



PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS

VOLUME VII

**ALAN MARIO ZUFFO
JORGE GONZÁLEZ AGUILERA**
ORGANIZADORES



2021

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

Pesquisas agrárias e ambientais
Volume VII



Pantanal Editora

2021

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome	Instituição
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos	OAB/PB
Profa. Msc. Adriana Flávia Neu	Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois	UO (Cuba)
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior	IF SUDESTE MG
Profa. Msc. Aris Verdecia Peña	Facultad de Medicina (Cuba)
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia	ISCM (Cuba)
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva	UFESSPA
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo	UEA
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu	UNEMAT
Prof. Dr. Carlos Nick	UFV
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia	AJES
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos	UFGD
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva	UEMS
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos	IFPA
Prof. Msc. David Chacon Alvarez	UNICENTRO
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira	IFMT
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira	UFMG
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão	URCA
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves	ISEPAM-FAETEC
Prof. Me. Ernane Rosa Martins	IFG
Prof. Dr. Fábio Steiner	UEMS
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza	UFF
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez	(Colômbia)
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles	UNAM (Peru)
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira	IFRR
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto	UCG (México)
Prof. Msc. João Camilo Sevilla	Mun. Rio de Janeiro
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales	UNMSM (Peru)
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski	UFMT
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira	Mun. de Chap. do Sul
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela	IFPR
Prof. Dr. Leandro Argente-Martínez	Tec-NM (México)
Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan	Consultório em Santa Maria
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann	UFJF
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior	UEG
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos	FAQ
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla	UNAM (Peru)
Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira	SEDUC/PA
Profa. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes	IFB
Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira	IFPA
Profa. Dra. Patrícia Maurer	UNIPAMPA
Profa. Msc. Queila Pahim da Silva	IFB
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty	UO (Cuba)
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke	UFMS
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva	UFPI
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes	UFG

Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo
Profª. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira
Profª. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P472	Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume VII / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. 129p. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-65-81460-04-4 DOI https://doi.org/10.46420/9786581460044 1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. CDD 630
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	



Pantanal Editora

Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

APRESENTAÇÃO

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume VII” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: bambu como combustível sólido, teores de potássio no solo e produção da bananeira ‘Terra’, lixiviação do herbicida fluroxypyr+picloram em função do regime hídrico simulado, aspectos morfológicos dos frutos e tecnológicos das sementes de dez tipos de pimenta (*Capsicum* spp.) provenientes do Alto Rio Negro – Amazonas, desenvolvimento inicial de *Luffa cylindrica* M. Roem. (Cucurbitaceae) na presença de diferentes doses de bioproduto comercial à base de trichoderma, emprego de diferentes aditivos na silagem de *Pennisetum purpureum* Schum como alternativa para suplementação animal, *Moringa Oleífera* Lam como forrageira alternativa na alimentação animal, efeito residual de biocarvão de cama de aviário no solo e desenvolvimento inicial de mudas de meloeiro, crescimento e produção do pimentão amarelo com doses e fontes de potássio cultivado em ambiente protegido, fauna epígea sobre combinações de plantas de cobertura em decomposição na cultura do milho, análise ambiental do Faxinal Água Quente dos Meiras no município de Rio Azul — Paraná. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume VII, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores


SUMÁRIO


Apresentação	5
Capítulo 1.....	7
Bambu como combustível sólido.....	7
Capítulo 2.....	18
Teores de potássio no solo e produção da bananeira ‘Terra’ decorrentes do uso agrícola do efluente de suinocultura.....	18
Capítulo 3.....	30
Lixiviação do herbicida fluroxypyr+picloram em função do regime hídrico simulado.....	30
Capítulo 4.....	37
Aspectos morfológicos dos frutos e tecnológicos das sementes de dez tipos de pimenta (<i>Capsicum spp.</i>) provenientes do Alto Rio Negro – Amazonas	37
Capítulo 5.....	50
Desenvolvimento inicial de <i>Luffa cylindrica</i> M. Roem. (Cucurbitaceae) na presença de diferentes doses de bioproduto comercial à base de <i>Trichoderma</i>	50
Capítulo 6.....	60
Emprego de diferentes aditivos na silagem de <i>Pennisetum purpureum</i> Schum como alternativa para suplementação animal.....	60
Capítulo 7.....	70
<i>Moringa Oleífera</i> Lam como forrageira alternativa na alimentação animal.....	70
Capítulo 8.....	80
Efeito residual de biocarvão de cama de aviário no solo e desenvolvimento inicial de mudas de meloeiro	80
Capítulo 9.....	94
Crescimento e produção do pimentão amarelo com doses e fontes de potássio cultivado em ambiente protegido.....	94
Capítulo 10	104
Fauna epígea sobre combinações de plantas de cobertura em decomposição na cultura do milho ..	104
Capítulo 11	117
Análise Ambiental do Faxinal Água Quente dos Meiras no município de Rio Azul — Paraná.....	117
Índice Remissivo	128
Sobre os organizadores.....	129


Bambu como combustível sólido

Recebido em: 24/08/2021

Aceito em: 26/08/2021

 10.46420/9786581460044cap1

Ailton Teixeira do Vale^{1*} 

Bruno Sant'Anna Chaves² 

INTRODUÇÃO

O consumo de energia no mundo sempre esteve associado principalmente ao desenvolvimento econômico, ficando as questões sociais e ambientais em segundo plano. Nas décadas recentes, no entanto, as questões ambientais e sociais ganharam relevância no âmbito do desenvolvimento econômico mundial, em função da urgência causada pelas alterações climáticas, da pressão de movimentos sociais e a celebração de metas e acordos internacionais em prol da redução das emissões de carbono. A substituição das matrizes energéticas predominantemente fósseis por alternativas renováveis tornou-se objetivo de diversos países para alcançar as metas de desenvolvimento sustentável.

A Agência Internacional de Energia (IEA) atesta que a bioenergia é a principal fonte renovável de energia térmica no mundo, com participação de cerca de 20% dentre as fontes térmicas renováveis. Contudo, o crescimento previsto para energias térmicas renováveis na matriz energética mundial ainda é tímido, com a participação prevista de 12% em 2024. Esse potencial sub explorado das fontes renováveis de energia térmica não se alinha com as metas climáticas globais, necessitando de maior intervenção de políticas públicas (IEA, 2019). O desenvolvimento das fontes energéticas renováveis, incluindo a biomassa, requer o aprimoramento das tecnologias de conversão e uso da energia, e maior diversificação das fontes, como o uso de biomassas alternativas.

Neste cenário o Brasil se destaque com 46,1% de participação de participação das fontes renováveis na matriz energética, muito acima da média global de 13,8% (IEA, 2020). No entanto, a participação de combustíveis fósseis ainda é superior a 50% na matriz energética brasileira e, portanto, há um longo caminho pela frente no sentido de tornar a matriz ainda mais limpa. Dentre as alternativas que se apresentam, a biomassa vegetal aparece com destaque e com expressivo horizonte de crescimento – há o enorme potencial territorial considerando áreas degradadas, pastagens abandonadas e terras agrícolas subutilizadas, que somam mais de 110 milhões de hectares (EMBRAPA, 2018). Grande parte dessas terras podem produzir culturas energéticas sem desmatamento e sem concorrência com agricultura

¹ Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília.

² Laboratório de Produtos Florestais, Serviço Florestal Brasileiro, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

* Autor correspondente: ailton.vale@gmail.com

para alimentos. Ademais, ainda há espécies vegetais de alta produtividade e pouco utilizadas para fins energéticos. Dentre as biomassas de alta produtividade e baixo custo silvicultural., características desejáveis para combustíveis renováveis alternativos, destacam-se os bambus.

O cultivo do bambu apresenta alta produtividade e taxa de crescimento com grande produção de biomassa e sua exploração e corte não implica em morte da planta, e com isto o solo fica protegido de erosão (Lee et al., 2014). Um estudo na Índia mensurou a produtividade média de 49,6 ton ha⁻¹.ano⁻¹ de biomassa seca para espécies do gênero *Bambusa* em um ciclo de 6 anos (Shanmughavel et al., 2001). Esta produtividade é mais que o dobro da média para plantios de eucalipto no Brasil (IBÁ, 2017). O *Bambusa vulgaris* var. *vittata* Rivière & C. Rivière é originário da China, os colmos se formam em touceiras, não se alastra no terreno, tem como característica a coloração verde-amarelo, por isto é conhecido como brasileirinho, e pode chegar a 15 m de altura com diâmetro de 15 cm (Greco et al., 2011).

Além do uso na forma *in natura*, a biomassa em geral e o bambu em particular podem ser transformados em outros combustíveis como opção para melhorar suas propriedades energéticas, a partir de processos termo mecânicos de adensamento, como a briquetagem e a peletização e processos termoquímicos como a torrefação e a carbonização.

O adensamento facilita a manipulação e o armazenamento; possibilita maior controle sobre o processo de combustão e aumento da densidade energética do material., além de vantagens para o transporte, estocagem e facilidade para uso em mecanismos de combustão direta, co-combustão, gaseificação e pirólise (Kalilyan; Morey, 2009).

A torrefação é um processo em que a biomassa é submetida a temperaturas relativamente baixas, entre 180 °C e 280 °C (Chen et al., 2015), e o produto é um material intermediário entre a biomassa e o carvão vegetal. Dentro do gradiente de temperaturas dos tratamentos térmicos, a torrefação é, segundo Rodrigues (2010), o último processo de conversão endotérmica, e que produz um combustível com melhores propriedades energéticas. A carbonização, processo exotérmico, ocorre a temperaturas superiores às da torrefação e tem como objetivo a produção de carvão vegetal., produto com maior concentração de carbono e maior poder calorífico.

O uso de *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* na forma *in natura* em caldeiras na fabricação de papel reciclado (Vale et al., 2017) é um dos poucos registros do uso de bambu como insumo energético no Brasil. Neste sentido o objetivo desta pesquisa foi analisar a qualidade do *Bambusa vulgaris* var. *vittata* como combustível sólido nas formas *in natura*, torrificado, briquetes, *pellets*, e carvão vegetal.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta, secagem e ensaios do material in natura

A coleta dos colmos de *Bambusa vulgaris* var. *vittata* foi feita na Fazenda Água Limpa de propriedade da Universidade de Brasília, localizada na Vargem Bonita. Foram coletados 9 colmos de *Bambusa vulgaris* var. *vittata* divididos em 3 repetições, cada uma com 3 colmos. Após o abate os colmos

foram cortados em sete peças de 40 cm de comprimento e em seguida divididos em 6 ripas cada um (Figura 1). Cada tratamento (*in natura*, *pellets*, briquete, torreficado e carvão) foi composto por ripas provenientes de cada colmo e de cada peça. Assim, conforme Figura 2, a repetição 1 do tratamento 1: composto por ripas de número 1 de todos as peças (1A,1B,1C,1D,1E,1F e 1G) e de todos os colmos 1, 2 e 3, perfazendo um total de 21 ripas/repetição; a repetição 2 (grupo 2) do tratamento 1: composto por ripas de número 2 de todos as peças (2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F e 2G) e de todos os colmos 1, 2 e 3, perfazendo 21 ripas por repetição e assim por diante.

O material de cada repetição e de cada tratamento foi colocado para secagem em estufa a 60 °C para evitar ataques de fungos e de insetos durante o manuseio, e também para estabilizar a umidade, permanecendo por 5 dias, quando então foi retirado.

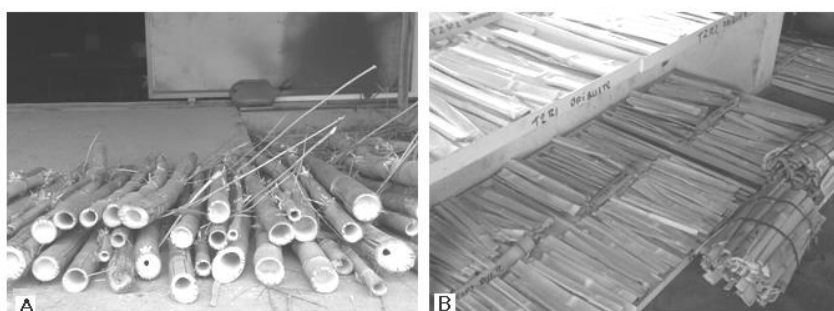


Figura 1. a) Material coletado, b) material processado na forma de ripas. Fonte: os autores (2019).

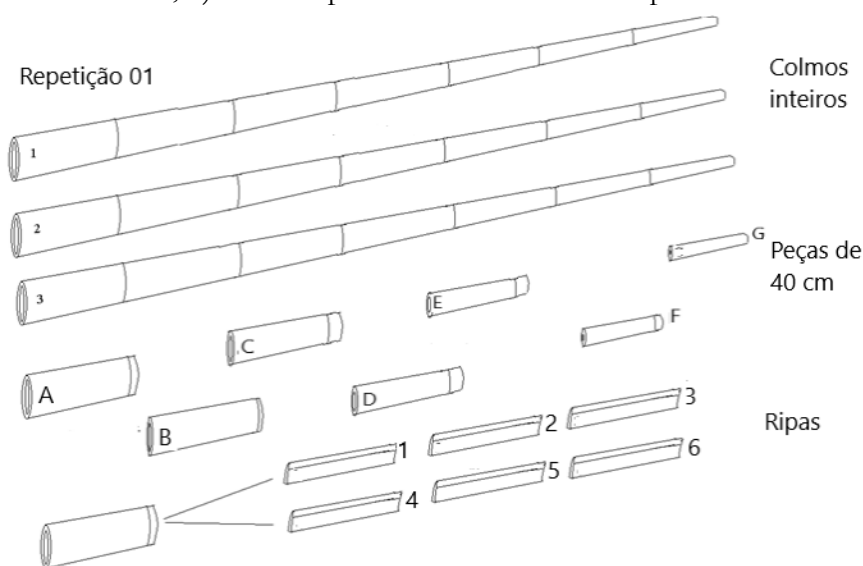


Figura 2. Representação de uma repetição com três colmos inteiros (1, 2 e 3), a divisão de cada colmo em peças de 40 cm A, B, C, D, F e G e o corte de cada peça em ripas (1, 2, 3, 4, 5 e 6).

Ensaio

Para determinação da umidade e da densidade foram retiradas amostras aproximadamente de 2 cm de comprimento cortadas na extremidade das ripas e seguidos os protocolos da norma NBR 7190 (ABNTa, 1997). Para a determinação da densidade do granel determinou-se a massa e o volume de ripas com dimensões variadas, empilhadas com auxílio de um gabarito. Após a moagem e classificação do bambu, determinou-se o poder calorífico superior com base na norma NBR 8633 (ABNT, 1984), o poder calorífico inferior (PCI em kcal kg⁻¹) conforme Equação 01, poder calorífico útil (PCU em kcal kg⁻¹)

conforme Equação 02, densidade energética sólida (DE_s em kcal m^{-3}) conforme Equação 03 e densidade energética do granel (DE_g em kcal m^{-3}) conforme Equação 04. A análise imediata foi realizada conforme as normas ISO 18122:2015 para teor de cinzas e ISO 18123:2015 para teor de matérias voláteis. O teor de carbono fixo em base seca foi calculado por diferença conforme a Equação 05.

$$PCI = PCS - 600(9h/100) \quad \text{onde } h - \text{teor de hidrogênio em base seca (\%)} \quad \text{Equação 01}$$

$$PCU = PCI(1-U) - 600U \quad \text{onde } U - \text{teor de umidade em base úmida (\%)} \quad \text{Equação 02}$$

$$De_s = PCU \times \rho_s \quad \text{onde } \rho_u - \text{densidade sólida} \quad \text{Equação 03}$$

$$De_g = PCU \times \rho_g \quad \text{onde } \rho_g - \text{densidade do granel} \quad \text{Equação 04}$$

$$CF = 100 - (CZ - MV) \quad \text{onde } CZ - \text{cinzas, } MV - \text{material volátil} \quad \text{Equação 05}$$

Briquetagem

Os briquetes foram produzidos a partir de amostras de 40 gramas de material moído em moinho de facas com granulometria abaixo de 40mesh. Utilizou-se uma briquetadeira de laboratório da marca LIPPEL e as amostras foram submetidas a uma pressão de 80 kgf cm^{-2} durante 5 minutos e a uma temperatura de $120 \text{ }^\circ\text{C}$, com resfriamento de 15 minutos. Foram produzidos 20 briquetes para cada repetição, perfazendo um total de 60 briquetes por tratamento. Os briquetes foram colocados em bancadas de laboratório para resfriamento e homogeneização da umidade, quando então foi determinada a densidade sólida e a umidade conforme a norma NBR 7190 (ABNTa, 1997). Para determinação da densidade do granel obteve-se a massa de briquetes colocada em um cilindro de alumínio com diâmetro e altura iguais a 15 cm. O material remanescente foi moído em moinho de facas com granulometria abaixo de 60 mesh, para os ensaios de análise imediata e poder calorífico superior, conforme descrito para material *in natura*.

Peletização

Uma carga de 5 kg da biomassa moída e classificada abaixo de 40 mesh foi utilizada para produção dos *pellets* de bambu em peletizadora da marca ENGMAQ. Por atrito a temperatura eleva-se a, aproximadamente, $90 \text{ }^\circ\text{C}$, suficiente para que a biomassa alcance o estágio vítreo da lignina, condição ideal para agregar as partículas e, após a produção, os *pellets* foram colocados em bancadas para resfriamento e endurecimento. Para determinar a umidade e a densidade sólida baseou-se na norma NBR 7190 (ABNTa, 1997), a partir de 50 unidades de *pellets* escolhidos ao acaso. Para determinação da densidade do granel obteve-se a massa de *pellets* colocados em um cilindro de alumínio com diâmetro e altura iguais a 15 cm. O material remanescente foi moído em moinho de facas com granulometria abaixo de 60 mesh, para os ensaios de análise imediata e poder calorífico superior, conforme descrito para material *in natura*.

Torrefação

As torrefações foram realizadas em um módulo composto por uma estufa adaptada, uma balança e um sistema de exaustão dos gases. A torrefação foi feita conforme protocolo do Laboratório de Produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro em reator microcontrolado, com temperatura máxima de 220 °C, em patamar de 60 minutos, tempo total de torrefação de 140 minutos, a taxa de 3 °C min⁻¹. Após a torrefação determinou-se a densidade das ripas na condição de 0% de umidade com base na norma NBR 7190 (ABNTa, 1997). O material remanescente foi moído em moinho de facas com granulometria abaixo de 60 mesh, para os ensaios de análise imediata e poder calorífico superior, conforme descrito para material *in natura*. A determinação da densidade do granel seguiu as orientações do bambu *in natura*.

