

Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias

Jaily Kerller Batista de Andrade (Org.)



LICURI

Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias

Jaily Kerller Batista de Andrade (Org.)



LICURI

© 2023 Editora Licuri
Rua Florianópolis, 800
CEP: 58417-240 - Campina Grande, Paraíba
E-mail: contato@editoralicuri.com.br
Site: editoralicuri.com.br

Produção Editorial

Editor Chefe: Dr. Jaily Kerller Batista de Andrade

Revisão: Os Autores

Diagramação e Capa: Aline Soares de Barros

Créditos da capa: Editora Licuri

Conselho Editorial:

Dra. Sandra Bezerra da Silva
Dr. Luiz Gustavo de Souza e Souza
Dr. Leandro Donizete Moraes
Dra. Priscila Bernardo Martins
Dr. João Paulo Laranjo Velho
Dra. Nádia Vilela Pereira
Msc. Aécio Dantas de Sousa Júnior
Msc. Jaqueline Rocha de Medeiros
Msc. Jéssica Grama Mesquita

A554 Andrade, Jaily Kerller Batista.
Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias / Jaily Kerller
Batista de Andrade - Campina Grande: Licuri, 2023.

Livro digital (203 f.: il.)
ISBN 978-65-85562-09-6
DOI <https://doi.org/10.58203/Licuri.2096>

Modo de acesso: World Wide Web
1. Meio Ambiente - Brasil. 2. Ciências Florestais - Brasil. 3.
Agrárias. I. Andrade, Jaily Kerller Batista, org, II. Título.
Brasil. Meio ambiente. III. Título. Estudos em Ciências
Florestais e Agrárias.

CDD - 363



O conteúdo deste livro está licenciado sob atribuição de licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

O conteúdo dessa obra e a sua revisão expressam estudos, opiniões e abordagens que são de responsabilidade exclusiva dos autores.

APRESENTAÇÃO

A obra que apresentamos têm temas relacionados à saúde vegetal, agrícola e ambiental, oferecendo uma visão abrangente das complexas interações entre seres vivos e ecossistemas.

Com a contribuição de renomados especialistas e pesquisadores, este livro busca promover uma compreensão profunda das questões emergentes e desafios enfrentados nas áreas da agricultura, meio ambiente e saúde. A diversidade de capítulos reflete a multidisciplinaridade inerente a essas áreas, abrangendo desde estudos detalhados sobre fertilização e nutrição vegetal até análises abrangentes sobre impactos geopolíticos na produção agrícola.

A busca por soluções sustentáveis e inovadoras é central em todas as páginas deste livro. Os capítulos foram concebidos para conduzir os leitores para uma compreensão multidisciplinar, levando-os a explorar, por exemplo, os efeitos da diversidade biológica em ecossistemas florestais, as complexas interações entre macrofauna e vegetação em diversos contextos; análises minuciosas sobre microrganismos benéficos para o crescimento vegetal, como os fungos micorrízicos arbusculares; a qualidade do solo de cultivo; a trajetória da agricultura familiar no semiárido, dentre outros temas.

Que esta obra favoreça ao aprendizado e reflexão, enriquecendo sua compreensão sobre os intrincados vínculos entre a agricultura e o meio ambiente.

SOBRE OS ORGANIZADORES DA OBRA

Jaily Kerller Batista de Andrade

Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Campina Grande (2014); Complementação Pedagógica com habilitação em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (2019); Mestrado (2016) e Doutorado (2021) em Ciências Florestais pela Universidade Federal do Espírito Santo.

SUMÁRIO

Aplicação de diferentes doses de boro na cultura do feijoeiro	1
Wellington da Silva; Anilton de Paula Martins; Ronaldo Natalino Pereira; Ana Izabella Freire; Filipe Bittencourt Machado de Souza; Eduardo Alves da Silva	
Biomassa da serapilheira acumulada sobre o solo em um fragmento florestal no Piauí	9
Rafael Lima de Carvalho; Felipe Gomes Da Cunha; Renan Marré Biazatti; Bruno Lenhart Pinheiro; Carolina González Aquino; Silvia Correa Santos	
Diversidade da macrofauna epígea em área cultivada com Panicum maximum cv. Mombaça em zona de cerrado e a mata dos cocais no nordeste brasileiro	22
Rafael Lima de Carvalho; Gerlaine Nayra Guimarães Cruz Da Silva; Renan Marré Biazatti; Bruno Lenhart Pinheiro; Carolina González Aquino; Silvia Correa Santos	
Fungos micorrízicos arbusculares e fósforo em mudas de cabeludinha (Myrciaria glomerata O. Berg)	35
Ricardo Fernando da Rui; Rafael Lima de Carvalho; Renan Marré Biazatti; Bruno Lenhart Pinheiro; Silvia Correa Santos; Felipe Gomes da Cunha	
Estimativa de umidade do solo utilizando diferentes metodologias	48
Alex Jhonne Barbosa Carvalho; Josielta Alves dos Santos; Wady Lima Castro Junior; Antonio Carlos Costa Aprígio; Genilson de Sousa Oliveira; Glaucio Sousa Martins	
Qualidade industrial e estimativa de receita de castanhas de cajueiro submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita	60
Antônio Calixto Lima; Antônio Lindemberg Martins Mesquita; Arthur Claudio Rodrigues de Souza; Carlos Wagner Castelar P. Maia; Pedro Felizardo Adeodato de Paula Pessoa; Francisco Fábio de Assis Paiva	
Crescimento de mudas de Handroanthus impetiginosus submetidas a diferentes condições de capacidade de campo do solo	73
Daisa do Socorro de Sousa Lima; Gícila Maria dos Santos Ribeiro; Beatriz Sousa Barbosa; Raimundo Thiago Lima da Silva; Cassio Rafael Costa dos Santos; Marília Shibata	

Problemas fitossanitários associados à prática de substituição de copa em cajueiro	89
Yago Lourenço de Carvalho; Pâmela Brenna Silva Teixeira; João Victor de Souza Soares; Celli Rodrigues Muniz; Gabryellen Araújo da Silva; Antonio Lindemberg Martins Mesquita	
Impactos da guerra entre a Rússia e a Ucrânia no trigo brasileiro	101
Maísa Santos Joaquim; Raiane Vieira Penha; Janaína Santos do Vale; Álvaro Nogueira de Souza; Jaim José da Silva Júnior; Moisés Eduardo Santos Botelho	
Custos e lucratividade da produção de cânhamo como promotor de renda para a agricultura familiar no semiárido	117
Mylene Mariano da Silva; João Luiz Homem de Carvalho; Álvaro Nogueira de Souza; Maísa Santos Joaquim; Janaína Santos do Vale	

Aplicação de diferentes doses de boro na cultura do feijoeiro

Autores:

Wellington da Silva

Engenheiro Agrônomo, Centro
Universitário UNA, Pouso Alegre, Minas
Gerais

Anilton de Paula Martins

Engenheiro Agrônomo, Centro
Universitário UNA, Pouso Alegre, Minas
Gerais

Ronaldo Natalino Pereira

Engenheiro Agrônomo, Centro
Universitário UNA, Pouso Alegre, Minas
Gerais

Ana Izabella Freire

Pós-doutoranda em Fitotecnia,
Universidade Federal de Lavras, Lavras,
Minas Gerais

Filipe Bittencourt Machado de Souza

Professor/ Pesquisador da Universidade de
Brasília, Brasília, Distrito Federal

Eduardo Alves da Silva

Doutorando em Fitotecnia, Universidade
Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais

DOI: 10.58203/Licuri.20961

Como citar este capítulo:

SILVA, Wellington et al. Aplicação de diferentes doses de boro na cultura do feijoeiro. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 1-8.

ISBN: 978-65-85562-09-6

Resumo

A Educação Ambiental é fundamental para a sociedade, pois forma cidadãos ambientalmente responsáveis, e o cenário ambiental global encontra-se em estado de degradação preocupante, portanto, a implementação da Educação Ambiental nas escolas é indispensável, e considerada uma das maneiras mais eficazes de alcançar uma sociedade sustentável. Este estudo teve como objetivo discutir a importância da Educação Ambiental incluída no ambiente escolar e expor os desafios da qual a mesma sofre ao ser executada, em uma escola pública localizada na cidade de Manaus/AM. Dentro deste propósito, a metodologia utilizada neste estudo foi exploratória e levantamento de dados através de visita no local, com aplicação de questionário contendo perguntas objetivas e discursivas aos alunos, professores e coordenadora da Escola Estadual Prof.^a Lenina Ferraro da Silva. Foi observado que a escola Estadual Prof.^a Lenina Ferraro da Silva apresenta problemáticas quanto a divulgação e aplicabilidade do tema na escola, e não apresenta práticas voltadas ao meio ambiente. Vale destacar que a escola, depois da família é o grupo social onde as crianças se inspiram e aprendem, por isso deve-se começar pela escola a o saber e a educação para uma sociedade mais sustentável.

Palavras-chave: Adubação. Fertilidade. Culturas anuais. Micronutrientes.

INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é de grande importância em várias regiões do mundo e, embora seja cultivado em pequenas propriedades, tem havido crescente interesse de produtores com médias e grandes áreas territoriais do norte ao sul do país, adotando tecnologias avançadas, incluindo a colheita mecanizada (BROUGHTON et al., 2003).

No estado de Minas Gerais a produção total dessa leguminosa atingiu 653,9 mil toneladas na safra 2022/2023, em uma área plantada de 360,4 mil ha e uma produtividade média de 1.814 kg ha⁻¹ (CONAB, 2023).

O feijão é uma planta exigente em termos nutricionais, muito sensíveis a fatores climáticos extremos, doenças e pragas. Cerca de 60% da produção do mundo é afetada pela estiagem, que é compreendida como o segundo fator que provoca mais redução de produtividade na cultura do feijoeiro, uma vez que a própria arquitetura da planta é deficiente por possuir um sistema radicular limitado. Já o primeiro fator é a suscetibilidade da cultura às doenças (TORRES et al., 2014).

O feijoeiro é uma planta cuja limitação do Boro pode afetar a produção de sua cultura, visto que, a sua ausência pode acarretar danos fisiológicos, tais como: divisão celular, absorção de cálcio, translocação de açúcar, metabolismo de carboidratos, crescimento do tubo polínico. Também é preciso uma análise do solo, pois a disponibilidade do boro sofre influência de outros fatores como a atividade da microbiota do solo, o teor de matéria orgânica, a interação entre nutrientes e a demanda nutricional de cada espécie a ser cultivada. Outro fator que deve ser levado em consideração é o teor de acidez do solo, pois o pH elevado ocasiona menor disponibilidade de boro para a planta. (TANAKA E FUJIWARA 2007)

O boro atravessa as membranas da planta (por meio de transporte passivo ou absorção sem gasto direto de energia). E sua absorção ocorre por três mecanismos: sendo o primeiro por absorção passiva por meio da bicamada lipídica, o segundo pela absorção ativa por canal MIP e o último, por sistema de transporte de elevada afinidade dependente de energia. (TANAKA & FUJIWARA, 2007; WIMMER et al., 2013).

MATERIAIS E MÉTODO

O experimento foi conduzido em março de 2021, no Bairro Campo, município de Borda da Mata- MG. Com latitude de 22° 16'46''S e longitude de 46° 06'26''W, com temperatura entre 14°C a 26°C, altitude de 640 metros e precipitação de chuva de 1620 mm anual. (site Prefeitura Municipal de Borda da Mata)

O delineamento experimental utilizado foi o DBC (delineamento blocos casualizados) Implementado em fatorial 3 x 3, sendo três variedades de feijoeiro-comum associadas à três doses do boro Borogreen (0; 100; 200; ml p.c. 100 L H₂O-1), com 3 repetições, totalizando 27 unidades experimentais, com os seguintes tratamentos (T) e doses: Feijão carioca: 0 ml (T1), 100 (T2) e 200 mL (T3) ; Feijão preto: 0 ml (T4), 100 (T5) e 200 mL (T6); Feijão amarelinho: 0 ml (T7), 100 (T8) e 200 mL (T9).

O borogreen possui em sua composição 11% de ácido bórico. Cada parcela experimental foi composta por três plantas, colocadas em vasos com capacidade de cinco litros e preenchidos com substrato de fibra de coco.

Os vasos foram colocados em ambiente protegido (6x15 m e pé direito de 3 m), coberto com filme de polietileno difusor de 150 µm de espessura. Essa estrutura encontra-se na JLM Hortifrut. Como solo, foi usado um substrato de fibra de coco (fibra de coco moída), produto inerte. A adubação química foi toda fornecida às plantas via fertirrigação. Os fertilizantes utilizados foram nitrato de cálcio, nitrato de potássio, nitrato de magnésio, monoamônio fosfato (MAP), Royalex (ferro) e também micros especyalyt (fonte de micros). As quantidades fornecidas foram feitas de acordo as recomendações de Furlani (1995).

As sementes plantadas foram compradas em mercado comum de consumo e foram semeadas direto nos vasos.

Realizaram-se aplicações de defensivos agrícolas sempre que necessário durante praticamente todo ciclo da cultura visando o controle de pragas e patógenos. Como exemplo, aplicou-se abamectina, 100 ml p.c. 100 L água, visando o controle do ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus*). Também clorotalonil, 400 ml p.c. 100 L água, seguidas de aplicações de metiram + piraclostrobina, 200 g p.c. 100 L de água aplicou-se também dithiocarbamate + polymeric, 100 g. p. c. 100 L de água para o controle de antracnose (*colletotrichum lindemuthaanum*).

Aplicou-se o boro através de pulverizações foliares com auxílio de um pulverizador costal elétrico com pressão constante de 0,2812 kgf cm⁻² e bico tipo cone X3. Utilizou-se volume de calda de 500 L ha⁻¹ e também cortinas plásticas para evitar a deriva do produto em parcelas vizinhas.

Foram avaliados o número médio de flores e vagens em cada cultivar. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando o Software Sisvar® (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância não demonstrou efeito da interação na variável número médio de flores. Com base nos resultados obtidos pelo experimento realizado no início da florada do feijão, observa-se, no entanto, que houve diferença significativa entre as variedades de feijão e dose de boro aplicada (Tabela 1).

Tabela 1. Número médio de flores por planta e no feijoeiro comum em função das doses de boro . Borda da Mata, MG. 2021.

Cultivar/Dose	Média
Número médio de flores por planta	
Carioca	7,44 ^c
Amarelinho	8,66 ^b
Preto	9,11 ^a
Número média de flores de feijoeiro comum em função das doses de boro	
0 ml	11,55 ^b
100 ml	13,67 ^a
200 ml	0,00 ^c

*médias seguidas pela mesma letra, dentro da mesma variável, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os dados mostram que a variedade do feijão Carioca produziu um menor número de flores em comparação às outras variedades de feijão e a variedade do feijão preto apresentou maior média de flores por planta.

Segundo Possobom (2018) a partir da década de 90 as linhagens do feijão preto apresentam melhor aspecto de grãos e maior produtividade, sendo que possuem melhor arquitetura do hipocólito comparadas às demais cultivares de feijão.

Nos experimentos realizados no DF, Goiás e em Mato Grosso do Sul, as produtividades obtidas asseguraram uma superioridade de 30 % da Diamante Negro a outras cultivares. (MELO et al. 2021).

Os resultados mostraram que com a dose de 200 ml do produto, a floração do feijoeiro foi inferior, independente da variedade, causando a queima e após a segunda aplicação, o abortamento das flores e que, com a dosagem de 100 ml as cultivares tiveram melhores resultados.

Na dosagem de 0 ml as plantas obtiveram número médio de flores. Com a dosagem de 100 ml, o feijoeiro produziu mais flores evitando o abortamento das mesmas e auxiliando numa maior formação das vagens por plantas em todas as variedades.

A variável número médio de vagens foi influenciada pela cultivar e dose, isoladamente, não havendo efeito da interação dos fatores. É possível observar que a cultivar de feijoeiro preto proporcionou maiores valores (Tabela 2).

Tabela 2. Número médio de vagens por planta em função da variedade de feijoeiro-comum e nas diferentes doses de boro. Borda da Mata, MG. 2021.

Cultivar/Dose	Média
Número médio de flores por planta	
Carioca	7,00 ^b
Amarelinho	7,44 ^b
Preto	8,33 ^a
Número média de flores de feijoeiro comum em função das doses de boro	
0 ml	9,11 ^b
100 ml	13,66 ^a
200 ml	0,00 ^c

*médias seguidas pela mesma letra, dentro da mesma variável, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Com base nos resultados obtidos a variedade feijão preto se mostrou superior as variedades de feijão Amarelinho e Carioca com maior média de vagens. Esse resultado foi puxado pela maior floração da cultivar.

Possobom (2018) em sua tese científica afirma que há variabilidade genética entre as linhagens do feijão preto e outras cultivares, sendo este mais responsivo que as demais cultivares escolhidas para esse estudo.

O número médio de vagens foi influenciado também pela dose de boro aplicada (Tabela 2). Houve diferença estatística nas variadas doses de boro. A dosagem de 100ml/100L de água foi superior em todos as variedades, a dosagem de 200ml/100L foi inferior; causando queima e até o abortamento das vagens.

Os resultados obtidos no presente estudo reforçam os dizeres de Lima (2019) segundo o qual, doses mais elevadas de B aplicadas em grande quantidade, ocasionam reduções em componentes de produtividade. Essa redução se dá devido à sua toxicidade. Afirma ainda, que o uso desse micronutriente não deve ser feito de forma indiscriminada, pois em excesso torna-se tóxico, recomendando-se conhecer os níveis adequados desse elemento no solo e na planta.

CONCLUSÕES

Aumentar a eficiência do uso do boro na cultura do feijoeiro é de extrema importância e a dose de 100 ml do produto refletiu em melhores parâmetros produtivos nas três cultivares de feijoeiro testadas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura. Perfil do feijão no Brasil 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao/saiba-mais>>. Acesso em: 1 abril 2021.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia 2014. Disponível em: <http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisas/pesquisa.php?ref_pesquisa=169>. Acesso em 04 de abril de 2021.

BROUGHTON, W.J.; HERNÁNDEZ, G.; BLAIR, M.; BEEBE, S.; GEPTS, P.; VANDERLEYDEN, J. Beans (*Phaseolus* spp.) - model food legumes. *Plant and Soil*, v.252, p.55-128, 2003.

CAPONE, A.; DARIO, A.S.; MENEGON, M.Z.; FIDELIS, R.R.; BARROS, H.B. Resposta de cultivares de girassol a doses crescentes de boro na entressafra do Cerrado Tocantinense. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.11, n.1, p. 43-48, 2016.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. e CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4ª ed. Editora UFV, Viçosa. vol. 1, p.514, 2012.

EMBRAPA AGÊNCIA DE INFORMAÇÃO DO FEIJÃO. 2015. Disponível em: <<http://www.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 03 abril 2021.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Dados conjunturais da produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* L.) no Brasil (1985 a 2011): área, produção e rendimento). Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>. Acesso em: 3 abril 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. In: **EMBRAPA Arroz e Feijão**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br/pesquisa/d_negro.htm>. Acesso em: 1 abril 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: **EMBRAPA. Produção da Informação**, p.412, 1999.

MAHAN, L.K. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 9.ed. São Paulo: Roca, 1998. 1179p.

MORAES DALLAQUA, M. A.; BELTRATI, C. M.; PEDRAS, J. F. Alterações morfológicas no caule de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Carioca) causadas por diferentes níveis de boro, na solução nutritiva. **Revista de Agricultura: Cuiabá**, v.73, p.183-200, 1998.

KIYUNA, I. Feijão: potencial da cultura para 1998/99. **Informações Econômicas** v. 28, n. 6, p. 57-59, 2008.

POMPEU, A. S. Melhoramento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: BULISANI, E. A. (Coord.) **Feijão: TANAKA, M.; FUJIWARA, T. (2007) Physiological roles and transport mechanism of boron: perspectives from plants**. *Eur. J. physol.* (DOI 10.1007/s00424-007- 0370- 8).

FERREIRA, Lucas Tadeu (MTb-DF 3032 e Conrep-DF 620) e ALMEIDA, Isaac Leandro de. Site Embrapa: **O feijão nosso de cada dia**. 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. In **Produção de feijão-preto supera consumo em cerca de 100 mil toneladas**. Publicado em conab.gov.br. 30 de maio de 2022.

FERREIRA, Daniel Furtado. **SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs**. *Revista brasileira de biometria*, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Available at: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Date accessed: 10 feb. 2020. doi: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.

POSSOBOM, Micheli Thaise Della Flora, 1988- P856d 2018 **Diversidade genética de linhagens de feijão preto e “carioca” recomendadas no Brasil nos últimos 50 anos / Micheli Thaise Della Flora Possobom. - Viçosa, MG, 2018** <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/21988/1/texto%20completo.pdf>

LIMA, Fernando Gabriel de Souza. **Desempenho produtivo do feijoeiro comum sob diferentes doses e fontes de boro em duas safras**. 2019

https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/709/1/tcc_Fernando%20Gabriel%20Ode%20Sousa%20Lima.pdf

.

Biomassa da serapilheira acumulada sobre o solo em um fragmento florestal no Piauí

Autores:

Rafael Lima de Carvalho

Mestrando em Agronomia, Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAGRO), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS

Felipe Gomes Da Cunha

Bacharel em Engenharia Agrônômica, Universidade estadual do Piauí, Teresina-PI

Renan Marré Biazatti

Doutorando em Agronomia (PPGAGRO, UFGD), Dourados-MS

Bruno Lenhart Pinheiro

Mestrando em Agronomia (PPGAGRO, UFGD), Dourados-MS

Carolina González Aquino

Mestranda em Zootecnia, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS

Silvia Correa Santos

Professora do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAGRO, UFGD), Dourados-MS

DOI: 10.58203/Licuri.20962

Como citar este capítulo:

CARVALHO, Rafael Lima et al. Biomassa da serapilheira acumulada sobre o solo em um fragmento florestal no Piauí. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 9-21.

ISBN: 978-65-85562-09-6

Resumo

Informações a respeito da sazonalidade e quantidade da serapilheira acumulada fornecem subsídios para um melhor entendimento da dinâmica da ciclagem de nutrientes nos ecossistemas terrestres. Nesse sentido, objetivou-se analisar a dinâmica de acumulação da biomassa de serapilheira acumulada sobre o solo em fragmento de mata secundária, na cidade de Teresina, PI. A serapilheira acumulada na superfície do solo foi estimada através de coletas em cinco pontos amostrais. Foram determinados os valores do conteúdo de água do solo, da temperatura da superfície do solo, e do diâmetro ao nível do solo das espécies lenhosas. Espécimes da macrofauna do solo foram coletados para análise da diversidade dos grupos constituintes. A serapilheira acumulada foi estimada em 6,78 Mg ha⁻¹, no início do período seco, e 10,02 Mg ha⁻¹, no início do período chuvoso. Não foram observadas correlações significativas entre a biomassa de serapilheira acumulada e as demais variáveis. O levantamento da macrofauna edáfica indicou abundância de indivíduos que realizam a função de transformação do material formador da serapilheira. A elevada biomassa de resíduos sobre o solo, no início do período chuvoso indicam a importância desse compartimento na proteção

Palavras-chave: Adubação. Fertilidade. Culturas anuais. Micronutrientes.

INTRODUÇÃO

Segundo Moraes et al. (1998), a serapilheira acumulada representa a diferença entre a deposição e a decomposição do material vegetativo, estando esse material depositado sobre o solo, sendo um importante estoque de nutrientes. Em todas as tipologias florestais, sabe-se que a produção de serapilheira representa o primeiro estágio de transferência de nutrientes e energia da vegetação para o solo, pois a maior parte dos nutrientes absorvidos pelas plantas retorna ao piso florestal por meio da queda de serapilheira ou lavagem foliar (CARPANEZZI, 1997).

Caldeira et al. (2008), relatam que a quantidade de serapilheira sobre o solo varia em função da composição de espécies, da intensidade da cobertura florestal, do estágio sucessional, da idade, da época da coleta, do tipo de floresta e do local. A serapilheira acumulada desempenha um papel essencial no crescimento das plantas, pois influencia nas propriedades físicas, biológicas e químicas dos solos, bem como aumenta a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo (SYERS; CRASWEL, 1995; GARAY; ANDRADE DE; KINDEL, 2001).

O acúmulo de serapilheira, na superfície do solo, é regulado pela quantidade de material que cai da parte aérea das plantas e por sua taxa de decomposição. Quanto maior a quantidade que cai desse material e quanto menor a sua velocidade de decomposição, maior será a camada de serapilheira (CORREIA; ANDRADE, 2008). Delitti (1995) afirma que nem sempre a entrada de material formador de serapilheira e a sua decomposição ocorrem simultaneamente. O sincronismo na dinâmica de serapilheira é função das condições microambientais onde os processos ocorrem.

Em diversos ecossistemas observa-se maior aporte e acúmulo de serapilheira sobre o solo na estação seca, e maior decomposição, diminuindo a quantidade sobre o solo, na estação chuvosa. Este acúmulo de material orgânico sobre o solo, por um expressivo período, é de fundamental importância, devido à sua função de proteção contra os processos erosivos que ocorrem no início da estação chuvosa, (MCDONALD et al., 2003), bem como, de abrigo para a fauna edáfica (LAVELLE et al., 2003).

Os invertebrados e os microrganismos são os principais agentes da desestruturação química e física que ocorre após a senescência ou morte de partes ou até de indivíduos inteiros (CORREIA; ANDRADE, 2008). A serapilheira, para Merlim (2005), não representa

apenas o alimento para os organismos, mas também o micro hábitat, propiciando assim, a sua sobrevivência e reprodução. A qualidade da serapilheira influencia a quantidade, composição e atividade dos microrganismos e a fauna edáfica, que atuam na degradação do material e influenciam a taxa de decomposição e dinâmica de nutrientes (LIMA et al., 2010). A atividade desses organismos, bem como suas especificidades, é fundamental para sustentabilidade dos ecossistemas, naturais ou manejados (CATANOZI, 2010).

A macrofauna edáfica desenvolve importante papel na decomposição de serapilheira para posterior transferência de nutrientes para o solo e apresenta intensa atividade na camada superficial do horizonte mineral dos solos. Essa atividade está diretamente envolvida com a temperatura, umidade e substrato, onde as fases de decomposição alternam-se com os microrganismos (MORSELLI, 2009). Sendo assim, a macrofauna edáfica pode indicar fatores de qualidade em solos sob diferentes ecossistemas submetidos a diferentes sistemas de cobertura vegetal e uso (BARETTA et al., 2010).

A compreensão dos fatores determinantes, assim como, as estimativas das biomassas, na dinâmica de acumulação, deposição e aporte de serapilheira, em ecossistemas naturais e em diferentes níveis de impactos antrópicos, podem ser úteis para avaliação da qualidade ambiental e como referência no manejo agroecológico.

Contudo, o objetivo do estudo foi analisar a dinâmica de acumulação da biomassa de serapilheira acumulada sobre o solo em fragmento de mata secundária, na cidade de Teresina, PI.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada nos períodos de julho de 2021, janeiro e fevereiro de 2022, no Parque de Exposições Dirceu Arcoverde, localizado na cidade de Teresina, Piauí, com coordenadas geográficas “5°03’53 S e 42°42’08”W. A localidade possui temperatura média anual de 27,9 °C e pluviosidade média anual de 1.451 mm (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004). Na Tabela 1, encontram-se os atributos químicos do solo na área da pesquisa.

Tabela 1. Atributos químicos do solo na área do fragmento de mata nativa secundária na cidade de Teresina, PI.

pH (H ₂ O)	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	V	MO
	mg dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----					%	g kg ⁻¹
5,0	6,0	0,04	0,01	1,20	0,90	3,50	38,0	21,1

V: saturação por bases; MO: matéria orgânica. **Fonte:** laboratório de solos do CCA/UFPI (2021).

Os dados foram obtidos em um fragmento de mata nativa secundária, que ocupa uma área de 3.750 m². Há predominância da espécie sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), presença de outras fabáceas arbóreas, arbustos e vegetação herbácea. A área é utilizada pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Piauí - UESPI para atividades de ensino, pesquisa e extensão (Figura 1).

Na área foram demarcados cinco pontos ao longo de um transecto, com sentido norte-sul, distantes 8 metros entre eles, totalizando cinco pontos amostrais.

A serapilheira acumulada na superfície do solo foi estimada através de coletas nos pontos amostrais. Coletou-se três amostras por ponto, totalizando 15 amostras na área. Para a coleta utilizamos um molde vazado quadrado com área útil de 0,16 m² (Figura 2A), lançado aleatoriamente nas proximidades de cada ponto amostral. Foi considerado como serapilheira acumulada, todo material vegetal decíduo depositado sobre o solo, em diferentes graus de decomposição, dentro do espaço delimitado pelo molde. A serapilheira circunscrita no molde foi coletada em sacos plásticos devidamente identificados (Figura 2B).

O material foi pesado em balança digital, com precisão de 0,1 g. Posteriormente, foi retirada uma amostra de aproximadamente 100 g, de cada ponto amostral, para determinação do teor de umidade.

As amostras tiveram suas massas seca determinadas, após secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C, com auxílio de uma balança digital, com precisão de 0,1 g. A biomassa seca da serapilheira de cada um dos pontos amostrais foi estimada com base na relação entre massa seca e massa úmida da amostra. A serapilheira acumulada, na área, foi estimada a partir dos valores médios de cada ponto amostral. A quantidade de serapilheira acumulada encontrada no molde foi estimada em Mg ha⁻¹.



Figura 1. Área de mata nativa, utilizada para a coleta dos dados da pesquisa, na cidade de Teresina, PI. Fonte: Google Earth (2022).

A partir de cada ponto amostral, foram contabilizados os indivíduos lenhosos, presentes em um raio de 3 m (área circular de aproximadamente 28,3 m²). Como critério de inclusão das plantas lenhosas, utilizamos o diâmetro mínimo na base do caule de 2 cm e altura mínima de 1 m. Em cada planta, dentro dos limites do raio de 3 m, foi medida a circunferência do caule ao nível do solo, com auxílio de fita métrica. Em indivíduos perfilhados foram considerados dois casos: i) todos os perfilhos crescem de uma base comum; ii) não se observa uma base comum. No primeiro caso, foi medida a circunferência da base, considerando os critérios de inclusão de diâmetro e altura. No segundo caso, foi medido cada perfilho que obedeça aos critérios de inclusão e cada um receberá um tratamento como se fosse um indivíduo (RODAL et al., 2013). As circunferências foram convertidas em diâmetro ao nível do solo, conforme equação: $DNS\ (cm) = CNS/\pi$, onde: DNS: diâmetro ao nível do solo; CNS: circunferência ao nível do solo; $\pi\ (\pi) = 3,14$.

Para o levantamento dos grupos da macrofauna epígea, ou seja, os espécimes que atuam na superfície do solo foram instalados, em cada ponto amostral, uma armadilha do tipo Provid, segundo Antonioli et al. (2006), modificada para essa pesquisa. As armadilhas foram constituídas de garrafas pet, com capacidade para dois litros, contendo quatro aberturas laterais com dimensões de 3,0 cm x 3,0 cm, dispostas equidistantes e a uma altura de 20 cm da base. As garrafas foram enterradas de modo que as bordas inferiores das quatro aberturas fiquem ao nível da superfície do solo, Antonioli et al. (2006), (Figura 2C).

Foi adicionado às armadilhas 200 ml de uma solução composta de detergente neutro a 10%, e dez gotas de formol diluído, utilizado para conservação da fauna edáfica capturada nos recipientes. As armadilhas permaneceram no campo durante 96 horas (PEREIRA JÚNIOR et al., 2010). Os indivíduos capturados foram separados dos fragmentos e identificados ao nível taxonômico de Ordem. Foram classificados como macrofauna epígea todos os invertebrados que apresentarem diâmetro corporal entre 2 e 20 mm (BARETTA et al., 2011). Para conservação por um maior período, os organismos foram transferidos para recipientes plásticos de 50 ml com solução de álcool etílico 70% e mantidos em temperatura ambiente.

O conteúdo de água do solo foi determinado nos pontos amostrais pelo método gravimétrico, na camada de 0-10 cm do solo (Figura 2D), de acordo com EMBRAPA (2017).

A temperatura da superfície do solo foi aferida, nas proximidades de cada ponto amostral, com auxílio de termômetro digital, tipo espeto, com precisão decimal. A aferição foi realizada no dia da coleta da serapilheira, no horário de 11h00min (Figura 2E).

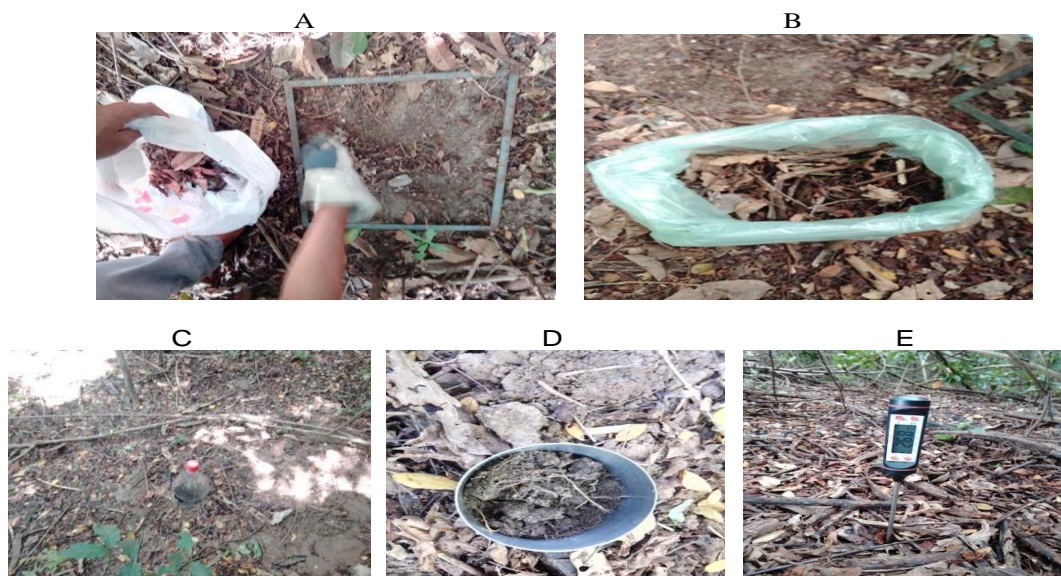


Figura 2. etapas do estudo: (A) coleta da serapilheira; (B) serapilheira coletada ensacada; (C) armadilha tipo Provid para captura da macrofauna epígea; (D) solo coletado para determinação da umidade; (E) aferição da temperatura com termômetro digital. **Fonte:** Carvalho (2022)

Através de análise estatística descritiva, foram determinados os parâmetros descritivos, média, valor máximo e mínimo e coeficiente de variação, para a biomassa de serapilheira acumulada sobre o solo, conteúdo de água e temperatura do solo, o diâmetro ao nível do solo (DNS) e o nº de indivíduos lenhosos/28,3 m². A diversidade da macrofauna edáfica foi avaliada através do índice de Shannon-Wiener, dado por $H = - \sum p_i \times \log p_i$, onde $p_i = n_i/N$ (n_i = densidade de cada grupo e N = somatório da densidade de todos os grupos). Foi analisada a correlação da biomassa de serapilheira acumulada, com as demais variáveis do ambiente através de matriz de correlação. A análise dos dados foi realizada com o auxílio do programa Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de biomassa da serapilheira acumulada sobre o solo apresentaram variabilidade espacial e temporal (Tabela 2). A variabilidade espacial pode estar associada à diversidade e distribuição da composição florística e dos fatores abióticos e bióticos nos microsítios do solo na área de estudo. A variabilidade temporal deve estar condicionada à dinâmica dos processos de produção e de decomposição, dependentes da sazonalidade (GODINHO et al., 2013). A área da pesquisa apresenta espécies vegetais pertencentes a diferentes famílias, que possuem aspectos morfológicos e fenológicos distintos e uma distribuição espacial igualmente distinta. Segundo Archanjo et al. (2012) isso pode contribuir para gerar tal variabilidade espacial no acúmulo da serapilheira.

Em estimativa realizada na Zona da Mata pernambucana, em área de bosque de sabiá, com 0,3 ha, Ferreira et al. (2007) estimaram uma biomassa média anual acumulada sobre o solo de 8,91 Mg ha⁻¹. Em estimativas realizadas em área de 0,5 ha, nos períodos chuvoso e seco, plantada com *Mimosa velloziana*, Caldeira et al. (2020) observaram 12,32 Mg ha⁻¹ e 11,62 Mg ha⁻¹ de serapilheira acumulada respectivamente. Carvalho et al. (2020), em área de Caatinga, no Sudeste piauiense encontraram 4,84 Mg ha⁻¹ em mata relativamente preservada, e 3,24 Mg ha⁻¹ em mata utilizada para pastejo caprino, durante o período seco. Conforme O'Connell e Sankaran (1997), em determinados locais da América do Sul, a biomassa da serapilheira acumulada de florestas tropicais naturais varia entre 3,1 e 16,5 Mg ha⁻¹.

Tabela 2. Medias descritivas Serapilheira acumulada sobre o solo, conteúdo gravimétrico de água (CGA), na camada 0 - 10 cm, e temperatura da superfície do solo (°C), em área de mata nativa (MN), no município de Teresina, PI.

Parâmetros	Serapilheira (Mg ha ⁻¹)	CGA (kg kg ⁻¹)	Temperatura (°C)
Período seco			
Média	6,78	-	-
Mínimo e Máximo	5,55 - 8,24	-	-
CV (%)	16,68	-	-
Período úmido			
Média	10,02	0,09	27,4
Mínimo e Máximo	6,75 - 14,00	0,07 - 0,12	26,6 - 27,9
CV (%)	30,18	22,22	1,86

Coeficiente de variância CV, medias descritivas pelo teste de descritivo pelo Bioestat 5.0. Fonte: Carvalho (2022).

