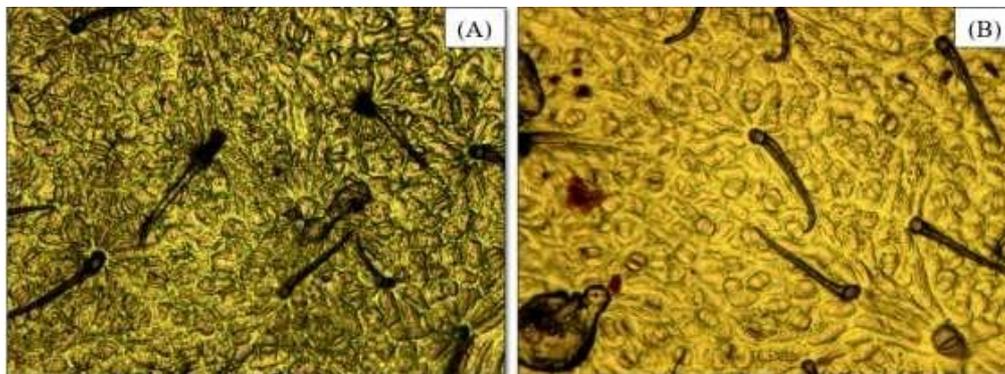


Figura 8. Estômatos e tricomas na face abaxial de folhas de mudas de *A. edulis* cultivadas sob ambientes a pleno sol (A) e sombreado (B). Fonte: Santos, C.C

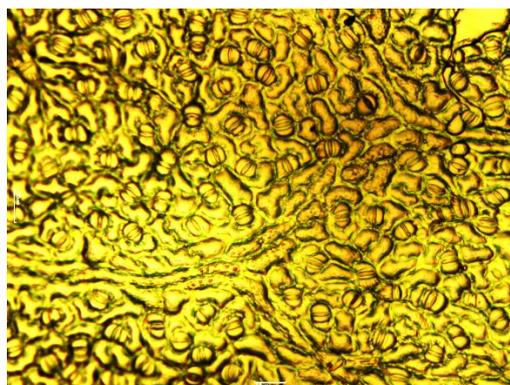


Figura 9. Estômatos na face abaxial de folhas de mudas de *A. edulis*. Fonte: Santos, C.C

As mudas de *A. edulis* apresentaram respostas de crescimento variadas em função das doses de cama de frango e ambientes de cultivo. Na figura 10 e 11 estão apresentados os aspectos visuais da parte aérea e do sistema radicular das mudas de *A. edulis*. De acordo com Santos et al. (2023) as máximas alturas foram de 47,35 e 35,14 cm com adição de 5,64 e 6,01 g kg⁻¹ solo de cama de frango, em ambiente sombreado e pleno sol, respectivamente. Segundo esses mesmos autores as áreas foliar (AF) e radicular (AR) foram influenciadas pelos fatores em estudo, constatando-se máximas de AF e AR de 796,64 e 118,83 cm²/planta com adição de 5,32 e 4,21 g kg⁻¹ de cama de frango, respectivamente, ambos sob ambiente sombreado.



Figura 10. Aspecto visual geral das mudas de *A. edulis* produzidas com cama de frango sob ambiente pleno sol ou sombreado. Fonte: Santos, C.C



Figura 11. Aspecto visual do sistema radicular das mudas de *A.edulis*. Fonte: Santos, C.C.

De maneira prática, para obter mudas de *A. edulis* com maior qualidade deve-se adicionar maior dose de cama de frango (6,28 g kg⁻¹) sob ambiente sombreado, enquanto sob pleno sol é necessário adicionar 3,98 g kg⁻¹ (SANTOS et al., 2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adição de cama de frango ao substrato contribui especialmente no incremento nos teores de fósforo, potássio e matéria orgânica, sendo uma prática para produção de mudas de *A. edulis* com maior qualidade.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a CAPES, pela concessão das bolsas, e à FUNDECT, pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

AQUINO, D. F. D. E. S. et al. *Alibertia edulis* (L.C Rich.) AC Rich - A potent diuretic arising from Brazilian indigenous species. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 19, n. 6, p. 193-200, 2017.

DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

DUTRA, T. R. et al. Parâmetros fisiológicos de mudas de copaíba sob diferentes substratos e condições de sombreamento. *Ciência Rural*, v. 42, n. 7, p. 1212-1218, 2012.

EGUCHI, E. S. et al. Physical and chemical changes in soil fertilized with poultry manure with and without chiseling. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 20, n. 4, p. 316-321, 2016.

FAMASUL - FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO MATO GROSSO DO SUL. Criação de frango e retorno financeiro. 2015. Disponível em <https://portal.sistemafamasul.com.br/noticias/cria%C3%A7%C3%A3o-de-frango-se-destaca-pelo-bom-retorno-financeiro>, acesso em 03/05/2019.