Carbonização

A carbonização foi realizada em forno mufla de laboratório submetendo uma carga média de 6 kg de bambu (ripas) na seguinte sequência de temperatura: rampa de 10 minutos a 100 °C e mais 50 minutos para atingir 450 °C, patamar de 240 minutos a 450 °C e rampa de resfriamento de 60 minutos. A densidade energética foi determinada conforme descrito anteriormente. A determinação da densidade do granel seguiu as orientações do bambu *in natura*.

Análise estatística

O delineamento considerado foi o inteiramente ao acaso e a análise estatística foi realizada para a conversão mecânica, entre os tratamentos: *in natura*, briquetes e *pellets*; e para a conversão térmica, entre os tratamentos: *in natura*, material torreficado e carvão vegetal., com 3 repetições. Os tratamentos foram comparados entre si pela análise de variância (ANOVA) e, em caso de diferença significativa a 5% de probabilidade, as médias foram analisadas pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização dos combustíveis

Na Figura 3 estão apresentadas as biomassas de *Bambusa vulgaris* variedade *vittata*: colmos *in natura*, briquetes, *pellets*, material torreficado e carvão vegetal



Figura 3. *Bambusa vulgaris* var. *vittata* na forma *in natura* e transformados em briquetes, *pellets*, material torreficado e carvão vegetal (Fonte: os autores, 2019).

Análise dos combustíveis sólidos a 0% de umidade

Em geral as espécies de bambus apresentam densidade crescente no sentido longitudinal da base para o topo e no sentido transversal das partes internas para a externa do colmo em função da diferença estrutural entre as diversas camadas do colmo. Na base do colmo assim como nas camadas mais internas, ocorre maior quantidade de tecido parenquimatoso e menor quantidade de fibras. Em função deste arranjo anatômico o *Bambusa vulgaris* var. *vittata* apresentou densidade média a 0% de umidade de 680 kg m⁻³ (Tabela 1).

Tabela 1. Características dos colmos do *Bambusa vulgaris* var. *vittata* na forma *in natura* e transformados em briquete, *pellets*, material torreficado e carvão vegetal. $Q_{0\%}$ - densidade sólida a 0% de umidade, PCS – poder calorífico superior, $De_{0\%}$ - densidade energética a 0% de umidade ($Q_{0\%} \times PCS$), MV – matérias voláteis, Cz – cinzas, CF – carbono fixo.

Tratamento	$Q_{0\%}$	PCS	$De_{0\%}$	Análise imediata (%)		
	kg m ⁻³	kcal kg ⁻¹)	Mcal m ⁻³	MV	Cz	CF
<i>In natura</i>	680	4.545	3.091	82,61	2,41	14,99
Briquetes	1.175	4.599	5.403	82,61	2,41	14,99
<i>Pellets</i>	1.266	4.593	5.814	82,61	2,41	14,99
Torrificada	751	4.830	3.629	76,43	2,08	21,48
Carvão	350	7.234	2.535	14,92	6,62	78,47

Para a biomassa *in natura*, o valor do poder calorífico superior ficou abaixo do encontrado por Santos et al. (2016) (4.662 kcal kg⁻¹) e Brito et al. (1987) (4.750 kcal kg⁻¹), provavelmente porque os autores trabalharam com colmos maduros de 5 anos e entre 3 e 4 anos, respectivamente, ao contrário deste trabalho em que se trabalhou com uma mistura de colmos jovens e maduros. Comparando com outras espécies o poder calorífico superior da biomassa *in natura* ficou acima dos 4.100 kcal kg⁻¹ encontrado por Hernández Mena (2014) para *Dendrocalamus giganteus* e semelhantes aos valores de 4.515 kcal kg⁻¹ e 4.526 kcal kg⁻¹ encontrados por Santos et al. (2016) para *Bambusa tuldoides* e *Dendrocalamus asper*, respectivamente.

Dahal et al. (2020) mencionam que o poder calorífico determinado para *Bambusa balcooa* ($4.352 \text{ kcal kg}^{-1}$) é consideravelmente superior ao poder calorífico de relevantes resíduos agrícolas como a cultura de arroz, algodão e milho, bem como de biomassas aquáticas como algas *Cladophora* e *Gracilaria* e o sargaço.

Quanto à análise imediata, o teor de cinzas foi semelhante ao teor de 2,5% encontrado por Sette Jr. et al. (2016), porém diferiram os teores de voláteis e carbono fixo, 74,7% e 22,8% respectivamente. Essa diferença pode ter ocorrido devido a seleção e preparo das amostras, onde o referido estudo utilizou apenas indivíduos de 5 anos e amostras de uma posição axial específica em torno de 1,30 m de altura do solo. O teor de voláteis encontrado neste estudo se aproxima do teor de 81% obtido por Makwarela et al. (2016) para amostras de *Bambusa balcooa* de 1 ano de idade.

O aumento da densidade energética a 0% de umidade ($De_{0\%}$) para o material briquetado ($5.403 \text{ Mcal m}^{-3}$) e peletizado ($5.814 \text{ Mcal m}^{-3}$) em relação ao material *in natura* ($3.091 \text{ Mcal m}^{-3}$), se deve ao aumento da densidade sólida a 0% de umidade ($D_{0\%}$), tanto na briquetagem quanto na peletização, uma vez que não houve diferença significativa entre os poderes caloríficos superiores para os três tratamentos (Tabela 4). Santos et al. (2016) trabalhando com o potencial energético de bambus concluíram que o valor da densidade energética do *Bambusa vulgaris* var *vittata* é semelhante àquele do *Eucalyptus urograndis*. Sette Jr et al. (2016) obtiveram valores mais elevados de densidade energética para *pellets* de *Bambusa vulgaris*, $6,46 \text{ Gcal kg}^{-1}$, diferença explicada pela maior densidade sólida observada nos *pellets*, de 1.380 kg m^{-3} , provavelmente resultado de diferenças de processo e pré-tratamento da peletização. Nesse estudo, à exceção do teor de cinzas, os *pellets* de *Bambusa vulgaris* superaram os parâmetros dos *pellets* de *Eucalyptus urograndis* para uso energético.

Diferentemente do processo mecânico de conversão da biomassa, os processos térmicos como a torrefação e a carbonização aqui considerados, não promoveram ganhos nas qualidades energéticas da biomassa sob o ponto de vista da densidade energética. A carbonização tem como objetivo principal a concentração de carbono, como pode ser observado na Tabela 2, com um expressivo aumento de 423,48%, o que é importante nos processos siderúrgicos onde o carvão entra como termorredutor, como no caso da produção de ferro gusa ou como redutor nas reações de formação de outros metais. Em consequência do aumento do teor de carbono fixo, o carvão apresenta um ganho em poder calorífico da ordem de 59,16% (Tabela 2). O poder calorífico foi semelhante a $7.210 \text{ kcal kg}^{-1}$ e $7.227 \text{ kcal kg}^{-1}$ obtido por Makwarela et al. (2017) para amostras de *Bambusa balcooa* de 3 e 4 anos respectivamente, carbonizadas a $400 \text{ }^\circ\text{C}$. Do ponto de vista da densidade energética, transformar biomassa em carvão provoca uma diminuição da densidade sólida, que neste trabalho foi de 48,53%, suficiente para reduzir a densidade energética sólida em 17,99%.

Observa-se pela Tabela 2 que as conversões mecânicas (briquetagem e peletização) contribuíram mais para o ganho energético dos produtos gerados em relação às conversões térmicas (Tabela 3).

Tabela 2. Variação percentual nas propriedades de briquete, *pellets*, bambu torreficado e carvão de *Bambusa vulgaris* var. *vittata* em relação à condição *in natura* (%).

Tratamento	Variação percentual (%)					
	$\rho_{0\%}$	PCS	De $_{0\%}$	MV	Cz	CF
Briquete	72,79	1,19	74,78	0,00	0,00	0,00
<i>Pellets</i>	86,18	1,06	88,10	0,00	0,00	0,00
Torrificado	10,44	6,27	17,39	-7,48	-13,69	43,30
Carvão	-48,53	59,16	-17,99	-81,94	174,27	423,48

Dentre as duas conversões térmicas consideradas, apenas a torrefação contribuiu para o incremento da densidade energética, mas muito aquém do que se observou para as conversões mecânicas. Houve um ganho de 10,44% na densidade sólida a 0% de umidade e de 6,27% no poder calorífico, o que evidencia o incremento na densidade como o principal fator no aumento de 17,39% na densidade energética. Porém, em algumas situações específicas, o alto teor de carbono fixo do carvão é mais desejável para uso energético, como em sistemas de cogeração com carvão mineral. Makwarella, et al. (2017), ao comparar a espécie *Bambusa balcooa in natura*, torreficada a 250 °C e 280 °C e carbonizada a 350 °C e 400 °C, concluíram que o carvão de bambu apresentou desempenho superior aos tratamentos *in natura* e torreficados no contexto de cogeração com carvão mineral., especialmente a 400 °C e das amostras de 4 anos de idade, com desempenho superior ao das amostras mais jovens.

A análise dos valores de “F” da Tabela 3 para densidade sólida, poder calorífico superior e densidade energética a 0% de umidade, mostram que houve diferença significativa a 5% de probabilidade para todas as variáveis analisadas. Na Tabela 4 constam os valores médios das variáveis estudadas e os resultados do Teste de médias de Tukey para estas variáveis.

Tabela 3. Valores de “F” para densidade sólida ($\rho_{0\%}$), poder calorífico superior (PCS) e densidade energética sólida a 0% de umidade (De $_{0\%}$) entre os tratamentos.

FV	GL	Valores de “F”		
		$\rho_{0\%}$	PCS	De $_{0\%}$
Tratamento	4			
Resíduo	10	389,63*	106,94*	194,67*
Total	14			

*significativo a 5% de probabilidade

Observa-se que não há diferença significativa entre os tratamentos *in natura*, briquetagem, peletização e torrefação para a variável poder calorífico superior. A peletização e a briquetagem foram os processos de conversão mais eficientes, com uma ligeira vantagem da peletização, principalmente quanto à densidade sólida a 0%, onde houve diferença significativa a 5% de probabilidade. A carbonização foi o processo estatisticamente diferente dos demais, sobressaindo para a variável poder calorífico superior com um valor 59,16% maior que a condição *in natura*.

Tabela 4. Teste de Tukey para as variáveis analisadas.

Tratamento	D0% kg m ⁻³	PCS kcal kg ⁻¹	De0% kcal m ⁻³
In natura	680 c	4.545 b	3.091.147 c
Briquete	1.175 b	4.599 b	5.402.659 a
<i>Pellets</i>	1.266 a	4.593 b	5.814.396 a
Torrificada	751 c	4.830 b	3.628.674 b
Carvão	350 d	7.234 a	2.534.917 d

Análise do bambu, briquete e pellets considerando a umidade de utilização

Não se consome biomassa energética a 0% de umidade e sim na condição de umidade em que ela se encontra, que por sua vez depende do processo de secagem (resíduos *in natura* e madeira) ou do processo de produção (*pellets*, briquetes e biomassa torrificada). O volume considerado não é o sólido e sim o volume do granel (*pellets*, briquetes e biomassa torrificada) ou estéreo (madeira) e ambos dependem das dimensões e forma do combustível.

Neste trabalho utilizou-se ripas com dimensões que variaram entre 1x0,5x30cm a 7x1x30cm (largura x espessura x comprimento) para biomassa *in natura* e torrificada e cilindros para briquetes e *pellets* cujos diâmetros foram, respectivamente, 3,27cm e 6,04mm e o comprimento, 3,62cm e 24,43mm, respectivamente.

Com estas considerações na Tabela 5 estão, em última análise, as densidades sólidas e energéticas do bambu *in natura*, briquetado e peletizado na umidade de consumo.

Tabela 5. Características dos colmos do *Bambusa vulgaris* var. *vittata* na forma *in natura* e transformados em briquete e *pellets* úmidos.

Tratamento	Teor de umidade (%)	Densidade úmida kg m ⁻³		PCU kcal kg ⁻¹	Densidade energética Mcal m ⁻³	
		Sólida (qs)	Granel (qg)		De _s	De _g
<i>In natura</i>	10	893	362	3.717	3.318	1.345
Briquetes	8	1.241	518	3.902	4.843	2.020
<i>Pellets</i>	5	1.288	525	4.020	5.182	2.112

A conversão mecânica, além de comprimir a biomassa, provoca uma perda de umidade devido à elevação da temperatura envolvida no processo, e, portanto, resulta em aumento do poder calorífico útil, com reflexo direto na densidade energética. Na prática a combustão da biomassa em fornalhas, lareiras, fogões e similares se faz com o carregamento na forma de granel, ou seja, considerando os espaços vazios entre as peças em serviço e a presença de umidade. Portanto deve-se considerar a densidade energética do granel, que neste caso corresponde a cerca de 40% da densidade sólida na mesma umidade (Tabela 5), para os cálculos de balanço de massa.

Com os processos briquetagem e peletização há um aumento significativo a 5% de probabilidade nos valores da densidade do granel de 43,09% e 45,03% respectivamente, com reflexo direto na densidade energética, com ganhos de 50,00% e 56,85%, respectivamente. Os tratamentos briquetagem e peletização não diferem significativamente entre si, para ambos os parâmetros.

CONCLUSÕES

As análises realizadas permitem concluir que:

- O *Bambusa vulgaris* var. *vittata* tem potencial de uso como biomassa energética tanto na forma *in natura* quanto transformada em briquete, *pellet*, material torreficado e carvão vegetal., apresentando poder calorífico mais elevado que os principais resíduos agrícolas
- A biomassa de *Bambusa vulgaris* var. *vittata* apresentou bons parâmetros energéticos ao ser transformada por métodos mecânicos ou térmicos.
- Os ganhos em densidade energética são maiores para os produtos da conversão mecânica, tanto com a peletização quanto a briquetagem.
- Os conversores térmicos propiciam ganhos em poder calorífico e carbono fixo tanto para o material torreficado em menor escala, quanto para o carvão vegetal.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro de Pesquisa de Fibras Naturais e Bambu (CPAB) pelo financiamento desta pesquisa dentro do Edital nº01/2018 CPAB/UnB e ao Laboratório de Produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro, onde foram realizadas alguns dos ensaios deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Brasil (1984). Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8633: Carvão vegetal – Determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro, 1984.
- Brasil (1997). Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7190: Projeto de Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro. 107p.
- Brito JO et al. (1987). Produção e caracterização do carvão vegetal de espécies e variedades de bambu. IPEF, 36(1): 13-17.
- Chen WH et al. (2015). A state-of-the-art review of biomass torrefaction, densification and applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 44: 847-866.
- Dahal. RK et al. (2020). A study on potential recovery of energy and value-added chemicals from in-situ pyrolysis of *Bambusa balcooa* over basic metal oxides. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 147: 104801.
- EMBRAPA (2018) – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Visão 2030: O futuro da agricultura brasileira. Brasília. 212p.

- EPE (2020) – Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2020, Ano base 2019. Rio de Janeiro. 292p.
- Greco, TM. et al. (2011) Bambu – cultivo e manejo. Insular: Florianópolis.184p.
- Hernández-Mena LE et al. (2014). Slow pyrolysis of bamboo biomass: analysis of biochar properties. Chemical Engineering Transactions, 37: 115-120.
- IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório anual 2017. São Paulo, 2017
- IEA – (2019). Internacional Energy Agency. Renewables 2019. Paris. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/renewables-2019>>. Acesso em: 26/08/2020.
- IEA – (2020). Internacional Energy Agency. World Energy Balances: Overview. 2020. Paris. Disponível em:< <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables?country=WORLD> >. Acesso em: <26/08/2020>
- IMBAR, (2015). International network for bamboo and rattan. Evaluation of Bamboo Resources in Latin America, 2015. Disponível em: < <http://www.inbar.int/#1>>. Acesso em: 01/04/2017.
- ISO (2015a) International Organization for Standardization. ISO 18123:2015: Solid Biofuels - Determination of the content of volatile matter. Genebra.
- ISO (2015b). International Organization for Standardization. ISO 18122:2015: Solid Biofuels - Determination of ash content. Genebra.
- Kaliyan N, Morey RV (2009). Factors affecting strength and durability of densified biomass products. Biomass and Bioenergy, 33(3): 337-359.
- Lee et al. (2014) Development of a hollow cylinder test for the elastic modulus distribution and the ultimate strength of bamboo. Construction & building materials, 51: 235–243.
- Makwarela MO et al. (2017). Co-firing combustion characteristics of different ages of *Bambusa balcooa* relative to a high ash coal. Renewable Energy, 105: 656-664.
- Mota IO et al. (2017). Estudo das propriedades físicas e mecânicas do bambu brasileiro (*Bambusa vulgaris vittata*) para aplicação na construção de sistemas hidráulicos alternativos de distribuição de água à baixa pressão. REA – Revista de estudos ambientais (Online), 19 (1): 18-26.
- Rodrigues TO, Rousset PLA (2010). Effects of torrefaction on energy properties of *Eucalyptus grandis* wood. CERNE, 15: 446-452.
- Santos DRS et al. (2016). Potencial de espécies de Bambu como fonte energética. Sci. Flor, 44 (111): 751-758.
- Sette CR et al. (2016). Production and Characterization of Bamboo Pellets. Bioscience Journal., 32(4): 922-930.
- Shanmughavel P et al (2001). Biomass production in an age series of *Bambusa bambos* plantations. Biomass and Bioenergy, 20(2): 113-117.
- Vale AT et al. (2017). Avaliação do pontecial energético de *Bambusa vulgaris* em função da idade. Floresta e Ambiente, 24: 1-9.

Teores de potássio no solo e produção da bananeira ‘Terra’ decorrentes do uso agrícola do efluente de suinocultura


Recebido em: 26/08/2021

Aceito em: 29/08/2021

 10.46420/9786581460044cap2

Giovanni de Oliveira Garcia^{1*} 

Marjorie de Freitas Spadetto² 

Moisés Zucoloto³ 

Edvaldo Fialho dos Reis⁴ 

INTRODUÇÃO

O cultivo de banana apresenta grande importância social e econômica, pois é praticado por pequenos, médios e grandes produtores. A banana é segunda fruta mais produzida no Brasil, com cerca de 6,8 milhões de toneladas colhidas, produção esta, absorvida quase que integralmente pelo mercado interno (Embrapa, 2019).