Vale ressaltar que a coleta do material formador da serapilheira, no período seco, foi realizada no mês de julho. O balanço hídrico do solo, nos meses que antecederam essa coleta devem ter favorecido à decomposição da serapilheira, considerando os eventos de precipitação pluvial na região, com maiores entradas de energia no sistema florestal, resultando em uma menor biomassa acumulada (6,78 Mg ha⁻¹). Na segunda coleta, realizada no início do período chuvoso, a maior biomassa de serapilheira (10,02 Mg ha⁻¹) observada deve ter sido resultante do período seco que a antecedeu, onde ocorre geralmente maior aporte de resíduos, associados com baixa taxa de decomposição do material.

Estudos adicionais que contemplem a determinação das variáveis ambientais, considerando a sazonalidade, como também, estimativas de aporte de serapilheira no fragmento florestal ao longo do ano, devem ser realizados para descrever a dinâmica de forma mais precisa e confiável. Vale lembrar que o estudo da acumulação é utilizado para a determinação de taxas de decomposição da serapilheira, que, por sua vez, são variáveis importantes na quantificação da transferência de nutrientes desse compartimento para o solo. O equilíbrio desse ecossistema depende da mineralização e ciclagem dos nutrientes, sobretudo, se considerarmos a baixa fertilidade do solo (Tabela 1).

Na análise do diâmetro ao nível do solo (DNS), nas parcelas circulares, observa-se que os indivíduos lenhosos do fragmento florestal apresentaram média aritmética de

6,63 cm (Tabela 3) e alta amplitude, com indivíduos variando de 2,2 a 28,3 cm.

Tabela 3. Diâmetro ao nível do solo (DNS) e número de indivíduos lenhosos contribuintes para o material formador de serapilheira em uma área circular de 28,3 m² (N), em área de mata nativa (MN), na cidade de Teresina, PI.

Estatística Descritiva	DNS (cm)	N
Média	6,63	15,8
Mínimo e Máximo	2,2 - 28,3	15 - 18
CV (%)	56,84	8,25

Coeficiente de variância CV, medias descritivas pelo teste de descritivo pelo Bioestat 5.0 . **Fonte:** Carvalho (2022).

No levantamento da macrofauna edáfica foram capturados 401 indivíduos, onde foram observadas as classes Insecta, Arachnida e Diplopoda (Tabela 4). As ordens com maior abundância foram Hymenoptera (29,43%), Opiliones (20,20%), Holothyrida (17,46%), Aranea (14,96%) e Coleoptera (9,23%).

Esses grupos de artrópodes, presentes na área da pesquisa, são conhecidos por realizarem importantes funções ambientais, que influenciam na dinâmica de acumulação de serapilheira, dentre elas o consumo da matéria orgânica em decomposição (coleópteros, himenópteros e diplópodes); fragmentação dos detritos vegetais, tornando-os mais acessíveis aos microrganismos decompositores, ou promoção do crescimento de microrganismos nas fezes peletizadas (coleópteros e diplópodes) (SOUZA et al., 2015).

Não foram observadas correlações significativas entre a serapilheira acumulada e as demais variáveis (Tabela 5). Gomes et al. (2009), ao correlacionarem a produção de serapilheira com variáveis dendrométricas, encontraram forte influência do diâmetro à altura do peito (DAP) dos indivíduos arbóreos com a serapilheira em floresta madura e mata secundária inicial, pertencentes ao domínio do bioma Cerrado.

Tabela 4. Resultado do levantamento dos grupos da macrofauna do solo e Índice de Diversidade (Shannon-Wiener) em níveis de Classe e Ordem sobre área de mata nativa (MN) através do número de indivíduo e porcentagem por ordem, no município de Teresina, PI.

Classe	Ordem	MN	%
Insecta	Hymenoptera	118	29,43
Arachnida	Olipiones	81	20,20
Arachnida	Holothyrida	70	17,46
Arachnida	Aranea	60	14,96
Insecta	Coleoptera	37	9,23
Insecta	Diptera	11	2,74
Insecta	Orthoptera	10	2,49
Insecta	Dermaptera	5	1,25
Insecta	Zygentonea	2	0,50
Insecta	Hemiptera	1	0,25
Diplopoda	Julida	1	0,25
Diplopoda	Oniscomorpha	1	0,25
Arachnida	Scorpiones	1	0,25
Insecta	Mantodea	1	0,25
Insecta	Plecoptera	1	0,25
Arachnida	Pseudoscorpiones	1	0,25
Total		401	100%
Índice de Diversidade		0,8114	

Tabela 5 - Matriz de correlação para as variáveis serapilheira acumulada sobre o solo (SR), diâmetro ao nível do solo (DNS), nº de indivíduos lenhosos/28,3 m² (N), conteúdo gravimétrico de água (CGA), temperatura da superfície do solo (TS) e riqueza da macrofauna (RM), em área de mata nativa, no município de Teresina, PI.

Variáveis	SR	DNS	N	CGA	TS	RM
SR	1	-	-	-	-	-
DNS	-0,5218 ^{ns}	1	-	-	-	-
N	0,1314 ^{ns}	-0,2456 ^{ns}	1	-	-	-
CGA	0,5681 ^{ns}	0,2781 ^{ns}	-0,1917 ^{ns}	1	-	-
TS	-0,7144 ^{ns}	-0,1791 ^{ns}	-0,0991 ^{ns}	0,7207 ^{ns}	1	-
RM	0,4149 ^{ns}	-0,7684 ^{ns}	-0,4118 ^{ns}	0,1917 ^{ns}	0,1754 ^{ns}	1

ns = não significativo ($p > 0,05$)

CONCLUSÕES

A biomassa de serapilheira acumulada sobre o solo no início do período chuvoso é superior à biomassa acumulada no início do período seco.

A macrofauna edáfica presente é constituída de 16 táxons, com grupos de organismos importantes para o processo de decomposição dos resíduos orgânicos em ambos períodos sobre a área.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BASTOS, E.A.; SILVA, C.O.; GOMES, A.A.N.; FIGUEREDO JÚNIOR, L.G.M. **Atlas climatológico do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 151 p.
- ARCHANJO, K. M. P. A.; SILVA, G. F.; CHICHORRO, J. F.; SOARES, C. P. B. Estrutura do componente arbóreo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó, Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil. **Floresta**, v. 42, n. 1, p. 145-160, 2012.
- ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BOCK, V.; PORT, O.; SILVA, D. M.; SILVA, R. F. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, p. 407-417, 2006.
- AYRES, M.; AYRES JUNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat 5.0.: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biomédicas**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007. 324 p.
- BARETTA, D.; BROWN, G. G.; CARDOSO, E. J. B. N. Potencial da macrofauna e variáveis edáficas como indicadores da qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifólia*. **Acta Zoológica Mexicana**. n. 2, 135-150 p. 2010.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. **Tópicos Ciência do Solo**, v. 7, p. 119-170, 2011.
- CALDEIRA, M.V.W.; SPERANDIO, H.V.; GODINHO, T.O.; CLIPPEL, V.H.; DELARMELINA, W.M.; GONÇALVES, E.O.; TRAZZI, P.A. Serapilheira e nutrientes acumulados sobre o solo em plantios de leguminosas e em área restaurada com espécies nativas da Floresta Atlântica. **Adv For Sci**, v. 7, n. 2, p. 961-971, 2020.

CARPANEZZI, A. A. **Banco de sementes e deposição de folheto e seus nutrientes em povoamentos de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) na região metropolitana de Curitiba- PR.** 1997. 177 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

CARVALHO, D.L.C.F.; FERRAZ, D.S.; LEAL, F.R.R.; COSTA, M.J. Levantamento de grupos da macrofauna epigea e serapilheira acumulada em diferentes usos do solo. In: AZAR, G.S.; PESSOA, W.R.L.S.; GRANGEIRO, D.C. (Org.) **Pesquisas no Semiárido Piauiense.** v.6, CRV, 2020, p. 205-217.

CATANOZI, G. **Análise espacial da macrofauna edáfica sob diferentes condições ambientais dos trópicos úmidos.** 2010. 141 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências - Universidade Estadual de Campinas. Campinas - SP, 2010.

CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** 2.ed., 2008, p. 137-158.

DELITTI, W.B.C. Estudos de ciclagem de nutrientes: instrumentos para a análise funcional de ecossistemas terrestres. **Oecologia Brasiliensis**, v. 1, p. 469-486, 1995.

EMBRAPA - Empresa Brasileira Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo.** 3.ed. Brasília: Embrapa, 2017. 574p.

FERREIRA, R.L.C.; LIRA JÚNIOR, M.A.; ROCHA, M.S.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; BARRETO, L.P. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). **R. Árvore**, v. 31, p. 7-12, 2007.

GARAY, I.; ANDRADE, F. N.; KINDEL, A. Evolução da serapilheira e da fertilidade do solo em região de Mata Atlântica de tabuleiros: de plantios a mata nativa. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA: ambiente e sociedade, 5., 2001. **Resumos...** Porto Alegre: UFRGS/Centro de Ecologia, 2001. p. 242.

GODINHO, T. de O.; CALDEIRA, M. V. W.; CALIMAN, J. P.; PREZOTTI, L. C.; WATZLAWICK, L. F.; AZEVEDO, H. C. A.; ROCHA, J. H. T. Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Scientia Forestalis**, v. 41, p. 131-144, 2013.

GOMES, A.P.; SCARAMUZZA, W.L.M.P.; CAMARGOS, S.L.; SCARAMUZZA, J.F.; SILVA, R.C.B. Uso de variáveis dendrométricas na estimativa de serrapilheira em área de floresta secundária inicial e floresta madura. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.7, n.1, p.13- 21, 2009.

LAVELLE, P.; SENAPATI, B.; BARROS, E. Soil macrofauna. In: SCHROTH, G.; SINCLAIR, F.L. (Ed.) **Trees, crops and soil fertility: concepts and research methods**. Cambridge: CAB, 2003. p. 303-323.

LIMA, S. S.; LEITE, L. F. C.; AQUINO, A. M.; OLIVEIRA, F. C.; CASTRO, A. A. J. F. Serapilheira e teores de nutrientes em argissolo sob diferentes manejos no norte do Piauí. *Revista Árvore*, v. 34, n. 1, p. 75- 84, 2010.

MACDONALD, M.A.; LAWRENCE, A.; SHRESTHA, P.K. Soil erosion. In: SCHROTH, G.; SINCLAIR, F.L. (Ed.) **Trees, crops and soil fertility: concepts and research methods**. Cambridge: CAB, 2003. p. 325-343.

MERLIM, A. O. **Macrofauna Edáfica em Ecossistemas Preservados e Degradados de Araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP**. 2005. 89p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ecologia de Agroecossistemas - Universidade de São Paulo. Piracicaba 2005.

MORAES, R. M.; DELITTI, W. B. C.; RINALDI, M. C. S.; REBELO, C. F. Ciclagem mineral em Mata Atlântica de encosta e mata sobre restinga, Ilha do Cardoso, SP: nutrientes na serapilheira acumulada. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 4., 1998, Águas de Lindóia. *Anais... Águas de Lindóia*: ACIESP, 1998. p. 71-77.

MORSELLI, T. B. G. A. **Biologia do solo**. Ed. Universitária, UFPel, Pelotas, 2009.

O'CONNELL, A. M.; SANKARAN, K. V. Organic matter accretion, decomposition and mineralisation. In: NAMBIAR, E. K. S., BROWN, A. G. (Ed.). **Management of soil, nutrients and water in tropical plantations forests**. Canberra: ACIAR Australia/CSIRO, 1997. p. 443-480. (Monograph; n. 43).

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; FERRAZ, D. S.; ALVES, G. S.; SOUSA, J. S.; SOUTO, J. S. Influência do cultivo agrícola convencional nas características químicas e macrofauna edáfica. *Engenharia Ambiental*, v. 7, n. 3, p. 166-177, 2010.

RODAL, M.J.N.; SAMPAIO, E.V.S.B.; FIGUEIREDO, M.A. (Orgs). **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico: ecossistema caatinga**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil - SBB, 2013. 24 p.

SOUZA, M. H.; VIEIRA, B.C.R.; OLIVEIRA, A.P.G.; AMARAL, A.A. Macrofauna do solo. *Enciclopédia biosfera*, v. 11, n. 22, 2015.

SYERS, J. K.; CRASWELL, E. T. Role of soil organic matter in sustainable agricultural systems. In: LEFROY, R. D. B.; BLAIR, G. J.; CRASWELL, E. T. (Ed.). **Soil organic matter management for sustainable agriculture**. Canberra: ACIAR, 1995. p. 7-1.

Diversidade da macrofauna epígea em área cultivada com *Panicum maximum* cv. Mombaça em zona de cerrado e a mata dos cocais no nordeste brasileiro

Autores:

Rafael Lima de Carvalho

Mestrando em Agronomia, Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAGRO), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS

Gerlaine Nayra Guimarães Cruz Da Silva

Bacharel em Engenharia Agrônômica, Universidade estadual do Piauí, Teresina-PI

Renan Marré Biazatti

Doutorando em Agronomia (PPGAGRO, UFGD), Dourados-MS

Bruno Lenhart Pinheiro

Mestrando em Agronomia (PPGAGRO, UFGD), Dourados-MS

Carolina González Aquino

Mestranda em Zootecnia, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS

Silvia Correa Santos

Professora do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAGRO, UFGD), Dourados-MS

DOI: 10.58203/Licuri.20963

Como citar este capítulo:

CARVALHO, Rafael Lima et al. Diversidade da macrofauna epígea em área cultivada com *Panicum maximum* cv. Mombaça em zona de cerrado e a mata dos cocais no nordeste brasileiro. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 22-34.

ISBN: 978-65-85562-09-6

Resumo

A macrofauna tem diferentes efeitos nos processos que condicionam a qualidade do solo. Esses organismos são utilizados como bioindicadores do funcionamento dos ecossistemas. Objetivou-se com este trabalho analisar a diversidade da macrofauna epígea, em área cultivada com *Panicum maximum* cv. Mombaça, na cidade de Teresina, PI. O levantamento dos organismos foi realizado em duas áreas: i) pastagem com capim Mombaça; ii) fragmento de mata secundária. Foram demarcados cinco pontos amostrais em cada área, e instalada, em cada ponto amostral, uma armadilha de queda do tipo Provid, para captura da macrofauna. A temperatura da superfície do solo foi aferida, nas proximidades de cada ponto amostral, e o conteúdo de água do solo foi determinado nos pontos amostrais pelo método gravimétrico, na camada de 0-10 cm do solo. A diversidade foi avaliada através do índice de Shannon-Wiener. Os resultados indicaram alta abundância dos espécimes das ordens Hymenoptera, Araneae, Holothyrida e Coleoptera na área de capim Mombaça. Foi observada correlação negativa entre a riqueza de grupos da macrofauna epígea e a temperatura da superfície do solo.

Palavras-chave: Artrópodes edáficos. Bioindicadores. Pastagem.

INTRODUÇÃO

O solo se apresenta em fases, que caracterizam-o como um ecossistema complexo composto por uma combinação de elementos como água, minerais, gases, organismos e material orgânico, tornando-se o principal responsável pelo desenvolvimento das plantas. Em relação a sua vida biológica, ele é considerado um importante repositório de biodiversidade na terra, pela variedade de organismos que nele vivem (RAIJ, 1981).

Dessa maneira, muitos processos biológicos importantes para a sustentação da vida existente na Terra ocorrem no solo, e assim tornam-se ferramentas para desempenhar várias funções ambientais, conservacionistas, comunitárias e de importância econômica (SANTOS et al., 2021). Decerto há uma enorme variedade de organismos que cotidianamente trabalham no solo e que são responsáveis pelo processo de degradação da matéria orgânica. Esses, são formados por quatro grupos (microfauna, mesofauna, macrofauna e megafauna) onde são classificados conforme o seu tamanho (BARETTA et al., 2011). A macrofauna, abrange mais de 20 táxons (BROWN et al., 2015). Entre eles, inclui uma grande e diversificada gama de invertebrados de serapilheira e solo, representados por organismos com tamanhos e diâmetros variados, mas geralmente > 2 mm de diâmetro corporal (LAVELLE et al., 1997). Nesse contexto, a macrofauna é composta por organismos invertebrados de diferentes Ordens. Nesta, está presente as formigas, escorpiões, opiliões, tesourinhas, aranhas, entre outros.

Os grupos que formam a macrofauna realizam movimentos no solo, tornando-os um dos principais responsáveis pela alteração das características químicas e físicas do solo (BARETTA et al., 2011). Dessa forma, é por meio da abertura de galerias, gerada pelo movimento dos invertebrados no solo, que há o arejamento e o aumento da permeabilidade do mesmo, colaborando para a instalação de novos organismos.

Além disso, realiza diversas atividades que contribuem para o equilíbrio do ecossistema e é um importante indicador biológico da qualidade do solo (SOUZA et al., 2015). Considerando que a composição da fauna do solo será afetada por fatores como solo, plantas, clima e topografia (DERENGOSKI et al., 2011). Esses bioindicadores são utilizados para avaliar a saúde de um ambiente e detectar possíveis alterações nos solos de forma prática e econômica, para avaliar se um determinado ambiente está saudável. A diversidade da macrofauna do solo tem sido um importante tema de estudo, o que tem

levado a um aumento nos usos tecnológicos, especialmente aqueles importantes para os sistemas agrícolas (CATANOZI, 2011).

Nesse sentido, o conhecimento dos grupos da macrofauna edáfica pode contribuir para a avaliação dos sistemas naturais que receberam ações antrópicas, com mudanças nas espécies vegetais, na cobertura e manejo do solo, e no balanço hídrico. A análise da riqueza e das proporções dos grupos de organismos formadores da macrofauna epígea pode indicar o nível das interações biológicas nos sistemas solo-planta (HOFFMANM et., 2009).

Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar a diversidade da macrofauna epígea, em área cultivada com *Panicum maximum* cv. Mombaça, na cidade de Teresina, PI.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022, no Parque de Exposições Dirceu Arcoverde, localizado na cidade de Teresina, Piauí, com coordenadas geográficas 5°03'53"S e 42°42'08"W. A localidade possui temperatura média anual de 27,9 °C e pluviosidade média anual de 1.451 mm (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004).

O estudo foi realizado em duas áreas distintas, utilizadas pelo Centro de Ciências Agrárias da UESPI para atividades de ensino, pesquisa e extensão (Figura 1).

i) Área cultivada com *Panicum maximum* cv. Mombaça, irrigada por aspersão, que ocupa uma área de aproximadamente 800 m². A semeadura da gramínea foi realizada em 15 de janeiro de 2021, adotando-se taxa de semeadura de 10 kg de sementes por hectare. Um mês antes da semeadura foi realizada uma calagem, na dose de 1 t ha⁻¹ de calcário. Por ocasião do plantio foi realizada adubação com P nos sulcos das sementes, na dose de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Um mês após o plantio foi realizada a adubação com N e K, na dose de 40 e 50 kg ha⁻¹ de N e K₂O, respectivamente. Anualmente se aplicam 80 e 40 kg ha⁻¹ de N e K₂O, respectivamente. As doses são parceladas em duas vezes, após um corte de uniformização a 40 cm de altura ou após um pastejo que reduza a altura a este nível. A pastagem é manejada com taxa de lotação aproximada de 5 UA ha⁻¹, com disponibilização dos piquetes para os animais de 10 até 17 horas.

ii) Fragmento de mata nativa secundária, que ocupa uma área de 3.750 m². Há predominância da espécie sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), presença de outras fabáceas arbóreas, arbustos e vegetação herbácea. Essa área foi utilizada na pesquisa, como referência, na análise da diversidade da macrofauna epígea. Na Tabela 1, encontram-se os atributos químicos do solo dessa área de pesquisa.



Figura 1. Localização das áreas do capim mombaça (perímetro vermelho) e do fragmento de mata nativa secundária (perímetro azul) utilizadas na pesquisa.

Fonte: Google Earth (2022)

Tabela 1. Atributos químicos do solo, na camada de 0 - 20 cm, na área do fragmento de mata nativa secundária em Teresina, PI.

pH (H ₂ O)	P mg dm ⁻³	K ----- cmol _c dm ⁻³	Na	Ca	Mg -----	H+Al -----	V %	MO g kg ⁻¹
5,0	6,0	0,04	0,01	1,20	0,90	3,50	38,0	21,1

V: saturação por bases; MO: matéria orgânica. Fonte: Laboratório de solos do CCA/UFPI

Em cada área foram demarcados cinco pontos ao longo de um transecto, com sentido norte-sul, distantes 8 metros entre eles, totalizando dez pontos amostrais.

Para o levantamento dos grupos da macrofauna epígea, ou seja, os organismos que atuam na superfície do solo foram instalados, em cada ponto amostral, uma armadilha do tipo Provid, segundo Antonioli et al. (2006), modificada para essa pesquisa. As armadilhas foram constituídas de garrafas pet, com capacidade para dois litros, contendo quatro aberturas laterais com dimensões de 3,0 cm x 3,0 cm, dispostas

equidistantes e a uma altura de 20 cm da base. As garrafas foram enterradas de modo que as bordas inferiores das quatro aberturas ficassem ao nível da superfície do solo (Figura 2). Foi adicionado às armadilhas 200 ml de uma solução composta de detergente neutro a 10%, e dez gotas de formol, utilizado para conservação da fauna edáfica capturada nos recipientes. As armadilhas permaneceram no campo durante 96 horas (PEREIRA JÚNIOR et al., 2010). Os indivíduos capturados foram separados dos fragmentos e identificados ao nível taxonômico Ordem, utilizando literaturas, com auxílio de uma lupa digital. Foram classificados como macrofauna epígea todos os invertebrados que apresentem diâmetro corporal entre 2 e 20 mm (BARETTA et al., 2011). Para conservação por maior período, os organismos foram transferidos para recipientes plásticos de 50 ml com solução de álcool etílico 70% e mantidos em temperatura ambiente.



Figura 2. Armadilha tipo Provid para captura da macrofauna epígea. Fonte: Carvalho et al. (2020).

A temperatura da superfície do solo foi aferida, nas proximidades de cada ponto amostral, com auxílio de termômetro digital, tipo espeto, com precisão decimal. A aferição foi realizada no dia da coleta das armadilhas, no horário de 11h00min. O conteúdo de água do solo foi determinado nos pontos amostrais pelo método gravimétrico, na camada de 0-10 cm do solo.

A partir dos dados obtidos foi mensurado o número total de indivíduos da macrofauna, em cada área, e em cada grupo taxonômico. A diversidade foi avaliada através do índice de Shannon-Wiener, dado por $H = - \sum p_i \times \log p_i$, onde $p_i = n_i/N$ (n_i = densidade de cada grupo e N = somatório da densidade de todos os grupos). Foram

determinados os parâmetros descritivos, média, valor máximo e mínimo e coeficiente de variação, para a temperatura do solo e conteúdo de água do solo. A correlação da riqueza (nº de grupos da macrofauna) e abundância (nº total de indivíduos) com as variáveis ambientais foi analisada através de matriz de correlação. A análise dos dados foi realizada com o auxílio do programa Bioestat 5.0 (AYRES et al., 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do levantamento, obteve-se nas duas áreas um total de 760 indivíduos. Sendo 359 na área cultivada com capim Mombaça e 401 na área de mata nativa. Foram identificados então 18 táxons no levantamento da macrofauna nas duas áreas, sendo eles: Araneae, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Hymenoptera, Holothyrida, Hemiptera, Ixodida, Julida, Mantodea, Orthoptera, Opiliones, Oniscomorpha, Plecoptera, Pseudoscorpiones, Scorpiones, Scolopendromorpha, Zygentona (Tabela 2).

A classe Insecta e Arachnida foram as mais representativas nas duas áreas de estudo. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2016), estudando a macrofauna invertebrada do solo em três ambientes distintos cultivados com coqueiro, feijoeiro e palma forrageira no município de Parari, PB no qual observaram que a classe Insecta foi a mais representativa, seguida pela classe Arachnida.

A partir da contagem estimou-se o percentual de cada ordem, onde se constatou que a ordem que obteve o maior percentual de indivíduos coletados nas duas áreas foi a Hymenoptera (33,5%), representada por formigas (Tabela 2). Este resultado é consistente com o de Silva et al. (2014), que também investigou a diversidade da macrofauna epígea em diferentes usos do solo, no estado do Rio Grande do Norte. As formigas dominam a maioria dos ecossistemas terrestres. É um dos grupos de insetos mais importantes e diversificados, pois são responsáveis pelo processo de degradação da matéria orgânica no ecossistema, e trabalham revirando o solo, proporcionando aeração e ciclagem de nutrientes. Além de sua importância fundamental nos ecossistemas, as formigas também são adequadas para serem usadas como indicadores biológicos das condições de proteção, degradação ou restauração ambiental (MELO et al., 2009).

Observa-se também na Tabela 2, que as ordens Holothyrida (20,6%), composta por ácaros e Araneae (21,2%), composta por aranhas, se apresentaram com elevado número

de indivíduos nas duas áreas de estudo. Os ácaros são abundantes no solo, e na composição da macrofauna podem representar até 78% nas florestas e até 84% nas pastagens (TEIXEIRA; SCHUBART, 1988).

Tabela 2 - Levantamento dos grupos da macrofauna do solo e Índice de Diversidade (Shannon-Wiener) em área de cultivo de *Panicum maximum* cv. Mombaça (CM) e mata nativa (MN), no município de Teresina, PI.

Classe	Ordem	CM	MN	Total	%
Insecta	Hymenoptera	136	118	254	33,5
Arachnida	Opiliones	4	81	85	11,2
Arachnida	Holothyrida	86	70	156	20,6
Arachnida	Araneae	101	60	161	21,2
Insecta	Coleoptera	18	37	55	7,2
Insecta	Diptera	4	11	15	1,9
Insecta	Orthoptera	4	10	14	1,8
Insecta	Dermaptera	1	5	6	0,8
Insecta	Zygentoma	-	2	2	0,2
Diplopoda	Julida	1	1	2	0,2
Arachnida	Ixodida	2	-	2	0,2
Chilopoda	Scolopendromorpha	2	-	2	0,2
Insecta	Hemiptera	-	1	1	0,1
Diplopoda	Oniscomorpha	-	1	1	0,1
Arachnida	Scorpiones	-	1	1	0,1
Insecta	Mantodea	-	1	1	0,1
Insecta	Plecoptera	-	1	1	0,1
Arachnida	Pseudoscorpionida	-	1	1	0,1
Total		359	401	760	100
Índice de Diversidade		0,6331	0,8114		
Homogeneidade		0,6080	0,6739		

Os ácaros viajam pelos poros do solo e influenciam o processo de decomposição cavando e transportando minerais e matéria orgânica. Apesar de serem extremamente dependentes da água, são terrestres, alimentando-se de micróbios e decompondo o material vegetal em decomposição, o que ajuda na ciclagem de nutrientes (BARETTA et al., 2011).

As aranhas, que são organismos importantes para manter o equilíbrio ecológico da fauna do solo (PODGAISKI et al., 2007), realizam a predação, proporcionando o controle biológico de pragas em agroecossistemas, e além de poderem viver em diferentes habitats, também são altamente adaptáveis, e sua alimentação é composta principalmente por insetos. Isso explica sua abundância em todos os sistemas, pois é favorecida pela oferta de alimentos (BARRETA et al., 2011).

Os coleópteros foram observados nas duas áreas. Os insetos desse grupo realizam importantes funções no sistema solo-planta. São transformadores de serapilheira, fragmentando os detritos vegetais, tornando-os mais acessíveis aos microrganismos decompositores, ou promovendo o crescimento de microrganismos nas fezes peletizadas. Nesse grupo são observados fitófagos, detritívoros e rizófagos (SOUZA et al., 2015). Araújo et al. (2020) observaram, no período chuvoso, na Zona da Mata alagoana, que os indivíduos da ordem Coleoptera formaram o segundo grupo mais numeroso, em área de cultivo de *Panicum maximum* cv. Mombaça.

Constatou-se a presença também da ordem Opiliones, nas duas áreas, com maior abundância na área de mata nativa (Tabela 2). Esse grupo é bastante encontrado em áreas com vegetação natural. A sua dieta é a base de animais em decomposição e se alimentam de seiva vegetal (RUBIM et al., 2021).

Na área de mata nativa observou-se um maior índice de diversidade (Tabela 2). Esse resultado é consistente com o estudo de Lima et al. (2019), que avaliou a diversidade e abundância de grupo de invertebrados da macrofauna, em diferentes sistemas de manejo no bioma Caatinga, no estado do Piauí. Os resultados deste estudo sugerem, portanto, que as florestas nativas são ambientes naturais biologicamente favoráveis para os invertebrados, pois possuem alto teor de matéria orgânica, garantem sombra, evitam os efeitos das gotas de água e da chuva, retém a umidade do solo, reduzem as temperaturas e fornecem a base para o estabelecimento de uma grande variedade de espécies. Proporcionando maior disponibilidade de recursos para esses organismos. Portanto, a diversidade de espécies encontradas na área florestal, foi favorecida pelo conteúdo de água do solo mais elevado e temperatura do solo mais amena, conforme resultados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Conteúdo gravimétrico de água (CGA), na camada 0 - 10 cm, e temperatura da superfície do solo, em área de cultivo de *Panicum maximum* cv. Mombaça (CM) e mata nativa (MN), no município de Teresina, PI.

Área	CGA (kg kg ⁻¹)	Temperatura (°C)
CM		
Média	0,098	32,72
Mínimo e Máximo	0,08 - 0,12	30,3 - 35,1
CV (%)	15,14	5,26
MN		
Média	0,09	27,4
Mínimo e Máximo	0,07 - 0,12	26,6 - 27,9
CV (%)	22,22	1,86

*Coeficiente de variância-CV

Na análise da correlação entre as variáveis riqueza, abundância e as demais variáveis do ambiente observou-se correlação negativa significativa entre a riqueza e a temperatura da superfície do solo (Tabela 4). Comparsi et al. (2021), em fragmento de Mata Atlântica, encontraram correlação negativa significativa para temperatura do ar e abundância de espécies da fauna edáfica.

A hipótese de que ocorre maior diversidade de grupos da macrofauna na área com maior diversidade de espécies vegetais foi confirmada na pesquisa. No entanto, apesar do menor índice de diversidade da macrofauna epígea, encontrado na área de cultivo de capim Mombaça, devemos considerar a importância dos grupos presentes no levantamento, como por exemplo, grupos funcionais capturados diversos na área da forrageira, dentre eles, predadores e estruturadores do solo.

O manejo do capim Mombaça, com ciclos de corte e condução da rebrota, adubações, controle da taxa de lotação animal e do tempo de pastejo nos piquetes favorece a disponibilidade de biomassa residual na área, com formação de uma palhada sobre a superfície do solo. Devemos considerar ainda, a importância da incorporação de biomassa radicular ao solo pela constante renovação do sistema radicular das espécies da família *Poaceae* (SALTON; TOMAZI, 2014). Santos et al. (2008), ao avaliarem o efeito de plantas de cobertura em plantio direto, nos principais grupos da macrofauna do solo, em um Latossolo Vermelho, observaram que as gramíneas favorecem os grupos da serapilheira.

Tabela 4. Matriz de correlação para as variáveis conteúdo gravimétrico de água (CGA), temperatura da superfície do solo (TS), número de grupos da macrofauna e número total de indivíduos.

Variáveis	CGA	TS	Riqueza	Abundância
CGA	1	---	---	---
TS	0,0559 ^{ns}	1	---	---
Riqueza	-0,4768 ^{ns}	-0,6786*	1	---
Abundância	-0,5166 ^{ns}	0,0370 ^{ns}	0,2135 ^{ns}	1

ns = não significativo; * = significativo ao nível de 95% de probabilidade. Fonte: Silva e Ferraz (2022).

Segundo Araújo et al. (2020) a fauna edáfica é passível de alteração conforme a espécie forrageira utilizada no sistema. No município de São João do Piauí, Sudeste piauiense, sob o domínio do bioma Caatinga, Lima et al. (2019) observaram que o sistema de pastagem de corte, composto por capim-elefante, capim Tanzânia e capim-andropogon proporcionou maior diversidade de grupos da fauna epígea, em comparação às áreas com pastagem irrigada com capim elefante roxo, uva irrigada, milho e feijão-caupi.

Mais estudos, que contemplem os períodos secos e chuvosos, assim como, a estimativa de outras variáveis, como biomassa da serapilheira na área de capim Mombaça são necessários para uma melhor compreensão dos fatores que influenciam a diversidade de organismos da macrofauna epígea.

CONCLUSÕES

Os grupos da macrofauna epígea observados na pastagem com capim Mombaça realizam importantes funções ambientais. A temperatura da superfície do solo influencia na riqueza da macrofauna epígea.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BASTOS, E.A.; SILVA, C.O.; GOMES, A.A.N.; FIGUEREDO JÚNIOR, L.G.M. **Atlas climatológico do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 151 p.
- ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BOCK, V.; PORT, O.; SILVA, D. M.; SILVA, R. F. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, p. 407-417, 2006.
- ARAÚJO, C.A.; ARAÚJO, Y.A.; GOIS, G.C.; CAMPOS, F.S.; LIMA, D.O.; SILVA, J.K.B.; PEREIRA, P.H.B.; SANTOS, N.S. Pastagens cultivadas como modificadoras dos padrões ecológicos dos organismos edáficos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020.
- AYRES, M.; AYRES JUNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat 5.0.: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biomédicas**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007. 324 p.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. **Tópicos Ciência do Solo**, v. 7, p. 119-170, 2011.
- BROWN, G.G.; NIVA, C.C.; ZAGATTO, M.R.G.; FERREIRA, S. de A.; NADOLNY, H.S.; CARDOSO, G.B.X.; SANTOS, A.; MARTINEZ, G. A.; PASINI, A.; BARTZ, M.L.C.; SAUTTER, K.D.; THOMAZINI, M.J.; BARETTA, D.; SILVA, E.; ANTONIOLLI, Z.I.; DECAËNS, T.; LAVELLE, P.M.; SOUSA, J.P.; CARVALHO, F. **Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais**.(Ed.). *Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica*. Brasília: Embrapa, p.121-154, 2015.
- CATANOZI, G. Importância dos aspectos ecológicos na análise qualiquantitativa da macrofauna edáfica. **Revista Ibirapuera**, v 1, p. 42-52, 2011.
- COMPARI, D.M.; FELTRIN, B.C.; SANTOS, M.S.B.; SAPATEIRO, M.F.; RAGONHA, F.H. Alterações na composição, diversidade e abundância da fauna edáfica ocasionadas pelo efeito de borda em um fragmento urbano de Mata Atlântica. **Arquivos do Mudi**, v. 25, n. 2, p. 71-90, 2021.
- DERENGOSKI, J.; PINHEIRO, L. B. A.; FIGUEIRA, F. C.; DUARTE, E.; & BECHARA, F. C. Utilização de armadilhas do tipo “Pitfall” para avaliação da atividade da macrofauna epígea na trilha ecológica do Câmpus da UTFPR-Dois Vizinhos. In do I Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR-Câmpus Dois Vizinhos. **Anais [...]**. UTFPR, Dois Vizinhos, p. 217-220, 2011.

HOFFMANN, R. B.; NASCIMENTO, M. S. V.; DINIZ, A. A. ARAÚJO, L. H. A.; SOUTO, J. S. Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo em Areia, Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 122-125, 2009.

LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.; INESON, P.; HEAL, O. W.; DHILLION, S. **Soil function in a Changing World: the role of invertetrate ecosystem engineers** - European Journal Soil Biology, New Jersey, v. 33, p. 158 - 194, 1997.

LIMA, S.S.; BENAZZI, E.S.; OLIVEIRA, N.C.R.; LEITE, L.F.C. Diversidade da fauna epígea em diferentes sistemas de manejo no semiárido. **Revista Agrarian**, v.12, n.45, p.328-337, 2019.

MELO, F. V.; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N.; LUIZÃO, F. J.; DE MORAIS, J. W.; ZANETTI, R. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado**, p. 38-43, 2009.

PODGAISKI, L. R.; OTT, R.; RODRIGUES, E. N. L.; BUCKUP, E. H.; MARQUES, M. A. L. Araneofauna (Arachnida; Araneae) do Parque Estadual do Turvo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotrópica**. v.7, p.197-212, 2007.

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; FERRAZ, D. S.; ALVES, G. S.; SOUSA, J. S.; SOUTO, J. S. Influência do cultivo agrícola convencional nas características químicas e macrofauna edáfica. **Engenharia Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 166-177, 2010.

RAIJ, B.V. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1981.

RUBIM, L. G. T; PÁDUA, T. H. R; COSTA, A. G; SOUZA, M. M. Registros de dieta de opiliões na Mata Atlântica (Arachnida, Opiliones). **Biotemas**, v. 34, n. 3, p. 5, 2021.

SALTON, J. C.; TOMAZI, M. **Sistema radicular de plantas e qualidade do solo**. Embrapa Agropecuária Oeste-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2014.

SANTOS, C. P. S.; DE BARROS, R. P.; SILVA, D. M. M. N.; MOURA, S. K. S.; SANTOS, D. R. Levantamento da diversidade da macrofauna do solo no bosque das arapiracas. **Revista Ambientale**, v. 13, p. 23-30, 2021.

SANTOS, G.G.; SILVEIRA, P.M.; MARCHÃO, R.L.; BECQUER, T.; BALBINO, L.C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Pesq. agropec. bras.**, v. 43, n.1, p.115-122, 2008.

SOUZA, J. T. A. L.; FARIAS, A. A; FERREIRA, R. C. C; OLIVEIRA, S. J. C. O; CAVALCANTE, L. F. C; FIGUEIREDO, L. F; CORREIA, F. G. C. Macrofauna edáfica em três ambientes

diferentes na região do Cariri Paraibano, Brasil. **Scientia Agrária Paranaensis**, v. 15, n. 1, p. 94-99, 2016.

SOUZA, M. H.; VIEIRA, B. C. R.; OLIVEIRA, A. P. G.; AMARAL, A. A. Macrofauna do solo. **Enciclopédia biosfera**, v. 11, n. 22, 2015.