GONÇALVES, J. F. C. et al. Análise dos transientes da fluorescência da clorofila a de plantas jovens de *Carapa guianensis* e de *Dipteryx adorata* submetidas a dois ambientes de luz. *Acta Amazonica*, v. 40, n. 1, p. 89-98, 2010.

GONZAGA, L. M. et al. Evaluation of substrates and AMF sporulation in the production of seedlings of native forest species. *Revista Árvore*, v. 40, n. 2, p. 245-254, 2016.

IRSHAD, M. et al. Chemical characterization of fresh and composted livestock manures. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v. 13, n. 1, p. 115-121, 2013.

LAGE-PINTO, F. et al. Photosynthetic analyses of two native Atlantic forest species in regenerative understory of eucalyptus plantation. *Brazilian Journal Plant Physiology*, v. 24, n. 2, p. 95-106, 2012.

MALIK, M. A. et al. Microbial biomass, nutrient availability and nutrient uptake by wheat in two soils with organic amendments. *Journal of Soil and Plant Nutrition*, v. 13, n. 4, p. 955-966, 2013.

MARANA, J. P. et al. Qualidade de mudas de jaracatiá submetidas a diferentes períodos de sombreamento em viveiro. *Revista Árvore*, v. 39, n. 2, p. 275-282, 2015.

MARQUES, M. C. S. et al. In vitro biological screening and evaluation of free radical scavenging activities of medicinal plants from the Brazilian Cerrado. *Journal of Medicinal Plants Research*, v. 7, n.15, p. 957-962, 2013.

MORRIS, E. K. et al. Visualizing the dynamics of soil aggregation as affected by arbuscular mycorrhizal fungi. *The ISME Journal*, v. 10, n. 2, p. 1-8, 2019.

MÜLLER, D. H. et al. Biomassa e atividade microbiana de solo sob aplicação de resíduos orgânicos. *Revista Internacional de Ciências*, v. 4, n. 2, p. 71-82, 2014.

PETTER, F. A. et al. Microbial biomass and organic matter in na Oxisol under application of biochar. *Bragantia*, v. 78, n. 1, p. 109-118, 2019.

RAUBER, L. P. et al. Soil physical indicators of management systems in traditional areas under manure application. *Scientia Agricola*, v. 75, n. 4, p. 354-359, 2018.

RIGO, A. et al. Phosphorus fraction in soil with organic and mineral fertilization in integrated crop-livestock system. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 43, e0180130, 2019.

SABHARWAL, C. L.; ANJUM, B. Data reduction and regression using principal component analysis in qualitative spatial reasoning and health informatics. *Polibits*, v. 1, n. 5, p. 1-13, 2016.

SANTOS, C. C. Respostas fisiológicas e crescimento inicial de *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich cultivada com cama de frango e disponibilidades luminosa. 72 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

SANTOS, C. C. et al. Chicken manure and luminous availability influence gas exchange and photochemical processes in *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich seedlings. *Engenharia Agrícola*, v. 40, n. 4, p. 420-432, 2020a.

SANTOS, C. C. et al. Morphophysiology and quality of *Alibertia edulis* seedlings grown under light contrast and organic residue. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 27, n. 5, p. 375-382, 2023.

SANTOS, C. C. et al. Organic residues and bokashi influence in the growth of *Alibertia edulis*. *Floresta e Ambiente*. v. 27, n. 1, p. 1-09, 2020b.

SANTO, R. E. Principal component analysis applied to digital image compression. *Einstein*, v. 10, n. 2, p. 135-139, 2012.

SANTOS, H. G. et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. ed., ver. ampliada-Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.

SILVA, F. C. Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes. 2. Ed. rev. ampliada-Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

SILVA, F. M. et al. Effect of shade on emergence, initial growth, and seedling quality in *Physocalymma scaberrimum*. *Brazilian Journal of Botany*, v. 39, n. 1, p. 185-191, 2016.

SOREMI, A. O. et al. Effects of poultry manure on some soil chemical properties and nutrient bioavailability to soybean. *Journal of Agriculture and Ecology Research*, v. 11, n. 3, p. 1-10, 2017.

SOUZA, C. R. et al. Phosphorus transformation in poultry litter and litter-treated Oxisol of Brazil assessed by ³¹P-NMR and wet chemical fractionation. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, n. 5, p. 1516-1527, 2012.

VIEIRA, L. S. et al. Plantas medicinais conhecidas por especialistas locais de uma comunidade rural maranhense. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 17, n. 4, p. 1061-1068, 2015.

YANNI, S. F. et al. Temperature response of plant residue and soil organic matter decomposition in soil from different depths. *European Journal of Soil Science*, v. 69, p. 325-335, 2018.