Uma vez que a exigência nutricional da bananeira é extremamente alta, Prezotti et al. (2007) estimaram que a quantidade de nutrientes necessários para a produção com qualidade superior, pode chegar a 700; 500 e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de potássio, nitrogênio e fósforo, respectivamente, para as condições do Estado do Espírito Santo, fazendo com que, a adubação química seja responsável por 30 a 60% do custo de produção (Pacheco et al., 2016).

Nesse contexto, a utilização de meios alternativos para o fornecimento de nutrientes para as plantas, com custo reduzido e que promova a sustentabilidade ambiental, torna-se necessário, principalmente por se tratar de uma atividade recorrente na agricultura familiar que busca otimização de gastos, promovendo incremento da rentabilidade pela economia com fertilizantes químicos.

Dentre as possibilidades de reuso, o efluente de suinocultura pode se tornar uma opção economicamente viável no cultivo da banana, pois constitui fonte de nutrientes essenciais, os quais são necessários à nutrição vegetal (Garcia et al., 2019). Em trabalho desenvolvido por Maggi et al. (2011) foi encontrado um total de 462,0; 887,0 e 108,0 mg L⁻¹ de potássio; nitrogênio e fósforo, respectivamente. Prior et al. (2015) observaram que a constituição do efluente de suinocultura foi de 150,0; 1.073,0 e 170,0 mg L⁻¹ de potássio, nitrogênio e fósforo, respectivamente.

¹ Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Departamento de Engenharia Rural.

² Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Programa de Pós-graduação em Agronomia.

³ Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Departamento de Agronomia.

⁴ Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Departamento de Engenharia Rural.

* Autora correspondente: giovanni.garcia@ufes.br

Estudos vêm sendo amplamente desenvolvidos, demonstrando os benefícios em áreas agrícolas em que se utiliza o efluente da suinocultura, tanto na melhoria nos atributos físicos, físico-químicos, químicos e biológicos do solo, bem como na produtividade das culturas. Schlegela et al. (2017), Manso et al. (2016), Alves Neto et al. (2016), entre outros, obtiveram resultados satisfatórios no aumento da produtividade de diferentes culturas, melhorias físicas e químicas no solo com o uso desses efluentes como complementação ou fonte de adubação.

Porém o uso contínuo desses efluentes requer a adoção de critérios, pois o manejo inadequado e a disposição final sem gestão ambiental, em doses e frequências elevadas, acima da capacidade de absorção de nutrientes pelas plantas, podem provocar desequilíbrio químico, alterações nas propriedades físicas do solo e fitotoxicidade devido aos sais dissolvidos (Da Ros et al., 2017). Podendo, dessa forma, aumentar o risco de salinização, sodicidade e acidez do solo, entre outros problemas.

Diante do exposto, é imprescindível o estudo que auxilie os produtores a adotarem formas de manejo que diminuam o uso de fertilizantes químicos, sem comprometer a qualidade do solo e que busquem a maximização da produção com custo reduzido. Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo avaliar a produção da banana ‘Terra’ e as possíveis alterações nas características químicas da solução do solo em diferentes faixas de profundidades, decorrentes de aplicações sucessivas do efluente da suinocultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do local do experimento

O experimento foi desenvolvido em condições de campo na Área Experimental do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-E-UFES) em Alegre, ES, apresentando altitude de 119 m e coordenada geográfica latitude 20°44’45”S e longitude 41°29’11”O (Figura 1).



Figura 1. Localização da Área Experimental no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, município de Alegre, ES.

Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante da região é do tipo Cwa, caracterizado por verão quente e chuvoso e inverno frio e seco, com temperatura anual mínima, média e máxima de 15, 23 e 34°C, respectivamente, e precipitação anual em torno de 1.341 mm. Os dados climáticos

monitorados durante os períodos de aplicação do efluente da suinocultura, ou seja, evapotranspiração e precipitação (Figura 2) foram obtidos por meio da estação do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, na Estação de Meteorologia: Alegre-A617, Código OMM: 86828, localizado próximo ao experimento.

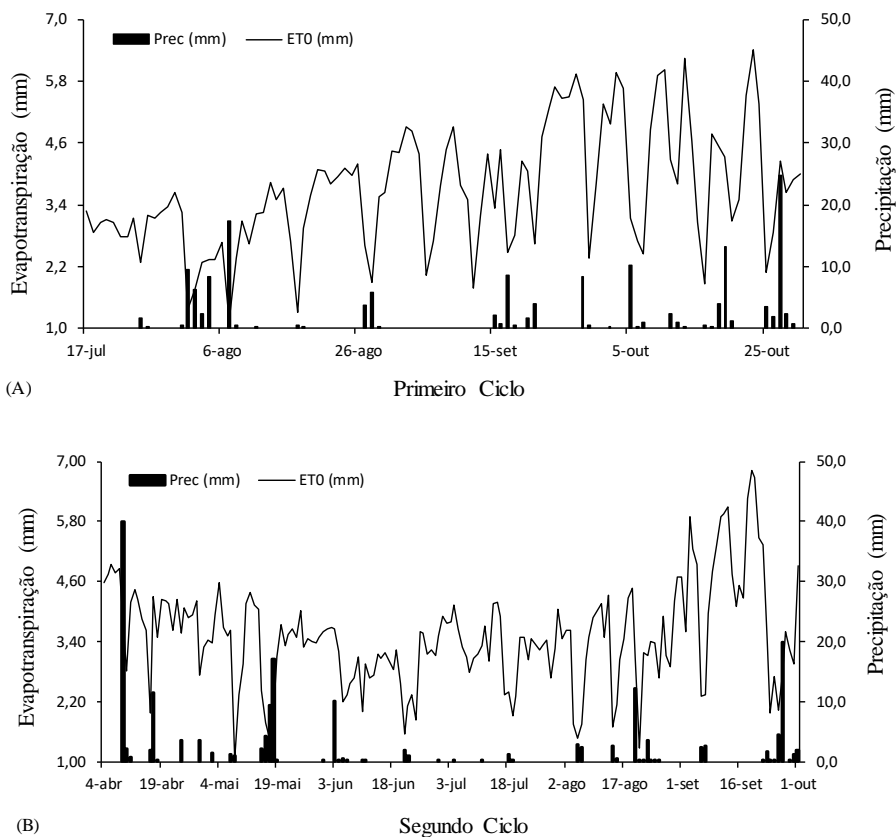


Figura 2. Dados diários da evapotranspiração e precipitação obtidos no período de aplicação do efluente da suinocultura, no primeiro ciclo (A) e segundo ciclo (B) da bananeira ‘Terra’. Fonte: INMET (2019). Elaborada pelos autores.

Caracterização do solo e do efluente utilizado no experimento

O solo em que o experimento foi implantado é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo. Nesse solo foram coletadas amostras nas faixas de profundidade de 0-20 e 20-40 cm antes da implantação do experimento e encaminhadas ao laboratório para caracterização química e física (Tabela 1) conforme metodologia preconizada pela Embrapa (2019).

Tabela 1. Caracterização química e física das amostras de solo coletadas antes da instalação do experimento

Atributos químicos	Profundidade (cm)	
	0-20	20-40
¹ pH H ₂ O	6,01	5,98
² Cálcio (cmol _c dm ⁻³)	1,48	4,10
² Magnésio (cmol _c dm ⁻³)	2,46	2,17
² Alumínio (cmol _c dm ⁻³)	0,00	0,00
³ Fósforo (mg dm ⁻³)	95,62	42,35
³ Potássio (mg dm ⁻³)	329,00	263,00
³ Sódio (mg dm ⁻³)	31,00	35,00
³ Ferro (mg dm ⁻³)	197,00	197,00
³ Zinco (mg dm ⁻³)	1,00	0,70
³ Cobre (mg dm ⁻³)	1,50	0,80
⁴ Enxofre (mg dm ⁻³)	13,00	9,00
⁵ Boro (mg dm ⁻³)	0,22	0,19
Soma de Bases (cmol _c dm ⁻³)	4,97	7,09
CTC (cmol _c dm ⁻³)	6,87	8,66
Saturação por bases (%)	72,37	81,89
Atributos físicos	Profundidade de 0 – 40 cm.	
Areia (%)	66,00	
Silte (%)	11,00	
Argila (%)	23,00	
Densidade do solo (kg dm ⁻³)	1,258	
Capacidade Campo (kg dm ⁻³)	0,227	
Ponto de Murcha (kg dm ⁻³)	0,109	

1. Água - Relação 1:2,5; 2. Cloreto de potássio 1 mol L⁻¹ e determinado por titulometria; 3. Mehlich⁻¹; 4. Fosfato monocálcico ác. acético; 5. Água quente.

O efluente bruto da suinocultura passou por um sistema de tratamento preliminar, constituído por gradeamento para retenção dos sólidos mais grosseiros, um decantador e uma lagoa de estabilização. Após tratado, o efluente foi coletado, transportado e armazenado em um reservatório de 5.000 litros próximo à área do experimento para o seu uso.

Tabela 2. Caracterização química média do efluente da suinocultura utilizado no experimento durante o primeiro e segundo ciclo da bananeira ‘Terra’

Atributos Químicos	Primeiro Ciclo	Segundo Ciclo
pH H ₂ O	7,80	6,70
CE (dS m ⁻¹)	2,90	2,64
Razão de adsorção de sódio	1,69	1,42
Cálcio (meq L ⁻¹)	4,44	3,27
Magnésio (meq L ⁻¹)	3,48	2,26
Fósforo (mg L ⁻¹)	22,48	26,33
Potássio (mg L ⁻¹)	262,00	235,67
Nitrogênio (Nitrato) (mg L ⁻¹)	390,00	365,00
Sódio (meq L ⁻¹)	3,36	2,36
Ferro (mg L ⁻¹)	0,26	0,30
Zinco (mg L ⁻¹)	0,03	0,02
Manganês (mg L ⁻¹)	0,20	0,10
Cobre (mg L ⁻¹)	0,03	0,02
Boro (mg L ⁻¹)	0,67	0,17
Cloro (meq L ⁻¹)	0,80	0,20
Alumínio (meq L ⁻¹)	0,00	0,00
Sulfato (meq L ⁻¹)	0,97	1,02
Bicarbonato (meq L ⁻¹)	0,32	0,10
Dureza (CaCO ₃) (mg L ⁻¹)	189,45	276,38

Delimitação experimental e condução do experimento

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, com cinco repetições. Para a avaliação das características químicas da solução do solo, o esquema experimental foi em parcelas subdivididas, tendo-se nas parcelas doses de potássio, em cinco níveis, advindo do efluente de suinocultura (200, 300, 400, 500 e 600 kg ha⁻¹ da demanda anual de potássio da bananeira ‘Terra’); e nas subparcelas faixas de profundidades de coleta de solo em três níveis (0-15, 15-30 e 30-45 cm) e nas sub-subparcelas períodos amostrais em dois níveis (antes e depois das aplicações).

O preparo do solo constou de uma aração a 40 cm de profundidade e uma sulcagem para o plantio das mudas, nas dimensões de 40 cm de largura x 40 cm de profundidade. Utilizou-se no experimento mudas constituídas por rizomas do tipo chifre do grupo ‘Terra’ (*Musa* sp. AAB, subgrupo Terra).

O plantio foi realizado em dezembro de 2017, com espaçamento 2,5 metros entre fileiras e 2,0 metros entre plantas, em uma área total de aproximadamente 1.200 m², contendo 231 plantas. Foram utilizadas 25 parcelas experimentais, sendo a parcela constituída por três plantas úteis. O bananal foi conduzido no sistema família, por meio de desbaste, deixando-se apenas um segmento por geração. As adubações de plantio e cobertura foram feitas de acordo com Prezotti et al. (2007). Os demais tratamentos culturais recomendados para a cultura foram realizados ao longo do período experimental.

Aplicação do efluente de suinocultura

A aplicação do efluente iniciou-se quando as plantas atingiram o sexto mês de desenvolvimento, período no qual inicia-se a maior demanda de potássio pela cultura. O fornecimento foi feito manualmente por meio de uma mangueira conectada a um hidrômetro, para a correta dosagem em cada planta para cada tratamento.

O volume aplicado em cada tratamento foi determinado levando-se em consideração o teor de potássio no efluente, a fim de totalizar 200, 300, 400, 500 e 600 kg ha⁻¹ da demanda anual de potássio segundo Prezotti et al., (2007). A quantidade de potássio aplicado durante a condução do experimento, por meio das diferentes doses de efluente suinocultura durante o primeiro e segundo ciclo, está descrita na Tabela 3.

Tabela 3. Aporte de potássio (kg ha⁻¹ ano⁻¹) nas diferentes doses de efluente de suinocultura durante o primeiro e segundo ciclo da bananeira ‘Terra’.

Doses de Potássio Advindo do Efluente	Primeiro Ciclo	Segundo Ciclo
-----kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ -----		
200	69,64	132,07
300	104,46	235,63
400	139,28	339,19
500	174,10	442,75
600	208,92	523,18

Irrigação complementar e avaliações

O manejo da irrigação complementar foi realizado via clima, de acordo com a demanda da evapotranspiração cultura, com o turno de rega diário. Para isso, foi calculada a evapotranspiração de referência diária (ET₀), a partir da equação de Penman-Monteith-FAO 56 proposta por Allen et al. (1998). O coeficiente da cultura (Kc) variou de acordo com estágio de desenvolvimento e foi utilizado para ajustar os valores da ET₀.

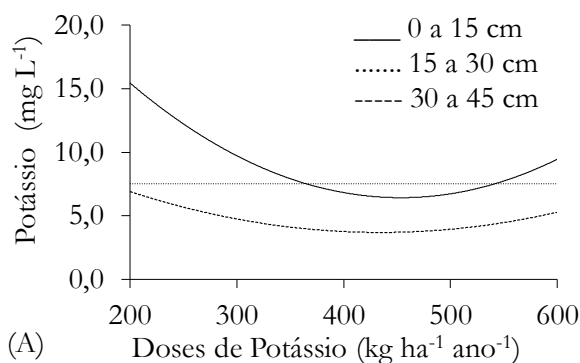
Para a avaliação química do potássio na solução do solo, amostras de solo foram coletadas em cada unidade experimental antes e após do início das aplicações nas faixas de profundidade de 0-15, 15-30 e 30-45 cm. Após coletadas as amostras foram encaminhadas ao laboratório para a determinação dos teores de potássio conforme preconizada pela Embrapa (2019). Por sua vez a avaliação da produtividade da bananeira ‘Terra’, foi quantificada quantificando o peso do cacho (PC), peso do fruto (PF), feito com a pesagem de todos os frutos colhidos por cacho e dividindo o valor pelo número de frutos; produtividade (PROD), fazendo-se a estimativa de produtividade em relação à área plantada no experimento conforme sugerido por Alves et al. (2004).

Análise estatística dos dados

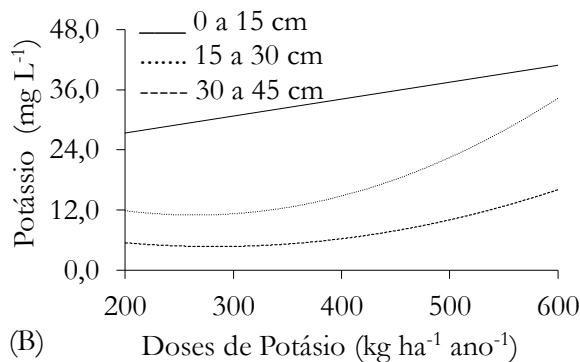
Os dados obtidos foram analisados pelo teste F da análise de variância ($\alpha \leq 0,05$), sendo os valores significativos de caráter quantitativo submetidos à análise de regressão e os valores de caráter qualitativos submetidos a um teste de média (teste de Tukey, adotando-se um nível de 5% de probabilidade).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância permitiram verificar os teores de potássio e as variáveis relacionadas à produção foram significativas pelo uso do efluente da suinocultura houve efeito significativo para o fator doses.



00 a 15 cm – $\hat{y} = 35,3141 - 0,1275 \times (\text{Doses de K}) + 0,0001 \times (\text{Doses de K})^2$ $R^2 = 0,9825$
 15 a 30 cm – $\hat{y} = 7,52$
 30 a 45 cm – $\hat{y} = 147,4961 - 0,0482 \times (\text{Doses de K}) + 0,0005 \times (\text{Doses de K})^2$ $R^2 = 0,7022$



00 a 15 cm – $\hat{y} = 20,5694 + 0,0345 \times (\text{Doses de K})$ $r^2 = 0,7175$
 15 a 30 cm – $\hat{y} = 25,4848 - 0,1095 \times (\text{Doses de K}) + 0,0002 \times (\text{Doses de K})^2$ $R^2 = 0,9242$
 30 a 45 cm – $\hat{y} = 13,6711 - 0,0635 \times (\text{Doses de K}) + 0,0001 \times (\text{Doses de K})^2$ $R^2 = 0,8849$

Figura 3. Valores de potássio ajustados na solução do solo (mg L^{-1}) em função das doses de potássio advindo do efluente de suinocultura antes (A) e depois da aplicação (B), para cada faixa de profundidade.

É possível observar na Figura 3 que os valores mais expressivos de potássio foram encontrados após a aplicação do efluente da suinocultura, quando comparadas as amostras coletadas antes da aplicação.

Após a aplicação do efluente, os maiores valores de potássio na solução do solo foram encontrados na profundidade de 0-15 cm, havendo um aumento linear dessa variável, na ordem de 49,6%, quando comparadas a menor com a maior dose, ou seja, 200 e 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K, respectivamente.

Para as faixas de profundidades de 15-30 e 30-45 cm, os valores de potássio apresentaram um decréscimo até atingir o ponto mínimo na dose de 202,7 (14,3 mg L⁻¹) e 288,6 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K (4,5 mg L⁻¹), respectivamente, e posteriormente houve um aumento dos valores à medida que as doses do efluente aumentaram.

Com base nos resultados obtidos, é possível inferir que a disponibilidade do potássio na solução do solo aumentou devido à aplicação das doses de potássio provenientes do efluente, sendo a dose de maior concentração responsável por maiores valores de potássio na solução do solo, corroborando com os resultados encontrados por Caovilla et al. (2010).