SILVA, A.C.F. da; NÓBREGA, C.C. da; ARAÚJO, L.H.B. de; PINTO, M.G. de; SANTANA, J.A.S. Macrofauna edáfica em três diferentes usos do solo. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.10, p.18-30, 2014.

TEIXEIRA, L.B; SCHUBART, H.O.R. Mesofauna do solo em áreas de floresta e pastagem na Amazônia Central. **Boletim de Pesquisa EMPRAPA CPATU**, n. 95, p. 1-16, out.1988.

Fungos micorrízicos arbusculares e fósforo em mudas de cabeludinha (*Myrciaria glomerata* O. Berg)

Autores:

Ricardo Fernando da Rui

Doutor em Agronomia, Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAGRO), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS

Rafael Lima de Carvalho

Mestrando em Agronomia (PPGAGRO, UFGD), Dourados, MS

Renan Marré Biazatti

Doutorando em Agronomia (PPGAGRO, UFGD), Dourados-MS

Bruno Lenhart Pinheiro

Mestrando em Agronomia (PPGAGRO, UFGD), Dourados-MS

Silvia Correa Santos

Professora do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAGRO, UFGD), Dourados-MS

Carolina González Aquino

Mestranda em Zootecnia, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS

DOI: 10.58203/Licuri.20964

Como citar este capítulo:

RUI, Ricardo Fernando et al. Fungos micorrízicos arbusculares e fósforo em mudas de cabeludinha (*Myrciaria glomerata* O. Berg). In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 35-47.

ISBN: 978-65-85562-09-6

Resumo

Myrciaria glomerata pertence a família Myrtaceae, possui frutos saborosos, apresentando potencial de uso medicinal e na recuperação de áreas, com mudas florestais e frutíferas tropicais. Assim a associação com fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) podem aumentar a sobrevivência das mudas em áreas de expansão e favorecendo seu cultivo. Objetivou-se neste trabalho, verificar a influência dos FMAs sobre o crescimento de mudas de *M. glomerata* submetidas a doses de fósforo (P). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em arranjo fatorial 5 x 5, sendo os fatores inoculação com os FMAs (*Glomus clarum*, *Gigaspora margarita*, *Gigaspora albida* e *Clareoideoglossum etunicatum* e o controle sem FMAs), e cinco doses de P (0, 25, 50, 100 e 200 mg kg⁻¹), com quatro repetições. As espécies de FMAs *C. etunicatum*, *G. clarum* e *G. albida* favorecem o crescimento e qualidade das mudas de *M. glomerata*. O aumento do P no solo elevou a qualidade das mudas, sendo que a dose de 100 mg kg⁻¹ de P, favoreceu o crescimento e desenvolvimento de mudas de *M. glomerata*. A dependência e eficiência micorrízica variou em função do inóculo e do uso de P, sendo necessários novos estudos para entendimento da relação dos FMAs com esta frutífera.

Palavras-chave: Frutífera. Nativa. Tropical. Micorrizas. Formação de mudas.

INTRODUÇÃO

A *Myrciaria glomerata* (O. Berg) conhecida popularmente como “cabeludinha” ou “jabuticaba-amarela” pertence à família Myrtaceae. Possui frutos saborosos e comestíveis. Tem como sinonímia botânica *M. glomerata* (O. Berg) Amshoff, *Eugenia cabelludo* (Kiaersk), Para *M. glomerata* Sobral, *Marlierea antrocola* (Kiaersk). A espécie é nativa da Mata Atlântica e encontra-se naturalmente nos estados de Rio de Janeiro, São Paulo e na região sul de Minas Gerais (FLORA DO BRASIL 2020, 2019).

Trata-se de uma frutífera promissora, mas com poucas informações sobre seu cultivo. Alguns estudos com a espécie, afirmam que a cabeludinha possui efeitos terapêuticos, relacionando-se à família botânica, que apresenta espécimes amplamente utilizados como plantas medicinais (SERAFIN et al., 2007). Além de terem importância ecológica no que se referem ao repovoamento vegetal, algumas dessas espécies apresentam valor comercial (SILVA et al., 2005).

Associado a estes fatos, sabe-se que os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) podem aumentar o desenvolvimento de plantas, aumentam a área da superfície da raiz e permitem maior capacidade de absorção de água e nutrientes do solo, com maior taxa de crescimento e sobrevivência (NADEEM et al., 2014; BRITO et al., 2017).

As plantas micorrizadas são mais tolerantes ao estresse do transplante e têm o maior índice de sobrevivência no campo (MIRANDA, 2008). O sucesso da inoculação micorrízica depende das relações entre fungos, plantas e ambiente, que devem ser atentamente estudadas, pois as espécies de FMAs atuam diferentemente conforme a planta hospedeira e as condições ambientais (MEHROTA, 2005).

A relação entre a disponibilidade de P no solo e os FMAs, pode afetar a eficiência de algumas espécies tornando-se necessário o conhecimento das doses de P que favoreçam o crescimento das plantas em associações com diferentes espécies de FMAs (PICONE, 2000).

Não foram encontrados trabalhos relacionados à FMAs em cabeludinha, tampouco se sabe da influência da simbiose de fungos micorrízicos no crescimento destas plantas, sendo necessárias pesquisas que demonstre o quanto estes fungos podem influenciar neste processo. Desta forma, a seleção de isolados de fungos é o passo primordial para a seleção de espécies eficientes em promover o crescimento destas plantas.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo verificar a influência de isolados de FMAs e doses de P sobre o crescimento e dependência micorrízica de mudas de cabeludinha.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido a partir de mudas de *M. glomerata*, durante os meses de março de 2017 a março de 2018, em ambiente protegido - estufa coberta com filme plástico transparente de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 150 micras de espessura e cercada lateralmente por estrutura revestida com tela de nylon preta com 75% de sombreamento, na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, em Dourados - MS, situada à latitude de 22° 11'53.2"S, longitude de 54° 56'02.3"W e 400 m de altitude.

O clima característico da região é classificado, segundo Koppen, como do tipo Cfa, subtropical úmido (PEEL et al., 2007). A temperatura média anual do ar é de 22,9oC, com mínima média mensal de 12,3oC em julho e máxima média mensal de 31,7oC em janeiro.

Os frutos de *M. glomerata* foram colhidos no pomar (área de Fruticultura) localizado na UFGD no Campus Cidade Universitária. Os frutos foram levados ao laboratório e despulpados manualmente e a quebra da dormência de acordo com (PINTO, 2016). As sementes passaram por um processo de assepsia em hipoclorito de sódio a 2,5% por 5 minutos e depois foram distribuídas em bandejas contendo areia lavada estéril para germinação e emergência. No momento em que as plântulas apresentaram em média 5 cm de altura, foram transplantadas nos vasos, previamente preparados para o experimento.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial 5x5, sendo os tratamentos compostos por espécies de fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus clarum*, *Gigaspora margarita*, *Gigaspora albida* e *Clareoideoglossum etunicatum*) e o controle (sem FMAs), e doses de P (0, 25, 50, 100 e 200 mg kg⁻¹), com quatro repetições (figura 1). Cada unidade experimental foi constituída por um vaso contendo 7 dm³ de substrato, com uma planta por vaso.



Figura 1. delineamento experimental e distribuição das mudas inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares dourados MS.

Os isolados de FMAs, provenientes da coleção do laboratório de matéria orgânica e microbiologia do solo da UEMS em Aquidauana, MS, foram multiplicados em associação com *Brachiaria decumbens* em substrato composto por uma mistura de solo e areia na proporção de 2:1 (v:v), os vasos foram mantidos em estufa por um período de quatro meses.

O substrato utilizado no experimento foi constituído por mistura de 2:1 (v:v) de solo e areia. O solo obtido do horizonte subsuperficial, a 30 cm de profundidade na área de repouso da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD, classificado como Latossolo Vermelho distroférico, com as seguintes características químicas: potencial hidrogeniônico (pHH₂O) = 5,20; P Mehlich-1 = 2,25 mg dm⁻³; alumínio (Al⁺³) = 14,40 mmolc.dm⁻³; hidrogênio (H⁺)+Al⁺³ = 26,40 mmolc.dm⁻³; K, Ca⁺² e Mg⁺² = 0,50, 4,30 e 1,60 mmolc.dm⁻³, respectivamente; saturação por bases (V%)= 19,53; saturação por alumínio (m%)= 69,23.

O substrato foi esterilizado em autoclave, a 121°C, por uma hora, e, após esterilização, colocado nos vasos. A correção do solo foi realizada com calcário “filler” visando elevar a saturação de bases para 70%, tendo como base a análise dos atributos químicos do solo.

A adubação foi realizada adicionando as doses de P (0, 25, 50, 100 e 200 mg kg⁻¹ de solo) de acordo com cada tratamento, utilizando como fonte o K₂HPO₄ (fosfato dipotássico). Em função das doses crescentes de P, fez-se necessário equilibrar as doses de K, utilizando-se como fonte o cloreto de potássio (KCl) (60% K₂O).

A inoculação foi feita no momento do plantio com 50 cm³ de inóculo, sendo este, composto pela mistura de solo, esporos e raízes de *Brachiaria decumbens* colonizadas com FMAs, exceto no tratamento controle. O plantio foi realizado colocando-se uma muda de cabeludinha em cada vaso. O inóculo foi colocado abaixo da muda, para que as raízes ficassem em contato com o mesmo. A cada 120 dias foi realizada adubação nitrogenada com 0,70 g de N planta⁻¹, tendo como fonte de N a ureia.

O crescimento das mudas foi avaliado com medições periódicas de altura de mudas (cm) e diâmetro do caule (mm) na altura do colo da planta aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após plantio - DAP. Aos 360 DAP, as mudas de cada tratamento foram retiradas dos vasos e o sistema radicular separado da parte aérea. Após lavagem, sub amostras de 2 cm de comprimento de raízes foram coletadas e conservadas em etanol a 50%, para posterior determinação da colonização micorrízica, pelo método da interseção em placa de Petri reticulada (GIOVANNETTI e MOSSE, 1980), após a coloração das raízes com azul de metila (KOSKE e GEMMA, 1989). A parte aérea e raízes das plantas foram secas separadamente, em estufa de ventilação forçada, a 65°C, por 72 horas (MALAVOLTA et al., 1997). Foi avaliado também:

- índice de qualidade de Dickson (IQD), segundo a equação proposta por Dickson et al. (1960), a dependência micorrízica (DM) segundo a equação proposta por Plenchete et al. (1983), e a eficiência micorrízica (EM)) segundo a equação proposta por Plenchete et al. (1983). Onde, MST = Massa seca total, H = Altura da parte aérea, DC = Diâmetro do colo, MSPA = Massa seca da parte aérea, MSR = Massa seca de raiz, MSM: Massa seca de mudas micorrizadas e MSN: Massa seca de mudas não micorrizadas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o aplicativo computacional SISVAR (FERREIRA et al., 2011), sendo o efeito dos tratamentos de FMAs comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e os efeitos das doses de P submetidos à análise de regressão, sendo expressos ajustes com $R^2 > 0,7$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A colonização micorrízica apresentou interação significativa entre os fatores FMAs e doses de P (Figura 2). Todos os tratamentos microbiológicos com FMAs apresentaram colonização, diferindo pelo teste de médias apenas do controle SFMAs (Figura 2). Os

tratamentos com *C. etunicatum* e *G. margarita* apresentaram ajuste de regressão quadrático, sendo estimado a menor colonização com 184 e 145 mg kg⁻¹ de P, respectivamente. Normalmente as doses de P reduzem a taxa de colonização micorrízica, mas isso depende muito dos níveis de P, do inóculo e até mesmo da espécie de planta que está sendo avaliada (DA RUI, 2015). Por se tratar de uma espécie de planta nativa da Mata Atlântica, provavelmente houve uma boa interação da cabeludinha com o aumento das doses de P e os FMAs, favorecendo a colonização micorrízica.

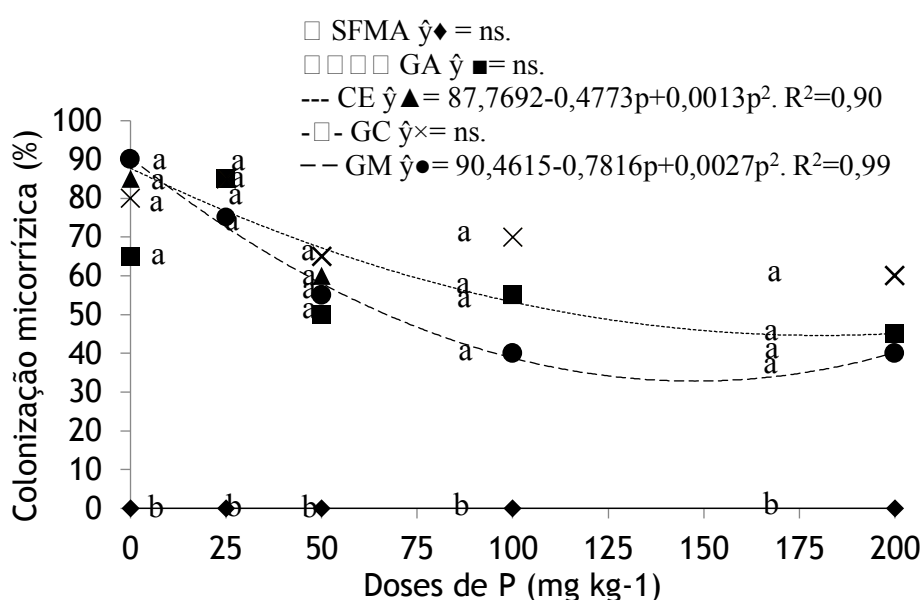


Figura 2. Colonização micorrízica (%) em mudas de *Myrciaria glomerata* (O. Berg.) Amshoff inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares, sob doses de fósforo. Dourados-MS, UFGD, 2019. Letras diferentes nas barras representam as médias que diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SFMA: sem inoculação; GA: *Gigaspora albida*; CE: *Claroideoglossum etunicatum*; GC: *Glomus clarum*; GM: *Gigaspora margarita*; ns: não significativo.

A colonização, dentre as características avaliadas, mostra a adaptação dos inóculos de FMAs a diferentes tipos de solo e a espécie de planta hospedeira avaliada. Neste estudo, as espécies utilizadas colonizaram as raízes de cabeludinha, com índices acima de 40%, mantendo boa relação e adaptabilidade as condições propostas.

A interação entre FMAs e doses de P foi significativa para os caracteres de crescimento: altura de plantas e diâmetro do pseudocaule (Figura 3).

A altura de plantas foi influenciada pela simbiose com FMAs (Figuras 3A). A espécie de FMAs *C. etunicatum*, na dose de 25 mg kg⁻¹ de P, favoreceu o crescimento das plantas até os 120 DAP e na dose 50 mg kg⁻¹ de P proporcionou os maiores resultados, porém diferindo apenas do tratamento com *G. margarita*, com 64% de incremento (Figura 3B)

O inóculo *C. etunicatum* favoreceu a altura de plantas sobre o controle, chegando aos 360 DAP com incrementos de 56%, 17% e 41% nas doses de 0, 25 e 50 mg kg⁻¹ de P, respectivamente (Figura 3F). Apesar de não apresentar significância pelo teste de médias, este inóculo pode ser uma alternativa para aumentar a qualidade das mudas em condições de subdosagens de P.

Na dose de 200 mg kg⁻¹ de P, o fungo *G. albida* não favoreceu o crescimento das plantas, mantendo a menor média de altura de plantas em todas as épocas avaliadas (Figura 3). Apesar de não diferir, o controle proporcionou incremento de 68% em relação a esta espécie de FMA. Porém, com a aplicação de 100 mg kg⁻¹ de P, as plantas colonizadas por *G. albida* tiveram maior crescimento médio, chegando a 51,6 cm de altura aos 360 DAP (Figura 3F).

A altura das mudas inoculadas com *G. albida* foi favorecida com a dose média de 88 mg kg⁻¹ de P, estimada pelo ajuste de regressão quadrático ao longo do seu crescimento e desenvolvimento (Figuras 3).

Segundo Souza et al. (2009), a ausência ou baixa resposta à inoculação micorrízica na variável diâmetro do colo pode estar relacionada aos substratos com alta quantidade de nutrientes, causando supressão da colonização das raízes, como foi verificado em seu trabalho com pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi). No presente trabalho, com *M. glomerata*, esta baixa resposta no diâmetro pode estar relacionado à adaptação da espécie ao baixo nível de P no solo, podendo-se desenvolver, mesmo que de forma mais lenta, em condições adversas.

Na dose de 50 mg kg⁻¹ de P, o fungo *G. margarita* manteve a menor média de diâmetro do caule, com significância na avaliação dos 240, 300 e 360 DAP em relação as plantas em simbiose com *C. etunicatum* (Figuras 3D, 3E e 3F).

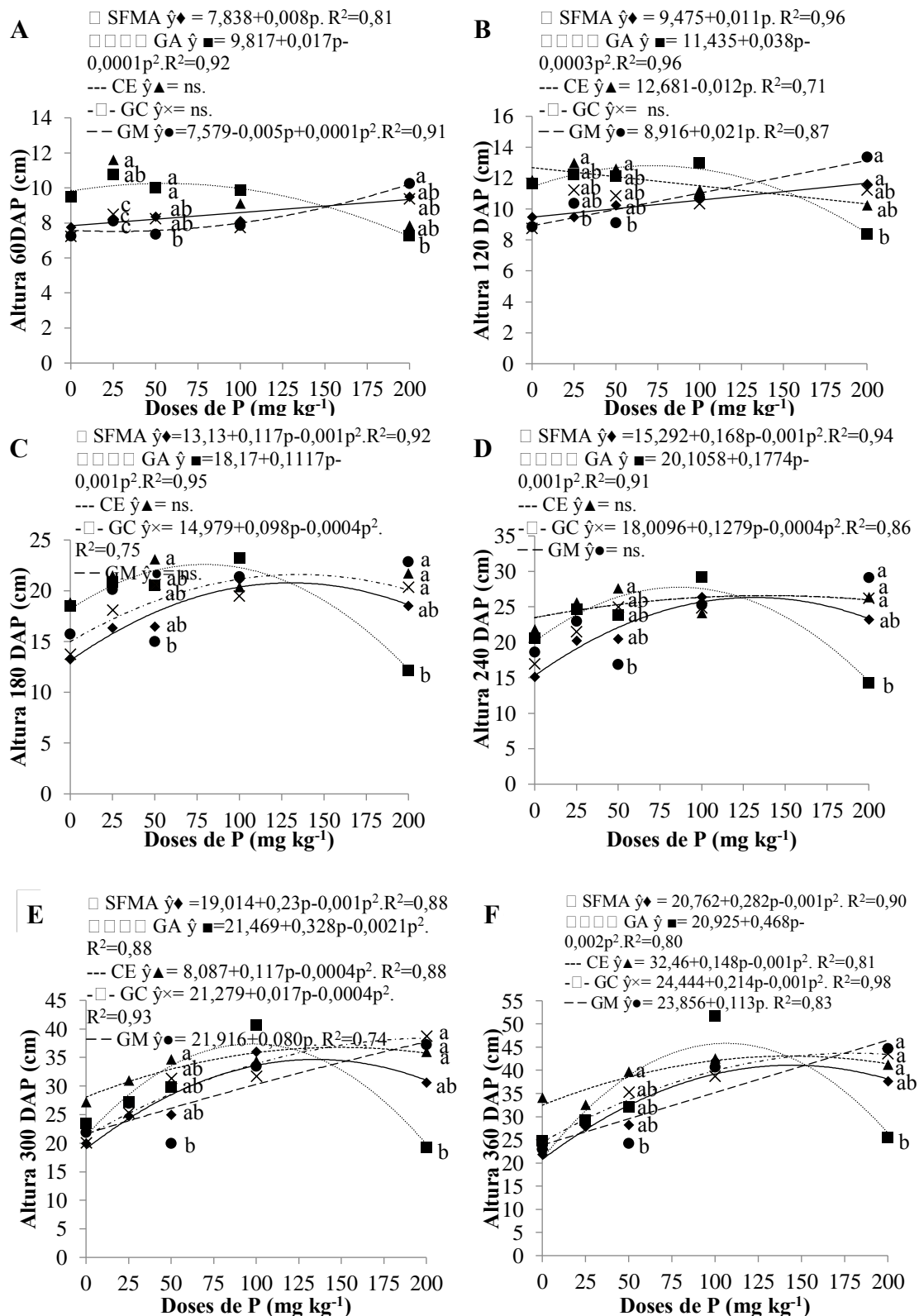


Figura 3. Altura de mudas de *Myrciaria glomerata* (O. Berg.) Amshoff (cm), aos 60 dias após plantio (DAP) (A); 120 DAP (B); 180 DAP (C); 240 DAP (D), 300 DAP (E); 360 DAP (F) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares, sob doses de fósforo (P). Dourados-MS, UFGD, 2019. Letras diferentes nos pontos representam as médias que diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SFMA: sem inoculação; GA: *Gigaspora albida*; CE: *Claroideoglomus etunicatum*; GC: *Glomus clarum*; GM: *Gigaspora margarita*; ns: não significativo.

A simbiose com *G. albida* foi desfavorecida na dose 200 mg kg⁻¹ de P. Aos 300 DAP apresentou diferença negativa em comparação aos demais tratamentos com FMAs (Figura 3E). Já o tratamento com *C. etunicatum*, apesar de não significativo, maior valor em relação ao controle, chegando aos 360 DAP com 26% de incremento no diâmetro do caule das mudas (Figura 3F).

Para o diâmetro do caule até os 60 DAP, houve ajuste quadrático nos tratamentos *G. albida* e *C. etunicatum* para crescimento em função das doses de P (Figura 3A). Já as plantas com *G. margarita* mantiveram crescimento com ajuste linear aos 60 e 120 DAP (Figuras 3). O mesmo ocorreu para os tratamentos com *G. clarum* (180 e 360 DAP) e *C. etunicatum* (360 DAP).

Aos 240 e 300 DAP, as plantas SFMAs e com a presença de FMAs *G. albida* e *G. clarum* apresentaram comportamento quadrático, sendo a melhor relação obtida no tratamento *G. albida* (Figuras 3). Aos 360 DAP, houve ajuste linear nas plantas colonizadas por *C. etunicatum* e *G. clarum* (Figura 4). Em simbiose com *G. albida* e no controle, o melhor ajuste foi quadrático, sendo que, com 148 mg kg⁻¹ de P as plantas em simbiose com *C. etunicatum* apresentam diâmetro médio de 4,93 mm.

Em estudo realizado por Dalanhol (2013) durante 180 dias, com as espécies *E. uniflora* e *C. xanthocarpa*, não se constatou influência da inoculação micorrízica (inóculo comercial contendo *Glomus brasilianum*, *Glomus deserticola*, *Glomus intraradices*, *Glomus monosporus* e *Glomus mosseae*, *G. margarita* e *G. clarum*) no crescimento das mudas, acreditando-se que os fungos do inóculo não estavam apresentando compatibilidade simbiótica com as espécies, possivelmente devido ao alto nível de P dos substratos.

A interação entre FMAs e doses de P favoreceu significativamente o IQD em mudas de *M. glomerata* (Figura 4). Com o aumento da disponibilidade de P no solo, plantas com *G. clarum* e *G. margarita* apresentaram IQD linear em função das doses de P (Figura 4). Ajuste quadrático foi obtido com o tratamento controle e com *C. etunicatum*.

Na dose 0 de P, plantas com FMAs apresentaram qualidade igual ou superior as plantas SFMAs submetidas a dose de 25 mg kg⁻¹ de P. O mesmo ocorreu nas plantas com *G. margarita* e *C. etunicatum* submetidas a dose de 25 mg kg⁻¹ de P, apresentando qualidade superior as mudas SFMAs submetidas a dose 50 mg kg⁻¹ de P.

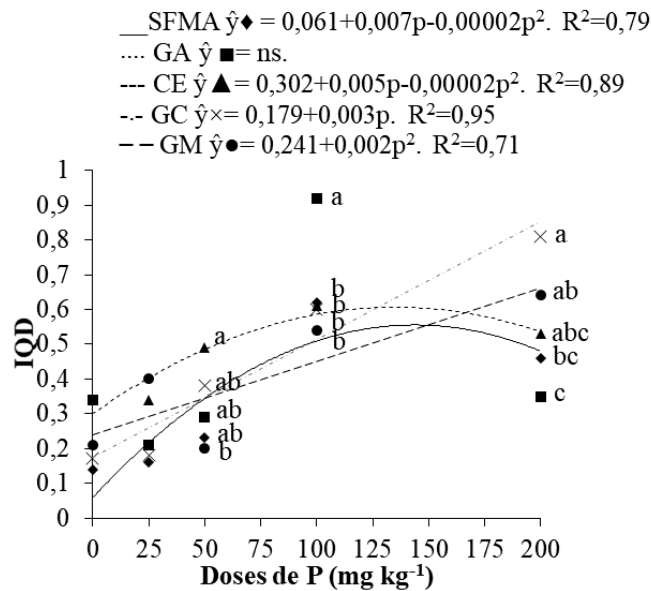


Figura 4. Índice de qualidade de Dickson (DICKSON et al., 1960) em mudas de *Myrciaria glomerata* (O. Berg.) Amshoff inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares, sob doses de fósforo. Dourados-MS, UFGD, 2019. Letras diferentes nos pontos representam as médias que diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SFMA: sem inoculação; GA: *Gigaspora albida*; CE: *Claroideoglossum etunicatum*; GC: *Glomus clarum*; GM: *Gigaspora margarita*; ns: não significativo.

Plantas colonizadas por *G. albida*, *C. etunicatum* e SFMAs na dose 100 mg kg⁻¹ de P mantiveram IQD maior em relação as mudas destes mesmos tratamentos microbiológicos na dose 200 mg kg⁻¹ de P (Figura 4), mostrando melhores condições de aproveitamento do P aplicado, com redução de custo na adubação. As plantas colonizadas por *G. albida*, na dose 100 mg kg⁻¹ de P, e por *G. clarum*, na dose 200 mg kg⁻¹ de P, apresentaram IQD superior aos demais tratamentos e doses. As doses de P também favoreceram a qualidade das mudas, principalmente nas doses 100 e 200 mg kg⁻¹ de P.

Na medição da qualidade de mudas, os parâmetros morfológicos são mais utilizados, sendo que os principais são a altura, o diâmetro do caule e a massa seca da parte aérea e radicular (GOMES e PAIVA, 2011). Segundo Wendling et al. (2006) a qualidade de mudas garante um alto potencial de sobrevivência após plantio, com maior adaptação e crescimento.

De acordo com Gomes e Paiva (2011), para mudas serem consideradas de qualidade é necessário que o IQD seja maior que 0,2 (*Pseudotsuga menziessi* e *Picea abies*). Como é possível verificar, este valor se aplica bem a espécie em estudo,

podendo-se ressaltar os tratamentos microbiológicos principalmente nas menores doses de P.

Pode-se destacar que a dose 100 mg kg⁻¹ de P proporcionou as mudas de *P. glometa* níveis suficientes para um bom crescimento e desenvolvimento, não sendo necessário o emprego de doses maiores para o estabelecimento desta espécie.

A dependência e eficiência micorrízica não seguiu parâmetro contínuo, sendo o grau de variação, dependente do fungo associado e das doses de P. Essa resposta no crescimento da planta e na micorrização, em diferentes níveis de fertilidade do solo, varia com as características genéticas da espécie vegetal e condições edafoclimáticas submetidas as plantas (JANOS, 2007).

CONCLUSÕES

As espécies de FMAs *C. etunicatum*, *G. clarum* e *G. albida* favorecem o crescimento e qualidade das mudas de *M. glomerata* com baixas doses de P. O aumento do P no solo eleva a qualidade das mudas de cabeludinha, sendo que a dose de 100 mg kg⁻¹ de P, proporciona níveis suficientes para o bom crescimento e desenvolvimento das mudas.

REFERÊNCIAS

BRITO, V. N.; TELLECHEA, F. R. F.; HEITOR, L. C.; FREITAS, M. S. M.; MARTINS, M. A. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada na produção de mudas de Paricá. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.27, n.2, p.485-497, 2017.

DALANHOL, S. J. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares e da adubação no crescimento de mudas de *Eugenia uniflora* L. e *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg, produzidas em diferentes substratos. 2013. 103p. Dissertação (Mestrado em Silvicultura) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

DA RUI, R. F. Fungos micorrízicos arbusculares e Fósforo no crescimento e nutrição de mudas de bananeira. 2015. 62p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, v.36, n.1, p.10-13, 1960.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, Cambridge, v.84, n.3, p.489-500, 1980.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: UFV, 2011. 116p.

JANOS, D. P. Plant responsiveness to mycorrhizas differs from dependence upon mycorrhizas. **Mycorrhiza**, New York, v.17, p.75-91, 2007.

KOSKE, R. E.; GEMMA, J. N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycology Research**, Cambridge, v.92, n.4, p.488-505, 1989.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 309p.

MEHROTA, V. S. **Mycorrhizas: role and applications**. New Delhi: Allied Publishers, 2005, 359p.

MIRANDA, J. C. C. **Cerrado: Micorriza arbuscular: ocorrência e manejo**. 1ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008, 169p.

Myrciaria, in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB10795>>. Acesso em: 17 mar. 2019.

NADEEM, S. M.; AHMAD, M.; ZAHIR, Z. A.; JAVAID, A.; ASHRAF, M. The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. **Biotechnology advances**, New York, v.32, n.2, p.429-448, 2014.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, T. A. MCMAHON. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences Discussions**, European Geosciences Union, v.11, n.5, p.1633-1644, 2007.

PICONE, C. Diversity and abundance of arbuscular mycorrhizal fungus spores in tropical forest and pasture. **Biotropica**, Ann Arbor, v.32, n.4a, p. 734-750, 2000.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p.

SERAFIN C.; NART V.; MALHEIROS A.; CRUZ A. B.; MONACHE F. D.; GETTE M. A.; ZACCHINO S.; CECHINEL FILHO V. Avaliação do potencial antimicrobiano de *Myrciaria glomerata* (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v.17, n.4, p.578-582, 2007.

SILVA, C. V.; BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J. Fracionamento e germinação de sementes de *Eugenia*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.27, n.1, p.86-92, 2005.

SOUZA, R. C.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, R. G.; SILVA, E. M. R.; MENEZES, L. F. T. Produção de mudas micorrizadas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. em diferentes substratos. **Floresta**, Curitiba, v.39, n.1, p.197-206, 2009.

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, p.209-220, 2007.

Estimativa de umidade do solo utilizando diferentes metodologias

Autores:

Alex Jhonne Barbosa Carvalho

Especialista em Agropecuária Sustentável, técnico em agropecuária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA, Campus Codó)

Josielta Alves dos Santos

Graduada em Licenciatura em Química pelo IFMA, Campus Codó

Wady Lima Castro Junior

Doutor em Engenharia Agrícola, professor EBTT do IFMA, Campus Codó

Antonio Carlos Costa Aprígio

Graduado em Bacharelado em Agronomia, técnico em agropecuária do IFMA, Campus Codó

Genilson de Sousa Oliveira

Graduado em Bacharelado em Agronomia pelo IFMA, Campus Codó

Glaucio Sousa Martins

Especialista em Matemática, suas Tecnologias e o Mundo do Trabalho, técnico em laboratório de solos, IFMA, Campus Codó

DOI: 10.58203/Licuri.20965

Como citar este capítulo:

CARVALHO, Alex Jhonne Barbosa et al. Estimativa de umidade do solo utilizando diferentes metodologias. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 48-59.

ISBN: 978-65-85562-09-6

Resumo

A água é fundamental para a produtividade agrícola. Um dos fatores importantes é a verificação do seu teor no solo. Portanto este trabalho teve como objetivo determiná-lo por meio de diferentes metodologias, variando os tipos de solos. Este estudo foi desenvolvido no Laboratório de Solos do Instituto Federal do Maranhão - Campus Codó. Foram coletadas três amostras de solo (S1, S2 e S3), em diferentes regiões, na camada de 0,00 - 0,20 cm. Posteriormente submetidas a três métodos de secagem, método padrão de estufa (M0), método do forno de micro-ondas (M1) e método do forno elétrico (M2), com 5 percentuais de umidade atribuídos ao solo (5, 10 15, 20 e 25%) e 3 tempos de secagem para cada método exceto o padrão, para as amostras de solo (S1, S2 e S3) e três repetições. Com uso do Software *SigmaPlot* fez-se a regressão linear entre os métodos alternativos e o método padrão de estufa. Para a análise estatística, considerou-se o coeficiente de determinação (R^2), o coeficiente linear, o coeficiente angular e fenômeno biológico. Com isso observou-se que tanto o método do forno de micro-ondas como o método do forno elétrico apresentaram desempenho equivalentes ao método padrão de estufa.

Palavras-chave: Estufa. Forno elétrico. Irrigação. Micro-ondas. Teor de água.

INTRODUÇÃO

Os primeiros usos da irrigação tiveram participações bem simples no desenvolvimento da agricultura, entretanto a relevância do manejo da água se tornou algo necessário na agricultura moderna (MEDEIROS et al., 2003). Com o passar dos tempos, o homem passou a dominar essa técnica e perceber o grau de sua importância para o progresso almejado, de forma que várias experiências na agricultura irrigada aconteciam ao redor do mundo.

A água é fundamental para a produtividade no meio rural, sendo que toda cultura agrícola durante seu ciclo vegetativo e produtivo requer uma grande quantidade de água (TRINTINALHA et al., 2001; BUSKE et al., 2014). Entretanto, sua adoção está condicionada à disponibilidade hídrica do solo na região (TESTEZLAF, 2017).

Sabe-se que as variações nessa propriedade física do solo afetam a oferta de nutrientes, a ação de microrganismos e a aplicação de atividades de cunho prático para o manejo do solo, entre outros. Devido a isso, a sua determinação quando feita de maneira adequada é crucial para as atividades de operações mecanizadas, assim como nas avaliações das propriedades do solo (OLIVEIRA; ROQUE, 2016).

Conhecer a umidade do solo é importante, pois o seu conhecimento pode indicar qual o estado hídrico do solo, podendo proporcionar uma diminuição de despesas com água e energia elétrica, pois conhecendo, o produtor terá informações necessárias para poder irrigar com a frequência necessária (BUSKE, 2013).

Assim, torna-se relevante que se conheça o teor de umidade para que se saiba a necessidade hídrica a ser aplicada durante a irrigação e também para auxiliar no desenvolvimento adequado das plantas. Para Rivera et al. (2012), a umidade é a principal ligação entre os compartimentos hidro ecológicos como a interação de águas subterrâneas com a superfície, evapotranspiração, além dos demais processos biológicos no solo.

Buske et. al (2014) descrevem técnicas utilizadas para identificar a água contida no solo, alguns demorados, outros caros e, ainda, alguns imprecisos, segundo Klein (2008). Os métodos utilizados são classificados em diretos e indiretos. O método direto é mais simples e permite a obtenção direta da umidade do solo, no tempo em que os métodos indiretos medem propriedades do solo que são dependentes da sua umidade.

Este artigo objetiva determinar o teor de água no solo através de diferentes metodologias, em distintos tipos de solos encontrados na região dos cocais maranhense.

METODOLOGIA

As amostras utilizadas nesse estudo foram obtidas no Campus Codó e no sítio Angelina Carvalho de acordo com os quesitos estabelecidos na NBR 6457 (ABNT, 2016).

Para a realização do experimento, foram coletadas três amostras de solo (S1, S2 e S3), em regiões geográficas distintas, na camada de 0,00 - 0,20 m, em seguida encaminhadas ao Laboratório de Física de Solos da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), para determinação da composição granulométrica. A determinação de umidade foi realizada por três metodologias diferentes, a saber: método padrão de estufa (M0), método do forno micro-ondas (M1) e método do forno elétrico (M2). No método padrão de estufa (M0) utilizou-se a estufa de secagem e esterilização com circulação e renovação de ar. Para o método do forno micro-ondas (M1) utilizou-se um forno com 30 litros de capacidade, e 820 W de potência, conforme pode ser constatado na Figura 6. E no método do forno elétrico (M2), um forno com 5 litros de capacidade, 600 W de potência.

Os tratamentos foram constituídos variando-se três métodos (M0, M1, M2), com três amostras de solo (S1, S2, S3), cinco percentuais de umidade (5, 10, 15, 20 e 25%) e três tempos de secagem (5, 10 e 15 minutos para o forno de micro-ondas e 15, 20 e 25 minutos no forno elétrico), sendo o tempo de 24 h para o método padrão, o que totaliza 105 tratamentos, com três repetições.

No método padrão de estufa foram colocados 5 (cinco) recipientes contendo amostras com seus respectivos percentuais de umidade para secar em estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.

No método do forno elétrico foi realizado um pré-aquecimento, num intervalo de cinco minutos, e em seguida foram colocadas as amostras contendo os percentuais de umidades anteriormente aferidos, para os tempos de 15, 20 e 25 minutos de secagem. E no método do forno de micro-ondas em potência máxima, as amostras foram pesadas após os tempos de 5, 10 e 15 minutos de secagem.

Para os dados qualitativos (métodos e tipos de solo) foi utilizada estatística descritiva (média e desvio padrão). E para os dados quantitativos (umidades e tempo de secagem) foi utilizado análise de regressão linear $Y = y_0 + aX$ entre os métodos alternativos (Y) e o método padrão de estufa (X), através do Software SigmaPlot. O modelo foi adotado considerando-se os coeficientes de determinação (R^2), o coeficiente linear e o coeficiente angular.

Após a obtenção dos valores dos coeficientes (a, b) da regressão linear, foi realizado o teste t de Student, ao nível de 99% de confiança para averiguar suas respectivas significâncias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Buscando-se obter as características físicas dos três solos, foi realizada a análise granulométrica destes, com a finalidade de caracterizá-los sob o ponto de vista físico. O contraste textural entre eles pode ser verificado na Tabela 2.

A comparação gráfica dos valores de umidade gravimétrica (%) representados para o método padrão de estufa, e para o método do forno micro-ondas nos tempos (5, 10 e 15 minutos) nos percentuais de umidade atribuídos ao solo de 5, 10, 15, 20 e 25%, são apresentados nas Figuras 9, 10 e 11 para todos os solos analisados.

Para ambos os gráficos apresentados foi ajustada uma equação linear, com valores para o método padrão de estufa (X), em relação ao método do forno de micro-ondas (Y). Sendo que para ambas as equações os coeficientes de determinação foram superiores a 0,99 quando testados todos os tempos (5, 10 e 15 minutos) para o S1, S2, S3 indicando haver um bom ajustamento dos valores de umidade independentemente do tipo de solo estudado.

Portanto verificou-se que, para a amostra S1 da classe textural (areia franca) não houve diferença entre os percentuais de umidade atribuídos aos solos, quando se compara o método padrão de estufa com o método do forno micro-ondas, nos diferentes tempos analisados. Tal situação foi evidenciada para as amostras S2 classe textural (franco arenoso) e S3 classe textural (franco argilo arenoso).

Na Tabela 1, são apresentados os valores do coeficiente de determinação " R^2 ", dos coeficientes linear e angular, do desvio padrão, do teste t de Student e o resultado estatístico (S - significativo ou NS - não significativo) para os solos estudados na comparação entre o método padrão de estufa e o método do forno micro-ondas. Como

visto, o coeficiente de determinação para as combinações é superior a 99,9%. Portanto, verificou-se que o coeficiente angular foi não significativo ao nível de 1% de probabilidade, obtendo assim b igual a 1.

Desta forma, pode-se afirmar que o método do forno de micro-ondas foi bastante eficaz na determinação da umidade do solo, pois não diferiu estatisticamente do método padrão de estufa nas seguintes variáveis - percentual de umidade, textura de solo e tempo de secagem. Neste caso, percebe-se que para ambas as classes texturais os tempos (5, 10 e 15 minutos), mostraram-se eficiente na determinação da umidade dos solos objetos deste estudo. Destacando-se assim o tempo de 5 minutos como sendo mais econômico, pois reduziu o tempo de resposta para se determinar a umidade gravimétrica de um dado solo.

Tabela 1. Valores dos coeficientes de determinação, dos coeficientes linear e angular, do desvio padrão, do teste t de Student e a significância do teste ao nível de 1% de probabilidade, para os solos estudados na comparação do método padrão de estufa com o método do forno micro-ondas.

Tratamentos	R ²	Coeficientes*	Valores	t Student	ρ -value	Obs
S1 T5	0,9996	a	-0,3222	-1,6986	0,1880	NS
		b	1,0090	84,0303	0,0001	S
S1 T10	0,9986	a	-0,0830	-0,2407	0,8253	NS
		b	1,0038	46,0022	0,0001	S
S1T15	0,9994	a	-0,0608	-0,2738	0,8020	NS
		b	1,0088	71,7158	0,0001	S
S2 T5	0,9998	a	-0,1337	-1,0608	0,3666	NS
		b	0,9908	125,1455	0,0001	S
S2 T10	0,9997	a	0,2560	1,6103	0,2057	NS
		b	0,9825	98,3663	0,0001	S
S2 T15	0,9986	a	-0,4420	-1,2678	0,2943	NS
		b	1,0243	46,7522	0,0001	S
S3 T5	0,9996	a	-0,2042	-1,0748	0,3612	NS
		b	0,9994	83,5901	0,0001	S
S3 T10	0,9996	a	0,1119	0,5770	0,6044	NS
		b	1,0040	82,3097	0,0001	S
S3 T15	0,9997	a	-0,0847	-0,5417	0,6256	NS
		b	1,0052	102,1731	0,0001	S

* Coeficientes de determinação angular (a) e coeficiente linear (b). NS: Não significativa. S: Significante.

Constatações estas que são corroboradas por Miranda et al. (2012) quando, ao estudar a mesma metodologia de tempo, ou seja, os tempos de 5, 10 e 15 minutos, os resultados encontrados para o método não diferiram estatisticamente do método padrão de estufa. Em seu trabalho com métodos expeditos de determinação da umidade do solo, Buske et al. (2014) também concluíra que o tempo de 5 minutos não diferira do método padrão de estufa nas mesmas condições metodológicas.

Tavares et al. (2008) estudando a utilização do forno micro-ondas na determinação da umidade no solo, comparando os resultados com os valores fornecidos pelo método da estufa convencional, usando nove solos, com diferentes classes texturas conclui que os resultados obtidos não diferiram entre si. Quando se usou o método do forno micro-ondas, as variações entre repetições diminuíram com o tamanho da amostra e com a percentagem de partículas finas no solo.

Sob o ponto de vista técnico do manejo da irrigação, Vinholis et al. (2008), estudaram o uso do micro-ondas doméstico para determinação de matéria seca e do teor de água em solos e plantas, considerando aspectos econômicos, social e ambiental, e defenderam que o uso do micro-ondas para determinação da umidade do solo, permite otimizar atividades de irrigação em sistemas intensivos de produção agrícola, gerando impacto positivo do ponto de vista econômico, social e ambiental nos sistemas de controle da qualidade e de produção agrícola.

Fonseca et al. (2009) apud Rodrigues & Araújo (2016), trabalhando com o objetivo de comparar o método do forno micro-ondas com o método padrão de estufa, a fim de comprovar sua confiabilidade na determinação de umidade do solo, concluem quem os resultados estimados por meio do método do forno micro-ondas para a determinação de umidade do solo não difere estatisticamente do método padrão de estufa, constituindo uma metodologia confiável e que pode ser facilmente utilizada na determinação da umidade do solo.

Contudo, o uso deste método possui grande potencial na determinação da umidade do solo, por ser um equipamento relativamente barato e acessível aos produtores e técnicos, além de acrescentar um ganho de tempo na execução de atividades no campo, podendo este trabalho ser realizado diretamente na propriedade.

CONCLUSÕES

Em relação aos métodos utilizados para determinação de umidade do solo, o método do forno micro-ondas como o método do forno elétrico é eficiente na determinação da umidade do solo quando comparado com o método padrão de estufa. Restando apenas adequá-lo ao tempo de secagem ideal.

Para os solos estudados o método do forno micro-ondas foi eficiente para ambos os tempos de secagem quando comparados ao método padrão de estufa. O tempo de 5 minutos é suficiente para uma boa determinação da umidade do solo.

Para o método do forno elétrico verificou-se que o tempo 15 minutos não obteve um ajuste tão eficiente em comparação aos tempos de 20 e 25 minutos para os solos estudados quando comparado com o método padrão de estufa. Destacando-se o tempo de 20 min como sendo suficiente para a determinação da umidade do solo.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. G. **Estimação da umidade do solo usando fotografias digitais e redes neurais artificiais**. 64 fls. Monografia (Engenharia Florestal). Universidade Federal do Espírito Santo, 2012.

ÁVILA, Frederico F. de. **Análise da cobertura pedológica em uma topossequência na bacia do córrego dos pereiras - depressão de Gouveia/MG**. 2009, 133 f. Dissertação (Mestre em Geografia) - Área de concentração: Análise Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

ALBUQUERQUE, P. E. P. de; DURÃES, F. O. M. **Uso e manejo da irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 625p.

BISWAS, A.K. (ed.). **Water Resources: Environmental Planning, Management and Development**. New York, McGraw-Hill. 1997. 737p.

BLANCO, F. F.; MACHADO, C. C. & COELHO, R. D. Avaliação econômica da irrigação na cultura da manga (*Mangifera indica* L.) para a região nordeste do Brasil. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 28, Pelotas, 1999. CDROM. Pelotas: 1999.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). *Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods. Part 1. American Society of Agronomy*, p. 363-375, 1986.

BONOMO, D. Z. et al. Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro Conilon submetido a diferentes lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, Fortaleza, v. 7, n. 2, p. 157-169, 2013.

BUSKE, Taise Cristine et al. *Comportamento da umidade do solo determinada por métodos expeditos*. 2013.

BUSKE, T. C.; ROBAIMA, A. D.; PEITER, M. X.; TORRES, R. R.; BRAGA, F. U. A. Determinação da umidade do solo por diferentes fontes de aquecimento. *Irriga Botucatu*, v. 19, n. 2, p. 315-324, 2014.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; MONTANARI, R.; SIQUEIRA, D. S. Variabilidade espacial da textura de solos de diferentes materiais de origem em Pereira Barreto, SP. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 38, p. 149-157, 2007

CARLESSO, R.; ZIMMERMANN, F. L. *Água no solo: parâmetros para dimensionamento de sistemas de irrigação*. Santa Maria: UFSM/ Departamento de Engenharia Rural, 2000.

CODEVASF 2010. **Decreto nº 92.395, de 12 de fevereiro de 1986**. <http://www.codevasf.gov.br/principal/legislacao/decretos/decreto-no-92-395-de-12-de-fevereiro-de-1986>. Acesso: 1 de dezembro de 2018.

DAL PRÁ, B. R. **Desenvolvimento de sistema para controle de umidade de solo em pequenas propriedades rurais**. 66 fls. Dissertação (Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia) - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, Curitiba, 2009.

DALPASQUALE, V. A. **Procedimentos essenciais de recepção e limpeza de grãos**. In: LORINI, I., MIKE, L. H.; SCUSSEL, V.M. *Armazenagem de grãos*. Instituto Biogenesis, 2002.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo** / Centro Nacional de Pesquisas de Solos. 2. ed. rev. atual. - Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FAO. **O estado dos recursos terrestres e hídricos do mundo para alimentação e agricultura**. Nova Iorque, 2011.

FERNANDES, M. R. **Alterações em propriedade de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, fase cerrado, decorrentes da modalidade de uso e manejo**. 65 fls. Tese (Magister Scientiae), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 1982.

FONSECA, S. O. et al. Avaliação do método do forno micro-ondas para a determinação de umidade do solo em relação ao método padrão de estufa. In: **XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação** - Universidade do Vale do Paraíba, 2009.

FRANCO, E. M. **Monitoramento da dinâmica da água e solutos em um perfil de solo, sob sistema de fertirrigação por gotejamento, utilizando sonda de capacitância e extratos de solução**. 2009. 85f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2009.

FREITAS, W. A. **Desenvolvimento e avaliação de um dispositivo capacitivo para manejo de irrigação**. 211 fls. Tese de doutorado (Engenharia e Manejo de Irrigação), Universidade Federal de Lavras Lavras - UFLA, 2014.

GOMES, M.; PEREIRA, A. F. A água nossa de cada dia. **Revista Panorama Rural**. Ano XI, n. 122 - abril 2009. p. 44 - 48.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. Codó - MA. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/codo/panorama>. Acesso em: 10 de março de 2019.

IMHOFF, S.; SILVA, A. P.; TORMENA, C. A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade de um solo sob pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1493-1500, 2000.

KAISER, D.R. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. Centro de Ciências Rurais. **Fundamentos da ciência do solo. Aulas práticas**. Santa Maria, 2010. 112p.

KINGSTON, H. M.; HASWELL S. J. (Ed.) Microwave -Enhance de Chemistry Fundamentals, Sample Preparation and Applications. Washington: **ACS Professional Reference Book**, 1997, 772p.

KLEIN, V. A. **Física do Solo** - Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2008. 212p.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. 1. ed. Piracicaba, 1995. 497 p.

MAFFRA C. Q. T; CENTENO J. A. S Estimativa da umidade do solo por meio de sensoriamento remoto e suas possíveis aplicações no estudo de deslizamentos de terra. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 68/9, Edição Especial Movimentos de Massa e Processos Erosivos, 2016.

MATOS, Rigoberto Moreira et al. Teor de umidade por diferentes métodos em neossolo do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 4, p. 1588, 2017.

- MEDEIROS, S. S.; SOARES, A. A.; RAMOS, M. M.; MANTOVANI, E. C.; SOUZA, J. A. A. Avaliação do manejo de irrigação no Perímetro Irrigado de Pirapora, MG. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.1, p.80-84, 2003.
- MENDES, P. C. S. **Caracterização de um sensor para medição de umidade do solo com termo-resistor a temperatura constante**. 159 fls. Dissertação de Mestrado (Engenharia Elétrica), Universidade Federal da Bahia, 2006.
- MIRANDA, E. P.; MARTINS, G. S.; CARMO, F. F.; LIMA, L. C. P.; SILVA, F. M. **Uso do forno de micro-ondas na determinação de um solo francosiltoso**. In: IV WINOTEC WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO. Foz de Iguaçu, 2012. Anais..., Inovagri, Fortaleza, 2012.
- MORAES, N.B; MEDEIROS; J.F.; LEVIEN; S.L.A.; OLIVEIRA; A.M.S. Avaliação de cápsulas de cerâmica e instrumentos de medida de tensão usados em tensiômetros. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.10, n.1, 2006.
- OLIVEIRA, L. F. C.; ROQUE; C. G. Determinação da umidade do solo por micro-ondas e estufa em três texturas de um Latossolo Vermelho-Amarelo do Cerrado. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia-MS, v. 3, n. 4, p. 60-64, out./dez. 2016.
- OLIVEIRA, A. M. P. **Modelagem matemática para dimensionamento do bulbo molhado na cultura do melão**. 56 fls. Monografia. Universidade Federal Rural do Semi-Árido UFRSA, 2010.
- OLIVEIRA, R. A. de. et al. **Determinação da umidade do solo com uso de forno elétrico e balança digital**. In: UFV / VIII SIMPOS, 2008, Viçosa, MG, Anais... Viçosa, 2008.
- REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, Planta e Atmosfera: Conceitos, Processos e Aplicações**, Manole, 2004.
- REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades físicas do solo**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006. Disponível em:
<http://portais.ufg.br/up/68/o/An_lise_da_zona_n_o_saturada_do_solo__texto.pdf>. Acesso:
12 de dezembro de 2018.
- RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P. **Métodos e estratégias de manejo de irrigação**. Brasília: Embrapa, 2003.
- RIVERA, R. N. C.; MIRANDA, J. H.; DUARTE, S. N.; BOTREL, T. A. Modelo aplicado à dinâmica da água e do potássio no solo sob irrigação por gotejamento - análise de sensibilidade. *Revista de Engenharia Agrícola*, v.28, n.3, p.448- 459, 2012.

RODRIGUES, G. S.; IRIAS, L. J. M. Considerações sobre os Impactos Ambientais da Agricultura Irrigada. **Circular Técnica: Embrapa, Jaguariúna**, p.1-7. 2004.

SANTOS, R. M. et al. Montagem e acurácia de um sistema experimental de pesagem para calibração de sensores de umidade de solo. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p.1162-1169, 2006.

SENEVIRATNE, S. I. et al. Investigating soil moisture-climate interactions in a changing climate: a review. **Journal Earth-Science Reviews**, Amsterdam, v. 99, n. 3-4, p. 125-161, Feb. 2010.

SILVA, E. C. R.; ALVES, F. B.; SILVA, I. I. S. Agricultura irrigada no contexto amazônico: uma abordagem sistemática do uso da água em uma horticultura no município de Altamira-PA. **Revista Internacional de Ciências**, v. 6, n. 1, 2016.

SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; KLAMT, E. **Classificação da aptidão agrícola das terras**. Guaíba: Agrolivros, 2007. 72 p.

SOARES, F. C. **Análise da viabilidade da irrigação de precisão na cultura do milho (Zea mays L.)**. 113f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

SOUZA, G. B.; NOGUEIRA, A. R. A; RASSINI, J. B. **Determinação de matéria seca e umidade em solos e plantas com forno de micro-ondas doméstico**. São Carlos: EMBRAPA-CPPSE. Circular Técnica nº 33, Dezembro, 2002.

TAVARES, M. H. F. et al. Uso do forno de micro-ondas na determinação da umidade em diferentes tipos de solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 529-538, jul./set. 2008.

TESTEZLAF, R. **Irrigação: métodos, sistemas e aplicações**. Campinas, SP.: Faculdade de Engenharia Agrícola, Unicamp/FEAGRI, 2017.

TOMÉ, J. B.; DECHEN, A. R. Microwave oven drying of soil samples for chemical testing in Brazil. **Communications in soil science and plant analysis**, New York, v. 26, n. 3-4, p. 515-529, 1995.

TRINTINALHA, M.A; GONÇALVES, A.C.A.; FOLEGATTI, M.V.; TORMENA, C.A.; BERTONHA, A.; TSUKADA, J. Efeito da instalação e da variabilidade entre sondas no uso da técnica de TDR em um Nitossolo Vermelho Distroférico. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.5, 2001.

VINHOLIS, M. de M. B. et al. Uso do micro-ondas doméstico para determinação de matéria seca e do teor de água em solos e plantas: avaliação econômica, social e ambiental. **Custos e Agronegócio**, v. 4, n. 2, p. 80-97, mai./ago. 2008.

WANG, Q.; OTSUBO, K. & ICHINOSE, T. Digital map sets for evaluation of land productivity. Disponível em: <http://www.iscgm.org/html4/pdf/forum2000/DrQinxueWang.pdf>. Acesso: 1 de jul. de 2023.

Qualidade industrial e estimativa de receita de castanhas de cajueiro submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita

Autores:

Antônio Calixto Lima

Doutor, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza/CE

Antônio Lindemberg Martins Mesquita

Doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza/CE

Arthur Claudio Rodrigues de Souza

Mestre, analista da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza/CE

Carlos Wagner Castelar P. Maia

Mestre, analista da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza/CE

Pedro Felizardo Adeodato de Paula Pessoa

Mestre, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza/CE

Francisco Fábio de Assis Paiva

Mestre, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza/CE

DOI: 10.58203/Licuri.20966

Como citar este capítulo:

LIMA, Antônio Calixto et al. Qualidade industrial e estimativa de receita de castanhas de cajueiro submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 60-72.

ISBN: 978-65-85562-09-6

Resumo

Para estudar a influência do tempo de armazenamento e de tratamentos pós-colheita na qualidade das castanhas de cajueiro, desenvolveu-se este trabalho de pesquisa em que castanhas de cajueiro comum de tamanho médio ($24\text{mm} < \varnothing < 27\text{mm}$), submetidas ou não a autoclavagem, foram armazenadas em ambiente natural e refrigerado por até 12 meses antes de serem beneficiadas, utilizando-se sistema semi-mecanizado na Fábrica-Escola do Campo Experimental de Pacajus (CEP) do CNPAT. Adotou-se Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado em arranjo fatorial. Utilizou-se parcelas de 3 kg de castanhas e 3 repetições por tratamento. Foram analisados os seguintes parâmetros tecnológicos: rendimento industrial, amêndoas inteiras sadias e amêndoas avariadas. Os resultados do ensaio permitiram concluir que: A qualidade das castanhas foi alterada com o tempo de armazenamento, reduzindo-se a porcentagem de amêndoas inteiras sadias de 63,14%, aos 4 meses, para 48,02% aos 12 meses de estocagem das castanhas. A autoclavagem e a solarização das castanhas reduziram, significativamente, a incidência de amêndoas avariadas em relação à testemunha, respectivamente, de 39,03% para 32,59 e 34,03%, enquanto o armazenamento refrigerado não influenciou nas porcentagens de amêndoas inteiras sadias, amêndoas avariadas nem no rendimento industrial das castanhas.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale* L. Amêndoa. Rendimento Industrial. Rendimento econômico.

INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) apresenta uma grande importância social e econômica para a região Nordeste. O seu cultivo é responsável pela geração de cerca de 250 mil empregos, distribuídos entre o campo e a indústria. Sua importância para o semiárido brasileiro também se deve à geração de renda na entressafra de culturas anuais, como milho, feijão, mandioca e algodão. Essa opção favorece ganhos extras numa época em que a remuneração dos agricultores declina fortemente. Da castanha (o fruto verdadeiro), obtêm-se a amêndoa da castanha-de-caju (ACC) e o líquido da casca da castanha-de-caju (LCC). Apesar de os produtos derivados do cajueiro terem grande potencial de gerar novas receitas, as atividades relacionadas com a cadeia da ACC é que têm dado sustentação econômica e social ao agronegócio caju brasileiro (Paula Pessoa; Leite, 2013).

A baixa qualidade das amêndoas brasileiras decorre, também, de problemas oriundos do campo, resultantes da elevada idade das plantas, baixa qualidade do material genético, pouco ou nenhum emprego de modernas tecnologias de produção e inexistência de cuidados na colheita e pós-colheita (LIMA et al., 2022). Apesar da importância de todos estes fatores, parece que o determinante da causa da perda da qualidade das amêndoas é o mau armazenamento das castanhas. Trabalhos desenvolvidos pelo CNPAT demonstram que castanhas de cajueiro não precoce cultivado com o emprego de modernas técnicas de produção apresentavam baixíssimo índice de amêndoas doentes ao serem beneficiadas logo após colhidas, entretanto, ao se repetir o trabalho seis meses após, apresentavam até 20% de amêndoas avariadas (PAULA PESSOA et al., 2003). Os principais agentes responsáveis pela perda da qualidade das amêndoas são os fungos. Em algumas oportunidades detectou-se até 10% de amêndoas comprometidas por infecção fúngica nas castanhas que chegam às indústrias de processamento. A contaminação das amêndoas já ocorre durante a fase de polinização, multiplicando-se durante o armazenamento. A secagem das castanhas ao sol diminui, mas não elimina a deterioração das amêndoas de castanhas mal armazenadas (FREIRE, 1996). Diante do exposto, afim de contribuir para a melhoria da qualidade das amêndoas de castanhas de caju e do seu processamento industrial, desenvolveu-se o presente

ensaio de pesquisa com o objetivo de estudar a qualidade industrial e a estimativa de receita de castanhas de cajueiro submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita.

METODOLOGIA

Utilizou-se castanhas de cajueiro comum de tamanho médio ($24\text{mm} < \varnothing < 27\text{mm}$) obtidas no Campo Experimental de Pacajus do CNPAT. Após colhidas, procedeu-se rigorosa seleção, retirando-se as impurezas, matérias estranhas e castanhas brocadas presentes. Realizou-se a secagem em superfície cimentada ao sol aberto por três dias, obtendo-se umidade final de 10% (peso seco), determinada na amêndoa através do método de estufa a 105°C (Figura 1). Foram testados duas formas de tratamentos térmicos das castanhas, natural (cruas) e autoclavagem, ou seja, metade das castanhas foram armazenadas após serem autoclavadas, enquanto as da outra metade, foram estocadas sem receberem tratamento térmico, como é usualmente praticado nas fábricas. Testou-se, também, o efeito da solarização, em que as castanhas foram mantidas por 72 horas ao sol, cobertas por lonas plásticas transparentes de polietileno com espessura de 1,5mm. As castanhas cruas, as autoclavadas, bem como as submetidas à solarização foram divididas em lotes iguais e armazenadas em temperatura ambiente e refrigerada em sala climatizada a 22°C . As castanhas foram embaladas em sacos de estopas. As que foram autoclavadas antes de serem estocadas não receberam nenhum outro tratamento térmico por ocasião do processamento. Foi realizada uma avaliação inicial das castanhas logo após a colheita (tempo zero), e aos 4; 8 e 12 meses de armazenamento.

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial com parcelas de 3 kg de castanhas e 3 repetições por tratamento. Realizou-se o perfil tecnológico das amêndoas de todos os tratamentos e determinou-se os seguintes parâmetros industriais: *rendimento industrial das castanhas*- relação percentual entre o peso das amêndoas após beneficiadas e o peso das castanhas (matéria-prima); *percentagem de amêndoas inteiras sadias* - são as dos tipos 1(w_1), 2(w_2) e 3(w_3); *amêndoas avariadas*- amêndoas inteiras ou quebradas que se apresentam manchadas, brocadas, danificadas, azuladas, enrugadas e raladas; e *amêndoas quebradas*. Procedeu-se a avaliação econômica através do cálculo da receita obtida na comercialização das amêndoas, considerando-se a venda aos preços praticados no mercado externo.

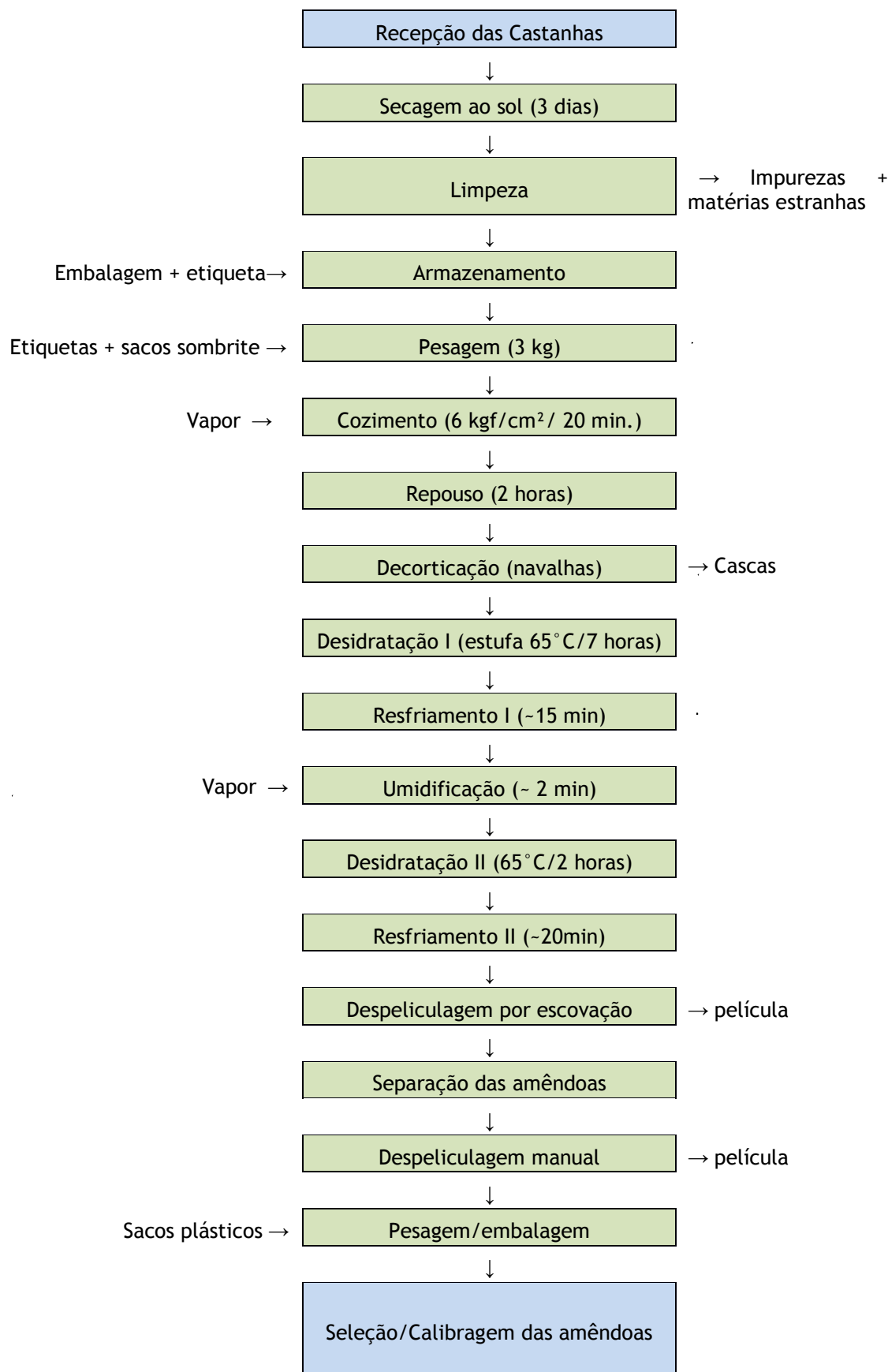


Figura 1. Fluxograma para avaliação de castanhas de caju.

As castanhas foram beneficiadas utilizando-se o sistema semi-mecanizado na Fábrica-Escola do campo experimental de Pacajus da Embrapa Agroindústria Tropical, empregando-se autoclavagem por 20 min à pressão de 6 kgf/cm²; decorticação em máquinas de operação manual; desidratação por 7h a 65°C; umidificação com vapor úmido sob pressão de 2 kgf/cm² durante 2 min; uma segunda desidratação por 2h a 65°C; despeliculagem por fricção, utilizando-se escovas de operação manual, conforme figura 1. A classificação das amêndoas foi realizada de acordo com o estabelecido pela portaria da Association of Food Industries (AFI- 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para amêndoas avariadas, inteiras sadias, quebradas e para o rendimento industrial, submetidas aos tratamentos tempo de armazenamento (Ta), tratamento térmico (Tt) e sistema de armazenamento (Sa) estão relacionados na Tabela 1 e Figuras 2. A análise de variância dos resultados para amêndoas avariadas (Tabela 3) permite detectar diferenças significativas pelo teste F para o efeito do tempo de armazenamento e tratamento térmico ao nível de 1% de probabilidade. A interação entre esses dois fatores foi significativa ao nível de 5% de probabilidade. Contudo, não se verificou diferença significativa pelo teste F para o sistema de armazenamento nem para as interações envolvendo este fator. Apenas o fator tempo de armazenamento apresentou significância estatística pelo teste F para a variável amêndoas inteiras sadias, enquanto para variável industrial a análise de variância detectou diferença significativa pelo teste F para Tratamento térmico, Tempo de armazenamento e para a interação entre os dois fatores, estes a 5% e o primeiro ao nível de 1% de probabilidade.

Amêndoas avariadas

Verificou-se que a autoclavagem e a solarização interferiram favoravelmente na conservação das castanhas, reduzindo a ocorrência de amêndoas avariadas de 39,03%, para as castanhas armazenadas ao natural (cruas), para respectivamente, 32,59 e 34,03%, registrando-se diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados, em percentagem, do rendimento industrial, amêndoas inteiras sadias, amêndoas avariadas e quebradas de castanhas de cajueiro comum submetidas a diferentes tratamentos pós- colheita.

Tratamentos	Indicadores industriais (%)				
	Tempo de Armazenamento	Amêndoas avariadas	Amêndoas inteiras sadias	Amêndoas quebradas	Rendimento industrial
00 meses		20,62	66,59	9,80	22,31
04 meses		28.87	63.14	11.36	21.02
08 meses		34.46	53.26	18.63	20.42
12 meses		42.32	48.02	23.48	20.23
Tratamento térmico					
Natural		39.03a	56.51a	14.13b	21.10a
Autoclavagem		32.59b	54.39a	20.49a	21.23a
Solarização		34.03b	52.51a	18.85a	19.34b
Sist.de armazenamento					
Ambiente		35.85 ^A	55.70 ^A	14.91 ^B	20.32 ^A
Refrigerado		34.58 ^A	53.91 ^A	20.73 ^A	20.80 ^A

Médias comparadas na coluna, seguidas por letras iguais, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

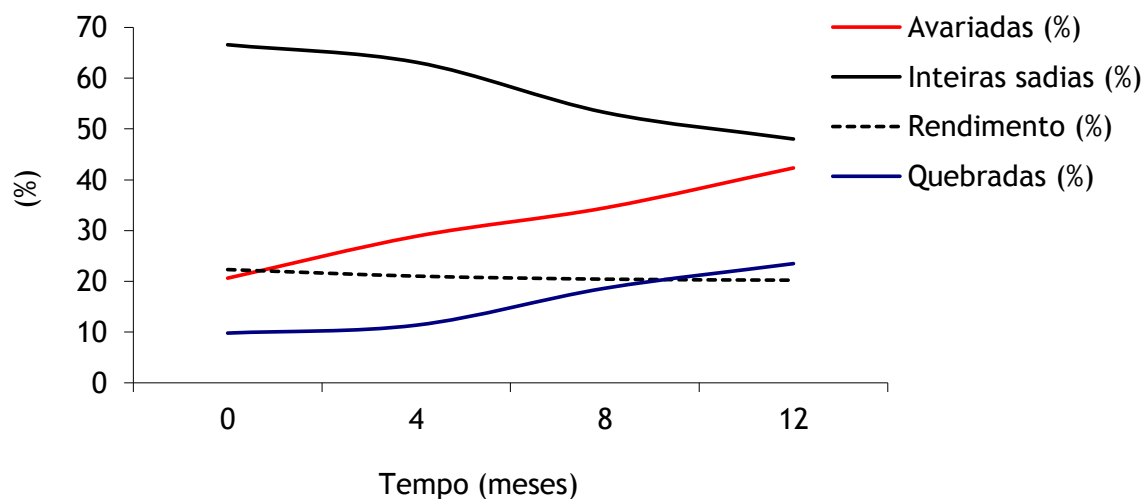


Figura 2. Percentagem de amêndoas avariadas, inteiras sadias, quebradas e rendimento industrial de castanhas de cajueiro comum em função do tempo de armazenamento.

Fonte: Autores

Tabela 2. Equações e respectivos Coeficientes de determinação da percentagem de amêndoas avariadas, inteiras alvas, quebradas e rendimento industrial de castanhas de cajueiro comum em função do tempo de armazenamento.

Determinações	Equações		Coeficiente de determinação (R ²)
Amêndoas avariadas (%)	Y= 20,964 +1,767X	(1)	0,99
Amêndoas Inteiras sadias (%)	Y= 67,590 -1,640X	(2)	0,96
Rendimento industrial (%)	Y= 22,023 -0,172X	(3)	0,88
Amêndoas quebradas (%)	Y= 8,570 +1,207X	(4)	0,95

Entretanto, não se verificou diferença significativa entre os fatores autoclavagem e solarização pelo teste de Tukey ao mesmo nível de significância. A Equação 1 (Tabela 2) e figura 2 mostram que o percentual de amêndoas avariadas aumenta com o tempo de armazenamento, passando de 20,62 (tempo zero) para 42,32 % após 12 meses de estocagem das castanhas. A figura 3 mostra uma tendência ao aumento do percentual de amêndoas avariadas, ao longo do período de armazenamento, em todas as combinações de tratamentos utilizados.

Tabela 3. Análise de variância dos dados de amêndoas avariadas, amêndoas inteiras sadias e rendimento industrial de castanhas de cajueiro submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita.

Causas de variação	Amêndoas avariadas		Amêndoas inteiras sadias		Rendimento industrial	
	QM	F	QM	F	QM	F
Tempo de armazenamento (Ta)	820.692	25.79**	1062.393	25.71**	3.118	3.63*
Tratamento térmico (Tt)	205.877	6.47**	42.887	1.04 ^{n.s.}	20.137	23.43**
Sistema de armazenamento (Sa)	21.634	0.68 ^{n.s.}	42.951	1.04 ^{n.s.}	3.158	3.68 ^{n.s.}
Ta*Tt	120.222	3.78*	44.350	1.07 ^{n.s.}	2.728	3.18*
Ta*Sa	31.751	1.00 ^{n.s.}	2.324	0.06 ^{n.s.}	2.067	2.41 ^{n.s.}
Tt*Sa	50.133	1.57 ^{n.s.}	2.693	0.07 ^{n.s.}	1.033	1.20 ^{n.s.}
Ta*Tt*Sa	58.744	1.84 ^{n.s.}	25.024	0.61 ^{n.s.}	1.309	1.52 ^{n.s.}
(Tratamentos)	173.788	-	149.473	-	4.236	-
Resíduo	31.822	-	41.322	-	0.859	-

n.s.: não significativo. *: significativo ao nível de 5% de probabilidade. **: significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Entretanto, observa-se um crescimento mais pronunciado do teor de amêndoas avariadas naquelas castanhas cruas armazenadas à temperatura ambiente (NA), notadamente nos meses finais de estocagem, sugerindo que os tratamentos pós-colheita testados são importantes na conservação da qualidade industrial das castanhas, principalmente quando estocadas por longos períodos.

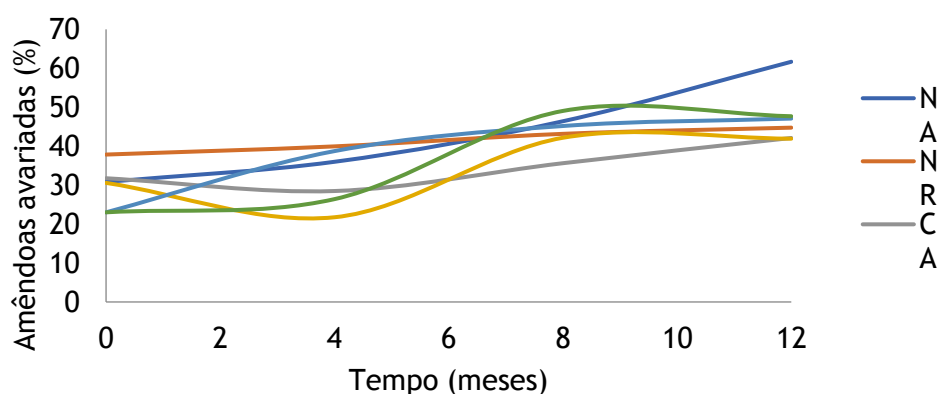


Figura 3. Amêndoas avariadas (%) obtidas do processamento industrial de castanhas de cajueiro comum submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita. Legenda: NA: Natural Ambiente; CA: Cozida Ambiente; SA: Solarização Ambiente; NR: Natural Refrigerada; CR: Cozida Refrigerada; SR: Solarização Refrigerada.