Tabela 4. Valores médios do potássio na solução do solo (mg L⁻¹) em função das doses de potássio advindo do efluente de suinocultura antes (A) e depois da aplicação (B), para cada faixa de profundidade.

Antes da Aplicação						
Variáveis	Profundidade (cm)	Doses de K advindo do Efluente (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)				
		200	300	400	500	600
Potássio (mg L ⁻¹)	0-15	15,726 A	9,160 A	6,740 A	7,340 A	9,100 A
	15-30	9,580 B	5,340 A	6,860 A	8,540 A	7,200 A
	30-45	7,100 B	5,000 A	2,640 A	4,960 A	4,210 A
Depois da Aplicação						
Variáveis	Profundidade (cm)	Doses de K advindo do Efluente (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)				
		200	300	400	500	600
Potássio (mg L ⁻¹)	0-15	29,740 A	26,560 A	39,080 A	30,740 A	44,625 A
	15-30	12,880 B	10,020 B	12,440 B	26,880 A	32,500 B
	30-45	4,400 C	6,860 B	6,280 B	7,880 B	17,125 C

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Os valores médios de potássio na solução do solo antes da aplicação do efluente (Tabela 4) não diferiram entre as faixas de profundidades estudadas, exceto para a dose correspondente a 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de potássio. Por sua vez, após a aplicação, houve diferença entre médias obtidas em todas as profundidades nas diferentes doses.

Após a aplicação do efluente, nota-se que os valores médios desta variável são superiores aos encontrados nas amostras coletadas antes da aplicação. Houve um aumento de 89; 189; 479; 318 e 390% na faixa de profundidade de 0-15 cm; 34; 87; 81; 241 e 351% na faixa de profundidade de 15-30 cm; e 0; 37; 137; 58 e 306% na faixa de profundidade de 30-45 cm nos tratamentos de 200; 300; 400; 500 e 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K, respectivamente.

Esses aumentos dos valores podem estar relacionados a sucessivas aplicações do efluente de suinocultura durante os dois ciclos da cultura da banana, uma vez que este elemento é encontrado em maior concentração no efluente utilizado. Para este trabalho, o efluente apresentou concentração média de 234,0 mg L⁻¹ de potássio.

Nota-se também que após a aplicação efluente de suinocultura, os valores do potássio encontrados foram significativamente mais expressivos para as faixas de profundidades de 0-15 cm em comparação às profundidades de 15-30 e 30-45 cm, na ordem de 29,740; 26,560; 39,080; 30,740 e 44,625 mg L⁻¹ nas doses de 200; 300; 400; 500 e 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K, respectivamente.

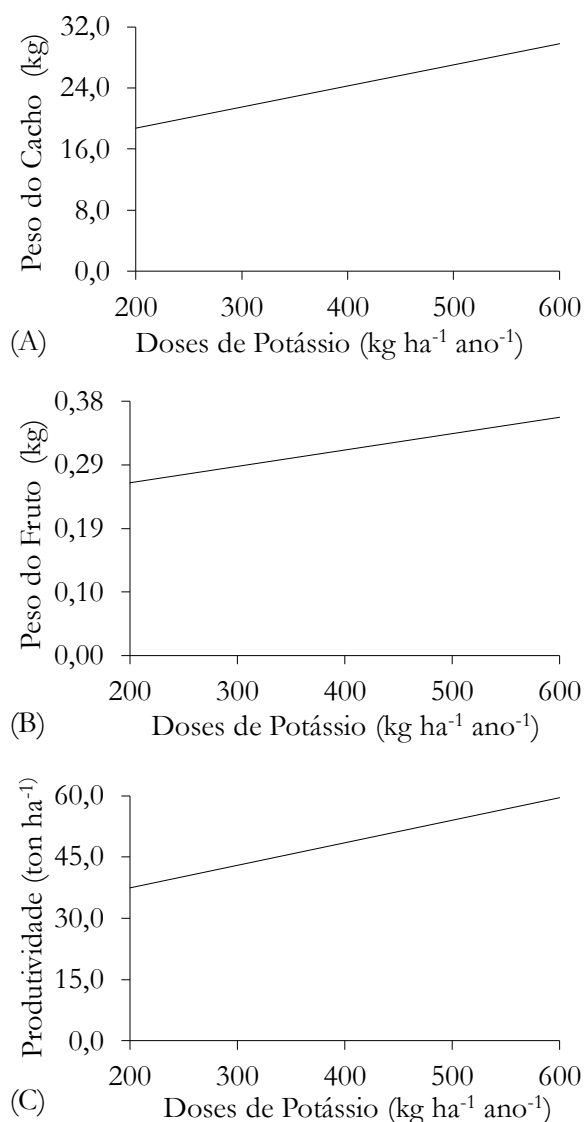
Embora o potássio seja considerado um elemento móvel no solo e sujeito a lixiviação, para que isso ocorra, uma série de fatores devem ser considerados, como a quantidade de chuva ou irrigação, dose do nutriente aplicado, textura do solo e presença em solução de ânions, sendo que, quanto mais expressiva for a presença em solução de ânions maior o risco de lixiviação (Maggi et al., 2011), o que não foi observado para as condições deste trabalho.

As diferentes doses de potássio advindo do efluente de suinocultura resultaram no aumento linear do peso médio do cacho, dos frutos e da produtividade (Figura 5), nas doses correspondentes a 200, 300, 400, 500 e 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de potássio, respectivamente.

Esses resultados podem ser associados ao fato de o efluente de suinocultura ter propiciado incrementos de nutrientes em concentrações adequadas, principalmente o potássio, seguindo a curva de crescimento e absorção de nutrientes da bananeira. Segundo Silva et al. (2011), o potássio é o nutriente exigido em maior quantidade pela bananeira, sendo a sua disponibilidade um dos fatores que mais influenciam na produção de cachos com qualidade superior. Considerando os diversos fatores que influenciam na produção da bananeira, a nutrição é decisiva para obtenção de alta produtividade, uma vez que as plantas apresentam crescimento rápido e acumulam quantidade elevadas de nutrientes (Soares et al., 2008).

Esses resultados corroboram com os obtidos por Santos et al. (2009) e Araujo et al. (2018), trabalhando com diferentes tipos de bananeira, nos quais destacaram que a aplicação de potássio influencia positivamente no número de frutos por cacho e no peso da penca, e por consequência na produtividade.

Além de o potássio estar relacionado a processos metabólicos, ativação de enzima, abertura e fechamento dos estômatos, fotossíntese, transporte de carboidratos e respiração (Taiz; Zeiger, 2004), ele é um nutriente de suma importância para o crescimento, desenvolvimento e amadurecimento da fruta (Silva et al., 2013). Costa et al. (2012), avaliando a nutrição mineral da bananeira, observaram ser o potássio o elemento mais exportado pelos frutos, aproximadamente 35% do total absorvido, tendo uma resposta direta com frutos de melhor qualidade, uma vez que é responsável pelo aumento dos teores de sólidos solúveis totais e açúcares, e decréscimo da acidez da polpa (Cordeiro, 1999).



$$\text{Peso médio do cacho} - \hat{y} = 13,175 + 0,0277 \times (\text{Doses de K}) \quad r^2 = 0,9333$$

$$\text{Peso médio do fruto} - \hat{y} = 0,2281 + 0,00026 \times (\text{Doses de K}) \quad r^2 = 0,9085$$

$$\text{Produtividade} - \hat{y} = 26,35 + 0,0554 \times (\text{Doses de K}) \quad r^2 = 0,9333$$

Figura 5. Pesos médios do cacho (A), do fruto (B) e produtividade (C) da bananeira ‘Terra’ ajustados em função das doses de potássio advindo do efluente de suinocultura.

Tomando como referência o preço médio da banana da ‘Terra’ no Estado do Espírito Santo no ano de 2019, que foi de R\$ 2,36, tem-se um ganho de R\$ 0,29 por unidade de banana comercializada, comparando a dose de menor valor (200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de potássio) com a dose de maior valor (600 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de potássio). As maiores respostas na produtividade foram encontradas na dose de maior valor, denotando ganho efetivo de 64% dos valores na dose de menor valor (200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K) em comparação à dose de maior valor (600 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de potássio). A diferença de produtividade pode ter sido influenciada, principalmente, pelas quantidades consideravelmente maiores de nutrientes aplicadas com o aumento das doses de efluente.

Ao verificar a influência da aplicação das diferentes doses, é possível observar que houve um aumento de 64; 44 e 64% para o peso do cacho; peso do fruto e produtividade, respectivamente, ao

comparar a adição da dose de 200 com a de 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K. Pesquisas vêm sendo desenvolvidas pela Embrapa com intuito de melhorar o potencial produtivo de banana ‘Terra’ no Brasil, chegando a alcançar médias de 35,00 t ha⁻¹. Desta forma, nas condições em que este estudo foi desenvolvido, a produtividade alcançada na menor dose de potássio advindo do efluente de suinocultura (200 kg ha⁻¹ ano⁻¹) já foi possível obter média superior à encontrada em pesquisas e relatadas em literaturas (Embrapa, 2019; Borges et al., 2004; Coelho et al., 2014).

Além de aumentar a produtividade, o uso desse efluente possui a vantagem de diminuir o custo com fertilizantes químicos, uma vez que grande parte da necessidade de potássio é fornecida via utilização do efluente de suinocultura. Quando o fornecimento de potássio for 100% via efluente em substituição à adubação química, tem-se uma economia média de R\$ 568,00; 850,00; 1.133,00; 1.418,00 e 1.700,00 ha⁻¹ ano⁻¹ nas doses de 200, 300, 400, 500 e 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K, respectivamente, considerando o uso do cloreto de potássio com o preço médio do saco de 60 kg no ano de 2019 de R\$ 85,00. Dessa forma, os resultados encontrados sobre a produção de banana ratificam a importância do potássio para o incremento de biomassa, mostrando que o uso do efluente de suinocultura apresenta possibilidade uso, por resultar em maior produtividade e reduzir o custo de produção.

CONCLUSÕES

O uso de efluente da suinocultura no cultivo da bananeira ‘Terra’ promove o aumento do peso médio do cacho, peso médio do fruto e produtividade, assim como o aumento da disponibilidade de potássio na solução do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Allen RG (1998). A recommendation on standardized surface resistance for hourly calculation of reference ETo by the FAO56 Penman-Monteith method. *Agricultural Water Management*, 81(1): 1-22.
- Alves EJ et al. (2004). Tratos culturais e colheita. In: *O cultivo da bananeira*, 1. Ed. Cruz das Almas: 107p.
- Alves Neto AJ et al. (2016). Água residuária de suinocultura sobre a produtividade de soja e milho segunda safra: uso e viabilidade econômica. *Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon*, 15(3): 350-357.
- Araujo MBF et al. (2018). Produtividade da bananeira ‘Nanicão’ sob doses de cloreto de potássio associado a cobertura do solo em Chapadinha, MA. *Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas*, 10(2): 41-49.
- Borges AL et al. (2004). *O cultivo da bananeira*. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas/BA. 279p.
- BRASIL (1999). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 412p.


- BRASIL (2009). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. 627p.
- Caovilla FA et al. (2010). Características químicas de solo cultivado com soja e irrigado com água residuária da suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola. Ambiental*, 14(7): 692-697.
- Coelho EF et al. (2014). Concentration of injection solution and its effects on soil and on yield of fertirrigated banana cv Terra maranhão. *Engenharia Agrícola*, 34(6): 1104-1113.
- Cordeiro ZJM et al. (1999). Citogenética e melhoramento genético. In: Alves EJ (Org.). *A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais*. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa SPI. 107-150p.
- Costa FS et al. (2012). Crescimento, produção e acúmulo de potássio em bananeira 'Galil 18' sob irrigação e fertilização potássica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 47: 409-416.
- Da Ros CO et al. (2017). Disponibilidade de nutrientes e acidez do solo após aplicações sucessivas de água residuária de suinocultura. *R. Brasileira de Tecnologia Agropecuária*, 1(1): 35-44.
- Garcia GO et al. (2019). Monitoramento da salinidade na solução do solo cultivado com banana fertirrigada com efluente da suinocultura. V INOVAGRI International Meeting.
- Maggi CF et al. (2011). Lixiviação de nutrientes em solo cultivado com aplicação de água residuária de suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 15(2): 170-177.
- Manso RT et al. (2016). Produtividade de tomateiros irrigados com água residuária de suinocultura. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 10(6): 1075-1085.
- Pacheco A et al. (2016). Custos e viabilidade financeira da bananeira (cavendish) irrigada no município de Aquidauana-MS: um estudo de caso. *Agrotropica. Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia*, 3(28): 297-302.
- Prezotti LC et al. (2007). Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo - 5a aproximação. Vitória, ES. SEEA/INCAPER/CEDAGRO. 305p.
- Prior M et al. (2015). Estudo da associação de água residuária de suinocultura e adubação mineral na cultura do milho e no solo. *Engenharia Agrícola*, 35(4): 744-755.
- Santos VP et al. (2009). Fertirrigação da bananeira cv. PrataAnã com N e K em um Argissolo Vermelho-Amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31: 567-573.
- Schlegela AJ et al. (2017). Changes in soil nutrients after 10 years of cattle manure and swine effluent application. *Soil & Tillage Research*. 48–58p.
- Silva IP et al. (2013). Vegetative development and yield of the banana cv. 'Prata Anã' as a function of magnesium and potassium fertilization. *IDESIA, Chile*, 31: 83-88.
- Soares FAL et al. (2008). Acúmulo, exportação e restituição de nutrientes pelas bananeiras "Prata Anã" e "Grand Naine". *Ciência Rural, Santa Maria*, 38(7): 2054-2058.
- Taiz L et al. (2004). *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed. 449-484p.


Lixiviação do herbicida fluroxypyr+picloram em função do regime hídrico simulado


Recebido em: 13/09/2021


Aceito em: 14/09/2021


 10.46420/9786581460044cap3


Gustavo Zonta de Brito^{1,3} 


Bruna Zonta de Brito² 


Samuel Lima Sousa¹ 


Jones Ferreira de Jesus¹ 

João Paulo Elóia Nascimento¹ 

Oscar Mitsuo Yamashita^{2*} 

Priscila Fernanda Simioni² 

Ivone Vieira da Silva² 

Marco Antonio Camillo de Carvalho² 

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta-se com grande disponibilidade de pastagens, que possibilita a produção de carne bovina e leite com um índice considerável de competição em termos de custo de produção e qualidade. Entretanto, pesquisas tem demonstrado que a alta infestação de plantas daninhas em pastagens degradadas, dificulta o aproveitamento em cerca de 40% da totalidade da área do pasto (Farias et al., 2013).

Segundo Oliveira Júnior et al. (2011), a forma mais conhecida de interferência das plantas daninhas sobre as culturas é a competição por recursos, tais como nutrientes, água, luz e espaço físico. Além disso, algumas espécies interferem, produzindo substâncias aleloquímicas sobre as plantas cultivadas, causando prejuízos no seu desenvolvimento e na capacidade produtiva, refletindo assim, economicamente no custo de controle das plantas daninhas e no valor dos produtos colhidos que, pela interferência destas que afetam diretamente a sua quantidade e qualidade.

Nas pastagens a competição das plantas daninhas com as gramíneas tem contribuído para o uso de herbicidas, destacando-se 2,4-D+picloram, fluroxypyr+picloram, triclopyr dentre outras formulações (Horn et al., 2017). No entanto, o uso em grandes quantidades e de forma inadequada dessas substâncias podem trazer sérias implicações para o meio ambiente, afinal, quando estes são aplicados, parte do produto não atinge o alvo, sendo acumulado no solo, causando problemas ambientais (Barizon et al., 2006).

¹ Curso de Agronomia. Universidade do Estado de Mato Grosso. Alta Floresta-MT.

² Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos – UNEMAT. Alta Floresta-MT.

³ *in memoriam*

* Autor correspondente: yama@unemat.br

Dentre as principais formas de condução nos estudos de herbicidas em solo, destaca-se o escoamento superficial, a volatilização e a lixiviação (Possamai, 2012).

Diante do exposto observa-se a importância de estudos que demonstrem os reais problemas que os herbicidas podem causar. Relacionado a esse contexto, o objetivo do presente trabalho foi demonstrar por meio de coluna de solo, com uso de planta bioindicadora, o potencial de lixiviação do herbicida fluroxypyr + picloram.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação pertencente ao Laboratório de Tecnologia de Sementes e Matologia (LaSeM) da Universidade do Estado do Mato Grosso – Campus Universitário de Alta Floresta –MT.

Como substrato, foi utilizado Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd), isento de qualquer aplicação de herbicidas em seu histórico, coletadas na camada arável, em uma área agricultável no município de Alta Floresta, MT. Após a coleta, este solo foi colocado para secar a sombra por um período de 72 h, depois peneirado e armazenado livre de chuva, até a implantação do experimento.

Foram utilizados tubos de PVC de 10 cm de diâmetro por 50 cm de comprimento. Os mesmos foram cortados longitudinalmente, e todas as partes envolvidas internamente por uma camada de parafina, visando evitar escoamento lateral da solução do solo. Em seguida, todas as partes foram fixadas novamente com fita adesiva. Na parte basal de cada tubo, foram colocadas telas de náilon, para evitar perda de solo e permitir a drenagem da chuva simulada.

Após a montagem dos conjuntos de tubos, estes foram preenchidos com solo, e então foram submetidos à irrigação por capilaridade, até apresentarem saturação até o topo da coluna. Posteriormente foram mantidos sem simulação de irrigação por um período de 48 horas, permitindo o escoamento da água, restaurando-se assim, a capacidade de campo do solo.

Posteriormente, com um pulverizador pressurizado com CO₂, provido de barra com duas pontas de pulverização de jato leque, modelo XR 110.02, espaçados entre si de 0,5 m, calibrado para volume de calda de 200 L ha⁻¹ e pressão de aspersão de 3,0 kgf cm⁻², foram realizadas as aplicações do herbicida fluroxypyr + picloram (produto comercial Plenum®), no topo das colunas nas doses de 0 (testemunha); 0,375; 0,75 e 3,0 L ha⁻¹. Vinte e quatro horas após a aplicação, foi simulada uma precipitação de 50 mm, utilizando-se regador convencional.

As colunas permaneceram na posição vertical por um período de 72 horas, e posteriormente foram colocadas na posição horizontal e separadas as partes cortadas. No solo contido em cada metade de tubo, foram colocadas para germinar 2 sementes a 1,0 cm de profundidade de pepino (*Cucumis sativus*) como planta indicadora, a 0-8, 8-16, 16-32 cm, da superfície a qual foi aplicado o produto.