Amêndoas Inteiras Sadias e Quebradas

Os resultados, em porcentagem, de amêndoas inteiras sadias são apresentados nas Tabelas 1 e Figura 2. A porcentagem de amêndoas inteiras sadias foi reduzida de 63,14% aos 4 meses de armazenamento para apenas 48,02% aos 12 meses (Tabela 1 e Figura 2). A hipótese esperada sobre a melhor resposta dos tratamentos de autoclavagem e solarização em relação ao tratamento natural (armazenamento das castanhas cruas) é que esta poderia ser atribuída ao controle precoce dos patógenos já presentes nas castanhas, de modo que ao reduzir a população inicial de fungos (potencial de inóculo), os tratamentos térmicos determinariam um menor desenvolvimento destes patógenos, diminuindo seus danos sobre as amêndoas durante o subsequente período de armazenamento das castanhas. Entretanto, verifica-se que, embora estes tratamentos tenham diminuído, significativamente, a porcentagem de amêndoas avariadas, causaram, também, aumento significativo da quebra das amêndoas (Figura 5). Assim, não se verificou diferença significativa no percentual de amêndoas

inteiras sadias entre estes 3 tratamentos pós-colheita (Tabela 1). A Equação 2 (Tabela 2) e Figura 2 mostram uma redução do percentual de amêndoas inteiras sadias com o tempo de armazenamento. A figura 4 mostra, também, decréscimo do percentual de amêndoas inteiras sadias ao longo do período de armazenamento em todas as combinações de tratamento pós-colheita com destaque para as combinações envolvendo o tratamento térmico de cozimento seguido de armazenamento refrigerado (CR) e do sistema natural seguido de armazenamento à temperatura ambiente (NA).

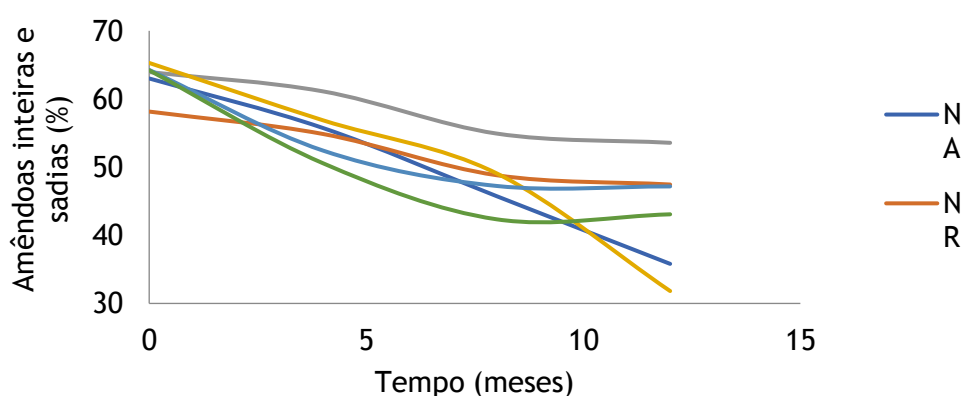


Figura 4. Amêndoas inteiras sadias obtidas do processamento industrial de castanhas de cajueiro comum submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita. Legenda: NA: Natural Ambiente; CA: Cozida Ambiente; SA: Solarização Ambiente; NR: Natural Refrigerada; CR: Cozida Refrigerada; SR: Solarização Refrigerada.

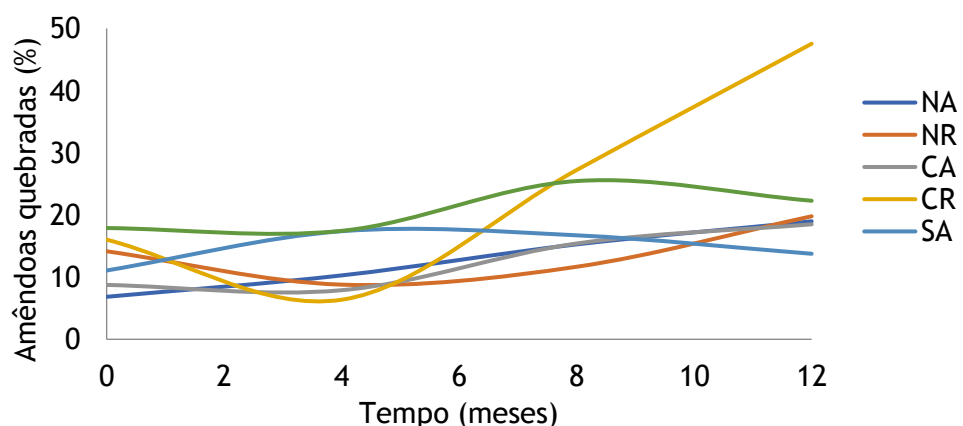


Figura 5. Amêndoas quebradas (%) obtidas do processamento industrial de castanhas de cajueiro comum submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita. Legenda: NA: Natural Ambiente; CA: Cozida Ambiente; SA: Solarização Ambiente; NR: Natural Refrigerada; CR: Cozida Refrigerada; SR: Solarização Refrigerada.

Rendimento industrial

A Tabela 1 e Figuras 2 e 6 mostram redução do rendimento industrial com o tempo de armazenamento. O rendimento industrial varia com o estado fitossanitário, com o nível de umidade e principalmente com o tamanho das castanhas (LIMA *et al.*, 2022; GARRUTI & CORDEIRO, 1994). Neste trabalho, os dois últimos fatores foram uniformizados para todos os tratamentos, justificando-se assim a pequena variação observada neste indicador industrial. A principal causa dos problemas fitossanitários das castanhas durante o armazenamento são os fungos (FREIRE, 1996), e estes atingem, principalmente, as amêndoas por serem mais nutritivas. Assim, estas amêndoas atacadas por estes patógenos passam a contribuir menos para o peso total das castanhas (PAIVA *et al.*, 2004 e PAIVA *et al.*, 2008). Como o rendimento industrial mede a relação entre o peso das amêndoas e o peso das castanhas, cujas cascas representam em torno de 75% do total do peso das castanhas e são menos atacadas pelos patógenos, as castanhas doentes tendem a apresentar menor rendimento industrial que as sadias.

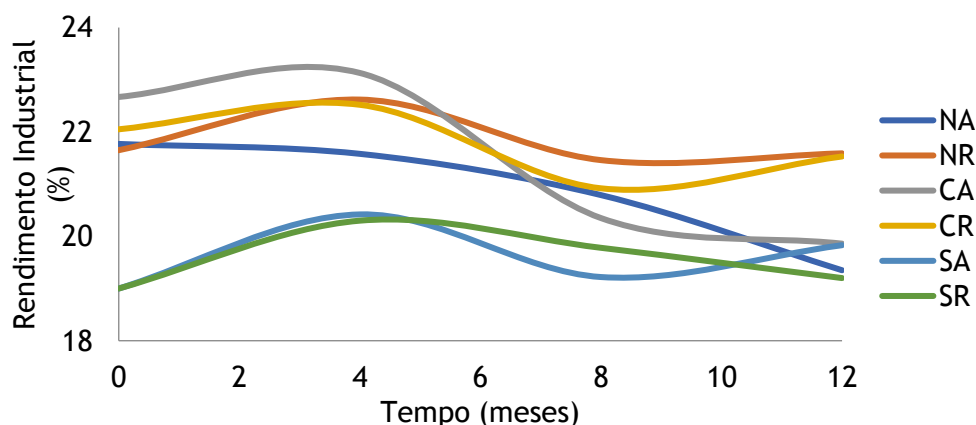


Figura 6. Rendimento industrial (%) de castanhas de cajueiro comum submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita. Legenda: NA: Natural Ambiente; CA: Cozida Ambiente; SA: Solarização Ambiente; NR: Natural Refrigerada; CR: Cozida Refrigerada; SR: Solarização Refrigerada.

Indicadores de desempenho econômico

Na Tabela 4 são apresentadas as variações da receita com o tempo de estocagem da castanha de caju. Verificam-se decréscimos significativos, sobretudo entre os períodos 00; 04 e 08; 12 meses de armazenamento. Obtendo-se receitas brutas em dólares de, respectivamente: 134,97; 121,77 e 81,70; 77,64.

Observa-se, ainda, que a redução da receita com o tempo de armazenamento decorre, principalmente, da perda de qualidade das amêndoas dos tipos superiores, a exemplo de SLW₁, LW₁, etc., Esta diminuição de receita deve-se, também, à diminuição de peso das amêndoas verificado com o aumento do tempo de armazenamento. Assim, tem-se redução do rendimento industrial (relação percentual entre o peso das amêndoas e o peso das castanhas), que de acordo com Paula Pessoa *et al.* (2003) é um dos principais parâmetros considerados na avaliação de castanhas de caju, visto que é determinante na lucratividade da indústria.

De acordo com os dados da Tabela 5, verifica-se que a partir do 12^o (décimo segundo) mês de estocagem a receita bruta (US\$ 77,64) quase se equipara ao custo de processamento (US\$ 70,00). Isto fica evidenciado pelos lucros e pelos índices de geração de lucro apresentados na Tabela 5.

Tabela 4. Estimativa das receitas brutas da comercialização de amêndoas, provenientes do beneficiamento de 100 kg de castanha, com diferentes tempos de estocagem.

Classe comercial	Preço (US\$/Kg)	Tempo de armazenamento (meses)							
		00		04		08		12	
		Peso (Kg)	Receita (US\$)	Peso (Kg)	Receita (US\$)	Peso (Kg)	Receita (US\$)	Peso (Kg)	Receita (US\$)
SLW ₁	7,93	7,24	57,41	6,78	53,77	4,00	31,72	4,48	35,53
SLW ₂	7,05	6,60	46,53	6,78	47,80	4,44	31,30	4,02	28,34
LW ₁	5,84	1,14	6,66	0,90	5,26	1,00	5,84	1,00	5,84
LW ₂	5,51	0,64	3,53	-	-	-	-	-	-
W2M	0,75	-	-	0,70	-	0,90	0,68	0,62	0,47
W ₃	3,64	2,74	9,97	2,38	8,66	1,64	5,97	0,54	1,97
W ₄	2,75	1,62	4,46	0,72	1,98	0,20	0,55	-	-
W ₅	1,76	0,44	0,77	0,2	0,35	0,50	0,88	0,98	1,72
B ₁	3,64	0,26	0,95	0,28	1,02	0,18	0,66	-	-
B ₂	3,41	0,2	0,68	-	-	-	-	-	-
B ₃	2,75	0,14	0,39	-	-	-	-	-	-
B ₄	1,76	-	0,00	-	-	0,16	0,28	-	-
S ₁	3,64	0,32	1,16	0,22	0,80	0,62	2,26	-	-
S ₂	3,41	0,26	0,89	-	-	-	-	-	-
S ₃	2,75	0,08	0,22	-	-	-	-	-	-
S ₄	1,76	-	-	-	-	0,24	0,42	-	-
P ₁	2,97	0,24	0,71	0,72	2,14	0,26	0,77	0,96	2,85
P ₂	2,87	0,10	0,29	-	-	-	-	-	-
P ₃	2,20	0,06	0,13	-	-	-	-	-	-
P ₄	1,10	0,20	0,22	-	-	0,34	0,37	0,84	0,92
Estragadas	0,00	0,03	-	1,34	-	5,94	-	6,79	-
TOTAL	-	22,31	134,97	21,02	121,77	20,42	81,70	20,23	77,64

Tabela 5. Estimativa de índices de geração de lucro com a comercialização de amêndoas, provenientes do beneficiamento de 100 kg de castanha, com diferentes tempos de estocagem.

Tempo de estocagem (meses)	Receita bruta (US\$)	Custo* (US\$)	Lucro (US\$)	Índice de geração de lucro (US\$)
0	134,97	70	64,97	0,92
4	121,77	70	51,77	0,74
8	81,70	70	11,70	0,17
12	77,64	70	7,64	0,11

*Considerou-se o custo médio de US\$ 70 para beneficiar 100 Kg de castanhas.

O índice de geração de lucro mostra o quanto retorna em lucro para cada unidade de custo utilizada. Assim, com uma armazenagem de 00 meses, 1,00 US\$ de custo gera 0,92 US\$ de lucro. Já com 12 meses de armazenagem, 1,00 US\$ de custo gera 0,11 US\$ de lucro.

CONCLUSÕES

A qualidade das castanhas não é influenciada pelo tratamento térmico (natural ou autoclavagem) nem pelo sistema de armazenamento (ambiente ou refrigerado), mas decresce com o tempo de armazenamento. Com base na análise econômica realizada, não é recomendável processar castanha de caju com mais de 8 meses de estocagem. O processamento de castanhas com menor tempo de estocagem promovem significativos ganhos de lucratividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFI- Association of Food Industries- Specifications for Cashew Kernels- AFI Nut & Agricultural Products Section
<https://www.afius.org/resources/Documents/AFI%20Specifications/cashews-part-i.pdf>.
Acesso em 03.08.2022.

FREIRE, F. das C. O. Determinação fúngica de amêndoas de cajueiro no Nordeste do Brasil. *Agrotópica*, v. 8, n. 3, p. 65-68, 1996.

GARRUTI, D. dos S.; CORDEIRO, E. R. *Características biométricas e indicadores tecnológicos da castanha de quatro clones de cajueiro anão precoce*. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1993. 4p.

LIMA, A. C.; VIDAL NETO, F. das C.; MAIA, C. W. C. P.; PAULA PESSOA, P. F. A.; PAIVA, F. F. de A. *Recomendações para avaliação rápida da qualidade de castanhas-de-caju destinadas ao beneficiamento industrial*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2022. 18 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 278). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1141720/1/CT-278.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2022.

PAIVA, J.R; BISCEGLI, C. I.; LIMA, A. C. Análise da castanha do cajueiro por tomografia de ressonância magnética. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 11, p. 1149-1152. 2004.

PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J.J.V.; BARROS, L.M.; LIMA, A.C.; CARDOSO, J. E. . BRS 274 (BRS Jacaju): common or giant cashew clone. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 8, p. 238-238, 2008.

PAULA PESSOA, P. F. A de; LEITE, L. A. de S. Desempenho do agronegócio caju brasileiro. In: ARAÚJO, J. P. P. (Ed). *Agronegócio caju: práticas e inovações*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. p.21-40.

PAULA PESSOA, P. F. A. de; LIMA, A. C.; LEITE, L. A. de S. *Classificação e seleção de matéria-prima: atividades vitais para alavancar a competitividade da cadeia produtiva da amêndoa de castanha de caju brasileira*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 19p. (Embrapa Agroindústria Tropical. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 14).

Crescimento de mudas de *Handroanthus impetiginosus* submetidas a diferentes condições de capacidade de campo do solo

Autores:

Daisa do Socorro de Sousa Lima

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Capitão Poço - PA

Gícila Maria dos Santos Ribeiro

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Capitão Poço - PA

Beatriz Sousa Barbosa

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Capitão Poço - PA

Raimundo Thiago Lima da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Capitão Poço - PA

Cassio Rafael Costa dos Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Capitão Poço - PA

Marília Shibata

Universidade Federal de Pelotas, Pelotas -
RS

DOI: 10.58203/Licuri.20967

Como citar este capítulo:

LIMA, Daisa do Socorro de Sousa et al. Crescimento de mudas de *Handroanthus impetiginosus* submetidas a diferentes condições de capacidade de campo do solo. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 73-88.

ISBN: 978-65-85562-09-6

Resumo

O objetivo do estudo foi analisar o crescimento e qualidade de mudas de *Handroanthus impetiginosus* submetidas a diferentes condições de capacidade de campo do solo. Os tratamentos consistiram em 125%; 100%; 75%; 50% e 25% da umidade na capacidade de campo do solo e, quinzenalmente, avaliou-se: diâmetro do colo, altura total e número de pares de folhas. Ao final do experimento, obteve-se as variáveis: massa seca da parte aérea, massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), relação parte aérea e raiz e o índice de qualidade de Dickson (IQD). Verificou-se que quanto maior a disponibilidade hídrica, maior foi o crescimento das mudas de *H. impetiginosus* em diâmetro, altura e número de folhas demonstrando que a espécie é capaz de tolerar solos saturados, por curto período. As variáveis de biomassa (MSR e MST) e o IQD de *H. impetiginosus* também foram favorecidas em relação aos níveis hídricos à medida que as lâminas aumentaram. Assim, as mudas de *H. impetiginosus* apresentam um maior crescimento e qualidade quando submetidas a níveis mais elevados de disponibilidade hídrica, sugerindo sua capacidade de tolerar solos saturados por períodos curtos e ressaltando a importância do manejo adequado da umidade para a produção bem-sucedida dessas mudas.

Palavras-chave: Déficit hídrico. Ipê roxo. Produção de mudas.

INTRODUÇÃO

Diversas espécies arbóreas possuem potencial para o cultivo, servindo para inúmeras finalidades, como uso ornamental, medicinal, madeireiro, para preservação ou alimentício. Contudo, para garantir o sucesso em povoamentos florestais plantados, muitos aspectos silviculturais devem ser considerados. Dentre tais aspectos, a produção de mudas é uma etapa crucial, uma vez que a implantação florestal só terá sucesso se mudas de boa qualidade forem produzidas (ALMEIDA, 2013).

O sistema de produção de mudas ainda necessita ser melhorado em razão da demanda para produção comercial, como também para recuperação de áreas degradadas (LELES *et al.*, 2006; LIMA *et al.*, 2014). Diversos são os fatores que podem interferir diretamente no processo de produção de mudas de espécies florestais como irrigação, sombreamento, adubação e tipos de substratos utilizados (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2014), sendo necessário obter o ponto de equilíbrio entre esses fatores para assegurar a adaptação adequada e crescimento após o plantio (GONÇALVES, *et al.* 2004; OLIVEIRA, 2017).

Dentre esses, a disponibilidade hídrica é o fator mais limitante na produção e, sobretudo, no estabelecimento das mudas em campo, uma vez que tal fator é capaz de provocar modificações nas plantas e em seus aspectos morfológicos, anatômicos e fisiológicos, influenciando diretamente no seu desenvolvimento (BEZERRA *et al.*, 2003). Quando sujeitas a esse tipo de condição, as mudas desenvolvem um importante mecanismo de adaptação, garantindo seu progresso em baixa disponibilidade de água. Todavia, essa adaptação varia em função do grau de déficit imposto, das características físicas do solo e da idade do vegetal (GEBREKIRSTOS *et al.*, 2006). Portanto, a busca por espécies com alta tolerância ao estresse hídrico torna-se um fator de grande importância, sobretudo no que se refere a produção de mudas visando a restauração florestal e arborização urbana (condições em que a restrição hídrica pode ser mais acentuada).

Neste contexto, uma espécie com alta tolerância hídrica e recomendada para projetos de reflorestamento comercial, restauração e arborização urbana é *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (CARVALHO, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2020), conhecida popularmente como ipê-roxo, pertencente à família Bignoniaceae.

Trata-se de uma espécie arbórea, nativa do Brasil, Argentina, Bolívia e Paraguai e muito valorizada pela beleza de sua floração (ALMEIDA *et al.*, 2020; LORENZI, 2014). Dentre as diversas formas de uso dessa espécie arbórea, sua madeira pode ser utilizada em construções externas como estruturas, tábuas para assoalho, em construções civis como caibros, ripas e vigamentos, além de apresentar propriedades farmacológicas com ação anti-inflamatória, analgésica, antibiótica e antineoplásica (CARVALHO, 2003; LIMA *et al.*, 2014).

H. impetiginosus apresenta facilidade de se adaptar em diferentes condições ambientais, elevando a sua importância em projetos de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (OLIVEIRA, 2018). No entanto, para que a espécie tenha um bom desenvolvimento, é necessário que haja suprimento hídrico adequado, mesmo que esta espécie apresente boa tolerância ao estresse hídrico (BIANCHI; GERMINO e SILVA, 2016).

Dessa forma, o conhecimento em relação as condições ideais de produção de mudas de *H. impetiginosus* é de grande relevância (MARTINS *et al.*, 2012; SAMPAIO *et al.*, 2012). O presente trabalho teve como objetivo analisar o crescimento e qualidade de mudas de *Handroanthus impetiginosus* submetidas a diferentes condições de capacidade de campo do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de Estudo

O experimento foi realizado no município de Capitão Poço - Pará. Os tipos de solos predominantes na região são os Latossolos Amarelos, Argissolos Amarelos, Gleissolos Haplicos eutróficos e Neossolos Quartzarenicos (SILVA *et al.*, 1999 e EMBRAPA, 1999). O clima do município enquadra-se nos tipos climáticos Am, da classificação de Köppen, caracterizado como chuvoso, apresentando pequena estação seca entre setembro e novembro (SANTOS, 2013). A precipitação anual fica em torno de 2.500 mm, com temperatura média de 26 °C e umidade relativa do ar de 75% a 89% nos meses com menor e maior precipitação, respectivamente (SCHWARTZ, 2007). Já a média da velocidade do vento é de 2 m s⁻¹ (PACHECO e BASTOS, 2001).

No período do experimento, entre maio e julho, a casa de vegetação apresentou, em média, 37,5 °C de temperatura e 57,2% de umidade relativa. Esses dados foram

obtidos através de termo-higrômetro digital presente no local do experimento durante as medições das mudas (Figura 1).

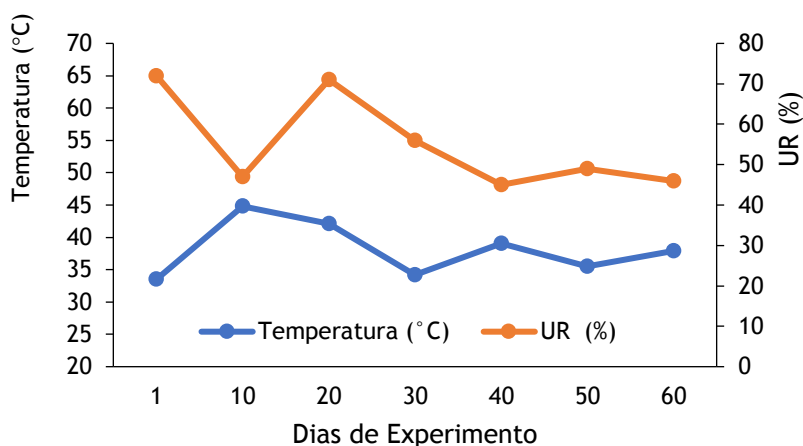


Figura 1. Temperaturas e Umidade Relativa do Ar (UR) em função dos dias de experimento em casa de vegetação.

Coleta das sementes

As sementes de *H. impetiginosus* foram coletadas no município de Capitão Poço, oriundas de seis árvores matrizes. Após a coleta, as sementes foram submetidas à secagem em temperatura controlada em laboratório (20°C; UR 49%) por treze dias. Em seguida, estas foram colocadas em sacos plásticos e armazenadas em refrigerador por um ano e 2 meses ($\pm 6,4$ °C; UR 57%) até o início do experimento com manutenção da viabilidade das sementes acima de 90%.

Estresse hídrico no crescimento inicial das mudas de *H. impetiginosus*

Inicialmente, as sementes foram submetidas a assepsia em hipoclorito de sódio a 2% por cinco minutos e, em seguida, lavadas com água deionizada. Posteriormente, as sementes foram semeadas em bandejas, utilizando como substrato a vermiculita autoclavada e umedecida com água deionizada por 60 dias em BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) a 30 °C e com um fotoperíodo de 12h.

As plântulas com raiz e parte aérea bem desenvolvidas, com dois a três pares de folhas e, em torno, de 10 a 12 cm de altura foram transplantadas para vasos plásticos de 5,5 litros contendo como substrato solo coletado, seco e peneirado em peneira de malha de 4 mm. O solo utilizado no experimento é oriundo de Horizonte A de Latossolo

Amarelo Distrófico, sob área de floresta secundária, de aproximadamente 20 anos de pousio. Visando a caracterização química e granulométrica deste solo, foram coletadas 15 amostras, à profundidade de 0-20 cm, com auxílio de um trado holandês. Tais amostras foram homogeneizadas e encaminhadas ao Laboratório SoloCria LTDA para realização de análises de fertilidade e granulometria (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados da análise granulométrica e de fertilidade do solo utilizado para o experimento com mudas.

Variável	Valor	Variável	Valor
pH	3,95	M.O. (g dm ⁻³)	13
Ca ⁺² (cmolc dm ⁻³)	0,2	CTC _{pH7} cmolc dm ⁻³	3,67
Mg ⁺² (cmolc dm ⁻³)	0,2	V%	8,735
K ⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,02	m%	69,495
Al ⁺³ (cmolc dm ⁻³)	0,75	Areia (g kg ⁻¹)	120
H+Al (cmolc dm ⁻³)	3,35	Silte (g kg ⁻¹)	50
P (mg dm ⁻³)	2,25	Argila (g kg ⁻¹)	830

Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Al⁺³: cálcio, magnésio, potássio e alumínio trocáveis; H+Al: acidez potencial; P: fósforo disponível; M.O.: matéria orgânica; CTC_{pH7}: capacidade de troca catiônica potencial; V%: saturação por bases; m%: saturação por alumínio.

Além de auxiliar na caracterização do solo utilizado no experimento, a análise de fertilidade também foi utilizada como base para os cálculos de calagem e adubação, resultando na aplicação de 1,222 mg.dm⁻³ de calcário dolomítico (PRNT 92%), 0,220 de Ureia (fonte de N), 0,475 mg.dm⁻³ de Superfosfato Triplo (fonte de fósforo) e 0,151 mg.dm⁻³ Cloreto de Potássio (fonte de K), conforme a recomendação de calagem e adubações de N, P e K utilizadas para esta espécie encontradas por Vieira e Weber (2017), visando garantir condições ideais de crescimento das mudas, fazendo com que as mesmas respondam apenas às condições hídricas do solo utilizado.

Para a análise da Umidade na Capacidade de Campo (UCC), foi utilizada uma quantidade de solos equivalente a 10% da quantidade total de vasos para o experimento, o qual foi seco em estufa com circulação forçada de ar, a 105 °C até peso constante. Em seguida, as amostras de solo foram depositadas em vasos de 5,5 L. Os solos foram pesados para obtenção da massa seca, saturados e drenados por 24 horas, e pesados novamente para obtenção da massa úmida. Para o estabelecimento dos tratamentos do experimento, foi determinada a Umidade na Capacidade de Campo (UCC) e a Umidade

Crítica (UC), pelo método de pesagem para a obtenção da Lâmina da água, através da fórmula descrita abaixo:

$$LL = \left(\frac{UCC - UC}{10} \right) \cdot Ds \cdot Z \cdot f$$

Em que: LL = lâmina líquida de irrigação (mm); UCC = conteúdo de água no solo na capacidade de campo (%peso); UC = Umidade Crítica do Solo (%peso); Ds = densidade do solo (g de solo.cm⁻³ de solo); f = coeficiente de disponibilidade hídrica; Z = profundidade efetiva do sistema radicular (cm).

Posteriormente, os tratamentos foram definidos com base no cálculo acima e consistiram nas porcentagens de 125%; 100%; 75%; 50% e 25% da umidade na capacidade de campo do solo (cc), com 7 repetições para cada tratamento, sendo que a sétima repetição de cada tratamento (capacidade de campo) consistiu em uma repetição teste que foi utilizada para realização do monitoramento diário da umidade do solo. A lâmina de água considerada para obtenção de umidade na capacidade de campo foi de 12,41 mm (correspondente a 100% da umidade).

O controle da irrigação foi realizado através do monitoramento da quantidade de água contida no solo através da pesagem dos vasos, e na reposição diária da fração perdida por evapotranspiração. Quando a variação do conteúdo de água do substrato atingia os níveis estabelecidos nos tratamentos, era realizada uma nova irrigação, que ocorria de forma constante para os tratamentos 100% e 125%. Para os demais tratamentos (75%, 50% e 25%), a reposição era realizada apenas quando a umidade presente no vaso era igual ou menor que a porcentagem de umidade na capacidade de campo correspondente ao tratamento.

O crescimento das mudas foi avaliado com a medição quinzenal das seguintes variáveis: diâmetro à altura do colo (DAC), medido com auxílio de um paquímetro digital; altura total, medida da base do colo até a gema apical caulinar da planta, com auxílio de régua graduada e número de pares de folhas compostas. Ao final do experimento, 60 dias após o transplântio, as mudas (raiz e parte aérea separadamente) foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C, até peso constante. Posteriormente, obteve-se as variáveis: massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e relação parte aérea e raiz (MSPA/MSR). Além disso, foi calculado o índice de qualidade de Dickson (DICKSON *et al.*, 1960).

Delineamento experimental e análise estatística

Para a condução e análise do experimento, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 7 repetições, totalizando 35 plantas. Os dados foram submetidos à análise de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e à análise de homogeneidade de variâncias, pelo teste de Levene, ambos a 5% de significância. Os dados não normais e/ou heterogêneos foram submetidos a transformação pela equação ajustada de Box-Cox.

A análise de variância foi realizada pelo Teste F a 5% de significância utilizando o programa AgroEstat. Posteriormente, foram ajustadas equações de regressão das variáveis de crescimento e biomassa em função das porcentagens de umidade na capacidade de campo. Para as variáveis que não apresentaram normalidade e homogeneidade dos dados, aplicou-se o teste não-paramétrico de Kruskal Wallis a 5% de probabilidade de erro, para fins de comparação dos tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estresse hídrico no crescimento inicial de mudas de *H. impetiginosus*

Observou-se que quanto maior a disponibilidade hídrica, maior foi o diâmetro das mudas aos 30, 45 e 60 dias após o transplântio com aumento de 3,63 aos 30 dias para 4,56 mm aos 60 dias com 125% cc (Figura 2). Em contrapartida, notou-se que mesmo acima da capacidade de campo, o diâmetro continuou aumentando, demonstrando um indício de que a espécie é capaz de tolerar solos saturados, por pequenos períodos na sua fase inicial.

Resultados semelhantes foram observados em trabalho de Lopes (2007), que avaliou a qualidade de mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) produzidas sob diferentes lâminas de irrigação (6, 8, 10, 12 e 14 mm), onde constatou-se que houve um aumento gradativo do diâmetro do colo à medida que a lâmina de água foi maior, atingindo 2,19 mm quando se aplicou uma lâmina de irrigação de 6 mm dia⁻¹, bem como valores maiores do que 2,5 mm a partir de 8 mm dia⁻¹.

Pereira et al. (2006), estudando o comportamento de *Eucalyptus urograndis* submetidas a diferentes níveis de água no solo, verificaram que todos os tratamentos influenciaram positivamente nas características morfológicas analisadas, comprovando a

possibilidade do desempenho de espécies florestais mesmo sob estresse hídrico. Lima et al. (2014), estudando diferentes regimes de irrigação (irrigação diária, irrigação a cada dois dias, irrigação a cada três dias e irrigação a cada quatro dias), para o *Handroanthus impetiginosus*, observaram que os resultados encontrados não tiveram diferenças para as variáveis morfofisiológicas analisadas, especialmente para os incrementos de altura e diâmetro.

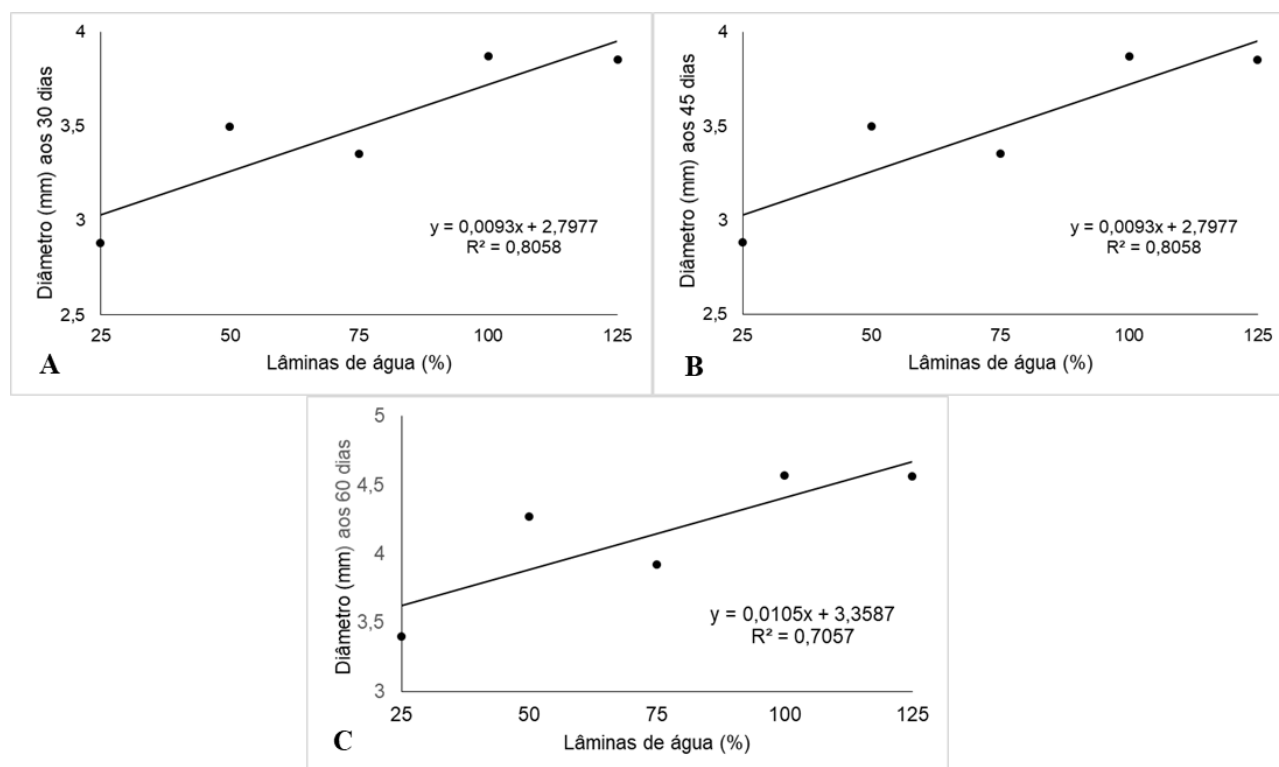


Figura 2. Crescimento do diâmetro das mudas de *H. impetiginosus* em função de diferentes níveis de capacidade de campo (a) aos 30 dias, (b) 45 dias e (c) 60 dias após o plantio em casa de vegetação.

O ajuste de regressão para altura demonstrou também que essa variável foi crescente conforme as lâminas de água foram aumentando, respondendo de forma positiva com 125% cc (Figura 3). Também pode-se observar que, quanto menor a disponibilidade hídrica (25% cc), menor foi o desenvolvimento das mudas. Esse fato indica a ocorrência da diminuição na turgescência das células antes do fechamento estomático, sendo suficiente para afetar o metabolismo e causar redução no crescimento e desenvolvimento das plantas (SOUZA et al. 2019). Em um estudo realizado por Oliveira et al. (2020), as mudas de *H. impetiginosus* apresentaram uma queda nos

valores de altura em ciclos com maiores dias sem rega (9 e 6 dias), quando comparado ao controle com irrigação diária.

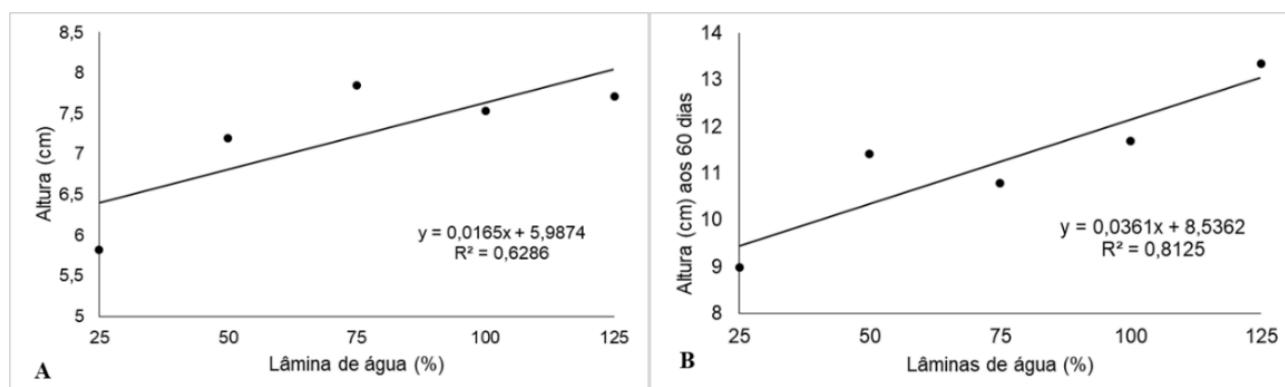


Figura 3. Crescimento em altura das mudas de *H. impetiginosus* em relação a diferentes níveis de capacidade de campo, (a) aos 15 e (b) 60 dias após o transplântio.

Considerando o efeito dos diferentes níveis de umidade para o número de folhas, a diferença foi significativa apenas para a regressão linear aos 15 dias após o transplântio, obtendo-se uma tendência crescente, ou seja, aos 15 dias as plantas produziram mais folhas conforme a maior disponibilidade de água (Figura 4). Oliveira & Gualtieri (2017), estudando mudas de *Tabebuia aurea* submetidas a estresse hídrico simulado pela inundação do solo, observaram que a emissão de novas folhas foi prejudicada, quando comparada com plantas controle (sem alagamento), onde as mudas estressadas não emitiram novas folhas enquanto que as do tratamento controle continuaram crescendo normalmente. Tais resultados indicam que a espécie, quando submetida a grandes quantidades de água por um longo período de tempo, não possui capacidade de produzir novos tecidos.

Em outro estudo com mudas de *Handroanthus impetiginosus* submetidas a quatro tratamentos hídricos (Controle -rega diária, ciclos de três, seis e nove dias sem rega), observou-se que as mudas dos tratamentos com maiores tempos sem a rega (seis e nove dias) tiveram o número de suas folhas afetadas, perdendo-as quase por completo na quinta coleta (OLIVEIRA et al., 2020). Entretanto, segundo os autores, os mesmos tratamentos apresentaram novas folhas na sexta coleta, o que é um possível indicativo de que as mudas estavam em processo de rustificação.

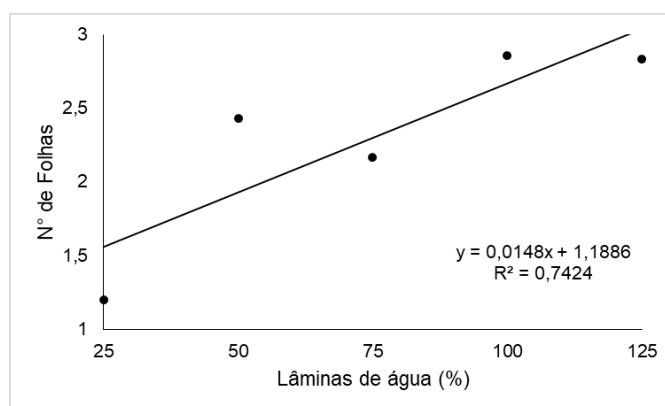


Figura 4. Número de folhas de *H. impetiginosus* em relação a diferentes níveis de capacidade de campo, 15 dias após o transplantio.