Durante a realização do experimento, a umidade do solo nas colunas foi mantida próxima à capacidade de campo, por meio de irrigações diárias, no período da manhã e no fim da tarde, para garantir crescimento das plantas indicadoras, sem que pudesse haver déficit hídrico para estas.

Foi utilizado o esquema de parcelas subdivididas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Após 10 dias, foi realizada a avaliação do índice de intoxicação das plantas-teste pelo herbicida, além de determinação da altura das plantas. Para avaliação da matéria seca, todas as plantas foram removidas cuidadosamente dos tubos, sob água corrente, onde foram separadas (parte aérea e raiz) e secas (dentro de sacos de papel) em estufa de circulação forçada de ar (65 ± 2 °C) por 48h, posteriormente pesadas em uma balança semi-analítica, obtendo-se assim, peso da massa seca da parte aérea e da raiz.

Para interpretação dos resultados, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, testes de médias, adotando-se nível de significância de 5% e curvas de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença do herbicida fluroxypyr + picloram no Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, causou danos visíveis nas plântulas, sendo que houve significância para dose isoladamente e sua interação para altura de plantas e profundidade e dose isoladamente, além da interação entre os fatores para notas de fitointoxicação (Tabela 1). Quanto à massa seca de raiz e de parte aérea, não se verificou significância dos fatores tanto isoladamente como na sua interação.

Ao se avaliar altura das plantas de pepino na interação as doses aplicadas, percebe-se que estas sofreram alongamento anormal à medida que as doses eram aumentadas, desde a menor dose utilizada.

Os herbicidas classificados como ou reguladores de crescimento ou mimetizadores de auxinas, categoria em que se enquadra o herbicida estudado nesta pesquisa provocam alterações no metabolismo de ácidos nucleicos que culminam na exaustão e consumo excessivo energético acumulado nos tecidos, desequilíbrio do pH e aumento na concentração de auxina nos ramos jovens, causando alongamento celular anormal, seguido de turgescência e rompimento da parede celular (Carmo et al., 2008). Herbicidas auxínicos provocam estrangulamento do câmbio vascular, devido especialmente à paralização do alongamento do ramo principal, que provoca redução na formação e alongação dos nós principais (Franceschi et al., 2019).

Se observarmos a Figura 1A, o comportamento das doses seguiu uma tendência muito semelhante em todas as concentrações do herbicida, havendo valores de altura de plantas muito similares, indicando que este mimetizador de auxina, independente da dose testada, provoca mesmos efeitos nesta variável.

Também podemos observar na Figura 1B, à medida que se aumentava a profundidade, a resposta das plantas no seu desenvolvimento da parte aérea era similar, seguindo uma tendência quadrática para todas as doses testadas.

Tabela 1. Quadro de análise de variância com quadrado médio de altura de plantas, fitointoxicação, massa seca aérea e massa seca de raiz de plantas de pepino cultivadas em solo contaminado com herbicida fluroxypyr + picloram e com simulação de chuva, para verificação de lixiviação ao longo do perfil do solo.

Fonte variação	Altura de plantas	Fitointoxicação	Massa Seca Aérea	Massa Seca Raiz
Profundidade (P)	0,133060ns	36,635417*	0,002459ns	0,000055ns
Dose (D)	1,060977*	28,364583*	0,002272ns	0,000098ns
P * D	0,504692*	6,673611*	0,001369ns	0,000021ns
Resíduo	0,119023	0,486979	0,0011306	0,000054
Profundidade				
0	2,203125 a	4,312500 c	0,031531 a	0,012225 a
8	2,409375 a	3,218750 b	0,040000 a	0,014619 a
16	2,253125 a	1,593750 a	0,043213 a	0,011394 a
32	2,337500 a	1,000000 a	0,061000 a	0,015250 a
Dose				
0,00	1,925000 a	1,000000a	0,061531 a	0,016769 a
0,375	2,346875 b	1,906250 b	0,038906 a	0,010981 a
0,75	2,490625 b	3,250000 c	0,040125 a	0,013431 a
3,00	2,440625 b	3,968750 d	0,035181 a	0,012306 a
Dms	0,3247	0,6568	0,0340	0,0069
c.v. (%)	9,99	7,57	8,25	5,75

ns: não significativo pelo teste F. * : significativo pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: os autores.

O herbicida fluroxypyr + picloram tem ação hormonal, assim, a resposta no crescimento das plantas de é similar à auxina natural das plantas (AIA), entretanto doses excessivas causam alterações que promovem distúrbios fisiológicos especialmente nas partes mais novas e aéreas das plantas, promovendo alongamentos anormais em pontos aleatórios do caule. De acordo com Rodrigues e Almeida (2018), na planta adulta, dependendo da dose, pode apresenta efeito lento, porém extremamente persistente, ou seja, o vegetal não consegue metabolizar rapidamente este herbicida, sofrendo seus efeitos por períodos prolongados.

Verificando-se a Figura 2A, que relaciona a profundidade do herbicida com as notas de fitointoxicação, observa-se no Gráfico que conforme a profundidade era aumentada, o efeito do herbicida se tornava cada vez menos evidente, sendo que a 32 cm, não se verificou mais efeito de lixiviação do referido produto. Assim, percebe-se que a aplicação do herbicida com chuvas de 50 mm não carrega o produto para além de 8 cm de profundidade.

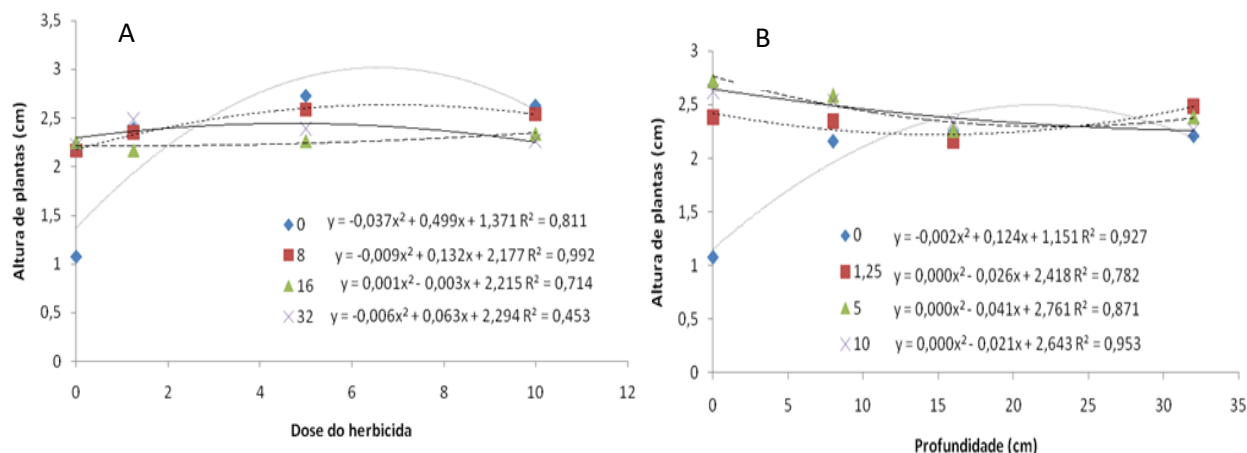


Figura 1. Altura de plantas de pepino cultivadas em solo contaminado com herbicida contendo fluroxypyr + picloram, em função da dose do herbicida (esquerda) e da profundidade (direita). Fonte: os autores.

Na Figura 2B verifica-se a resposta de cada dose ao longo do perfil do solo. Maiores danos causados nas plantas, verificados a partir de notas de intoxicação das plantas, demonstram que o efeito danoso do herbicida é mais proeminente e efetivo na superfície e à medida que aumenta a profundidade, os efeitos são atenuados, especialmente, mas menores doses. A 16 cm de profundidade, as notas dadas às plantas intoxicadas eram baixas, com possibilidade de recuperação destas.

De maneira similar, Silva et al. (2014) também verificaram maior lixiviação do herbicida ao longo do perfil dos solos usando a mesma espécie bioindicadora, relatando menores valores de fitointoxicação entre 15 e 25 cm de profundidade.

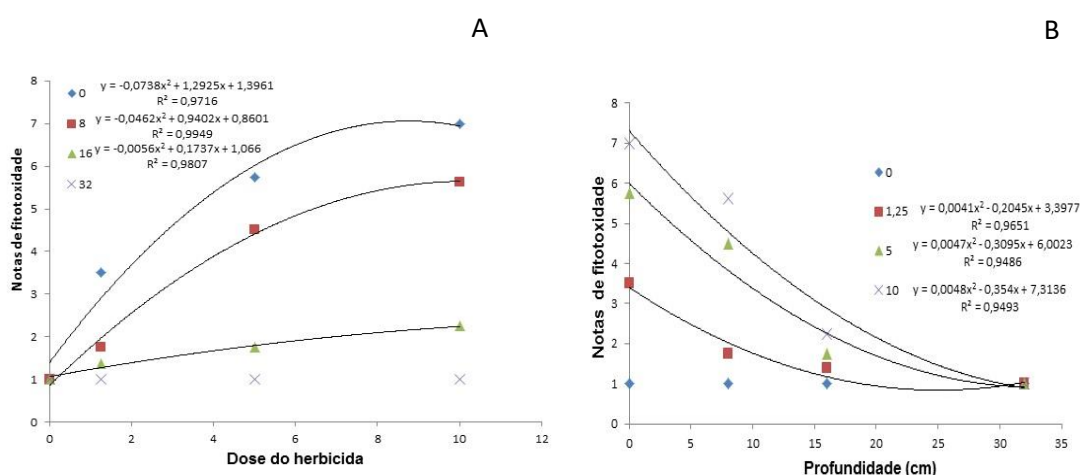


Figura 2. Notas de fitointoxicação de plantas de pepino cultivadas em solo contaminado com herbicida contendo fluroxypyr + picloram, em função da dose do herbicida (esquerda) e da profundidade (direita). Fonte: os autores.

Passos et al. (2011), constataram lixiviação de herbicida auxínico em camadas superiores a 20 cm de profundidade, com simulação de 80 mm de água, e quando simulado 160 mm foi constatado lixiviação até 30-35 cm. Assim, verifica-se, que dado o potencial de permanência do herbicida no ambiente, maiores volumes de chuva acumulada podem carregar as moléculas para maiores profundidades.

Herbicidas excessivamente móveis podem se deslocar para camadas mais profundas do solo onde a atividade microbiana é frequentemente menor, conseqüentemente implicará na persistência de resíduos de herbicidas (Vargas; Roman, 2004).

Santos et al. (2006) observaram resíduos das misturas prontas dos dois herbicidas, ambos contendo o picloram, detectando-os aos 360 DAA apenas na camada superficial (0 a 10 cm de profundidade), possivelmente devido à retenção do herbicida na biomassa seca após a morte da planta, considerando que a aplicação foi em pós-emergência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O herbicida auxínico fluroxypyr + picloram é tóxico para plantas de pepineiro em doses reduzidas e pode ser carregado por chuvas de 50 mm até 16 cm de profundidade.

Estes resultados indicam que este produto deve ser utilizado com atenção e máxima segurança para o ambiente, podendo causar prejuízos às culturas subsequentes sensíveis a esta molécula.

Pesquisas indicam o potencial de permanência no ambiente e, adicionando-se a periculosidade de carregamento das moléculas ao longo do perfil do solo, pode-se perceber o dano que este produto pode causar tanto em áreas agrícolas como em cursos d'água, que podem receber resíduos do produto.

AGRADECIMENTOS

À equipe multidisciplinar do CEPTAM – Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional, especialmente aos técnicos de laboratório e aos pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Barizon RRM et al. (2006). Simulação do transporte e da sorção de imazaquin em colunas de solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 30(4): 615-623.
- Farias JG et al. (2013). Aplicação localizada de herbicidas para controle de alecrim-do-campo (*Vernonia nudiflora*) em pastagem natural. Revista de La Facultad de Agronomía UNLPam, 22(2): 45-48.
- Fontes MPF et al. (2001). Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperizados. Scientia Agricola, 58(3): 627-646.
- Franceschi M et al. (2017). Comportamento do 2,4-D + picloram em Latossolo Vermelho Amarelo. Revista Brasileira de Herbicidas, 16(3): 238-245.

- Horn R et al. (2017). Management of *Adenocalymna impressum* on pasture in the northwestern Mato Grosso. *Revista de Ciências Agro-ambientais*, 15(1): 67-72.
- Oliveira Júnior RS et al. (2011). *Biologia e Manejo das Plantas Daninhas*. Curitiba: Omnipax. 348p.
- Passo ATM et al. (2011). Lixiviação no solo de herbicidas em razão da percolação de água. *Científica*, 39(1/2): 85-93.
- Pellegrini LG et al. (2010). Produção de forragem e dinâmica de uma pastagem natural submetida a diferentes métodos de controle de espécies indesejáveis e à adubação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(11): 2380-2388.
- Possamai ACS (2012). Potencial de lixiviação dos herbicidas diuron e [diuron + hexazonone + sulfometuron] em solos com texturas contratantes. Universidade do Estado de Mato Grosso do Sul (Dissertação), Mato Grosso do Sul. 50p.
- Rodrigues BN, Almeida FS (2018). *Guia de Herbicidas*. 7 ed. Editora dos autores: São Paulo. 764p.
- Santos MV et al. (2006). Eficácia e persistência no solo de herbicidas utilizados em pastagem. *Planta Daninha*, 24(2): 391-398.
- Silva GR et al. (2014). Mobilidade do fomesafen em solos brasileiros. *Planta Daninha*, 32(3): 639-645.
- Vargas L, Roman ES (2004). *Manual de manejo e controle de plantas daninhas*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho: Bento Gonçalves. 397-452p.

Aspectos morfológicos dos frutos e tecnológicos das sementes de dez tipos de pimenta (*Capsicum* spp.) provenientes do Alto Rio Negro – Amazonas

Recebido em: 14/09/2021

Aceito em: 15/09/2021

 10.46420/9786581460044cap4

Ana Patrícia Lima Sampaio^{1*} 

Angela Maria da Silva Mendes² 

INTRODUÇÃO

A pimenta (*Capsicum* spp.) apresenta potencialidade para a agricultura moderna, dada a sua rusticidade e boa capacidade de produção. O sistema de produção de mudas de hortaliças tem se mostrado como uma atividade relevante no processo de produção devido aos cuidados demonstrados com relação à germinação, a redução do choque quando no transplante e ao sistema de condução visando um melhor aproveitamento do potencial produtivo das plantas.

No Brasil as pimentas são hortaliças de grande importância comercial, podendo ser comercializada em feiras, na forma *in natura* ou preparada artesanalmente como molho de pimenta, processamento de conservas e na indústria de embutidos (Giacometti, 1989; Cardoso, 1997). Em Manaus a pimenta é uma das hortaliças mais apreciadas e de maior consumo (Cardoso, 1997).

Apesar do aumento considerável de dados de análise de sementes de espécies com potencialidades comerciais, muitas ainda carecem de informações básicas referentes às condições ideais de germinação, principalmente espécies que naturalmente apresentam uma grande diversidade de variedades. Desta feita, estas análises são fundamentais para determinar a variabilidade genética entre os acessos e torná-las *a posteriori* disponíveis aos pesquisadores (Oliveira et al., 2019).

Além disso, o local onde foram produzidos as sementes e o local onde serão cultivadas tais espécies influencia consideravelmente nas suas características tecnológicas e fisiológicas. Este fato prejudica a avaliação da qualidade das sementes, principalmente quando é necessário comparar resultados em diferentes laboratórios.

Segundo Beckert et al. (2000) para que uma semente germine é necessário que o meio forneça água suficiente, permitindo a atividade das reações químicas relacionadas ao metabolismo e, com isto, a retomada do processo do desenvolvimento do embrião. Assim, o processo germinativo é avaliado pelo

¹ Secretaria de Estado de Educação e Desporto (SEDUC). Rua Waldomiro Lustoza, 250 – Japiim II, Manaus - AM, 69076-830.

² Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Faculdade de Ciências Agrárias (FCA). Av. Rodrigo Otávio, 6200 - Setor Sul, Coroado - CEP: 69.080-900.

* Autora correspondente: sampaioanapatriacia@gmail.com

seu final, que é visível, e dependendo do substrato, será a protrusão da raiz ou da parte aérea, ou a emergência da parte aérea (Áquila, 2003). Neste contexto, o substrato torna-se de fundamental importância para o processo germinativo das sementes.

A escolha adequada do substrato é primordial para o sucesso da germinação das sementes, pois é através dele que serão supridas as quantidades de água e oxigênio necessárias para o desenvolvimento da plântula, além disso, em condições de laboratório, o substrato funciona como suporte físico para que estas possam se desenvolver (Campos; Tillmann, 1997).

A semeadura de hortaliças em bandejas de isopor, no interior de estufas ou casas de vegetação, é atualmente a prática mais comumente utilizada. Como vantagens, facilitam o controle provoca menos danos às raízes por ocasião do transplante, ganhando-se em precocidade e uniformidade de colheita, em relação ao método de semeadura em canteiros a céu aberto (Cheng, 1973).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os aspectos morfológicos dos frutos e tecnológicos das sementes de diferentes tipos de pimenta (*Capsicum* spp.) provenientes do Alto Rio Negro, Amazonas, visando a comercialização dessas olerícolas no estado do Amazonas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos foram coletados de matrizes da coleção de pimenta do Setor de Olericultura da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas. As sementes para formar a coleção foram provenientes dos Municípios do Alto Rio Negro. Foram coletados frutos de dez tipos que estavam identificados por números (02, 11, 14, 15, 30, 37, 39, 43, 50, 53). Os experimentos foram montados e analisados na Casa de Vegetação e Laboratório de Sementes I desta IES.

Beneficiamento das sementes

A extração das sementes dos frutos foi feita manualmente com auxílio de uma colher de aço. Após extração as sementes foram colocadas para secar sobre papel toalha em ambiente de Laboratório por 48 horas, em seguida foram embaladas em sacos de papel e armazenadas em geladeira com temperatura de $8^{\circ}\text{C} \pm 2$.

Caracterização morfométrica dos frutos

A biometria dos frutos foi obtida de 20 frutos, medindo-se o comprimento e o diâmetro em milímetros com o auxílio de um paquímetro digital (precisão de 0,01 mm). Nos tipos 02, 37, 50 e 53 não foi realizada a biometria dos frutos. No momento da coleta as plantas desses tipos não estavam frutificando, portanto, as sementes utilizadas nos demais experimentos foram feitas com sementes da safra anterior adquiridas também no Setor de Olericultura. A descrição morfológica dos frutos para determinar a espécie dos tipos estudados foi de acordo com Inoue et al. (1989) e Carvalho et al. (2003).

TESTES FÍSICOS

Peso de mil sementes e número de sementes por quilo

O peso de mil sementes foi obtido com oito subamostras de cem sementes, contados manualmente. Calculou-se o coeficiente de variação para verificar se excedeu a 4%, segundo determinação das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

O número de sementes por quilo foi avaliado a partir dos resultados do peso de mil sementes através de regra de três simples.

Teor de água

A determinação do teor de água foi conduzida com duas repetições de 2g de sementes colocadas em estufas à temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, por 24 horas, conforme Brasil (1992), através da fórmula:

$$\text{TA}\% = \frac{100(P - p)}{P - t}$$

onde, P é o peso inicial, p é o peso final e t é tara (peso do recipiente).

Teste de viabilidade

Para avaliar a viabilidade dos lotes de sementes dos diferentes tipos, foram utilizados para cada tratamento três repetições de 20 sementes. As sementes foram semeadas em caixas plásticas transparentes de 11x11x3 cm com tampa (gerbox), utilizando como substrato duas camadas de papel de germinação tipo germitest. As caixas foram colocadas em câmara de germinação com temperatura constante de $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Como características de viabilidade foram utilizadas as porcentagens finais de germinação (formação de plântulas normais), segundo Brasil (1992).

Avaliação da germinação em diferentes substratos

Foram testados quatro substratos: substrato comercial (plantmax) (S₁), vermiculita média (S₂), serragem curtida (S₃) e terriço da mata + areia na proporção 2:1 (S₄). Os substratos vermiculita, terriço + areia e serragem foram esterilizados em autoclave. Como leito de germinação foram utilizadas bandejas de isopor (Polipropileno expandido) com 128 células de uso comum em Olericultura. As bandejas foram colocadas em casa de vegetação, após a semeadura foram feitas irrigações diárias, até o final das avaliações. As leituras do número de plântulas emergidas foram realizadas diariamente, a partir do início da emergência até a sua estabilização. Foi considerada como emergida, a plântula que apresentava as folhas cotiledonares abertas. Diariamente foram estabelecidas as devidas irrigações e anotações do número de plântulas emergidas até a sua estabilização.

Delineamento experimental

Os dez tipos de sementes de pimenta foram semeados nas bandejas contendo os quatro tipos de substratos, em três repetições de dez sementes, sendo uma semente por célula, em delineamento experimental inteiramente casualizado.

Características avaliadas

Foram avaliadas a porcentagem final de germinação, os tempos iniciais, médios e finais da germinação e o índice de velocidade de emergência, segundo Santana e Ranal (2004).

Análise estatística

Os resultados de porcentagem foram transformados conforme a necessidade e os dados foram submetidos ao teste de normalidade e à análise de variância de acordo com Santana e Ranal (2004). As médias significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características Morfométricas dos frutos

Os frutos dos seis tipos estudados apresentam características morfológicas distintas. Porém de acordo com Carvalho et al. (2003) e Inoue et al. (1989) os tipos estudados são da espécie *Capsicum chinense* L. e apresentam as seguintes características:

TIPO 11 (*Capsicum chinense* L.)

- Formato marginal do cálice: *dentado*
- Forma do fruto: *triangular*
- Forma do fruto na conexão com o pedúnculo, em escala crescente de afundamento do pedúnculo: *obtusos*
- Pescoço na base do fruto: *ausente*
- Forma da extremidade do fruto, em escala crescente de afundamento: *pontiagudo*
- Tipo de polpa: *firme*
- Coloração: *vermelho intenso brilhante*
- Cor das sementes: *cor palha*



TIPO 14 (*Capsicum chinense* L.)

- Formato marginal do cálice: *dentado*
- Forma do fruto: *forma de retangular achatado*
- Forma do fruto na conexão com o pedúnculo, em escala crescente de afundamento do pedúnculo: *truncado*
- Pescoço na base do fruto: *ausente*
- Forma da extremidade do fruto, em escala crescente de afundamento: *afundada*



- Tipo de polpa: *firme*
- Coloração: *vermelho brilhante*
- Cor das sementes: *cor palha*

TIPO 15 (*Capsicum chinense* L.)

- Formato marginal do cálice: *intermediário*
- Forma do fruto: *triangular*
- Forma do fruto na conexão com o pedúnculo, em escala crescente de afundamento do pedúnculo: *obtusos*
- Pescoço na base do fruto: *presente*
- Forma da extremidade do fruto, em escala crescente de afundamento: *pontiagudo*
- Tipo de polpa: *firme*
- Coloração: *vermelho brilhante*
- Cor das sementes: *cor palha*



TIPO 30 (*Capsicum chinense* L.)

- Formato marginal do cálice: *dentado*
- Forma do fruto: *alongado*
- Forma do fruto na conexão com o pedúnculo, em escala crescente de afundamento do pedúnculo: *truncado*
- Pescoço na base do fruto: *ausente*
- Forma da extremidade do fruto, em escala crescente de afundamento: *obtusos*
- Tipo de polpa: *firme*
- Coloração: *vermelho escuro brilhante*
- Cor das sementes: *cor palha*



TIPO 39 (*Capsicum chinense* L.)

- Formato marginal do cálice: *dentado*
- Forma do fruto: *cônico alongado*
- Forma do fruto na conexão com o pedúnculo, em escala crescente de afundamento do pedúnculo: *obtusos*
- Pescoço na base do fruto: *ausente*
- Forma da extremidade do fruto, em escala crescente de afundamento: *pontiagudo*
- Tipo de polpa: *firme*
- Coloração: *vermelho claro brilhante*
- Cor das sementes: *cor palha*



TIPO 43 (*Capsicum chinense* L.)

- Formato marginal do cálice: *intermediário*
- Forma do fruto: *alongado*
- Forma do fruto na conexão com o pedúnculo, em escala crescente de afundamento do pedúnculo: *obtusos*
- Pescoço na base do fruto: *presente*
- Forma da extremidade do fruto, em escala crescente de afundamento: *pontuda*
- Tipo de polpa: *mole*
- Coloração: *amarelo tendendo para o laranja*
- Cor da semente: *cor palha*



Todos os frutos dos diferentes tipos estudados apresentam pungência.

Os maiores comprimentos do fruto foram encontrados no tipo 43 com 79,4 mm, sendo que este apresentou o menor diâmetro com 11,0 mm. O fruto mais achatado, ou seja, com comprimento e diâmetro mais próximos foi o tipo 14 (35,3 e 25,1 mm respectivamente).

Os dados completos da biometria dos frutos podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1. Biometria dos frutos de diferentes tipos de *Capsicum chinense* L. N=20.

TIPOS	COMPRIMENTO (mm)			DIÂMETRO (mm)		
	Média	Desvio Padrão	Amplitude de variação	Média	Desvio Padrão	Amplitude de variação
T11	40,3	1,931	36,8 – 42,2	12,4	0,806	11,2 – 13,4
T14	35,3	1,954	32,9 – 37,7	25,1	3,317	18,3 – 29,5
T15	56,9	3,768	52,2 – 62,9	19,7	2,289	16,9 – 23,4
T30	61,9	11,049	44,3 – 74,9	14,6	1,783	12,1 – 16,8
T39	62,4	2,344	59,2 – 64,3	14,8	1,415	12,7 – 16,0
T43	79,4	10,540	67,3 – 86,0	11,0	1,004	10,1 – 12,1

Características físicas dos lotes de sementes

As sementes dos diversos tipos de pimenta apresentaram diferentes teores de água no momento da instalação dos experimentos como pode ser observado na Tabela 2.

O teor de água variou entre os tipos de 7,0% para o tipo 15 a 12,5% para o tipo 53. É interessante observar que tais extremos foram os tipos que apresentarem menor porcentagem de germinação (Tabela 2 e Figura 1) e que as sementes do tipo 53 passou por um período de armazenamento. De acordo com Alvarenga e Silva (1984) as sementes de pimenta para serem armazenadas deve-se baixar o teor de água para 6%

Tabela 2. Teor de água das sementes de diferentes tipos de pimenta.

TIPOS	TEOR DE AGUA (%)
T2	8,5
T11	7,8
T14	10,6
T15	7,0
T30	9,0
T37	8,8
T39	7,9
T43	8,0
T50	10,7
T53	12,5

Houve variação no peso de mil sementes e número de sementes por quilo entre os tipos estudados. O menor valor encontrado para peso de mil sementes foi o tipo 53 com 2,30g e 434.782 sementes por quilo, e o maior valor foram 4,10g para o tipo 15 e 243.902 sementes por quilo (Tabela 3). Essa variação está relacionada com as variedades, uma vez que todos os tipos pertencem à espécie *C. chinenses*. Bomfim Neto et al. (2004) estudando seis acessos de pimenta nas condições de Manaus, Amazonas encontraram valores do peso de mil sementes entre 3,8 a 4,8g.

Tabela 3. Peso de mil sementes e número de sementes por quilo de diferentes tipos de pimenta.

TIPOS	PESO DE MIL SEMENTES (g)	Nº DE SEMENTES/Kg
T2	3,82	261.780
T11	3,13	319.488
T14	3,87	258.397
T15	4,10	243.902
T30	2,67	374.531
T37	3,65	273.972
T39	3,60	277.777
T43	3,76	265.957
T50	3,25	307.692
T53	2,30	434.782

Viabilidade dos lotes de sementes

Os lotes de sementes dos tipos 11, 14, 15, 30, 39 e 43 foram formados logo após beneficiamento dos frutos e os lotes dos tipos 2, 37, 50 e 53 foram formados após armazenamento em geladeira por três meses.

Os tipos 39, 43, 2, e 30 foram os que apresentaram maiores porcentagens de germinação, considerando germinação a formação da plântula normal, com 83, 78, 73 e 68% respectivamente (Figura 1).

Conseqüentemente tais tipos foram os que apresentaram os maiores valores de índice de velocidade de germinação (IVG) com 0,94; 0,94; 1,22 e 0,99 para os tipos 39, 43, 2, e 30, sendo que o tipo 2 obteve o melhor desempenho (Figura 1).

As características de viabilidade dos lotes dos diferentes tipos são inerentes às espécies. Tanto os tipos que foram beneficiados para aquisição das sementes (14 e 15) quanto os que foram adquiridos após armazenamento (50 e 53) apresentaram valores baixos de porcentagem de germinação e índice de

velocidade de germinação. Valores alto também foram observados nos dois tipos de aquisição das sementes como pode ser observado na Figura 1.

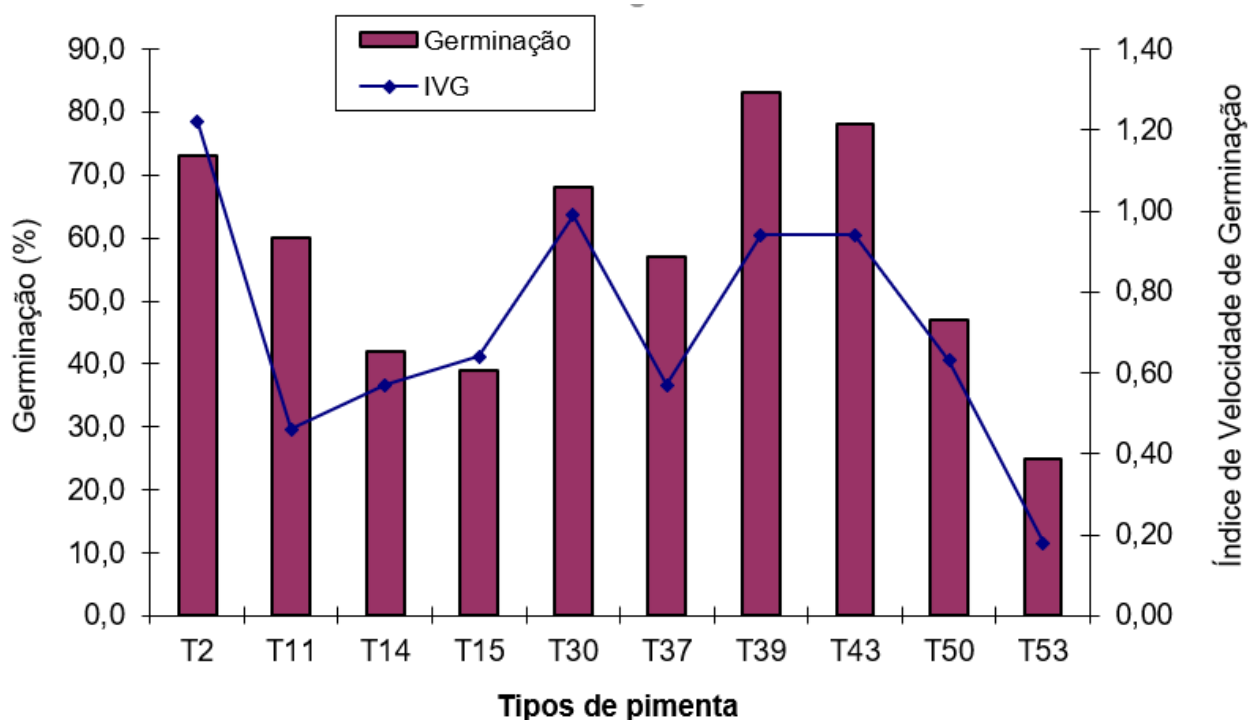


Figura 1. Porcentagem de Germinação e Índice de Velocidade de Germinação dos lotes de sementes dos diferentes tipos de pimenta.

Através da Figura 2 podemos observar que a maioria dos tipos começou a germinar entre 5 e 7 dias após a semeadura e que a estabilização foi em torno dos 40 dias. Esse tempo de germinação é considerado longo. Segundo Campos e Tillmann (1997) o teste de germinação, parâmetro oficial mais utilizado para avaliar a qualidade fisiológica da semente, requer para a maioria das espécies, de 7 a 28 dias para obtenção dos resultados, período considerado longo para atender aos interesses comerciais dos produtores de sementes.

Para Brasil (1992) a duração do teste padrão de germinação para as espécies *Capsicum annum* e *Capsicum frutescens* são: primeira contagem aos 7 dias e a contagem final aos 14 dias. Porém para tais espécies usa-se tratamento pré-germinativo (KNO_3) para acelerar a germinação. Athanázio et al. (2005) avaliaram diferentes tratamentos pré-germinativos para sementes de pimenta cumari (*Capsicum baccatum* ver. *praetermissum*) e, concluíram que a imersão por 10 minutos em HNO_3 e 15 minutos em HCL aumentaram a porcentagem de germinação das sementes em relação à testemunha (sem tratamento) e o KNO_3 recomendado pela RAS.

Para os tipos estudados neste trabalho não foram aplicados nenhum tratamento pré-germinativo indicando que também para *C. chinenses* há a necessidade de tratamentos que acelerem a germinação para avaliar a qualidade dos lotes testados.

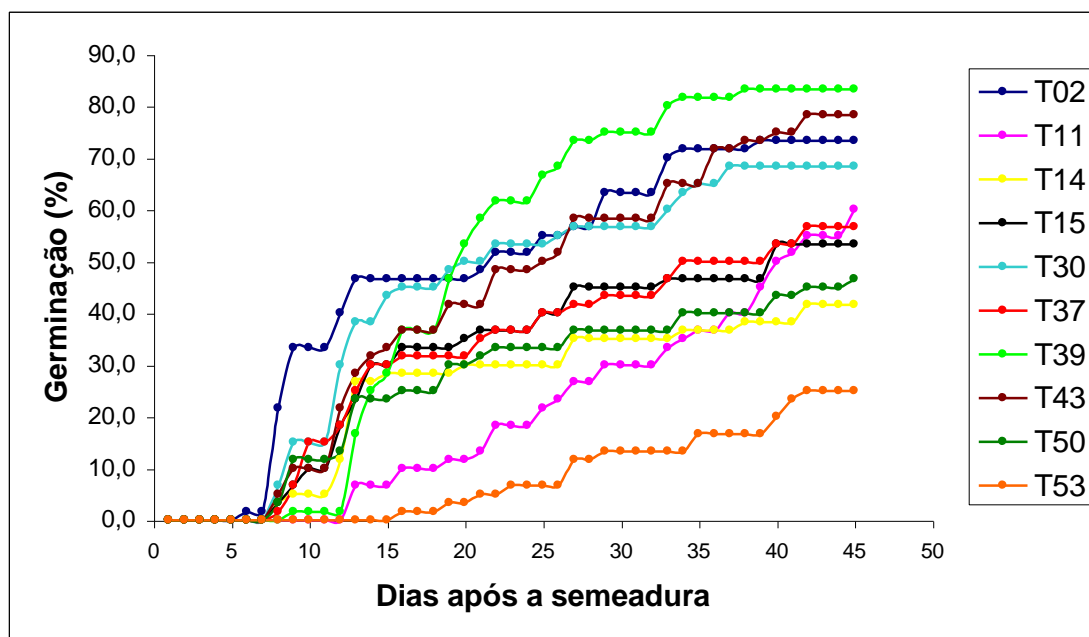


Figura 2. Porcentagem de Germinação acumulada dos lotes de sementes dos diferentes tipos de *Capsicum spp.*

COMPORTAMENTO GERMINATIVO DAS SEMENTES DOS TIPOS ESTUDADOS EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Porcentagem de germinação

As sementes dos dez tipos estudados apresentaram boa germinação para todos os substratos testados expressando a viabilidade dos lotes. Segundo Nogueira et al. (2003) a esterilidade do substrato é um fator importante para o aumento da taxa de germinação das sementes, não servindo como fonte de patógenos de solo que poderiam afetar a germinação das sementes e o crescimento das plântulas. Neste experimento todos os substratos foram esterilizados.

Os maiores valores foram observados no substrato comercial plantmax para todos os tipos testados (Tabela 4.), tal substrato foi melhor tanto para a porcentagem final de germinação como na manutenção das plântulas até o final do experimento. Os substratos comerciais são os mais utilizados na olericultura moderna, por apresentarem granulometria adequada para hortaliças, além de apresentarem alguns nutrientes para a manutenção das plântulas até o transplântio. Porém, alternativas devem ser testadas para a pequena produção para diminuir custos, uma vez que os produtos olerícolas são os de custos mais elevados na agricultura.