Para análise do número de folhas aos 60 dias, foi realizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, uma vez que estes dados não puderam ser normalizados e/ou homogeneizados. Para a comparação das amostras independentes, não houve diferenças significativas (Tabela 2).

Tabela 2. Teste De Kruskal-Wallis de números de folhas de *H. impetiginosus* aos 60 dias de experimento.

<i>Tabela dos Agrupamentos</i>		
<i>Capacidade de campo do solo (%)</i>	<i>Médias (Rank)</i>	<i>Grupos</i>
100	19,86	A
50	18,5	A
125	18,07	A
75	12,58	A
25	11,5	A

O comprimento das raízes não foi significativo no final do experimento, aos 60 dias de transplantio, impossibilitando o ajuste de modelos de regressão e se desenvolvendo igualmente em todos os níveis de capacidade de campo testados. Cabral *et al.* (2004), estudando mudas de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook f. ex S. Moore, também observaram que o estresse hídrico reduziu o crescimento da parte aérea e da raiz das plantas, com 25% cc até os 120 dias, enquanto as plantas com 50% cc diferiram apenas aos 90 dias. Já para o crescimento da parte subterrânea das mudas, não houve diferença significativa entre os tratamentos até os 60 dias.

O acúmulo de biomassa na parte aérea das mudas analisadas não sofreu influência dos tratamentos hídricos aplicados, o que se refletiu na ausência de significância para todas as equações de regressão. A relação MSPA/MSR também foi semelhante para todos os tratamentos. Contudo, para massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST), realizadas no final do experimento, aos 60 dias, a análise de variância foi significativa apenas para a regressão linear.

Com o aumento das lâminas de água, observou-se um acúmulo de matéria seca das raízes e total (Figura 5 a e b). Pode-se atribuir esse aumento da biomassa das raízes ao fato de que o déficit hídrico estimula a expansão do sistema radicular para zonas mais profundas e úmidas do perfil do solo. Scalon *et al.* (2011) obtiveram resultados semelhantes ao estudar o efeito de diferentes níveis de disponibilidade hídrica na produção de mudas de *Guazuma ulmifolia* Lam, obtendo-se maior produção de massa seca de raiz em mudas com maior disponibilidade hídrica, mesmo não havendo diferença no comprimento das raízes. Esses autores relataram que, quando as raízes são sujeitas a uma redução na disponibilidade de água, ocorre um ligeiro ajuste no potencial osmótico, auxiliando no restabelecimento da pressão de turgor e permitindo a manutenção do alongamento celular.

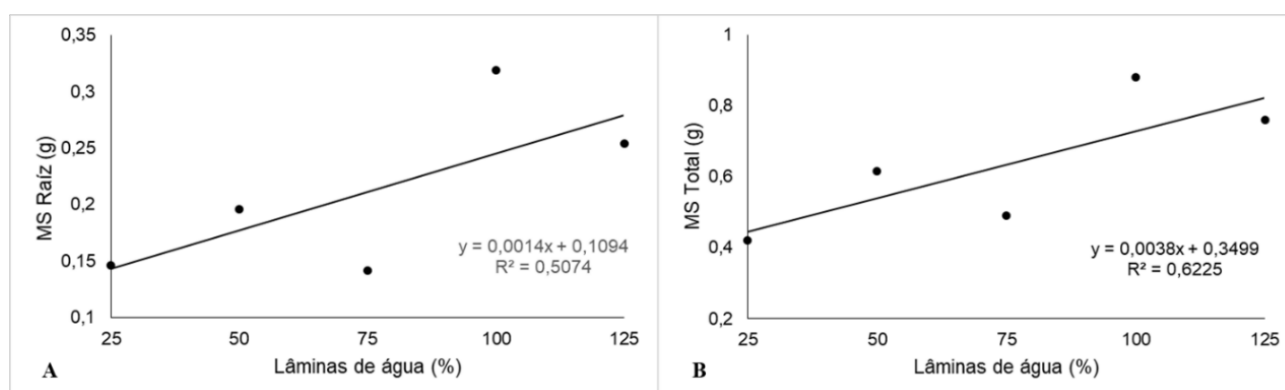


Figura 5. Biomassa de *H. impetiginosus* após 60 dias de transplântio (a) Massa seca da raiz e (b) Massa seca total em relação as diferentes lâminas de água.

Figuerola *et al.* (2004), em seu estudo, também verificaram menor massa seca da raiz de mudas de *Myracrodruon urundeuva* sob condições de déficit hídrico. Silva *et al.* (2002) também observaram uma diminuição no crescimento e produção de biomassa para *Melaleuca alternifolia* Cheel, em condições de deficiência hídrica severa. Deve-se ressaltar que existem evidências de que o crescimento de raízes é menos afetado pela

restrição de água do que o de tecidos aéreos, pois, sob deficiência hídrica, o crescimento e a expansão celular são inibidos e o crescimento radicular é beneficiado em relação à parte aérea (HSIAO & XU, 2000).

Os resultados apresentados na Figura 6 evidenciam a tendência crescente do IQD com o aumento da umidade do solo ao longo do período de análise das mudas. De acordo com Fonseca *et al.* (2002), o IQD é um dos melhores indicadores da qualidade de mudas, visto que para o cálculo considera-se a robustez e o equilíbrio da distribuição da massa seca. Além disso, Reis *et al.* (2016) consideraram que o IQD agrega os principais parâmetros de biomassa e crescimento das mudas em conjunto. Isto é, trata-se de uma forma de verificar se o desenvolvimento da muda está ocorrendo de maneira equilibrada.

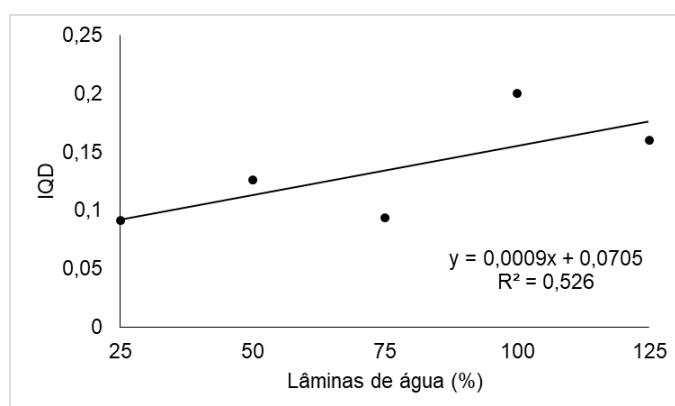


Figura 6. Índice de Qualidade de mudas de *H. impetiginosus* após 60 dias de transplante em relação as diferentes lâminas de água.

Em plantas de *Lonchocarpus sericeus*, irrigadas a cada 4 e 6 dias, em comparação com plantas da mesma espécie irrigadas diariamente, obteve-se um aumento de 88% no IQD (ALMEIDA *et al.*, 2020). Comportamentos contrários ao presente estudo também foram verificados por Dranski *et al.* (2017) em mudas de *Maytenus iliciloia*, em que os maiores intervalos de irrigação provocaram maiores taxas de incremento nos tecidos aéreos e nos tecidos radiculares. Lima *et al.*, (2014) avaliaram diferentes manejos hídricos na rustificação de *H. impetiginosus* e observaram que as plantas investiram em maior alocação de biomassa no sistema radicular com o aumento dos intervalos entre os ciclos de rega.

As diferenças que podem ocorrer nas plantas devido a restrição hídrica, indicam menor alocação de massa seca para sustentar o crescimento da parte aérea, sendo que os fotoassimilados passam a ser direcionados para o crescimento do sistema radicular. O maior incremento radicular em relação à parte aérea é um caráter adaptativo comum às plantas submetidas ao estresse hídrico, ao permitir que as mesmas obtenham água em camadas mais profundas do solo (LIMA et al., 2014).

CONCLUSÃO

O crescimento das mudas de *H. impetiginosus* em diâmetro, altura e número de folhas apresentou uma tendência linear crescente em relação às diferentes lâminas de água, aumentando mesmo com a capacidade de campo acima de 100%, podendo se adaptar em solos saturados por curto período. As variáveis de biomassa e de qualidade das mudas de *H. impetiginosus* também foram favorecidas em relação aos níveis hídricos, à medida que as lâminas aumentam, a MSR, MST e o IQD também aumentaram.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. B. Substratos na Produção de Mudas de Diferentes Matrizes de *Eremanthus erythropappus*. Orientador: Prof. Dr. Lucas Amaral De Melo. 2013. 38 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.
- ALMEIDA, E. P.; DE OLIVEIRA FREIRE, A. L.; DA SILVA, E. C. A.; LEITE, A. P.; FRANÇA, G. M.; BATISTA, A. W. Crescimento, produção de biomassa e trocas gasosas de mudas de *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) DC sob diferentes ciclos de irrigação. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 8, p. 63849-63858, 2020.
- BEZERRA, F. M. L.; ARARIPE, M. A. E.; TEÓFILO, E. M.; CORDEIRO, L. G.; SANTOS, J. D. Feijão caupi e déficit hídrico em suas fases fenológicas. *Revista Ciência Agronômica*, v.34, p.5-10, 2003.
- BIANCHI, L.; GERMINO, G. H.; & SILVA, M. de A. Adaptação das Plantas ao Déficit Hídrico. *Acta Iguazu, Cascavel*, v.5, n.4, p.15-32, 2016.
- CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. D. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. F. ex S. Moore submetidas a estresse hídrico. *Acta Botânica Brasilica*. São Paulo, v.18, n.2, p.1-16, 2004.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. v.1. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, p.335-341, 2003.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce na white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, v.36, p. 10-13, 1960.

DRANSKI, J. A. L.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Manejo hídrico na rustificação em mudas de *Maytenus ilicifolia*[(Schrad.) Planch.]. *Biotemas*, v.30, n.1, p.45-54, 2017.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.

FIGUEIROA, J. M. de; BARBOSA, D. C. de A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva Allemão* (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. *Acta Botanica Brasilica*, v. 18, p. 573-580, 2004.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

GEBREKIRSTOS, A.; TEKETAY, D., FETENE, M., & MITLÖHNER, R. Adaptação de cinco espécies arbóreas e arbustivas co-ocorrentes ao estresse hídrico e sua implicação na restauração de terras degradadas. *Ecologia e Manejo Florestal*. v. 229, n. 1-3, pág. 259-267, 2006.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N. D.; GONÇALVES, W.; JACOVINE, L. A. G. Avaliação qualitativa de mudas destinadas à arborização urbana no Estado de Minas Gerais. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.28, n.4, p.479-486, 2004.

HSIAO, T. C.; XU, L. K. Sensibilidade do crescimento de raízes versus folhas ao estresse hídrico: análise biofísica e relação com o transporte de água. *Journal of experimental botany*. v. 51, n. 350, pág. 1595-1616, 2000.

LELES, P. S. S. LISBOA, A. C., NETO, S. N. D. O., GRUGIKI, M. A., & FERREIRA, M. A. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, v.13, n.1, p.69-78, 2006.

LIMA, P. R.; HORBACH, M. A.; DRANSKI, J. A. L.; ECCO, M.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Avaliação morfofisiológica em mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos durante a rustificação. *Floresta e Ambiente*, v. 21, n. 3, p.316-326, 2014.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. *Revista árvore*. Viçosa, v.31, n.5, p.835-843, 2007.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 6.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2014. 1v.

MARTINS, L.; LAGO, A. A. do; CÍCERO, S. M. Conservação de sementes de ipê-roxo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, p. 108-112, 2012.

OLIVEIRA, A. K. M. de; GUALTIERI, S. C. J. Trocas gasosas e grau de tolerância ao estresse hídrico induzido em plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Paratudo) submetidas a alagamento. Ciência Florestal, v. 27, p. 181-191, 2017.

OLIVEIRA, A. I. V. Tópicos na produção de mudas de ipê spp. Trabalho de Conclusão de Curso - (Curso de Agronomia). Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Maranhão. Chapadinha - MA, 2017.

OLIVEIRA, E. L. Desenvolvimento inicial de mudas de *Handroanthus impetiginosus* (MART. EX D.C.) MATTOS) (IPÊ-ROXO), em diferentes substratos. 2018. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências florestais) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2013.

OLIVEIRA, N. P.; DO NASCIMENTO, J. W. S.; JÚNIOR, N. D. S. M.; DE OMENA SERAFIM, E.; LEANDRO, B. S.; PEREIRA, L. S.; DO NASCIMENTO, H. H. C. Ecofisiologia de mudas de *Handroanthus impetiginosus* submetidas a diferentes ciclos de rega. Braz. J. of Develop. Curitiba, v. 6, n.6, p.63-74, 2020.

PACHECO, N. A.; BASTOS, T. X. Caracterização climática do município de Capitão Poço, PA. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p.18, (Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 79), 2001.

PEREIRA, M. R. R.; KLAR, A. E.; DA SILVA, M. R.; DE SOUZA, R. A.; FONSECA, N. R. Comportamento fisiológico e morfológico de clones de *Eucalyptus urograndis* submetidos a diferentes níveis de água no solo. Irriga, Botucatu, outubro-dezembro, v.11, n.4, p.518-531, 2006.

REIS, S. M.; MARIMON-JÚNIOR, B. H.; MORANDI, P. S.; OLIVEIRA-SANTOS, C.; OLIVEIRA, B. D.; MARIMON, B. S. Desenvolvimento inicial e qualidade de mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf. sob diferentes níveis de sombreamento. Ciência Florestal, Santa Maria, v.26, n.1, p.11-20, 2016.

SAMPAIO, M. T. F.; POLO, M.; BARBOSA, W. Estudo do crescimento de espécies de árvores semidecíduas em uma área ciliar revegetada. Revista Árvore, Viçosa, v.36, n.5, p.879-885, 2012.

SANTOS, D. B. O. Aplicação da RUSLE a uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; EUZÉBIO, V. L. D. M.; KODAMA, F. M.; KISSMANN, C. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). *Ciência Florestal*. Santa Maria, v.21, n.4, p.655-662, 2011.

SCHWARTZ, G. Manejo sustentável de florestas secundárias: espécies potenciais no nordeste do Pará, Brasil. *Amazônia: Ci. & Desenv.*, Belém, v.3, n.5, 2007.

SILVA, B. N. R.; SILVA, L. G. T.; DA ROCHA, A. M. A.; SAMPAIO, S. M. N. Interação biofísica e do uso da terra na dinâmica da paisagem do município de Capitão Poço, PA, em sistema de informação geográfica. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p.42, 1999.

SILVA, L. M. M.; RODRIGUES, T. D. J. D.; AGUIAR, I. B. D. The effect of light and temperature on the germination of *Myracrodruon urundeuva* Allemão. *Revista Árvore*, v.26, n.6, p.691-697, 2002.

SOUZA, N. S.; DA CONCEIÇÃO, H. E. O.; DA SILVA, M. K. F.; DE OLIVEIRA, L. J. D. S.; DE MELLO, W. J., MAIA, S.; FILHO, M. S. Crescimento e Desenvolvimento de Plantas Jovens de Ipê-Amarelo Submetidas a Diferentes Regimes Hídricos. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*. P.3108-3117, 2019.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de aroeira-pimenteira. *Revista Árvore*, 38: 657-665. 2014.

VIEIRA, C.; WEBER, O. Saturação por Bases no Crescimento e na Nutrição de Mudas de Ipê-Amarelo. *Floresta e Ambiente*, v. 24, p. 1-10, 2017.

Problemas fitossanitários associados à prática de substituição de copa em cajueiro

Autores:

Yago Lourenço de Carvalho

Graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará

Pâmela Brenna Silva Teixeira

Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará

João Victor de Souza Soares

Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará

Celli Rodrigues Muniz

Doutora em Biotecnologia, Analista A da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará

Gabryellen Araújo da Silva

Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará

Antonio Lindemberg Martins Mesquita

Doutor em Ciências Agrônômica, Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará

DOI: 10.58203/Licuri.20968

Como citar este capítulo:

CARVALHO, Yago Lourenço et al. Problemas fitossanitários associados à prática de substituição de copa em cajueiro. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 89-100.

ISBN: 978-65-85562-09-6

Resumo

A técnica da substituição de copa do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) tem sido bastante utilizada nos principais estados produtores de castanha-de-caju, com a finalidade de reduzir o porte das plantas e elevar a produção. Contudo, essa prática tem tornado a planta mais suscetível ao ataque de pragas e doenças. Em função do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a ocorrência de problemas fitossanitários em áreas de substituição de copa do cajueiro. As constatações das ocorrências dos ataques foram feitas em áreas de cajueiro-comum, onde estava sendo realizada a prática de substituição de copa para renovação do pomar durante o segundo semestre de 2021 e primeiro semestre de 2022. Foram identificados quatro agentes de danos principais, a broca-do-tronco do cajueiro *Marshallius anacardii* (Coleoptera: Curculionidae); o besouro-dos-ponteiros *Hilarius sp.* (Coleoptera: Scarabaeidae); a broca-das-pontas, *Anthistarcha binocularis* (Lepidoptera: Gelechiidae) e o fungo *Lasiodiplodia theobromae*, causador da resinose do cajueiro. A broca-do-tronco foi o principal agente fitossanitário responsável pela mortalidade das plantas. A falta de monitoramento constante e de adoção de medidas adequadas de manejo, a prática de substituição de copas do cajueiro pode ficar completamente inviabilizada em áreas de elevada infestação da praga.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale* L., Renovação de Copa, Pragas, Doenças.

INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta nativa do Nordeste brasileiro adaptada às condições semiáridas que se tornou uma importante fonte de renda para os estados da região (SERRANO E PESSOA, 2016). De acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2017 a produção de seu principal produto, a amêndoa da castanha-de-caju (ACC), chegou a 50.602 toneladas em uma área plantada de 208.707 hectares, considerando somente a região Nordeste, a qual concentra mais de 98% da produção.

Os cajueiros-comuns, mais encontrados no Nordeste, podem chegar a uma altura de até 20 m, sendo estes propagados quase exclusivamente por sementes (SERRANO E PESSOA, 2016). O emprego de sementes, porém, resulta em uma acentuada variação genética nas plantas. Aproximadamente 62% das plantas de cajueiro-comum produzem abaixo de quatro kg de castanha por safra, (PARENTE et al.,1993). Essa baixa produtividade dos cajueiros pode ser justificada pelo fato da maioria dos pomares terem sido formados por meio do plantio de sementes ou mudas de pé-franco (MONTENEGRO, 2011).

Devido a esse fator, nos últimos anos a técnica da substituição de copa tem sido bastante utilizada nos principais estados produtores de castanha-de-caju, sendo aplicada em pomares de cajueiros com baixa produtividade e em condições de intenso entrelaçamento das copas, tendo como resultados a redução do porte das plantas e a elevação da produção (MONTENEGRO, 2011).

O processo de substituição de copa em cajueiros inicia-se com decepamento no tronco das plantas, em bisel, a 0,40 m do nível do solo e em uma única etapa (MONTENEGRO, 2002). A partir das novas brotações que surgem no tronco, é realizada a enxertia de propágulos (borbulhas) provenientes de plantas matrizes com características genéticas superiores (BARROS E ROSSETTI, 2016), sendo empregados clones de cajueiro-anão precoce.

O corte drástico do cajueiro, no entanto, resulta em severo enfraquecimento da planta, podendo esta não sobreviver ao processo, a depender das condições em que se encontra. Esse enfraquecimento, ainda, torna a planta mais suscetível ao ataque de

pragas e doenças que potencializam a morte do porta-enxerto ou da planta já enxertada.

Este trabalho, portanto, teve o objetivo de avaliar a ocorrência dos problemas fitossanitários (pragas e doenças) em áreas de substituição de copa em cajueiro.

METODOLOGIA

As constatações das ocorrências dos ataques de pragas e doenças se deram em visita a áreas de cajueiro-comum, onde estava sendo realizada a prática de substituição de copa para renovação do pomar. Foram visitadas áreas nos municípios de Beberibe e Cascavel, CE, no segundo semestre de 2021 e no primeiro 2022. Foi mantido contato com produtores e funcionários para constante avaliação de novos ataques. Amostras de coleobrocas nas fases adulta e larval foram coletadas e trazidas ao Laboratório de Bioimagem da Embrapa Agroindústria Tropical, onde foram submetidas a visualizações em microscopia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados quatro agentes de danos principais, sendo estes: a broca-do-tronco do cajueiro *Marshallius anacardii* (Coleoptera: Curculionidae); o besouro-dos-ponteiros *Hilarianus sp.* (Coleoptera: Scarabaeidae); a broca-das-pontas, *Anthistarcha binocularis* (Lepidoptera: Gelechiidae) e o fungo *Lasiodiplodia theobromae*, causador da resinose do cajueiro. A broca-do-tronco foi a principal causadora de mortalidade das plantas, sendo, portanto, o agente abordado com maior riqueza de detalhes.

Marshallius anacardii - Broca-do-tronco do Cajueiro (Lima, 1979)

Os besouros adultos possuem corpo castanho-escuro, com pontuações amarelas, castanhas e negras, apresentando rostro e pernas avermelhados. Possuem um tamanho de 10 a 12 mm (Figura 1A) (Lima, 1979).

Os insetos adultos possuem hábito noturno, e as fêmeas ovipositam próximo à região do colo. As larvas alimentam-se inicialmente do córtex, fazendo galerias e penetrando no lenho da planta (CARVALHO et al., 1972; MELO E BLEICHER, 1998). A

presença dos orifícios nas plantas, assim como a casca frouxa, esfarinhada e quebradiça, torna-se evidências características da presença do inseto (BARROS et al., 1993). Em microscopia eletrônica de varredura, observou-se que a larva possui aparelho bucal contendo mandíbulas fortes e adaptadas à mastigação do lenho, o que explica os danos severos ocasionados às plantas (Figuras 1C e 1D) (SILVA et al., 2022)

Em plantas com copas substituídas, os sintomas iniciais dos ataques nas brotações enxertadas manifestam-se por uma clorose internervural nas folhas inferiores que evoluem para as folhas superiores. De posse desses sintomas, é possível encontrar as larvas na base das brotações, que variam em número de 1 a 2. Na base da brotação, encontra-se o início das galerias e a massa de tecido vegetal solto com presença de serragem (fezes de larva). Há registro de até 24 larvas por tronco de planta decepada, indicando uma oviposição de mais de uma fêmea na mesma planta (Figura 1B).

Com a progressão dos danos causados pelo ataque, a planta pode começar a apresentar sintomas como exsudação de goma dos ferimentos (Figura 2A), amarelecimento e queda das folhas, levando à morte dos ramos e, por fim, da própria planta (Figura 2B). Devido a esse conjunto de sintomas, o ataque do inseto pode ser confundido com os sintomas causados por infecção do fungo *Lasiodiplodia theobromae*, causador da resinose no cajueiro.

Sendo um inseto com alta capacidade de causar mortalidade da planta, é vital a realização de inspeções constantes na área, a fim de se perceber os sintomas iniciais dos possíveis ataques. Sendo constatada a presença de larvas, elas devem ser retiradas do tronco por meio de escarificação com o objetivo de preservar a planta.

Na área estudada, esses besouros foram inicialmente responsáveis por 7,5% da mortalidade das plantas (Figura 3). A dispersão dos ataques na área ocorre a uma média de 1 planta atacada a cada 15,48 plantas; destas, apenas 12,19% ocorrem de forma sequencial, demonstrando a dispersão não sequencial e aleatória da praga.

No entanto, registros posteriores indicaram mais de 90% de ataque em toda área, havendo necessidade de eliminação das plantas mortas e replantio com mudas enxertadas.

Em novas avaliações recentes realizadas em 200 plantas de copas substituídas na mesma propriedade do município de Beberibe, foi encontrada uma taxa variante de 1 a 3 plantas atacadas a cada 20 plantas, com número variando de 1 a 5 larvas de diferentes idades por planta, indicando que há reinfestação na mesma planta.

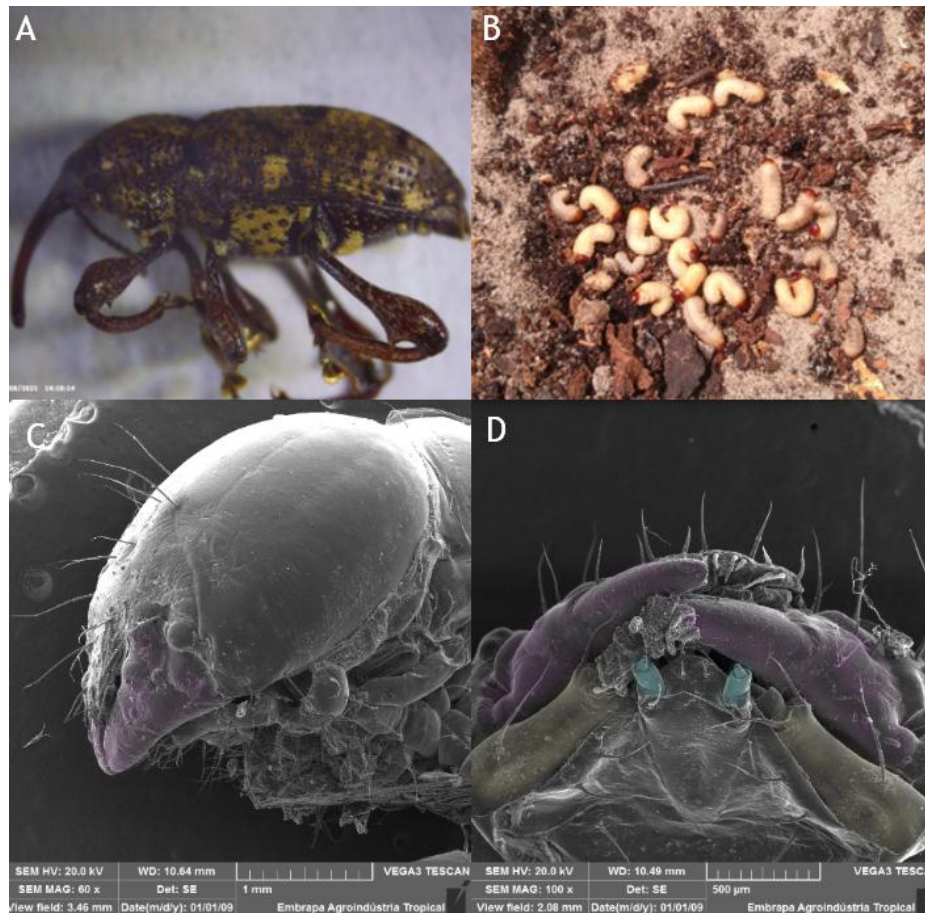


Figura 1A - Adulto de *M. anacardii*. Figura 1B - Larvas de *M. anacardii* encontradas em tronco decepado. 1C - Eletromicrografia da cabeça da larva de *M. anacardii* com detalhe em cor púrpura das mandíbulas de mastigação. 1D - Vista dorso-ventral da da cabeça da larva de *M. anacardii* com detalhe em cor púrpura das mandíbulas de mastigação e palpos em azul. Fonte: Celli Muniz e Antonio Lindemberg Martins Mesquita.



Figura 2. Exsudação de goma dos ferimentos (A) E Planta morta após ataque (B). Fonte: Antonio Lindemberg Martins Mesquita.

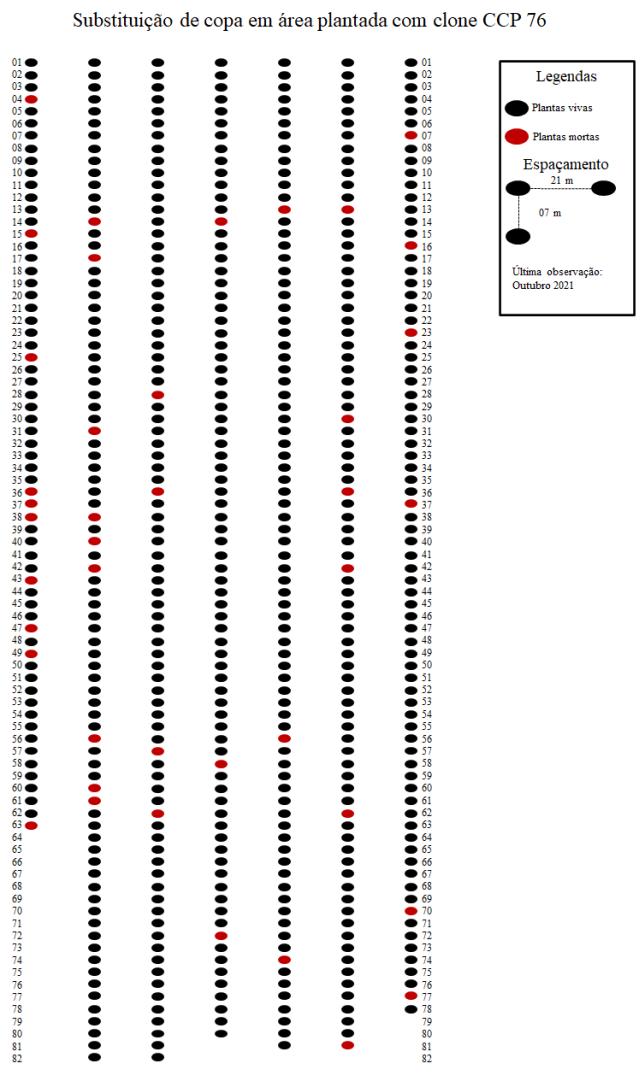


Figura 3. Distribuição inicial do ataque da broca do tronco. Fonte: Autores

Hilarianus sp. - Besouro-dos-ponteiros (Blanchard, 1851)

Os besouros adultos apresentam em média 0.8 cm e possuem coloração amarronzada (MESQUITA et al, 2016.) (Figura 4A). Apresentam hábito noturno e se alimentam dos brotos terminais, deixando uma goma nas partes danificadas (Figura 4B). Em altas infestações, os insetos raspam a casca dos ramos tenros, provocando seu ressecamento. As larvas podem ser encontradas no solo, na base de plantas jovens, principalmente em áreas onde se utiliza cobertura morta de bagana de carnaúba não decomposta (MESQUITA et al, 2016.).

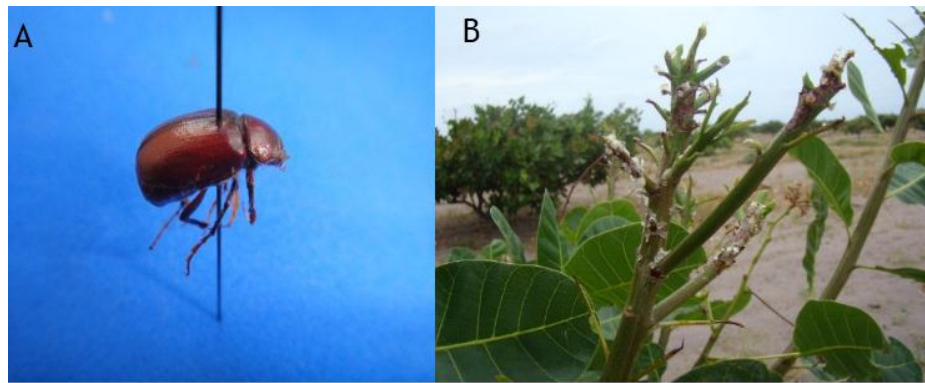


Figura 4. Besouro-dos-ponteiros *Hilarianus sp.* (A) e planta que sofreu ataque de Besouro-dos-ponteiros (B). Fonte: Antonio Lindemberg Martins Mesquita.

Em função do hábito noturno da espécie, o controle da praga tem sido feito por meio do uso de armadilhas luminosas. Não existe inseticida registrado para o controle do inseto.

Na área de estudo, observou-se o ataque do besouro dos ponteiros nas brotações emitidas, sendo controlado com o uso de armadilhas luminosas. Foi registrado o número de insetos capturados em diferentes dias ao longo do mês de novembro de 2021, sendo contabilizado um total de 130 besouros capturados. Cada avaliação corresponde ao total capturado em 3 armadilhas dispostas na área. (Figura 5).

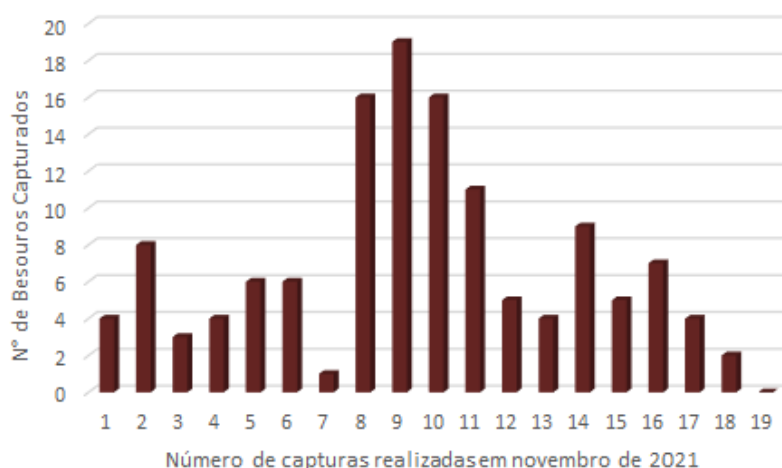


Figura 5. Captura de Besouro-dos-ponteiros por armadilha luminosa durante novembro de 2021.

O adulto, um microlepidóptero de 16 mm de envergadura, possui coloração acinzentada, de asas esbranquiçadas com manchas pretas. As lagartas, de coloração amarelada e cabeça marrom, atingem até 15 mm de comprimento quando bem desenvolvidas (GALLO, 2002; MESQUITA et al, 2016).

A postura dos ovos é feita nas brotações novas e, após a eclosão, as lagartas penetram no tecido tenro e se movem em direção ao centro do ramo, formando galerias e completando a fase de pupa no interior do ramo atacado (MESQUITA et al, 2016). (Figura 6A).

O sintoma de ataque é a murcha, seguida de seca do ramo (MESQUITA et al, 2016). (Figura 6B). O controle dessa praga em cajueiro com copa substituída deve ser realizado com o uso de inseticidas, quando observados os primeiros indícios de danos (MESQUITA et al, 2022). Os inseticidas registrados para *A. binocularis* são baseados em formulações de Deltametrina (piretroide) e Espinotram (espinosinas) (AGROFIT, 2022). Também pode ser realizado o controle cultural por meio da poda dos ramos atacados, seguido da queima ou enterro desses ramos (MESQUITA et al, 2022).



Figura 6. Larva de Broca-das-pontas e galeria em ramo de cajueiro (A). Seca do ramo causada por ataque de Broca-das-pontas (B). Fonte: Antonio Lindemberg Martins Mesquita.

Resinose do Cajueiro - *Lasiodiplodia theobromae* (Patouillard) Griffon & Maublanc (Sutton, 1980)

O agente causal, *L. theobromae*, possui capacidade de sobreviver endofiticamente (sem causar nenhum sintoma) em tecidos de cajueiro, sendo a infecção induzida pelo estresse da planta (CARDOSO et al., 2009).

Os sintomas da resinose se caracterizam pelo intumescimento dos tecidos do tronco e dos ramos lenhosos, que, eventualmente, racham e exsudam goma, assumindo aspecto de cancro. Internamente, é observado o escurecimento dos tecidos, que atinge a região cortical e o câmbio vascular (BEZERRA et al., 2003). O progresso da doença causa o bloqueio da seiva e amarelecimento da folhagem, tornando a planta mais vulnerável ao estresse hídrico, chegando a ocorrer morte descendente da planta (CARDOSO et al., 2009).

A característica destrutiva e oportunista da fitomoléstia, associada às condições existentes no semiárido, como o estresse hídrico e a ocorrência de coleobrocas do tronco e das raízes, tornam as plantas altamente vulneráveis à doença (CARDOSO et al., 2009). Observações recentes indicam que há a presença de esporos do fungo em *M. anacardii*, podendo o inseto atuar como vetor do patógeno, mas esses indícios estão em fase de confirmação. A exsudação de goma por plantas já infestadas pela doença pode também resultar em atração do inseto.

O controle dessa fitodoença deve ser realizado de modo a evitar a entrada e/ou propagação no pomar. Os garfos ou borbulhas devem ser obtidos de plantas saudáveis, livres de resinose, e pulverizados sistematicamente com fungicidas sistêmicos (CARDOSO et al., 2009). A eliminação de ramos e árvores doentes deve ser feita logo após a colheita, devendo as lâminas dos instrumentos serem desinfetadas com solução de hipoclorito de sódio (CARDOSO et al., 2009). Em se tratando de resistência, o clone Embrapa 51 é recomendado para a exploração da castanha em plantios comerciais no semiárido brasileiro (CARDOSO et al., 2007).

CONCLUSÕES

A broca-do-tronco foi a principal causadora de danos econômicos nas áreas estudadas, causando alta mortalidade das plantas. Sua incidência ocorreu em todas as áreas de substituição de copa acompanhadas pelo estudo, sendo sua dispersão imprevisível, ocorrendo de forma aleatória e não sequencial nas linhas de plantas.

Considerando-se a alta probabilidade de ataque em novas áreas de substituição de copa, é indispensável um monitoramento constante das áreas com o objetivo de identificar possíveis ataques do inseto. Sendo constatada a presença da larva, deve-se proceder com a raspagem e escarificação da planta para retirada dos insetos presentes.

A ocorrência da doença resinose associada às condições existentes no semiárido, como o estresse hídrico e a ocorrência de coleobrocas do tronco e das raízes, tornam as plantas altamente vulneráveis à fitomoléstia. Observações recentes indicam que há a presença de esporos do fungo em *M. anacardii*, podendo o inseto atuar como vetor do patógeno. A exsudação de goma por plantas já infestadas pela doença pode também resultar em atração do inseto.

Com exceção da broca-das-pontas, há falta de registro de produtos químicos para os problemas fitossanitários citados, incluindo a broca-do-ronco. A falta de produtos registrados dificulta o manejo dessas fitomoléstias, tornando necessários mais estudos sobre o manejo das pragas e doenças citadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Analista da Embrapa Agroindústria Tropical José Cesamildo Cruz Magalhães pelas sugestões e pelo apoio na elaboração deste artigo.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. *Sistemas de agrotóxicos fitossanitários*. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 19/06/2022.

BARROS, L. M.; PIMENTEL, C. R. M.; CORREA, M. P. F.; MESQUITA, A. L. M. *Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro-anão-precoce*. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1993. 65 p. (EMBRAPA - CNPAT, Circular Técnica, 1).

BARROS, L. M.; ROSSETTI, A. G. *Sistema de produção do caju: Substituição de copas em cajueiros*. 2ª ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016.

BEZERRA, M. A.; CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. D.; VIDAL, J. C.; ALENCAR, E. D. S. *Efeito da resinose na fotossíntese do cajueiro-anão precoce*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003.

CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P.; BEZERRA, M. A.; DE SOUSA, T. R. M.; CYSNE, A. Q.; FARIAS, F. C. *Transmissão de Lasiodiplodia theobromae, agente da resinose em propágulos de cajueiro*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 34).

CARDOSO, J. E.; VIANA, F. M. P.; CYSNE, A. Q.; FARIAS, F. C.; DE SOUSA, R. N. M. *Clone Embrapa 51: uma alternativa para resistênica à resinose-do-cajueiro*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 130).

CARDOSO, J. E.; VIANA, F.; FREIRE, F.; CYSNE, A.; FARIAS, F.; CAVALCANTI, J. *Manejo da resinose do cajueiro*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical 2009. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 154).

CARVALHO, M. B.; ARRUDA, E. C.; OLIVEIRA, M. H. C. C. de. *Marshallius* sp. (Coleoptera: Curculionidae), nova praga do cajueiro no município de Gravatá, Pernambuco. *Anais do Instituto de Ciências Biológicas*, v. 2, n. 2, p. 7-12, 1972.

GALLO, D. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Agropecuário de 2017: Resultados definitivos, agricultura*. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html. Acesso em: 18 maio 2022.

LIMA, V. C. A. Contribuição ao estudo de *Marshallius anacardii* sp. nova praga do cajueiro em Pernambuco (Coleoptera, Curculionidae). *Anais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife*, v. 4, p. 115-148, 1979.

MELO, Q. M. S.; BLEICHER, E. *Pragas do cajueiro*. In: BRAGA SOBRINHO, R.; CARDOSO, J. E.; FREIRE, F. das C. O. (Ed.). *Pragas das fruteiras tropicais de importância agroindustrial*. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1998. Cap. 4, p.53-79.

MESQUITA, A. L. M.; DIAS-PINI, N. S.; BRAGA SOBRINHO, R. *Sistema de produção do caju: Pragas do cajueiro*. 2. ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016.

MESQUITA, A. L. M.; MOTA, M. do S. C. de S.; SOUZA, R. N. M. de; BRAGA SOBRINHO, R. Inseticidas registrados para controle de pragas do cajueiro e sugestões de manejo. In: SEABRA, G. (Org.). *Educação ambiental: uso, manejo e gestão dos recursos naturais*. Italutaba: Barlavento, 2022. p. 97-106, livro 2. Disponível em: <https://www.cnea.com.br/publicacoes>. Acesso em: 24 fev. 2022.

MONTENEGRO, A. A. T. Substituição de Copa. In: BARROS, L. de M. *Caju Produção: aspectos técnicos*. Brasília, DF: Informação Tecnológica; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. p. 108 - 114.

MONTENEGRO, A. A. T. *Substituição de Copa de Plantas de Cajueiro Comum de Diferentes Idades*. 2011. 111 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

PARENTE, J. I. G.; BUENO, D. M.; CORRÊA, M. P. F.; MONTENEGRO, A. A. T. *Rejuvenescimento de cajueiro adulto pela substituição de copa via enxertia*. Fortaleza: Embrapa - CNPAT, 1993. 4p. (Embrapa - CNPAT. Comunicado técnico, 05)

SERRANO, L. A. P.; PESSOA, P. F. A. P. *Sistema de produção do caju: Aspectos econômicos da cultura do cajueiro*. 2. ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016.

SILVA, J.A.; DUARTE, P.M.; MUNIZ, C.R.; RODRIGUES, S.M.M.; DIAS-PINI, N.S.; MESQUITA, A.L.M.; MARTINS, M.V.V. Preliminary Morphological Characterization of the Oral Apparatus of Larvae of *Marshallius anacardii* (Coleoptera - Curculionidae) by Scanning Electron Microscopy (SEM). In: *Simpósio SBMM de Ciências da Vida*, Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2022.

Impactos da guerra entre a Rússia e a Ucrânia no trigo brasileiro

Autores:

Maísa Santos Joaquim

Doutora em Economia Florestal, Professora da Universidade de Brasília, Brasília

Raiane Vieira Penha

Gestora de Agronegócios

Janaína Santos do Vale

Publicitária com Pós-Graduação em Cosméticos Naturais

Álvaro Nogueira de Souza

Professor da Universidade de Brasília

Jaim José da Silva Júnior

Professor da Universidade de Brasília

Moisés Eduardo Santos Botelho

Discente em Engenharia Agrônômica, Universidade de Brasília

DOI: 10.58203/Licuri.20969

Como citar este capítulo:

JOAQUIM, Maísa Santos et al. Impactos da guerra entre a Rússia e a Ucrânia no trigo brasileiro. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 101-116.

ISBN: 978-65-85562-09-6

Resumo

O objetivo desse estudo analisar como a guerra entre a Ucrânia e a Rússia afetou diretamente e indiretamente o agronegócio brasileiro e se tornou responsável pelas mudanças na exportação, importação e nos preços dos produtos consumidos pelos brasileiros. Foi aplicado a metodologia do estudo de cenário, matriz de risco, com análise qualitativa de riscos através do método mensurável que ajuda a representar a probabilidade e o impacto dos riscos. E concluiu-se que a guerra teve impactos positivos e negativos no Brasil, como a possibilidade de aumentar a exportação, mas também o aumento no preço dos produtos para o consumidor final, principalmente nos agronegócios. Ao falar dos fertilizantes a preocupação se tratava da produção, logística e possível escassez do produto e consequentemente o aumento do preço, preocupação essa que já existia desde 2020, mas se agravou após o início da Guerra. O fertilizante está ligado diretamente com a produção do trigo, gerando uma cadeia de consequências negativas caso as exportações fossem prejudicadas. Portanto com o início da Guerra, houve uma diminuição da oferta devido a sanções que prejudicaram a Rússia e na produção da Ucrânia, que juntos são responsáveis por 30% das exportações, aumentando assim o interesse do Brasil em exportar.

Palavras-chave: Agronegócios. Riscos. Mercado.

INTRODUÇÃO

A Ucrânia é o segundo maior país em área da Europa depois da Rússia, que faz fronteira a leste e nordeste. Também faz fronteira com a Bielorrússia ao norte; Polônia, Eslováquia e Hungria a oeste; Romênia e Moldávia ao sul; e tem um litoral ao longo do mar de Azov e do mar Negro, de acordo com Da Silva (2022). Abrange uma área de 603.628 km², em 2021 tinha cerca de 41,5 milhões habitantes, o oitavo país mais populoso da Europa. A capital e a maior cidade do país é Kiev.

A Rússia é um país localizado no norte da Eurásia, com área de 17.075.400 km², é o maior país do planeta, cobrindo mais de um nono da superfície terrestre. É também o nono país mais populoso, com 142 milhões de habitantes e faz fronteira com os seguintes países: Noruega, Finlândia, Estônia, Letônia, Lituânia e Polônia, Bielorrússia, Ucrânia, Geórgia, Azerbaijão, Cazaquistão, China, Mongólia e Coreia do Norte (DALLAGNEZZE, 2022). Também tem fronteiras marítimas com o Japão, pelo Mar de Okhotsk, e com os Estados Unidos, pelo Estreito de Bering.

O Brasil é o maior país da América do Sul, sendo o quinto maior do mundo em área territorial (equivalente a 47,3% do território sul-americano), e o sexto em população (com mais de 213 milhões de habitantes), está entre os maiores produtores e consumidores de alimentos (FAZCOMEX, 2022).

Tanto a Rússia quanto a Ucrânia estão a milhares de quilômetros do Brasil, 14.442 e 10.680 quilômetros, consecutivamente. No entanto, essa distância nunca foi empecilho para transações comerciais entre os três países. Acontece que, em 24 de fevereiro, iniciou-se uma guerra entre Rússia e Ucrânia, e mesmo com tamanha distância e importância individual de cada país, houve consequências ruins para o Brasil, por serem países que produzem e fornecem matéria-prima para atividade dos Agronegócios.

Considerando que o mundo está inserido em uma economia globalizada, em um processo econômico e social que estabelece a integração entre países e pessoas e, com isso, empresas, países e instituições realizam trocas financeiras, culturais e comerciais sem restrições ideológicas, a diversificação e variedade comercial é essencial para manutenção da economia.

De acordo com um levantamento feito em maio de 2022 pelo CEPEA (2023), mostra que o preço do trigo no Brasil disparou 130% entre janeiro de 2020 e abril de 2022, o que demonstra a alta sofrida com o início do conflito.

Porém, essa alteração não é exclusiva da guerra entre esses dois países, outros conflitos também geraram mudanças no agronegócio brasileiro em outro período, como por exemplo, a guerra do Afeganistão que se encerrou em agosto de 2021 e a guerra Irã-Iraque que finalizou em 1988.

Os riscos oriundos de conflitos ou guerras afetam todas as áreas da economia mundial e, ainda, é desconhecido a abrangência dos danos causados pela guerra da Rússia e Ucrânia para o Agronegócio no mundo, principalmente no Brasil.

Com a aplicação da matriz de risco, é possível identificar, comparar e justificar as mudanças nas variáveis que impactam a oferta, demanda e preço de determinados produtos brasileiros que dependem, diretamente, de insumos produzidos por países que estão envolvidos em algum tipo de conflito ou guerra, independentemente do local e dos motivos.

A essência da gestão do risco não está em evitá-lo ou eliminá-lo, mas em decidir quais os riscos a explorar, quais os riscos a repassar aos investidores, e quais os que se deve evitar ou afastar como estratégia de hedge (DAMODARAN, 2009).

O tema deste estudo trata de um assunto que perpassa a linha do tempo e se mantém atual, pois, existem grandes possibilidades de recorrência no futuro. Desta forma, buscou compreender como guerras externas, em especial a guerra na Ucrânia, pode afetar o agronegócio brasileiro e assim, evitar impactos futuros no preço ou na escassez em produtos como trigo.

O objetivo geral foi analisar, com a aplicação da matriz de risco, como a guerra entre a Ucrânia e a Rússia afetou diretamente e indiretamente o agronegócio brasileiro e se tornou responsável pelas mudanças na exportação, importação e nos preços dos produtos consumidos pelos brasileiros.

METODOLOGIA

Esse estudo tem caráter descritivo e exploratório, por meio de revisão bibliográfica sobre guerras relacionadas com os países Irã e o Iraque, no Afeganistão, a

fim de entender e descrever as variáveis que impactaram o Agronegócio devido ao conflito entre Rússia e Ucrânia.

Como se trata de uma técnica de pesquisa qualitativa, os dados foram tratados usando a análise do conteúdo e a triangulação. De acordo com Martins (2006), a triangulação é a combinação de diversas fontes de coleta de dados qualitativos e o uso de diferentes técnicas de análise destes dados para aumentar a confiabilidade do estudo de caso. Isso proporciona uma descrição mais detalhada do evento estudado e limita os vieses pessoais e metodológicos quando é usado apenas uma única fonte de dados e único método de análise.

Desta forma, a finalidade desse trabalho é compreender os efeitos causados pela Guerra entre a Rússia e a Ucrânia no Brasil na cultura do trigo.

Seguindo a metodologia de Sanches, Moreira e Fontanini (2020); Padoveze e Bertolucci (2013), foi realizada uma análise qualitativa, pois, não havia como atribuir valores objetivos para as probabilidades de ocorrência e impactos financeiros dos riscos, e a uma classificação em classes (DAMODARAN, 2009):

I) Probabilidade de ocorrência - 1. Baixa: a ocorrência do risco pode ser considerada improvável ou reduzida em um determinado período, face ao raro ou nenhum registro da sua ocorrência. 2. Média: existe uma probabilidade moderada de ocorrência, podendo ocorrer mais de uma vez em um determinado período, logo o risco é possível. 3. Alta: o risco é iminente ou provável porque sua ocorrência é frequente em determinado período.

II) Impacto (efeito) - 1. Baixo: o impacto do risco é irrelevante para a organização, tanto em termos de custo, quanto de prazos, podendo ser solucionado ou aceito (passivamente), não demandando o planejamento de respostas. 2. Médio: o impacto do evento de risco é moderado e necessita de um gerenciamento mais acurado, sob pena de prejudicar os resultados do negócio e/ou seus objetivos operacionais e estratégicos. 3. Alto: o impacto do evento de risco é elevado e, no caso de não existir uma interferência direta, imediata e precisa, os resultados do negócio e/ou seus objetivos operacionais e estratégicos serão seriamente comprometidos.

De acordo com o Wideman (1992), o processo da análise qualitativa tem como objetivo melhorar o entendimento do projeto como um todo, através do questionamento do que poderá acontecer, identificar alternativas viáveis, fazer com que as incertezas e

os riscos sejam adequadamente considerados e sistematicamente revistos, podendo, assim, estabelecer as implicações sobre os objetivos do projeto.

Ao final da análise é possível obter uma grande quantidade de informações para futuras tomadas de decisão, melhoria na comunicação (stakeholders), confiança de que as incertezas e os riscos foram analisados e redução da probabilidade de um baixo desempenho do projeto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis de risco, que impactam o Agronegócio considerando conflitos e/ou guerras anteriores à guerra entre Rússia e Ucrânia, identificadas foram: fontes geradoras de energia para escoamento da produção e insumos para produção agrícola de espécies da base alimentícia.

Partindo dessa identificação e, considerando a guerra entre Rússia e Ucrânia, com suas devidas analogias, as variáveis definidas para a aplicação da metodologia foram: fertilizante, trigo - Juntas, Rússia e Ucrânia produzem 14% do trigo no mundo e fornecem 29% de todas as exportações do cereal (ILHA, 2023) - e petróleo.

Os cenários apresentados pelo diagnóstico, mostrou que as formas de cultivo evoluíram e seguiram a tendência imposta pela realidade e condições de uma determinada época, ao longo do tempo. Além de, se adequarem à demanda e oferta, tanto de insumos para a produção da matéria-prima, quanto para o consumo ao final da cadeia produtiva, obedecendo as leis de mercado.

No Brasil, o agronegócio foi responsável por 25% do PIB em 2022, de acordo com o CEPEA (2023). Esses dados demonstram a importância do Agronegócio para a balança comercial do Brasil e o quanto o país está comprometido em investir em tecnologia para se manter entre os maiores exportadores mundiais de alimentos e fibras.

Uma variável que impacta, diretamente, no valor final das *comodities* é outra *comoditie*, o petróleo. No entanto, de acordo com Finotti (2012), o Brasil passou a ser considerado autossuficiente, desde antes de 2006, em petróleo, o que significa dizer que a produção do recurso supera o consumo, por dia, o país fabrica 3 milhões de barris, mas compra do exterior 170 mil barris por dia em derivados do petróleo. Esse fato, contribui para que o Agronegócio brasileiro minimize os riscos envolvidos na atividade.

O agronegócio brasileiro tem crescido, se tornando uma das potências mundiais e grande produtor e exportador de diferentes produtos. Porém, nem sempre foi um país com tamanha importância no setor e um dos fatores que impulsionou essa mudança foi a modernização da produção agrícola.

Desta forma, ao analisar a balança comercial brasileira, nota-se que os produtos agrícolas exportados contribuem para o saldo prevalecer positivo.

Em 2015 e 2016, o país obteve saldo positivo de US\$ 75,1 bilhões de dólares e de US\$ 71,3 bilhões de dólares, respectivamente. Além disso, o saldo total da balança comercial brasileira fechou com um superávit de US\$ 48,0 bilhões de dólares, melhor resultado obtido desde 1980 (DEAGRO, 2017).

Já em 2021, a balança comercial do agronegócio brasileiro apresentou um superávit de US\$ de 105,1 bilhões (IPEA, 2022), 19,8% acima do verificado em 2020, impulsionada pela alta dos preços internacionais das commodities. Destaca-se a relevância do Brasil no fornecimento de várias commodities, como açúcar, soja, carnes e café. Enquanto a balança comercial total (com produtos de todos os setores), apresentou superávit de US\$ 61,2 bilhões, a balança comercial dos demais setores registrou déficit de US\$ 43,8 bilhões (CEPEA, 2023).

O superávit é registrado quando as exportações superam as importações. Quando acontece o contrário, isto é, as importações superam as exportações, o resultado é de déficit.

A produção de grãos, por exemplo, era de 38 milhões de toneladas e passou para 236 milhões (PAM/MAPA, 2022) e, de acordo com cálculos do Cepea, em 2020 o segmento alcançou participação de 26,6% no Produto Interno Bruto brasileiro, contra 20,5% em 2019. Em 1970, a participação do agro no PIB era de 7,5%.

O avanço do setor é evidente quando se compara o crescimento da produção em relação à área ocupada pelo agribusiness. Basta conferir o rendimento médio (quilos por hectare) das lavouras de arroz, feijão, milho, soja e trigo, entre a década de 70 e os anos 2000 (IBGE, 2023).

Destaque para os aumentos de rendimento de 346% para o trigo, de 317% para o arroz e de 270% para o milho, segundo a Embrapa (2022).

O Brasil é o terceiro maior produtor de alimentos do mundo, ficando atrás apenas da China e dos EUA, e exportou alimentos, só em 2020, para mais de 180 países, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA, 2022).

Considerando a variável agrícola trigo, de acordo com a EMBRAPA Trigo (2022), a cultura representa 30% da produção mundial de grãos, sendo o segundo grão mais consumido pela humanidade e, o Brasil é o 8º maior importador do mundo. Nos últimos cinco anos, a produção brasileira cresceu 76% e os resultados de 2022 mostram a maior safra de trigo da história do Brasil, chegando aos 9,5 milhões de toneladas de grãos (IBGE/PAM, 2023).

Os dados apontam para um aumento, tanto na produção quanto no consumo (CONAB, 2023), mostrando que há espaço para a cultura crescer no Brasil, diminuindo, assim, a dependência dos países produtores, conseqüentemente, o impacto no preço ao consumidor.

O Brasil tem área com potencial para produzir 12 milhões de toneladas de trigo, considerando apenas a área que já é cultivada com grãos no país ABITRIGO, 2023).

Em 2021, o agronegócio brasileiro exportou US\$ 120,59 bilhões, responsabilizando-se por nada menos do que 40,6% das vendas externas do País. Mais um resultado que consolidou a imagem do Brasil como potencial celeiro do mundo.

Portanto, é possível analisar os impactos da Guerra dentro do Brasil afim de possibilitar a elaboração de um projeto que preveja tais conseqüências com possíveis conflitos futuros.

De acordo com ANP (2022), o conflito entre Rússia e Ucrânia aumentou o preço do petróleo no mercado internacional, o que provocou nova alta dos combustíveis no Brasil e pressionou ainda mais a inflação. Por outro lado, os produtos agrícolas do país se valorizaram, uma conseqüência da diminuição da produção, devido à escassez da oferta dos insumos provenientes dos países em conflito, causando a diminuição da oferta.

Houve também um ingresso de dólares de investidores externos, desde o início da guerra, uma vez que o mercado russo se fechou, e com isso o preço do dólar, a relação real-dólar caiu muito, praticamente voltando aos patamares do início de 2020. Ou seja, houve conseqüências negativas e positivas.

Ao falar dos fertilizantes, em apenas uma semana a guerra elevou em até 5,8% nos preços das principais matérias-primas fontes de nitrogênio, fosforo e potássio (DA

SILVA e SILVA, 2023). Antes do início da guerra os preços já estavam elevados, porém, a tendência era de uma situação mais estável a partir do segundo semestre de 2022 e um recuo das cotações no mercado internacional.

De acordo com o Ministério da Agricultura (BRASIL, 2022), em março, o Brasil ainda não sofreria o risco do desabastecimento, pois o estoque do mercado interno seria o suficiente para o próximo plantio de verão. Portanto, o grande problema está na elevação dos preços ao produtor e conseqüentemente ao consumidor final.

Marcinik (2022) afirma que o Brasil produzia cerca de 15% dos fertilizantes, mas devido à falta de incentivos e de uma estrutura adequada, não consegue concorrer em preço com os fertilizantes importados, o que deixa o país “refém” de um insumo primordial para a manutenção de um dos principais pilares da economia, o Agronegócio.

No ano de 2021, a Rússia foi responsável por 23% das importações do Brasil, seguida da China, com 15%. Isso gera uma preocupação, pois, a China vem se movimentando com o intuito de garantir o abastecimento e estabilizar as cotações do seu mercado interno, podendo assim, restringir as exportações de excedentes para outros países.

Apesar do Ministério da Agricultura tranquilizar os agricultores quanto ao estoque de fertilizantes, o início da guerra não deixou de causar preocupação em produtores que eram e continuam dependentes desse insumo. Acontece que, a Rússia é o maior fornecedor do Brasil desse produto, e uma guerra prolongada pode causar grandes danos, pois a produção depende desses produtos. Desta forma, a preocupação é consequência de uma projeção de longo prazo.

Por outro lado, há de se pensar e planejar o aumento da produção de fertilizantes no Brasil, pois, há demanda crescente e escassez do produto no mercado, cenário promissor para o investidor.

O desabastecimento desse produto, por exemplo, já provocou o aumento do preço de insumos no ano de 2022, a alta foi de 185% no cloreto de potássio, 138% na ureia e 103% no fosfato monoamônico, segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2023).

Analisando a correlação e dependência das variáveis, pode-se afirmar que o aumento do custo de produção, a redução da margem de lucro do agricultor e, conseqüentemente, o repasse desses aumentos para a mesa do consumidor, impactará, negativamente, nas taxas de inflação .

No início da guerra, a ministra da Agricultura, Tereza Cristina, viajou à Rússia para tentar assegurar o fornecimento ao Brasil, recebendo garantias do governo. Mas os preços continuaram voláteis devido, por exemplo, à interrupção do escoamento pelos portos do Mar Negro.

Anteriormente, foi explicado sobre as sanções impostas à Rússia pelos países da Europa e os EUA, as quais são responsáveis por tornar ainda mais instável o fornecimento.

Porém, não é apenas a Rússia que sofre com as sanções, a Bielorrússia, outro importante fornecedor de fertilizantes para o Brasil, no caso dos potássicos, também está sujeita as consequências dessas sanções e de outras desde agosto de 2020, a partir da contestada recondução de Aleksandr Lukashenko ao poder.

A Bielorrússia é responsável por 20% das exportações mundiais e o terceiro maior produtor de potássio, mas enfrenta dificuldades devido ao fechamento de portos europeus (AMCHAM, 2022).

Em fevereiro de 2021, o fertilizante era vendido por US\$ 300. Após um ano, houve um aumento de 183%, no qual em fevereiro de 2022 passou a custar US\$ 850. Porém, no final de março, um mês após a explosão da guerra, o valor passou para US\$ 1,1 por tonelada (FERNANDES, 2023).

Outro dado de acordo com o Portal da Indústria (2021) é relacionado com a quantidade comprada da Rússia pelo Brasil, que são 20% dos nitrogenados, 28% dos potássicos e 15% dos fosfatados.

Segundo Guitarra (2022) a Ucrânia e Rússia são responsáveis por 30% das exportações mundiais do trigo e com a guerra os embarques desse produto foram suspensos, prejudicando a oferta do cereal no Brasil.

A ABIMAPI (2022) afirmou que os preços de produtos derivados do trigo iriam subir. Isso acontece porque aquela é uma região que tem grande parte do trigo que é fornecida, em termos globais, e a sua ausência no mercado acabou fazendo com que os compradores acabassem buscando alternativas para o seu abastecimento, possibilitando o aumento na cotação pela diminuição da oferta.

No mês de março de 2022, vinte dias após o início do confronto, as cotações do trigo subiram cerca de 40%, atingindo o maior valor dos últimos 13 anos. Na bolsa de

Chicago chegava a US\$ 415 por tonelada - no começo do ano, o valor girava em torno de US\$ 250.

De acordo com o analista da Embrapa e doutor em administração, Álvaro Dossa (EMBRAPA Trigo, 2022) os ucranianos devem levar 2 anos para retomar sua produção e a Rússia, com as sanções impostas pelos EUA e seus aliados, não conseguem receber o dinheiro, o que afeta a compra de produtos russos. Não há, neste momento, perspectiva de quando o problema será resolvido.

O Brasil importa entre 50% e 60% do trigo consumido pelo mercado interno: dos 12 milhões de toneladas consumidos anualmente, a produção brasileira do produto varia entre 5 e 6 milhões de toneladas (ILHA, 2023).

Dentro desse valor, 85% são originários de um único país, a Argentina. Mas existem outros, como EUA e de outros países do Mercosul, como Paraguai e Uruguai. Por isso, diferente da situação do fertilizante, o trigo não é afetado no preço devido à logística, fechamento dos portos e não produção da Ucrânia, mas devido ao custo no mercado internacional. Muita demanda e pouca oferta.

Entre fevereiro até maio 2022, o preço do trigo passou de US\$ 7 para mais de US\$ 11 por buchel, em um pico. Porém, o preço em julho, do mesmo ano, voltou a recuar (US\$ 8 por buchel) e o movimento de oferta e demanda, importação e exportação também, o que diminui o interesse do Brasil em exportar (FERREIRA, 2022).

Isso, pois, está exportando muito mais e conseqüentemente, tem a necessidade de importar para suprir as demandas internas. Os dados estão relacionados até o mês de junho.

Na Tabela 1 é possível fazer um comparativo de média, variação, maior e menor preço médio do trigo no Paraná de acordo com o CEPEA, entre 22 de fevereiro até 31 de julho, contextualizando com o período pré-pandemia, durante pós-pandemia e pós início da guerra na Ucrânia.

É possível notar a crescente no preço. No início da pandemia, o maior preço alcançado superou o valor de 2019, porém, a média do preço é menor, com uma grande variação entre o máximo e o mínimo.

Contudo em 2022, o preço atingiu o seu pico com um valor de 452,50 dólares, mas também apresentou a maior variação dentro dos 4 anos. Isso é consequência da oferta e demanda, exportação e importação, explicada anteriormente.

Tabela 1. Análise dos preços do trigo entre 2019-2022.

Ano	2019	2020	2021	2022
Média	235,735	230,98	300,06	370,29
Maior	242,31	259,31	321,06	452,59
Menor	212,32	197,72	260,58	334,7
Variação	29,99	61,59	60,48	117,89

Fonte: Elaborada pela autora. CEPEA, 2022.

Ao falarmos dos fertilizantes, foi possível notar o tamanho da instabilidade e da preocupação, maior, inclusive, do que em relação ao trigo. Isso, pois, o Brasil importa muito fertilizante dos países que estão em conflito, diferente do trigo.

Porém, a preocupação do fertilizante afeta diretamente o trigo no Brasil, pois a dependência desse produto irá aumentar o custo da produção interna.

Através da metodologia utilizada é possível a construção de uma matriz de risco para identificar a probabilidade e os impactos do aumento do preço ou escassez do trigo, petróleo e fertilizante. Tal metodologia possibilitou combinar as informações qualitativas das variáveis, e determinar a probabilidade dos riscos como baixa, média e alta.

Na montagem da matriz, na tabela 2, foi determinado o risco de escassez, pois, é a principal consequência da guerra.

Tabela 2. Matriz de riscos de escassez Fertilizante, Petróleo e Trigo

Probabilidade	Ameaça	Ameaça	Ameaça	Ameaça	Ameaça
90%	Média	Média	Alta	Alta	Alta
70%	Baixa	Média	Média	Aumento do fertilizante/ petróleo/ trigo	Alta
50%	Baixa	Baixa	Média	Alta	Escassez do fertilizante
30%	Baixa	Baixa	Média	Média	Alta
10%	Baixa	Baixa	Baixa	Escassez do trigo	Escassez do petróleo
Impacto	Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto

Ao analisar a matriz é possível pressupor que no contexto da Guerra entre a Rússia e Ucrânia, a probabilidade do aumento no preço do trigo é alta, entre 70% e 90%, devido à escassez dos insumos necessários para a sua produção e escoamento. Porém, uma

provável escassez possui uma probabilidade baixa, cerca de 10 a 30%, isso se deve às possibilidades e oportunidades de cultivo do trigo, de refinamento do petróleo e, da exploração e produção de fertilizantes no Brasil.

Caso ocorra o aumento do preço dos insumos produtivos, consequência da escassez, o impacto para os produtores e consumidores, de acordo com a matriz é alto, pois, as duas variáveis combinadas, impactam diretamente no custo de produção, acarretando o aumento no preço final.

CONCLUSÕES

Com o início do conflito entre Rússia e Ucrânia, houve alterações positivas e negativas no agronegócio brasileiro também.

Ao falar dos fertilizantes a preocupação se tratava da produção, logística e possível escassez do produto e conseqüentemente o aumento do preço, preocupação essa que já existia desde 2020, mas se agravou após o início da Guerra. O fertilizante está ligado diretamente com a produção do trigo, gerando uma cadeia de conseqüências negativas caso as exportações fossem prejudicadas.

Diferente do fertilizante, o trigo foi, de certa forma, afetado positivamente quando se trata do produtor, pois, houve uma diminuição da oferta devido a sanções que prejudicaram a Rússia e na produção da Ucrânia, que juntos, são responsáveis por 30% das exportações, aumentando, assim, o interesse do Brasil em exportar.

Portanto, pode-se concluir que, assim como na pandemia, a guerra teve impactos positivos e negativos no Brasil. Mas, vale ressaltar que os dados são referentes à três produtos específicos até julho de 2022, pois, ao se tratar das questões humanas as perdas são enormes e incalculáveis e, ainda, não houve o fim da Guerra.

REFERÊNCIAS

DA SILVA, Bruno Gonçalves. Uma análise dos assuntos civis na guerra da Rússia e Ucrânia-a influência dos corredores humanitários para as operações. **Revista do Exército Brasileiro**, v. 158, n. 2, 2022.

DELLAGNEZZE, René. O CONFLITO RÚSSIA E A UCRÂNIA. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, p. 12-79, 2022.

ELIAS, Denise. Agronegócio e novas regionalizações no Brasil. Disponível em: <https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/400/376> Acesso em: 6 de agosto de 2022

ELIAS, Denise; PEQUENO, Renato. Desigualdades socioespaciais nas cidades do agronegócio. Disponível em: <https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/168/152> Acesso em: 12 de agosto de 2022.

FINOTTI, Danielli Tenis et al. Da dependência a autossuficiência do petróleo brasileiro. In: *FAE-Administração LFE Comércio Exterior*. 2012.

COMO A GUERRA ENTRE RÚSSIA E UCRÂNIA AFETA O AGRO DO BRASIL, 2022. Globo Rural. Disponível em: <https://globorural.globo.com/Noticias/Economia/noticia/2022/03/como-guerra-entre-russia-e-ucrania-afeta-o-comercio-agro-do-brasil-entenda.html?status=500> Acesso em: 08 de setembro de 2022.

GLOBALIZAÇÃO NO BRASIL, 2019. Diário financeiro. Disponível em: <https://www.dicionariofinanceiro.com/globalizacao-no-brasil/> Acesso em: 12 de setembro de 2022.

OS EFEITOS DA GUERRA RÚSSIA X UCRÂNIA NO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO, 2022. Grupo multitécnica. Disponível em: <https://multitecnica.com.br/os-efeitos-da-guerra-russia-x-ucrania-no-agronegocio-brasileiro/> Acesso em: 12 de agosto de 2022.

EXPORTAÇÕES NO BRASIL, 2022. Fazcomex. Disponível em: <https://www.fazcomex.com.br/blog/quais-principais-produtos-exportados-brasil/> Acesso em: 12 de agosto de 2022.

PIB DO AGRONEGÓCIO ALCANÇA PARTICIPAÇÃO DE 26,6% NO PIB BRASILEIRO EM 2020, 2021. CNA. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/publicacoes/pib-do-agronegocio-alcanca-participacao-de-26-6-no-pib-brasileiro-em-2020> Acesso em: 18 de agosto de 2022.

GUERRA NA UCRÂNIA AFETA PREÇOS DE COMMODITIES AGRÍCOLAS, SEGUNDO IPEA, 2022. Agência Brasil. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-04/guerra-na-ucrania-afeta-precos-de-commodities-agricolas-segundo-ipea> Acesso em: 12 de agosto de 2022.

MARCINIK, YURI F. Guerra entre Rússia e Ucrânia pode afetar o agronegócio brasileiro. *Periódico UEPG*, 2022. Disponível em: <https://periodico.sites.uepg.br/index.php/todasasnoticias/240economia/2625guerra-entre-russia-e-ucrania-pode-afetar-o-agronegocio-brasileiro> Acesso em: 09 de jul. 2023.

COMO A GUERRA DA UCRÂNIA AFETA O PREÇO DA GASOLINA NO BRASIL?, 2022. Gringo. Disponível em: <https://gringo.com.vc/blog/guerra-ucrania-preco-gasolina-brasil/> Acesso em: 02 de agosto de 2022.

SEMEADURA E ROTAÇÃO DE CULTURAS, CULTIVO DO TRIGO, 2014. Embrapa. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=3704&p_r_p_-996514994_topicold=3047 Acesso em: 29 de agosto de 2022.

TRIGO: PRODUÇÃO NA UNIÃO EUROPEIA DEVE CHEGAR A 138,4 MI DE TONELADAS, DIZ USDA, 2022. Sindustrigo. Disponível em: <https://www.sindustrigo.com.br/noticias-setorial-mercado/trigo-producao-na-uniao-europeia-deve-chegar-a-138-4-mi-de-toneladas-diz-usda/12732/> Acesso em: 19 de agosto de 2022.

ANÁLISE MENSAL DO TRIGO, 2021. Conab. Disponível em: <file:///C:/Users/PRESIDENTE/Downloads/ranking%20produtores%20de%20trigo.pdf> Acesso em: 14 de agosto de 2022.

IMPORTAÇÃO DO TRIGO, 2022. Fazcomex. Disponível em: <https://www.fazcomex.com.br/comex/importacao-de-trigo/> Acesso em: 12 de agosto de 2022.

O QUE SÃO FERTILIZANTES E QUAIS SÃO SEUS TIPOS?. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/fertilizantes/> Acesso em: 19 de setembro de 2022.

PROCESSO DE HABER-BOSCH, 2013. Disponível em: https://www.fc.up.pt/pessoas/jfgomes/pdf/vol_1_num_1_26_art_processoHaberBosch.pdf Acesso em: 10 de setembro de 2022.

7 PROBLEMAS DO EXCESSO NA FERTILIZAÇÃO DE CULTIVOS, 2019. Elysios. Disponível em: <https://elysios.com.br/blog/7-problemas-do-excesso-na-fertilizacao-de-cultivos/> Acesso em: 13 de setembro de 2022.

ENTENDA MAIS SOBRE A EXPORTAÇÃO DE PETRÓLEO, 2022. Fazcomex. Disponível em: <https://www.fazcomex.com.br/comex/exportacao-de-petroleo/> Acesso em: 16 de setembro de 2022.

EXPORTAÇÕES NO BRASIL, VEJA OS PRINCIPAIS PRODUTOS EXPORTADOS, 2022. Fazcomex. Ibp. Disponível em: <https://www.fazcomex.com.br/blog/quais-principais-produtos-exportados-brasil/> Acesso em: 13 de setembro de 2022.

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO, EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO DE PETRÓLEO NO BRASIL, 2022. Disponível em: <https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/producao-importacao-e-exportacao-de-petroleo/> Acesso em: 10 de setembro de 2022.

A IMPORTANCIA POLITICA DO PETROLEO NO BRASIL, 2017. *Politize*. Disponível em: <https://www.politize.com.br/petroleo-importancia-politica/> Acesso em: 10 de setembro de 2022.

BRASIL TEVE RECORDE DE EXPORTAÇÃO DE PETRÓLEO EM 2019, APONTA NOVO RELATÓRIO DA ANP, 2019. *Petronoticias*. Disponível em: <https://petronoticias.com.br/brasil-teve-recorde-de-exportacao-de-petroleo-em-2019-aponta-novo-relatorio-da-anp/> Acesso em: 3 de agosto de 2022

GUERRA NA UCRÂNIA FAZ PREÇO DO POTÁSSIO TRIPLICAR EM UM ANO; TONELADA É VENDIDA A US\$ 1,1 MIL, 2022. *G1*. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2022/03/23/guerra-na-ucrania-faz-preco-do-potassio-triplicar-em-um-ano-tonelada-e-vendida-a-us-11-mil.ghtml> Acesso em: 15 de setembro de 2022

GUERRA NA UCRÂNIA FAZ TRIGO ATINGIR MAIOR VALOR DESDE 2014, 2022. *IG*. Disponível em: <https://economia.ig.com.br/2022-03-04/preco-trigo-guerra-ucrania-russia.html> Acesso em: 15 de agosto de 2022.

COTAÇÕES DO TRIGO NA BOLSA DE CHICAGO ATINGEM MAIOR VALOR DESDE 2008, 2022. *CNN*. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/cotacoes-do-trigo-na-bolsa-de-chicago-atingem-maior-valor-desde-2008/> Acesso em: 17 de agosto de 2022

COM GUERRA NA UCRÂNIA, BRASIL SE DESTACA NA EXPORTAÇÃO DE TRIGO, 2022. *Canal Rural*. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/trigo/com-guerra-na-ucrania-brasil-se-destaca-na-exportacao-de-trigo/> Acesso em: 25 de agosto de 2022.