Para os demais substratos testados, não houve nenhuma porcentagem de germinação abaixo da apresentada no teste de germinação dos lotes. A vermiculita apresentou para alguns tipos os menores valores de porcentagem de germinação seguidos da serragem, sendo o terriço + areia o de melhor desempenho (Tabela 4).

Tabela 4. Germinação (%) de sementes de dez tipos de pimenta sob diferentes substratos.

TIPOS	TRATAMENTOS			
	PLANTMAX	VERMICULITA	SERRAGEM	TERRIÇO+AREIA
T2	80,0 A	73,0 AB	47,0 B	60,0 AB
T11	80,0 A	73,0 A	70,0 A	63,0 A
T14	77,0 A	53,0 B	77,0 A	57,0 B
T15	60,0 A	33,0 A	60,0 A	57,0 A
T30	67,0 A	57,0 A	53,0 A	63,0 A
T37	73,0 A	67,0 A	67,0 A	53,0 A
T39	80,0 A	30,0 B	63,0 A	63,0 A
T43	50,0 A	63,0 A	60,0 A	50,0 A
T50	70,0 AB	67,0 AB	60,0 B	80,0 A
T53	23,0 A	30,0 A	23,0 A	30,0 A

* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

Para a característica índice de velocidade de emergência (IVE) o substrato plantmax foi o que apresentou melhor desempenho, em relação aos demais substratos testados e em todos os tipos estudados. Sendo que para os tipos 11, 30, 43 e 53, não diferença significativa entre os substratos (Tabela 5).

Tabela 5. Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de sementes de dez tipos de pimenta sob diferentes substratos.

TIPOS	TRATAMENTOS			
	PLANTMAX	VERMICULITA	SERRAGEM	TERRIÇO+AREIA
T2	1,02 A	0,34 B	0,25 B	0,34 B
T11	0,65 A	0,30 A	0,31 A	0,29 A
T14	0,88 A	0,35 B	0,35 B	0,31 B
T15	0,63 A	0,14 B	0,28 B	0,25 B
T30	0,55 A	0,40 A	0,24 A	0,39 A
T37	0,81 A	0,50 AB	0,39 B	0,27 B
T39	0,53 A	0,12 C	0,26 BC	0,36 AB
T43	0,51 A	0,42 A	0,40 A	0,34 A
T50	0,61 A	0,52 AB	0,33 B	0,38 AB
T53	0,11 A	0,13 A	0,15 A	0,11 A

* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Uma questão básica na fisiologia da germinação é a maneira com as sementes integram os sinais do ambiente para determinar o melhor momento para iniciar a emergência da radícula e posterior desenvolvimento da plântula. Isso é fato crítico para as sementes, pois a taxa de sobrevivência das plântulas é dependente da disponibilidade hídrica no meio (Bradford, 1997 citado por Perez et al., 2001).

Os demais substratos tiveram comportamento semelhante quando analisado cada tipo. A porosidade desses substratos afetou a velocidade de germinação. Uma boa porosidade permite o movimento de água e ar no substrato, favorecendo a germinação. Para que isso ocorra, as sementes não necessitam de nutrientes, mas apenas de sua hidratação e aeração para se procederem as reações que induzam à formação do caulículo e radícula (Nogueira et al., 2003).

Tempo Médio de Germinação

O tempo de germinação é uma característica que deve ser avaliada quando se pretende produzir mudas por via sexuada. O tempo que a plântula vai ficar na sementeira é de suma importância para o seu vigor até a época do transplantio.

Foi observado que as sementes começaram a germinar em média a partir dos seis (6) dias, ocorrendo germinação até aos 29 dias. O tempo médio de germinação não foi afetado pelos substratos nos tipos 11, 15, 30, 37, 39, 43 e 50, ou seja, 70% dos tipos testados (Tabela 6).

O substrato comercial plantmax proporcionou maior vigor das plântulas, seguido do substrato terriço+areia para todos os tipos de pimentas. Esses resultados podem estar relacionados à capacidade de disponibilidade de nutrientes e água de cada substrato.

Tabela 6. Tempo Médio de Germinação (dias) de sementes de dez tipos de pimenta sob diferentes substratos.

TIPOS	TRATAMENTOS			
	PLANTMAX	VERMICULITA	SERRAGEM	TERRIÇO+AREIA
T2	6 B	10 A	9 AB	7 AB
T11	8 A	11 A	11 A	8 A
T14	6 B	7 AB	10 A	8 AB
T15	5 A	7 A	9 A	7 A
T30	8 A	7 A	7 A	8 A
T37	7 A	7 A	8 A	11 A
T39	8 A	11 A	9 A	9 A
T43	6 A	8 A	8 A	7 A
T50	9 A	9 A	9 A	8 A
T53	12 A	6 B	11 A	11 A

* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para que haja um desenvolvimento harmônico, é essencial que cada um dos órgãos ou tecidos receba a quantidade necessária de assimilados e que este abastecimento seja efetuado no tempo correto.

Na produção de espécies hortícolas em bandejas de isopor, torna-se necessário que os substratos contenham algum nutriente para a manutenção da plântula, normalmente tais espécies possuem sementes que apresentam poucas reservas que continuem nutrindo a plântula após o final da germinação até o transplântio. Portanto o substrato areia+terriço pode ser considerado uma alternativa de uso para os pequenos produtores de hortaliças.

Esse fato pode ser observado no vigor das plântulas do substrato vermiculita e serragem após 20 dias da semeadura. Segundo Filgueira (2003) a vermiculita deve ser misturada na base de 30-40% em relação ao volume da mistura dos demais materiais. Portanto a utilização da vermiculita na produção de mudas de pimenta deve ser misturada com outro substrato, de preferência da mesma granulometria e que contenha alguns nutrientes.

CONCLUSÃO

Todos os tipos estudados apresentaram pungência e os seis tipos avaliados pertencem à espécie *Capsicum chinenses L.*, não foi possível determinar as variedades.

Os maiores comprimentos do fruto foram encontrados no tipo 43, típico de frutos alongados e o fruto mais achatado foi o tipo 14 com forma de sino ou bloco.

As sementes dos diversos tipos de pimenta apresentaram diferentes teores de água no momento da instalação dos experimentos, no qual, variou de 7,0% para o tipo 15 a 12,5% para o tipo 53.

O peso de mil sementes dos tipos estudados variou de 3,30 a 4,10g e essa variação está relacionada com as variedades, uma vez que todos os tipos pertencem à espécie *C. chinenses*.

Os tipos 39, 43, 2, e 30 foram os que apresentaram maiores porcentagens de germinação com 83, 78, 73 e 68% respectivamente e também, os que apresentaram maior vigor com 0,94; 0,94; 1,22 e 0,99 de índice de velocidade de germinação.

O substrato comercial plantmax proporcionou maior porcentagem de germinação e vigor das plântulas, seguido do substrato terriço+areia para todos os tipos estudados. A vermiculita e a serragem não foram bons substratos para a manutenção do vigor das plântulas.

O substrato areia+terriço pode ser considerado uma alternativa de uso para os pequenos produtores de hortaliças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarenga EM et al. (1984). Produção de sementes de pimentão e pimenta. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10(13): 68 –72.
- Áquila MEA et al. (2003). Fisiologia da germinação. In: Jardim, M. A. G.; Bastos, M. de N. do C.; Santos, J. U. M. dos. Desafios da Botânica no novo milênio: Inventário, Sistematização e Conservação


da Diversidade Vegetal. Belém: MPEG, UFRA e EMBRAPA, Museu Paraense Emílio Goeldi. 54º Congresso Nacional de Botânica.

- Atanásio JC (2005). Germinação de pimenta cumari (*Capsicum baccatum* var. *pratermissum*). Horticultura brasileira. Associação Brasileira de Horticultura. Resumos: Fortaleza – Ceará, 23(2) (suplemento).
- Beckert OP et al. (2000). Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. *Scientia Agrícola*, 57(4): 671-675.
- Bomfim Neto JV et al (2004). Caracterização morfo-agronômica de acessos de pimenta (*Capsicum* sp.) nas condições de Manaus – AM. In: Gomes, Levy de Carvalho et al. Anais da I Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental/Manaus. 137p.
- BRASIL (1992). Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV. 365p.
- Campos VC et al. (1997). Avaliação da metodologia do teste de germinação para sementes de tomate. *Revista Brasileira de Agrociência: São Paulo*, 3(1): 37-42.
- Cardoso MO (1997). Hortaliças não - convencionais da Amazônia. Brasília: Embrapa – SPI: Manaus: Embrapa – CPAA. 150p.
- Carvalho S IC de et al (2003). Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças. 49p.
- Cheng SS (1973). Avaliação da mão-de-obra, método, materiais e custo de desbrota e amarrio na cultura do tomateiro. *Agros: Lavras*, 3: 3-12.
- Filgueira FAR (2003). Solanáceas: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pementão, pimenta, beringela e jiló. Lavras: UFLA. 333p.
- Giacometti DC (1989). Ervas condimentos e especiarias. São Paulo: Nobel. 61 – 65p.
- Inoue AK et al (1989). Caracterização da coleção de germoplasma de *Capsicum* do CNPH. *Horticultura brasileira*, 7(1):10 -18.
- Nogueira RJMC (2003). Efeito do substrato na emergência, crescimento e comportamento estomático em plântulas de mangabeira. *Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal*, 25(1):15 -18.
- Oliveira CS et al. (2019). Características de plântulas: dissimilaridade genética entre acessos de pimenta. *Ciência, Tecnologia & Ambiente*, 9. Disponível em:<. <https://doi.org/10.4322/2359-6643.09114>>. Acesso em:18/09/2021.
- Perez SCJGA et al (2001). Influência da germinação de sementes de canafístula submetidas ao estresse hídrico. *Botânica e Fisiologia Vegetal.Bragantia*, 60(3):155 -166.
- Santana DG (2004). Análise da germinação – um enfoque estatístico. Brasília: Editora Universidade de Brasília.248p.

Desenvolvimento inicial de *Luffa cylindrica* M. Roem. (Cucurbitaceae) na presença de diferentes doses de bioproduto comercial à base de *Trichoderma*


Recebido em: 14/09/2021

Aceito em: 15/09/2021


 10.46420/9786581460044cap5

Marisa Aparecida Binotto Abbad^{1*} 

Raquel Stefanello¹ 

Antonio Carlos Ferreira da Silva¹ 

Carmine Aparecida Lenz Hister¹ 

Solange Bosio Tedesco¹ 

INTRODUÇÃO

A bucha (*Luffa cylindrica* M. Roem.), Cucurbitaceae, é uma espécie anual, herbácea, escandente, originária da Ásia e África tropicais. Encontra-se distribuída de norte a sul do país, de fácil cultivo em vários estados, devido a uma grande plasticidade quanto ao clima (Ferrão, 2001). O cultivo de bucha vegetal tem aumentado em várias regiões brasileiras tornando-se importante atividade econômica e social, principalmente na agricultura familiar (Blind et al., 2018). Popularmente é conhecida como bucha, esfregão, esponja vegetal e pepino bravo. Os frutos verdes são utilizados na alimentação em comunidades carentes e quando maduros podem ser colhidos e descascados para obtenção da esponja. Embora a bucha não tenha a mesma importância comercial de outros representantes da família, a esponja fibrosa da bucha tem se destacado, além de atividades de limpeza doméstica e higiene pessoal, na confecção de artesanatos, palmilhas de calçados, absorventes de fluidos, isolante térmico e acústico, estofamentos automotivos e industriais (Ferreira et al., 2010) e na medicina popular. Oboh e Aluyor (2009) comprovam a nobreza da fibra e potencialidades do vegetal, na agricultura, medicina, engenharia de materiais e na biotecnologia.

A interação entre plantas e microrganismos é alternativa sustentável que vem sendo pesquisada e aplicada (Machado et al., 2015), onde destacam-se estudos realizados com fungos trichoderma (*Trichoderma* spp.) Apesar da inestimável contribuição de espécies do gênero *Trichoderma* em culturas agrícolas, não se tem conhecimento de trabalhos realizados envolvendo este fungo na cultura de bucha, onde a resposta dessa interação poderá ou não, otimizar a produção de mudas. A produtividade desta cultura poderia ser aumentada com custo reduzido, utilizando produtos biológicos no tratamento das sementes e/ou solo, antes do plantio, evitando doenças e estimulando crescimento.

¹ Universidade Federal de Santa Maria.

* Autora correspondente: marisa.abbad@ufsm.br

Espécies do fungo trichoderma (*Trichoderma* spp.) colonizam facilmente solo e raízes, competem com outros microrganismos, principalmente patógenos presentes no solo e apresentam uma capacidade de interação extraordinária com as plantas, estimulando seu desenvolvimento inicial e colaborando para que permaneçam saudáveis. Na rizosfera são atraídos pelos exsudatos das raízes, ocorrendo o reconhecimento, adesão, penetração e colonização (Lucon, 2014). Milanesi et al. (2013) citam antibiose, produção de metabólitos secundários e competição por nutrientes e espaço, como mecanismos de ação do fungo *Trichoderma* para o controle dos patógenos na rizosfera, apresentando alta competência rizosférica. Estes fungos são bastante utilizados no campo porque ao produzir muitas enzimas que degradam a parede celular dos hospedeiros, controlam a proliferação de patógenos, estimulam o crescimento e defesa das plantas (Carvalho et al., 2011).

Como o cultivo da bucha é considerado uma prática sustentável, onde os produtores familiares utilizam apenas adubação orgânica, a introdução de bioproduto à base de trichoderma no substrato, para produção de mudas, poderá aumentar as possibilidades de sobrevivência frente às adversidades do campo e apresentar um resultado promissor. Lucon (2014) relata que o trichoderma participa da decomposição da matéria orgânica no solo, aumentando a quantidade de nutrientes que podem ser absorvidos pelas raízes das plantas. O aumento da superfície total do sistema radicular, por algumas linhagens de trichoderma, possibilita um maior acesso aos elementos minerais presentes no solo (Chagas et al., 2017).

De acordo com Kavoo-Mwangi et al. (2013), este fungo também pode interagir com outros microrganismos, como as rizobactérias e os fungos micorrízicos arbusculares, possibilitando efeitos positivos no desenvolvimento das plantas. No entanto, Machado et al. (2012) alerta que este fungo ao colonizar as raízes poderá apresentar influência positiva, negativa ou neutra na produtividade da cultura. Em dois experimentos, Nieto-Jacobo et al. (2017) relacionaram a produção de metabólitos secundários por trichoderma e condições ambientais, após observarem que concentrações do microrganismo proporcionavam resultados contrastantes em sementes de espécies vegetais cultivadas *in vitro* ou solo. As interações de fungos do gênero *Trichoderma* com a microbiota, nutrientes e raízes promovem o crescimento da planta mesmo sem patologia e, além de serem reconhecidos como biofungicidas, podem ser classificados também como biofertilizantes, bioestimulantes e potencializadores da resistência contra estresses bióticos e abióticos (Woo et al., 2018).

Ainda é possível destacar a produção de substâncias promotoras de crescimento como hormônios (ácido indolacético, citocininas, giberelinas, ácido abscísico), melhoria na nutrição das plantas com aumento na solubilização de nutrientes (fosfato, ferro, cobre, manganês e zinco) e, incrementos na eficiência do uso de nutrientes, como o nitrogênio (Lucon, 2014). Hermosa et al. (2012) destacam que a interação trichoderma-planta é um diálogo molecular entre os dois organismos e que as mudanças dramáticas induzidas pelo fungo benéfico na planta e a promoção de crescimento por espécies do gênero *Trichoderma*, ocorre pela produção de giberelinas e de auxinas como o AIA, que favorecem o desenvolvimento de raízes laterais. Espécies de trichoderma podem ter um papel tanto na regulação do

crescimento das plantas quanto na ativação das respostas de defesa das plantas, pela produção de metabólitos secundários (Pascale et al., 2017), mostrando evidente importância econômica para a agricultura.

A utilização de bioprodutos formulados à base de trichoderma requer conhecimento e esclarecimento sobre as doses aplicadas para não haver prejuízo na germinação e no desenvolvimento inicial da cultura. Em experimento de Junges et al. (2016), a aplicação de *Trichoderma* spp. em sementes de angico, levou a um efeito negativo, reduzindo a emergência das plântulas 35,9% em relação às sementes sem tratamento. Porém, houve divergência nos resultados de Fortes et al. (2007), ao verificar que isolados de *Trichoderma* spp. aplicados ao substrato aumentaram a porcentagem de enraizamento e sobrevivência de micro estacas de *Eucalyptus* sp. Machado et al. (2012) citam que a promoção do desenvolvimento de plantas pelo gênero *Trichoderma* pode estar relacionada também à melhor assimilação de nutrientes, ao estímulo à multiplicação celular influenciada pela atuação de hormônios nas raízes das plantas.

A eficiência do uso de produtos à base de trichoderma em plantas cultivadas podem gerar resultados diferentes, dependendo da linhagem introduzida, métodos de aplicação e dosagens, práticas culturais, espécie vegetal, tipos de solo, fatores ambientais, entre outros. Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses diferentes de bioproduto comercial à base de *Trichoderma harzianum* na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de bucha.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Interação Planta – Microrganismos do Centro de Ciências Naturais e Exatas, situados na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul, no período de novembro de 2019 a março de 2020. As sementes foram doadas pela EMATER (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural/RS) de Faxinal do Soturno (RS). Para o tratamento das sementes utilizou-se o bioproduto comercial Trichodermil® (princípio ativo linhagens de *Trichoderma harzianum*, concentração de 1.109 UFC.g^{-1}) na forma líquida, em diferentes doses. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições de 50 sementes, em que se estudou o efeito de diferentes doses do bioproduto à base de trichoderma (Trichodermil® líquido) na germinação e desenvolvimento inicial de bucha. Os tratamentos foram compostos por: T1 (Controle - ausência de bioproduto); T2 (Trichodermil® 0,01 mL); T3 (Trichodermil® 0,10 mL); T4 (Trichodermil® 1,00 mL); T5 (Trichodermil® 10,0 mL). As doses foram ajustadas para quantidade de 25 g de sementes de bucha.

As mesmas doses do bioproduto foram testadas em um segundo experimento, no tratamento de solo (substrato comercial) para plantio de sementes de bucha e obtenção de mudas, na média de 500 g de solo para cada dose. O bioproduto ficou encubado no solo, à temperatura ambiente, durante 7 dias antes do plantio com controle de umidade.