RÚSSIA X UCRÂNIA: COMO O CONFLITO IMPACTA O MERCADO DO TRIGO NO BRASIL E NO MUNDO, 2022. *O presente rural*. Disponível em: <https://opresenterural.com.br/russia-x-ucrania-como-o-conflito-impacta-o-mercado-do-trigo-no-brasil-e-no-mundo/#:~:text=Brasil%20importa%20cerca%20de%2060%25%20do%20cereal&text=Em%20torno%20de%2060%25%20da,um%20%C3%BAnico%20pa%C3%ADs%2C%20a%20Argentina.> Acesso em: 15 de setembro de 2022.

PREÇO MÉDIO DO TRIGO, 2022. *CEPEA*. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/trigo.aspx> Acesso em: 14 de setembro de 2022.

DÓLAR, INFLAÇÃO E PETRÓLEO: OS IMPACTOS DO CONFLITO NA UCRÂNIA PARA O BRASIL, 2022. *BBC NEWS*. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-60487877> Acesso em: 14 de setembro de 2022.

SILVA, Mateus Freire Anselmo; DA SILVA, Bruno Macedo; FRIGELG, Ernestina de Lourdes Cardoso. GUERRA RÚSSIA-UCRÂNIA: IMPACTOS NO SETOR DE EXPORTAÇÃO DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO GERADO PELA RESTRIÇÃO DE FERTILIZANTES IMPORTADOS

PELO BRASIL. RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218, v. 4, n. 1, p. e463398-e463398, 2023.

PADOVEZE, C. L.; BERTOLUCCI, R. G. Gerenciamento do Risco Corporativo em Controladoria: Enterprise Risk Management (ERM). 2 ed. São Paulo: Atlas, 2013.

MARTINS, G. A. Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2006.

DAMODARAN, A. Gestão estratégica do risco: uma referência para a tomada de riscos empresariais. Porto Alegre: Bookman, 2009.

FERNANDES, Delaine Macedo. Guerra entre a Rússia e a Ucrânia e as consequências no agronegócio brasileiro: uma breve análise. 2023.

FERREIRA, G. Com guerra na Ucrânia, Brasil se destaca na exportação de trigo. Canal Rural, 19 jul. 2022. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/trigo/com-guerra-na-ucraniabrasil-se-destaca-na-exportacao-de-trigo/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

AMCHAM. Como o conflito na ucrânia impacta a economia brasileira? Entenda: Conflito na Ucrânia: como pode impactar os investimentos realizados pelos brasileiros., 27 maio 2022. Disponível em: <https://www.amcham.com.br/noticias/comercio-exterior/como-o-conflito-naucrania-impacta-a-economia-brasileira-entenda>. Acesso em: 11 jan. 2023.

GITARRA, P. Brasil Escola, 2022. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/por-que-a-russia-invadiu-a-ucrania-em2022.htm>. Acesso em: 24 nov. 2022.

PORTAL DA INDÚSTRIA, Agro. Comércio Exterior e Exportação no Brasil. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-az/exportacao-e-comercioexterior/#:~:text=Exporta%C3%A7%C3%B5es%20Brasil&text=Em%202020%2C%20as%20exporta%C3%A7%C3%B5es%20brasileiras,os%20exportadores%20mundiais%20de%20bens>. Acesso em: 1 mar. 2023.

Custos e lucratividade da produção de cânhamo como promotor de renda para a agricultura familiar no semiárido

Autores:

Mylene Mariano da Silva

Engenheira Floresdtal, Universidade de Brasília

João Luiz Homem de Carvalho

Universidade de Brasília - UnB, Centro de Estudos Avançados Multidisciplinares - CEA. Coorientador (CEAM)

Álvaro Nogueira de Souza

Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília

Maísa Santos Joaquim

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília

Janáina Santos do Vale

Publicitária com Pós-Graduação em Cosméticos Naturais

DOI: 10.58203/Licuri.20970

Como citar este capítulo:

SILVA, Mylene Mariano et al. Custos e lucratividade da produção de cânhamo como promotor de renda para a agricultura familiar no semiárido. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Estudos em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 117-132.

ISBN: 978-65-85562-09-6

Resumo

Este capítulo aborda a viabilidade econômica do cultivo de cânhamo, uma variação da planta *Cannabis sativa* L., no semiárido brasileiro, com foco na agricultura familiar. A pesquisa explora diferentes aspectos, incluindo a comparação com a produção de algodão na região. O cânhamo é uma planta versátil, com aplicações medicinais e industriais, adaptável a várias condições ambientais. O estudo utiliza dados de custos e lucros de cultivos de cânhamo de outras regiões, ajustando-os para o contexto semiárido e familiar. São considerados cenários de cultivo para obtenção de flores de CBD, sementes e fibras. A pesquisa sugere que o cultivo de flores de CBD é o mais lucrativo, porém mais desafiador. A análise financeira indica que todas as opções de cultivo são competitivas com a produção de algodão na área estudada. O artigo reconhece limitações legais e aponta para a necessidade de mais pesquisas práticas e desenvolvimento de variedades adaptadas às condições brasileiras.

Palavras-chave: Cultivo. Algodão. Análise financeira.

INTRODUÇÃO

O cânhamo é uma planta herbácea, anual, dióica, polinizada pelo vento, de raiz pivotante e pertencente à família botânica Cannabaceae, sendo uma variação da espécie *Cannabis sativa* L. – a mesma da popularmente conhecida por maconha (JOHNSON, 2019; TRANCOSO *et al*, 2022; ANDERSON *et al*, 2019). Aquela se difere desta pela morfologia do fruto, os usos, as práticas agrícolas e pelo teor percentual de delta-9-tetrahidrocanabinol (THC), que é o fitocanabinoide que gera efeitos psicotrópicos (CERINO *et al*, 2021; COSTA, 2007). A porcentagem aceitável de THC no cânhamo varia de 0,2 a 1%, dependendo da legislação própria de cada país que descriminalizou seu cultivo (RIBOULET-ZEMOULI *et al*, 2019).

Também chamada de cânhamo industrial ou *hemp*, essa planta é uma erva que se desenvolve em uma variedade de possibilidades agroecológicas, de solo e de climas, desde o temperado, passando pelo subtropical até a zona tropical (NATH, 2022; STRUIK *et al*, 1999). Segundo Vogel (2017), o clima árido é ideal para o cultivo de *hemp* medicinal para evitar a contaminação das inflorescências por bolores.

O Polígono da Maconha é uma região localizada entre os Estados da Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, com uma área de 4 hectares, conhecida por ser a maior produtora de *Cannabis sativa* L. do país (FRAGA, 2006). As pessoas envolvidas no cultivo da planta fazem parte da população sertaneja que se encontra sem opções para enfrentar a seca e como o cultivo da maconha requer pouca água, como corroboram os relatos colhidos por Fraga (2006), o plantio de maconha é tido como agricultura alternativa, no sentido da renda gerada (FRAGA, 2006; RIBEIRO, 2008). Aproximadamente 40 mil pessoas estão envolvidas no cultivo que movimenta R\$100 milhões no Polígono da Maconha (FRAGA; IULIANELLI, 2011).

Para Dalbem, Brandão e Macedo-Soares (2010), avaliação econômica de um projeto pode ser realizada através da ótica da iniciativa privada, quando o diagnóstico financeiro aponta que o lucro supera os custos da empreitada; e na ótica social, quando para além do retorno financeiro, a iniciativa promova a prosperidade econômica e a qualidade de vida de uma região.

O algodão é uma oleaginosa da qual se aproveitam as fibras e o óleo (OLIVEIRA; ARRIEL, 2019), se assemelhando muito aos aproveitamentos que se pode ter do cânhamo (STRUIK *et al*, 1999). O semiárido tem características de solo e clima que proporcionam sucesso ao cultivo de algodão na região e que também conta com a força de trabalho da agricultura familiar para sua produção (SILVA; ALVES; WANDERLEY JÚNIOR, 2009).

O objetivo deste presente trabalho é determinar os custos e lucratividade da produção de cânhamo para obtenção de flores, fibras e sementes como agricultura alternativa e promotora de renda para o semiárido brasileiro, inserido na produção familiar.

METODOLOGIA

A metodologia deste presente trabalho se deu por meio de levantamento de dados na *web* sobre os custos e lucros do cultivo do cânhamo para a produção de flores, sementes e fibras, em sistemas de buscas eletrônicas como Google Scholar (<https://scholar.google.com.br/>), Elsevier (<https://www.sciencedirect.com/>), SciELO (<https://www.scielo.org/>), utilizando palavras-chave como *–hemp*, *–costs*, *–production*, *–medical hemp production*.

As pesquisas selecionadas relativas aos custos e lucros do cultivo de cânhamo que apresentam tabelas de custos serviram como base para adaptação à região do semiárido e do modelo produtivo da agricultura familiar, sendo elas: Jelliffe, Lopez e Ghimire (2020), que apresenta os custos e retornos da produção de *hemp* medicinal para agricultores em Connecticut, nos Estados Unidos da América; Laate (2017), que reuniu as experiências de cultivadores de sementes de cânhamo em áreas secas, ou *drylands*, em Alberta, no Canadá; e Thompson, Berger e Allen (1998), que trata das informações financeiras do cultivo de cânhamo para obtenção de fibras em Kentucky, nos Estados Unidos da América.

Fazendo adaptações dentro dos custos fixos e variáveis como a retirada da produção de mudas para a produção de CBD em Thompson, Berger e Allen (1998); utilizando o custo da *–mão-de-obra não remunerada da família e do operador* de Laate (2017) para as três modalidades, visando incluir a bonificação do grupo familiar; excluindo custos com máquinas agrícolas e combustível, já que a proposta é de ser cultivada uma área de 0,5ha e fazer uso da força de trabalho familiar; inserindo o custo do capital para as taxas dos programas de financiamento aplicáveis e o custo da terra nos custos fixos, pretende-se chegar a três cenários preliminares dos custos e lucros do cultivo de cânhamo para a produção de flores de CBD, sementes e fibras.

A área de estudo é o território do semiárido brasileiro, com ênfase no Polígono da Maconha e na produção dentro da agricultura familiar. O valor da terra tomado como referência é do município de Barreiras, na Bahia, para o ano de 2022, de acordo

com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), indicado na série histórica do custo de produção do algodão na área (Conab, 2021), convertido para dólar por acre (US\$/acre).

Para a produção de flores, será utilizado o financiamento do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) Agroecologia, que oferece crédito de até R\$165 mil, a uma taxa de juros de 2,5% ao ano, com prazo de 10 anos para reembolso e que conta com 3 anos de carência, já inclusos; e para a produção de sementes e fibras, o PRONAF Semiárido, que concede empréstimo de até R\$20 mil, a uma taxa de 2,5% ao ano, com período de 10 anos para reembolso e 3 anos de carência, que pode ser estendida até 5 anos (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2016).

A grandeza de área adotada será o acre, os valores monetários, em dólares, a medida de massa será em libra (lb) e tonelada (t), já que é o padrão das referências utilizadas. Um (1) acre mede, aproximadamente, 0,5 hectare (ha), o câmbio do dólar em, 01 de fevereiro de 2023, R\$5,07 (consultado em <https://www.bcb.gov.br/conversao>), uma libra equivale a 0,453 kg e uma tonelada, 1000kg.

A análise de sensibilidade se aplica a diversos campos do conhecimento e serve para localizar e gerenciar os riscos de uma operação (CHRISTOPHER FREY; PATIL, 2002) e delinear panoramas no contexto da domesticação da planta numa circunstância palpável (JUNIOR, 2010; VIRGENS *et al*, 2015). Para tal, serão consideradas as variações de -10%, -20%, +10% e +20% na produtividade esperada para cada tipo de cultivo.

A avaliação financeira se dará através da constatação da positividade ou negatividade dos valores correspondentes às receitas líquidas geradas pelos rendimentos dos produtos-fim aqui analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com as alterações realizadas nas literaturas de base para cada produto-fim de cânhamo, foram gerados os custos e os retornos da produção de flores de CBD, sementes e fibras. Aqui são apresentadas as tabelas elaboradas, assim como a

expectativa de rendimento da produção, em libra ou tonelada, além do rendimento monetário esperado em função da produtividade e a análise de sensibilidade.

Custos de produção de flores de CBD

A tabela 1 traz os custos relativos à implementação de um cultivo de cânhamo para fins medicinais de acordo com as modificações e mudanças realizadas no trabalho original de Jelliffe, Lopez e Ghimire (2020).

Tabela 1. Custos de produção de flores de CBD US\$/acre).

Custos variáveis	US\$/acre	Custos fixos	US\$/acre
Sementes	1,695	Cortar, carregar e transportar	930
Cultura de cobertura	75	Secagem - descarregar e pendurar	990
Amostra de solos	85	Retirada de buds	3,026
Compostagem	175	Aluguel da instalação de secagem	2,000
Fertilizante e cal (pré-plantio)	185	Empacotamento	224
Sistema de gotejamento	1,627	Transporte	63
Cobertura morta	413	Seguro de responsabilidade civil	21
Fertilizante	53	Taxa de saneamento	80
Limpeza pós-colheita	99	Programas regulatórios	25
Irrigação	125	Testes	26
Reparos	60	Custo da terra ²	86.67
Mão-de-obra não remunerada da família e do operador ¹	10.72	Custo do capital	320.51
Total dos custos variáveis	4,603	Total dos custos fixos	7,792
Custo total		12,395	

Elaborado pela autora. Adaptado de Jelliffe, Lopez e Ghimire (2020). ¹ Laate (2017). Conab (2021). 1 acre = 0,5ha. US\$1 = R\$5,07

O item –SementesII acumula 36,8% do total dos custos variáveis porque para a produção de CBD são utilizadas sementes feminizadas certificadas (KURTZ *et al*, 2020), que proporcionam 99,97% de plantas femininas (JELLIFFE; LOPEZ; GHIMIRE, 2020). Já nos custos fixos, a –Retirada de budsII expressa 38,83% do total, por ser uma etapa onerosa (JELLIFFE; LOPEZ; GHIMIRE, 2020).

A produtividade esperada para a produção de flores de CBD é de 2500 lb/acre (1132,5kg/acre), com uma porcentagem de 6,5% de CBD (Tabela 2). A receita bruta

gerada é em função do preço por libra de flor seca a US\$1.5 para cada ponto percentual de CBD (US\$/ %CBD/ lb) (JELLIFFE; LOPEZ; GHIMIRE, 2020).

A receita bruta da produção de inflorescências é de US\$ 24,375/acre (R\$ 123.581,25/acre) e o lucro da produção é de US\$ 11,890/acre (R\$60.739,00/acre), resultando numa operação positiva. Em comparação ao resultado encontrado pelos autores, que foi de US\$ 5,086/acre (R\$25.786,02/acre), o rendimento final obtido é 2,35 vezes maior e isso deve-se, entre outras alterações, à escolha de se plantar as sementes diretamente no solo, sem a produção de mudas, que originalmente, ocupava 9,60% dos custos totais de produção.

Tabela 2. Receitas da produção de flores de CBD

Rendimento da produção (lb/acre)	2,500
%CBD	6.5
Receita bruta (US\$1.5/ %CBD/ lb)	24,375
Receita líquida (US\$/acre) (Receita bruta - custo total)	11,980

A análise de sensibilidade em relação à produção em libras por acre para produção de flores está descrita na Tabela 3.

Tabela 3. Análise de sensibilidade para a produtividade de flores

Projeção	Produtividade (lb/acre)	Receita bruta (US\$/acre)	Receita líquida (US\$/acre)	Receita líquida (R\$/acre)
-10%	2,250	21,937.5	9,542.5	48.380,47
-20%	2,000	19,500	7,105	36.022,35
-	2,500	24,375	11,980	60.738,60
+10%	2,750	26,812.5	14,417.5	73.096,72
+20%	3,000	29,250	17,105	86.722,35

Se o rendimento de flores diminuir 10%, a produtividade será de 2,250 lb/acre e a receita líquida será de R\$48.380,47 por acre (US\$9,542.5/acre), enquanto se a produtividade tiver uma queda de 20%, acarretando numa produção de 2,000lb/acre, a receita líquida deve chegar a R\$36.022,35 (US\$7,105/acre). E para o caso do aumento

em 10 e 20% de rendimento, o lucro será de R\$73.096,72 e R\$86.722,35, e a produção chegará a 2,2750 lb/acre e 3,000 lb/acre, respectivamente.

A análise de sensibilidade para a produtividade flores apontou que mesmo nos cenários de projeção de queda no rendimento, os resultados para a receita ainda superaram os custos, gerando uma lucratividade.

Custos de produção de sementes

Após adequações e alterações realizadas na tabela referente ao cultivo em *drylands* do trabalho de Laate (2017), o custo com fertilizante supera o valor investido com sementes (Tabela 4), representando 34,88% do total dos custos variáveis.

Tabela 4. Custos de produção de sementes (US\$/acre).

Custos variáveis	US\$/acre
Sementes	57.55
Fertilizante	68.39
Seguro de cultivo	14.91
Despesas gerais	18.84
Taxa de análise de THC	5.81
Outras taxas e despesas diversas	19.88
Mão-de-obra não remunerada da família e do operador	10.72
Total dos custos variáveis	196.10
Custos fixos	US\$/acre
Taxas, taxa de água, seguro	17.94
Custo da terra ¹	86.67
Custo do capital	7.52
Total dos custos fixos	112.13
Custo total	308.23

Elaborado pela autora. Adaptado de Laate (2017). ¹ Conab (2021).
1 acre = 0,5ha. US\$1 = R\$5,07.

Nos custos fixos, o custo da terra é o maior (77,29% do total desta categoria). O total dos custos de produção por acre encontrados pelo autor foi de US\$409.26, o que acarretou uma diferença de apenas US\$101.03, frente aos US\$308.23 (R\$1562,71) que foi gerado pelos custos aqui listados.

A expectativa do rendimento da colheita de sementes é de 1,073.9 libras/acre (486,48kg/acre) e o preço pago por libra é de US\$ 0.74 (LAATE, 2017), originando as receitas apontadas na Tabela 5.

Tabela 5. Receitas da produção de sementes

Rendimento da produção (lb/acre)	1,073.9
Preço/libra (US\$/lb)	0.74
Receita bruta (US\$/acre)	794.69
Receita líquida (US\$/acre) (Receita bruta - custo total)	486.46

A receita líquida resultante desse presente estudo para a produção de sementes de cânhamo (Tabela 5), foi de US\$486.46/acre (R\$2466,35/acre), culminando numa operação positiva, obtendo um lucro 1,47% maior que em Laate (2017), que foi de US\$479.43 (R\$2.430,71).

Mesmo projetando que a domesticação do cânhamo para a produção de sementes apresente uma queda de até 20% na produtividade (Tabela 6), os cenários projetam que haverá margem suficiente para que a receita líquida resultante seja positiva e continue atrativa. Como para a análise de decaimento em 10%, que acarreta na produção de 966.51 libras por acre, a receita líquida será de R\$2.063,44 (US\$406.99); se a queda for de 20%, a colheita será de 859.12 lb/acre e a receita líquida, R\$1.660,53 (US\$1.660,53).

Tabela 6. Análise de sensibilidade para a produtividade de sementes.

Projeção	Produtividade (lb/acre)	Receita bruta (US\$/acre)	Receita líquida (US\$/acre)	Receita líquida (R\$/acre)
-10%	966.51	715.22	406.99	2.063,44
-20%	859.12	635,75	327,52	1.660,53
-	1,073.9	794.69	486.46	2.466,35
+10%	1,181.29	874.15	565.92	2.869,21
+20%	1,288.68	953.62	645.39	3.272,13

Para os cenários mais otimistas da domesticação, se a produtividade for aumentada em 10%, as sementes renderão 1,181.29 lb/acre, gerando um lucro de

R\$2.869,21/acre (US\$565.92/acre); em 20%, o rendimento chegará a 1.288,68 lb/acre e a receita líquida, R\$3.272,13/acre (US\$645.39/acre).

A análise de sensibilidade demonstrou que, mesmo para os decaimentos na produção, a receita bruta foi capaz de superar os custos e gerar lucro.

Custos de produção de fibras

Os custos para a produção de fibras se aproximou daquela proposta para o cultivo (Tabela 7), contando com tecnologias futuras, de Thompson, Berger e Allen (1998), que teve um custo total de US\$319.53/acre, contra os US\$297.03/acre (R\$1.1505,94/acre) obtidos neste trabalho, resultando numa diminuição de 7,04% nos custos totais. O custo com as sementes foi o maior para os custos variáveis, 45,80% do total, enquanto o custo da terra, 60,11% para o total dos custos fixos.

Tabela 7. Custos de produção de fibras (US\$/acre)

Custos variáveis		US\$/acre
Sementes		70
Fertilizante		45.01
Calagem		12.12
Armazenamento		5
Transporte para o processamento		10
Mão-de-obra não remunerada da família e do operador ¹		10.72
Total dos custos variáveis		152.85
Custos fixos		US\$/acre
Não especificado		50.27
Custo da terra ²		86.67
Custo do capital		7.24
Total dos custos fixos		144.18
Custo total		297.03

Elaborado pela autora. Adaptado de Thompson, Berger e Allen (1998).

¹ Laate (2017). ² Conab (2021). 1 acre = 0,5ha. US\$1 = R\$5,07.

O rendimento da produção de fibras apresentado por Thompson, Berger e Allen (1998) é de 5 toneladas por acre e o preço de venda por tonelada é de US\$90 (Tabela 8).

A produção de fibras, conforme apresentada acima, rendeu uma receita bruta de US\$450/acre (R\$2.281,50/acre), gerando uma receita líquida de US\$152.97/acre (R\$775,56/acre; Tabela 9). Com as alterações realizadas no trabalho de referência, houve um

aumento no lucro de 17,25%, frente aos US\$130.47, resultante da pesquisa de Thompson, Berger e Allen (1998).

Tabela 8. Receitas da produção de fibras.

Rendimento da produção (t/acre)	5
Preço/t (US\$/t)	90
Receita bruta (US\$/acre)	450
Receita líquida (US\$/acre) (Receita bruta - custo total)	152.97

Tabela 9. Análise de sensibilidade da produtividade de fibras

Projeção	Produtividade (t/acre)	Receita bruta (US\$/acre)	Receita líquida (US\$/acre)	Receita líquida (R\$/acre)
-10%	4.5	405	107.97	547,41
-20%	4	360	62.97	319,26
-	5	450	152.97	775,56
+10%	5.5	495	197.97	1.003,71
+20%	6	540	242.97	1.231,86

Como representado no Quadro 6, a projeção para uma redução em 10% da produtividade das fibras, gerou um rendimento de 4.5 toneladas/acre e a receita líquida foi de R\$547,41/acre (US\$107,97/acre). Estimando uma queda de 20% na produção, serão obtidas 4 toneladas por acre e um lucro de R\$319,26/acre (US\$62.97/acre). As projeções que estimam aumento de 10 e 20% na produtividade mostram que as receitas líquidas serão de R\$1.003,71/acre (US\$197.97/acre) e R\$1.231,86/acre (US\$242.97/acre), respectivamente. Se houver o aumento da produção em 10%, o rendimento será de 5.5 toneladas/acre e para 20%, renderá 6 toneladas/acre.

Mais uma vez, as projeções de decréscimo na produtividade não afetaram a lucratividade da produção de fibras de cânhamo, ou seja, todos os panoramas resultaram em valores positivos para as receitas líquidas.

O maior custo do capital aplicado foi para a produção de flores, US\$320.51, por conta do montante total dos custos que requer um capital inicial 4021% e 4173% superior ao investimento para o cultivo de sementes e fibras, respectivamente. Contudo, o cultivo de cânhamo para CBD é o que tem maior rentabilidade para uma mesma área: enquanto sementes e fibras rendem,

respectivamente, US\$486.46 e US\$152.97, o estudo apresentado revelou o lucro de US\$11,980 para o cultivo de canabinoides.

Usando o algodão como parâmetro de comparação, todas as propostas, aqui apresentadas, são mais lucrativas e atrativas, já que o cultivo de algodão branco convencional pela agricultura familiar no semiárido tem lucro por acre de, apenas, US\$27.12 (R\$137,50/acre) (ARAÚJO FILHO *et al*, 2013).

Esses resultados determinam que a viabilidade financeira foi positiva, tendo em vista que todas as três propostas apresentadas geraram lucros para a produção de flores, sementes e fibras para o semiárido no contexto da agricultura familiar, mostrando-se uma opção possível e rentável para a população sertaneja.

CONCLUSÕES

O cânhamo é uma planta com diversas aplicações na medicina e na indústria, que se adapta a condições ambientais variadas e que encontra no semiárido brasileiro um ambiente propício para o seu cultivo. A agricultura familiar pode se beneficiar da produção de *hemp* para canabinoides, sementes e fibras, sendo que o rendimento do cultivo de flores de CBD é o mais lucrativo, porém, requer mais cuidados. Todas as propostas de plantio se mostraram competitivas com a produção de algodão praticada na região e a viabilidade financeira foi favorável para todas as opções de cultivo.

As pesquisas sobre o cultivo de cânhamo no território brasileiro ainda são embrionárias e se encontram impedidas de serem desenvolvidas pelos entraves da legislação vigente. Os cenários aqui apontados são preliminares e carecem de experimentos práticos para suas calibrações. O desejo é que seja desenvolvida uma cultivar adaptada às características edafoclimáticas do Brasil e que agricultoras e agricultores das mais distintas modalidades possam usufruir dos benefícios financeiros do cultivo dessa planta.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, Eric *et al*. **Industrial hemp production in Michigan**. 2019. Disponível em https://www.canr.msu.edu/hemp/uploads/files/industrialhempinfosheet_2019-05-24.pdf.

Acesso em 10 de dezembro de 2022.

ARAÚJO FILHO, Acúrcio Alencar *et. al.* Caracterização da Cadeia Produtiva do Algodão no Semiárido Nordeste. Série Documentos do ETENE, n.32. Banco do Nordeste do Brasil. Fortaleza. 2013. Disponível em <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/134>. Acesso em 01 de fevereiro de 2023.

BRASIL. Decreto nº 9.064, de 31 de maio de 2017. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9064.htm. Acesso em 26 de janeiro de 2023.

BRASIL. Decreto-lei nº 891, de 25 de novembro de 1938. Disponível em https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiR1ouJ8uH8AhWQKrKGHVfsDS4QFnoECBIQAw&url=http%3A%2F%2Fwww.planalto.gov.br%2Fccivil_03%2Fdecreto-lei%2F1937-1946%2Fdel0891.htm%23%3A~%3Atext%3DS%25C3%25A3o%2520consideradas%2520e%20torpecentes%252C%2520para%2520os%2Cmorfina%252C%2520seus%2520sais%2520e%2520prepara%25C3%25A7%25C3%25B5es.&usg=AOvVaw1C4Zd59rkYlDoSEV1Ylx9b. Acesso em 21 de janeiro de 2023.

Cannabis sativa L. (Hemp)—Review. *Agriculture*. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture11050384> Acesso em 06 de janeiro de 2023.

CASTRO, César Nunes de. Impactos do projeto de transposição do rio São Francisco na agricultura irrigada no nordeste setentrional. Instituto de Pesquisa Economia Aplicada. 2011. Disponível em <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1362>. Acesso em 07 de janeiro de 2023.

CERINO, Pellegrino *et al.* A Review of Hemp as Food and Nutritional Supplement. *Cannabis and Cannabinoid Research*. Volume 6. Number 1. 2021. Disponível em: <https://europepmc.org/article/MED/33614949#impact>. Acesso em 06 de dezembro de 2022.

CHRISTOPHER FREY, H.; PATIL, Sumeet R. Identification and review of sensitivity analysis methods. *Risk analysis*, v. 22, n. 3, p. 553-578, 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12088234/>. Acesso em 01 de fevereiro de 2023.

COCHRAN, Mark J.; WINDHAM, Tony E.; MOORE, Billy. Feasibility of industrial hemp production in Arkansas. Report SP102000. 2000. Disponível em <https://www.votehemp.com/wp-content/uploads/2018/09/Hemp-Feasability-UofA.pdf>. Acesso em 16 de janeiro de 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Algodão em pluma. Série Histórica - Custos - Algodão em Pluma - 1998 a 2022. 2021. Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/itemlist/category/788-algodao-em-pluma>. Acesso em 30 de janeiro de 2023.

COSTA, Barbara. On the Pharmacological Properties of Δ^9 -Tetrahydrocannabinol (THC). **Chemistry & Biodiversity**, Volume 4(8), p.1664-1677. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cbdv.200790146>. Acesso em 07 de dezembro de 2022.

DECORTE, Tom; POTTER, Gary. R. The globalisation of cannabis cultivation: A growing challenge. **International Journal of Drug Policy**. 26(3), p. 221-225. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.drugpo.2014.12.011> Acesso em 23 de dezembro de 2022.

FONTES ARAUJO, R. F. *et al.* Diagnóstico da qualidade fisiológica de sementes de feijão usadas por agricultores familiares da zona da mata. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**. vol. 10. nº 1. 2020. p. 115-123. Disponível em <https://doi.org/10.21206/rbas.v10i1.8365>. Acesso em 25 de janeiro de 2023.

FRAGA, Paulo Cesar Pontes. Plantios ilícitos no Brasil: notas sobre a violência e o cultivo de cannabis no polígono da maconha. **Cadernos de Ciências Humanas - Especiaria**. v. 9, n.15, jan./jun. 2006. p. 95-118. Disponível em http://www.uesc.br/revistas/especiarias/ed15/15_5_plantios_ilicitos_no_brasil.pdf.. Acesso em 05 de dezembro de 2022.

FRAGA, Paulo Cesar Pontes; IULIANELLI, Jorge Atilio Silva. Plantios ilícitos de ‘cannabis’ no Brasil: Desigualdades, alternativa de renda e cultivo de compensação. **DILEMAS: Revista de Estudos de Conflito e Controle Social**. v. 4, n. 1, jan./fev./mar. 2011. p. 11-39. Disponível em <https://revistas.ufrj.br/index.php/dilemas/article/view/7205>. Acesso em 05 de dezembro de 2022.

JELLIFFE, Jeremy; LOPEZ, Rigoberto A.; GHIMIRE, Shuresh. CBD hemp production costs and returns for Connecticut farmers in 2020. **Zwick Center Outreach Report No. 66**. University of Connecticut. February. 2020. Disponível em https://www.rand.org/pubs/working_papers/WR764.html. Acesso em 08 de janeiro de 2023.

JOHNSON, Renée. **Defining Hemp: A Fact Sheet**. Congressional Research Service. United States Congress. March. 2019. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R44742> Acesso em 07 de dezembro de 2022.

JUNIOR, Ilio Montanari. Domesticação de plantas medicinais. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 31, n. 255, p. 1-5, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ilio-Montanari-Junior/publication/313179846_Domesticacao_de_Plantas_Medicinais_Domestication_of_Medicinal_Plants/links/595e49f6aca2728c11468557/Domesticacao-de-Plantas-Medicinais-Domestication-of-Medicinal-Plants.pdf. Acesso em 01 de fevereiro de 2023.

KAYA MIND. **Cânhamo no Brasil**. 2022. Disponível em <https://kayamind.com/materiais/>. Acesso em 15 de dezembro de 2022.

KURTZ, Lauren. E. *et al.* Comparing Genotypic and Phenotypic Variation of Selfed and Outcrossed Progeny of Hemp, *HortScience horts*, 55(8), 1206-1209. 2020. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/55/8/article-p1206.xml>. Acesso em 01 de fevereiro de 2023.

LAATE, Emmanuel Anum. Industrial hemp seed production costs and returns in Alberta, 2015. **Growing Forward**. 2017. Disponível em [https://open.alberta.ca/dataset/ec70dcd7-6d93-4b91-88bb-a1ae692f0659/resource/09f2205c-0e91-4347-adc0-5f8ac3f7dd97/download/2015industrialhempcop.pdf](https://open.alberta.ca/dataset/ec70dcd7-a1ae692f0659/resource/09f2205c-0e91-4347-adc0-5f8ac3f7dd97/download/2015industrialhempcop.pdf). Acesso em 15 de dezembro de 2022.

MARTIN, Clayton Antunes *et al.* **Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos**. Revista de Nutrição, Campinas, 19(6):761-770, nov./dez., 2006. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S1415-52732006000600011> Acesso em 06 de janeiro de 2023.

OLIVEIRA, Anderson Ramos de; ARRIEL, Nair Helena Castro. As principais oleaginosas da agricultura familiar. *In: Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido*. MELO, R. F.; VOLTOLINI, T. V. (org.). Brasília, DF. Embrapa. 2019. p.85-128.

OLIVEIRA, Júlio César de. **A Real Feitoria do Linho Cânhamo do Rincão de Canguçu (1783-1789): a produção e a reprodução historiográfica**. 2016. Disponível em https://www.academia.edu/9116768/A_REAL_FEITORIA_DO_LINHO_C%3%82NHAM_O_DO_RINC%3%83O_DE_CANGU%3%87U_1783_1789_A_PRODU%3%87%3%83O_E_A_REPRODU%3%87%3%83O_HISTO. Acesso em 11 de janeiro de 2023.

RIBEIRO, Ana Maria Motta. **O pólo sindical do submédio São Francisco: das lutas por reassentamento à incorporação do cultivo de maconha na agenda**. 2008. Dissertação (Doutorado em Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade). Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro. Rio de Janeiro.

RIBOULET-ZEMOULI, Kenzi *et al.* Cannabis & Sustainable Development: Paving the way for the next decade in Cannabis and hemp policies. **FAAAT think & do tank**, Vienna. March. 2019. Disponível em http://fileserv.idpc.net/library/CANNABIS-SDG-REPORT-2019_web.pdf. Acesso em 15 de dezembro de 2022.

ROCHA, Sérgio Barbosa Ferreira. **Potencial brasileiro para o cultivo de *Cannabis sativa* l. para uso medicinal e industrial**. 2018. Programa de Pós-graduação em Fitotecnia (Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa

(UFV). Disponível em: https://cannabisamanha.com.br/wp-content/uploads/2019/07/artigo_sergiobarbosa.pdf. Acesso em 15 de dezembro de 2023.

ROSA, Lílian da. Considerações sobre a organização produtiva da Real Feitoria do Linho Cânhamo (1783-1824). **XI Congresso de História Econômica: Economia de guerra: geopolítica em tempos de pandemia e crise sistêmica**. 2020. São Paulo/SP. Disponível em: <https://congressohistoriaeconomica.fflch.usp.br/sites/congressohistoriaeconomica.fflch.usp.br/files/publicacoes/XI-congresso-2020-anais-eletronicos-Lilian-da-Rosa.pdf>. Acesso em 20 de janeiro de 2023.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª edição. Brasília, DF. Embrapa. 2018. Disponível em <https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em 03 de fevereiro de 2023.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Guia de Financiamento Florestal: 2016. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 2016. Disponível em https://esalqlastrop.com.br/img/aulas/Guia_financiamento_2016_.pdf. Acesso em 01 de fevereiro de 2023.

SILVA, Flávio Hugo Barreto Batista da *et al.* Principais solos do semi-árido do nordeste do Brasil. **Embrapa semiárido**. 2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/157855/principais-solos-do-semi-arido-do-nordeste-do-brasil-dia-de-campo>. Acesso em 07 de janeiro de 2023.

SILVA, Melchior Naelson Batista da; ALVES, Gibran da Silva; WANDERLEY JÚNIOR, José Sales Alves. Manejo cultural do algodoeiro agroecológico no Semiárido brasileiro. Embrapa Algodão. **Circular Técnica**, 126. 2009. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/17947/1/CIRTEC126.pdf>. Acesso em 26 de janeiro de 2023.

SILVA, Roberto Marinho Alves da *et al.* Características produtivas e socioambientais da agricultura familiar no Semiárido brasileiro: evidências a partir do Censo Agropecuário de 2017. **Edição especial - Sociedade e ambiente no Semiárido: controvérsias e abordagens**. vol. 55. 2020. p. 314-338. Disponível em 10.5380/dma.v55i0.73745. Acesso em 19 de janeiro de 2013.

SMALL, Ernest *et al.* Hemp: A New Crop with New Uses for North America. **Trends in new crops and new uses**. 2002. Disponível em <https://www.semanticscholar.org/paper/Hemp%3A-a-new-crop-with-new-uses-for-North->

America.-Small-Marcus/1fa436c8300708c6dc3fad6adee68d676c8601f1. Acesso em 20 de dezembro de 2022.

STRUIK, P. C. *et al.* Agronomy of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. **Industrial Crops and Products**. vol. 11, 2000. Disponível [https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(99\)00048-5](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(99)00048-5). Acesso em 22 de dezembro de 2022.

THOMPSON, Eric C.; BERGER, Mark C.; ALLEN, Steven N. **Economic impact of industrial hemp in Kentucky**. Center for Business and Economic Research, Carol Martin Gatton College of Business and Economics. University of Kentucky. 1998. Disponível em <http://www.industrialhemp.net/pdf/hempstudy.pdf>. Acesso em 12 de janeiro de 2023.

TRANCOSO, Ingrid *et al.* Cannabis sativa L.: Crop Management and Abiotic Factors That Affect Phytocannabinoid Production. **Agronomy**. 2022, 12, 1492. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy12071492> Acesso em 05 de novembro de 2022.

VIRGENS, Aline Pereira das *et al.* Análise econômica e de sensibilidade em projetos de reflorestamentos no estado da Bahia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, 2015. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1732>. Acesso em 01 de fevereiro de 2023.

VOGEL, Eva. **Hemp (*Cannabis sativa* L.) for Medicinal Purposes: Cultivation under German Growing Conditions**. Project in Organic Agriculture and Food Systems 2016/2017. Universität Hohenheim. Germany. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326772237_Hemp_Cannabis_sativa_L_for_Medicinal_Purposes_Cultivation_under_German_Growing_Conditions. Acesso em 10 de janeiro de 2023.