O teste de germinação realizou-se utilizando-se quatro repetições de cinquenta sementes, sendo estas tratadas conforme os tratamentos descritos anteriormente. O bioproduto foi aplicado direto nas sementes em sacos plásticos e homogêneos. As sementes foram semeadas em papel *germitest*, com umidade de 2,5 vezes o peso do papel seco; os rolos foram alocados em sacos plásticos e acondicionados em germinadores de câmara vertical tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*), com temperatura constante de 27 °C e fotoperíodo de 12 horas, em que a primeira contagem das sementes foi realizada no quarto dia após a semeadura e a última contagem aos dez dias após a germinação (BRASIL, 2009).

No experimento com tratamento de substrato comercial Biomix® para obtenção de mudas, o teste de germinação (emergência) foi realizado utilizando cinco repetições de 10 sementes cada tratamento. Foram utilizadas em média 500 g de substrato tratado com bioproduto para plantio de 50 sementes. As sementes foram semeadas em bandejas de isopor contendo 10 células cada, com uma semente por célula, acondicionadas em B.O.D., à temperatura de 27 °C, fotoperíodo de 12 horas e umedecidas diariamente. Foram realizados testes iguais ao experimento anterior acrescentando massa fresca de parte aérea e raiz, área, diâmetro e volume radicular.

Em conjunto com o teste de germinação foi realizado o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE), onde foi registrado diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas que foram germinando até a estabilização do processo, conforme a equação proposta por Maguire (1962): $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, em que: IVG e IVE = Índice de Velocidade de Germinação; G1, G2, Gn = número de plântulas germinadas, computadas na primeira, segunda, até a última contagem; N1, N2, Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda, até a última contagem.

Para avaliação do comprimento de parte aérea e raiz, 10 plântulas normais de bucha foram separadas aleatoriamente das quatro repetições de 50 sementes, aos dez dias e medidas com o auxílio de uma régua milimetrada. O comprimento médio das plântulas foi obtido somando-se as medidas de cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas normais mensuradas, com resultados expressos em centímetros (Nakagawa, 1999).

Para as análises das raízes foram avaliadas variáveis morfológicas com auxílio de um scanner EPSON Expression 11000 equipado com luz adicional (TPU), com definição de 600 dpi para raízes acoplado a um computador contendo o software WinRHIZO Pro, avaliando, área superficial, diâmetro e volume radicular.

Para avaliação da massa fresca e seca da parte aérea e da raiz de dez plântulas normais de cada repetição, resultantes do teste de comprimento, foram pesadas frescas e posteriormente secas em estufa à temperatura de 60 °C em sacos de papel, até a obtenção de massa constante (48 h). Foram pesadas em balança de precisão, com resolução de 0,001 g, sendo os resultados expressos em miligramas (Nakagawa, 1999).

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos, as variáveis foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade pelo programa Sisvar (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos resultados da interação trichoderma-bucha, observou-se que a influência da aplicação do bioproduto à base de *Trichoderma harzianum* em sementes de bucha, no ensaio que teve como substrato papel, foi negativa na totalidade dos tratamentos (T2, T3, T4 e T5), para todas as variáveis em relação ao tratamento controle (T1 - tratamento sem adição do bioproduto).

Tabela 1. Germinação (G), Primeira contagem (PC), Índice de velocidade de germinação (IVG), Comprimento de parte aérea (CPA), Comprimento de Raiz (CR), Massa seca de parte aérea (MSPA) e Massa seca de raiz (MSR) de plântulas de bucha dez dias após a semeadura em tratamentos de sementes com bioproduto à base de *Trichoderma harzianum* (Trichodermil®). Fonte: os autores.

TRATAMENTO (Trichodermil®)	G (%)	PC (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MSPA (mg)	MSR (mg)
T1 Controle	92 a*	34 a	11,95 a	3,86 a	9,30 a	3,27 a	4,37 a
T2 (0,01mL)	35 b	5 b	2,61 b	1,79 b	2,16 b	2,06 b	2,26 b
T3 (0,10mL)	30 b	6 b	2,96 b	1,86 b	2,08 b	2,36 b	2,56 b
T4 (1,00mL)	26 b	1 b	1,72 c	1,55 b	2,15 b	1,80 b	2,51 b
T5 (10,0mL)	16 b	1 b	1,19 c	1,63 b	2,20 b	1,10 b	2,10 b
CV%	21,4	35,5	23,0	12,8	8,4	28,7	32,2

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com os dados da Tabela 1, na avaliação da porcentagem de germinação (G%), observou-se diferença estatística significativa entre o tratamento controle (T1-92%) aos demais tratamentos (T2, T3, T4 e T5); igualmente aos valores das médias da primeira contagem (PC), ao quarto dia da semeadura, o T1 obteve 34% e, a partir da menor dose aplicada houve interação negativa do trichoderma presente no bioproduto com a semente de bucha, inibindo ou retardando a germinação. Junges et al. (2016) revelam que a aplicação de *Trichoderma* spp. em sementes de angico reduziu a emergência das plântulas 35,9% em relação às sementes sem tratamento. O mesmo aconteceu com a variável IVG, onde o valor referente ao tratamento controle (T1) obteve melhor média (11,95%) quando comparado aos tratamentos subsequentes.

Durante a avaliação dos tratamentos ocorreram eventos como inibição da emissão de radícula ou parte aérea e/ou atrofia e deformidade nas raízes e parte aérea. Ethur et al. (2012) relatam que

trichoderma, naturalmente isolados de solo, fora do seu ambiente, como em contato com sementes pode danificá-las ou apodrecê-las, prejudicando a germinação. Lucon (2009) sugere que agentes de biocontrole usados para tratar sementes podem colonizar a semente usando-a como substrato e eventualmente afetar a germinação. A produção de metabólitos secundários por trichoderma e condições ambientais proporcionaram resultados contrastantes, quando em diferentes concentrações, em sementes de espécies vegetais cultivadas *in vitro* ou solo, em experimentos executados por Nieto-Jacobo et al. (2017). Assim pode-se inferir que estes metabólitos podem ter efeito fitotóxico, dependendo do ambiente e da espécie vegetal, e estas toxinas atuarem de forma desfavorável em contato direto com a semente. Bernardo e Bettiol (2010) destacaram que o *T. harzianum* isolado do solo, não foi eficiente devido a não adaptação ao ambiente de parte aérea que foi aplicado, ou ainda, que o isolado não apresentaria eficiência para aquele patossistema que foi testado. Para os demais parâmetros referentes ao desenvolvimento inicial como comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR), os valores referentes ao tratamento controle (T1 – ausência de bioproduto) obtiveram melhor média quando comparados aos tratamentos (T2, T3, T4 e T5). Estes resultados são semelhantes com os do experimento de Silva et al. (2020) que aplicaram diferentes doses de bioproduto à base de trichoderma, independente do teor de vermicomposto, em sementes de tomate cereja propiciando efeito redutor no comprimento total em relação ao controle.

No período de realização do experimento, não foi observada contaminação ou crescimento de outros fungos nas sementes tratadas com bioprodutos, e para tanto, Carvalho et al. (2011) afirmam que o tratamento de sementes por alguns isolados de *Trichoderma harzianum* possui maior potencial no controle biológico.

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados dados referentes à germinação e desenvolvimento inicial de mudas de bucha. Na avaliação da variável germinação houve resposta significativa ($p < 0,05$) na inoculação de trichoderma no solo em comparação ao T1 (controle – 32%) com um acréscimo nos tratamentos T3 (74%) e T4 (80%). Pode-se inferir que a utilização de bioformulados à base de trichoderma nestas doses utilizadas neste experimento proporcionaram incremento no percentual de germinação das sementes. Do mesmo modo, Cadore et al. (2016) concluíram em seu trabalho, que as doses 0,1 mL de Trichodel® e 0,05 mL de Masterfix®, bem como a combinação das mesmas, aumentaram a percentagem de germinação de sementes de arroz CV IRGA 424RI nas condições testadas.

A variável primeira contagem (PC) não apresentou diferença significativa em relação ao controle e, nos tratamentos (T3 e T4) as doses do bioproduto à base de trichoderma não interferiram no IVE das plântulas de bucha (Tabela2). No T5 (10 mL), a maior dose induziu a redução do comprimento de parte aérea em relação ao controle. Explicado por alguns autores, como Wiethan et al. (2018) que observaram em seu experimento o efeito negativo do trichoderma em doses superiores no crescimento de mudas de alfaca. Machado et al. (2015) utilizaram Trichodermil® (*Trichoderma harzianum*) na emergência e crescimento de mudas de camará e também observaram que não houve incremento na altura das

plântulas. De acordo com Machado et al. (2012), a ação do fungo trichoderma é específica e pode variar de acordo com a cultura, substratos, microrganismos presentes no solo, temperatura e umidade.

Tabela 2. Germinação (G), Primeira contagem (PC), Índice de velocidade de Emergência (IVE), Comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR), Massa fresca de parte aérea (MFPA) e raiz (MFR), Massa seca de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR) de plântulas de bucha dez dias após a semeadura em solo tratado com bioprodutos à base de *Trichoderma harzianum*. Fonte: os autores.

TRATAMENTO (Trichodermil®)	G (%)	PC (%)	IVE	CPA (cm)	CR (cm)	MFPA (mg)	MFR (mg)	MSPA (mg)	MSR (mg)
T1 (Controle)	32 b*	12 a	5,5 a	9,04 a	7,30a	48,9 a	12,9 a	14 a	3,5 a
T2 (0,01 mL)	18 c	4 a	2,5 b	8,66 a	6,99 a	50,5 a	12,4 a	16,6 a	3,5 a
T3 (0,10 mL)	74 a	2 a	5,1 a	7,27 b	5,73 a	40,3 a	12,8 a	14,3 a	3,2 a
T4 (1,00 mL)	80 a	2 a	7,4 a	8,63 a	5,48 a	43,2 a	13,6 a	13,6 a	3,6 a
T5 (10,0 mL)	12 c	0 a	1,0 b	5,11 c	7,78 a	22,7 b	12,2 a	10,2 a	3,8 a
CV%	28,1	>30	>30	24,5	19,0	24,7	15,5	23,2	20,9

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

De um modo geral, aos dez dias após a germinação, não houve incremento da biomassa seca e fresca de parte aérea e de raiz, como revela a Tabela 2, mostrando ainda uma redução de massa fresca de parte aérea no T5 (22,7 mg), maior dose aplicada. Esses dados corroboram com os obtidos no ensaio de Cadore et al. (2016) quando não ocorreu incremento na massa de matéria fresca e seca de parte aérea de plantas de arroz CV IRGA 424 RI, aos 14 dias após a germinação. Resultados diferentes foram encontrados por Azevedo et al. (2017) onde observaram que além de atuar no biocontrole de fitopatógenos, o uso de duas espécies de *Trichoderma*, foram capazes de promover o desenvolvimento das mudas de eucalipto. Machado et al. (2015), nas análises em substrato não esterilizado, tratado com formulado comercial Trichodermil® também descrevem que não houve diferença significativa em relação à massa fresca de parte aérea e de raiz de mudas de camará (*Gochnatia polymorpha*). Pedro et al. (2012) relatam que o aumento na produção de matéria seca e fresca pode variar de acordo com o isolado de trichoderma utilizado e a cultura.

Os dados apresentados na Tabela 3, para avaliação da variável área superficial da raiz mostram que obteve-se melhor resultado nos T4 (31,9 cm²) e T5 (30,1 cm²), para diâmetro e volume no T4 (0,5 cm³) e (0,63 mm) respectivamente, comparando com o tratamento controle (T1). A interação benéfica entre fatores como doses do bioproduto e planta de bucha ocorreu para estas variáveis. Pode-se inferir que os resultados mostram que as doses dos tratamentos 4 e 5 se aproximam das ideais no desenvolvimento inicial da bucha.

Tabela 3. Área superficial (ASR), Diâmetro (DR) e Volume de raiz (VR) de plântulas de bucha dez dias após a semeadura em solo tratado com bioproduto à base de *Trichoderma harzianum* (Trichodermil®). Fonte: os autores.

TRATAMENTO	ASR (cm ²)	DR (mm)	VR (cm ³)
T1 (Controle)	25,47	0,55	0,35
T2 (0,01 mL)	26,89	0,56	0,38
T3 (0,10 mL)	21,44	0,54	0,32
T4 (1,00 mL)	31,9	0,63	0,5
T5 (10,00 mL)	30,13	0,55	0,41

Chagas et al. (2017) relatam que algumas cepas de trichoderma aumentam a área total do sistema radicular, permitindo maior acesso das raízes aos elementos minerais, porém, Bortolin et al. (2019) encontraram em *Paspalum regnellii* Mez, decréscimo nos valores de volume e área superficial de raiz, comparando aos demais tratamentos, na aplicação da dose superior em sementes, de um bioproduto à base de *Trichoderma harzianum*. No trabalho de Silva et al. (2020), a maior concentração do bioproduto comercial à base de trichoderma (Ecotric WP), independente do teor de vermicomposto, proporcionou maior área radicular nas mudas de tomate cereja. Também Cadore et al. (2020) na avaliação da área superficial e volume radicular no uso de bioformulados com trichoderma, como princípio ativo, apresentou as maiores médias, proporcionando melhor desenvolvimento inicial para a cultura da soja.

CONCLUSÕES

As diferentes doses do bioproduto, aplicadas em sementes de bucha, em papel *germitest*, mostraram influência negativa em todos os tratamentos para germinação e desenvolvimento inicial de plântulas, e no tratamento de solo maiores doses proporcionaram aumento no percentual germinação de sementes e incremento na área, diâmetro e volume de suas raízes. Nos resultados obtidos na realização deste trabalho verificou-se que interação planta-microrganismo acontece obedecendo a condições ideais para o fungo *Trichoderma*, atuando favoravelmente ou não no desenvolvimento inicial, de acordo com o ambiente, com substrato, com as peculiaridades da planta e com a linhagem envolvida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo GB et al. (2017). Effect of *Trichoderma* spp. on *Eucalyptus camaldulensis* clonal seedlings growth. *Scientia Forestalis*, 45(114): 343-352.
- Bernardo ERA, Bettiol W (2010). Controle da pinta preta dos frutos cítricos em cultivo orgânico com agentes de biocontrole e produtos alternativos. *Tropical Plant Pathology*, 35(1): 037-042.


- Blind AD et al. (2018). Estimativa de parâmetros genéticos, análise de trilha e seleção em bucha vegetal para caracteres agronômicos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 13(2): 1-8.
- Bortolin GS et al. (2019). *Trichoderma* na promoção do desenvolvimento de plantas de *Paspalum regnellii* Mez. *Revista de Ciências Agrárias*, 42(1): 135-145.
- BRASIL (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS. 399p.
- Cadore LS et al. (2016). Inoculação de sementes com *Trichoderma harzianum* e *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento inicial de arroz. *Enciclopédia Biosfera*, 13(24): 1725-1730.
- Cadore LS et al. (2020). Root cell growth and division in soybean in the presence of base trichoderma and "*Bradyrhizobium japonicum*" bioproducts. *Ciência e Natura*, 42: e21.
- Cadore LS et al. (2020). *Trichoderma* and *Bradyrhizobium japonicum* bioformulates on soy initial growth. *Ciência e Natura*, 42: e22.
- Carvalho DDC et al. (2011). Controle de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* in vitro e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. *Tropical Plant Pathology*, 36(1): 28-34.
- Chagas LFB et al. (2017). *Trichoderma asperellum* efficiency in soybean yield components. *Comunicata Scientiae*, 8(1): 165-169.
- Ethur LZ et al. (2012). *Trichoderma asperellum* na produção de mudas contra a fusariose do pepineiro. *Scientia Agraria Paranaensis*, 11(4): 73-84.
- Ferrão JEM (2001). Fruticultura tropical: espécies com frutos comestíveis. Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical. 580p.
- Ferreira DF (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6): 1039-1042.
- Ferreira ICP et al. (2010). Caracterização morfológica de frutos de 17 acessos de bucha vegetal cultivados no Norte de Minas Gerais. *Horticultura Brasileira*, 28(2): 2192-2198.
- Fortes FO et al. (2007). Promoção de enraizamento de microestacas de um clone de *Eucalyptus* sp. por *Trichoderma* spp. *Revista Árvore*, 31(2): 221-228.
- Hermosa R. et al. (2012). Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*, 158(1): 17-25.
- Junges E et al. (2016). *Trichoderma* spp. na produção de mudas de espécies florestais. *Floresta e Ambiente*, 23(2): 233-244.
- Kavoo-Mwangi AM et al. (2013). Growth effects of microorganisms based commercial products inoculated to tissue cultured banana cultivated in three different soils in Kenya. *Applied Soil Ecology*, 64: 152-162.

- Lucon CMM (2009). Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/trichoderma/index.htm>. Acesso em 22/04/2016.
- Lucon CMM (2014). Trichoderma: o que é, para que serve e como usar corretamente na lavoura. São Paulo: Instituto Biológico. 28p.
- Machado DFM et al. (2012). Trichoderma no Brasil: O fungo e o bioagente. Revista de Ciências Agrárias, 35(1): 274-288.
- Machado DFM et al. (2015). *Trichoderma* spp. na emergência e crescimento de mudas de cambará (*Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera). Revista Árvore, 39(1): 167-176.
- Maguire JD (1962). Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2(2): 176-177.
- Milanesi PM et al. (2013). Detecção de *Fusarium* spp. e *Trichoderma* spp. e antagonismo de *Trichoderma* sp. em soja sob plantio direto. Semina: Ciências Agrárias, 34(6): 3219-3233.
- Nakagawa J (1999). Teste de vigor baseado no desempenho das plântulas. In: Krzyzanowski FC et al. (org.) Vigor de sementes: conceito e testes. Londrina: ABRATES. 1-24p.
- Nieto-Jacobo MF et al. (2017). Environmental growth conditions of *Trichoderma* spp. affects indole acetic acid derivatives, volatile organic compounds, and plant growth promotion. Frontiers in Plant Science, 8(102): 1-18.
- Oboh O, Aluyor EO (2009). *Luffa cylindrica* - an emerging cash crop. African Journal of Agricultural Research, 4(8): 684-688.
- Pascale A et al. (2017). *Trichoderma* and its secondary metabolites improve yield and quality of grapes. Crop Protection, 92(1): 176-181.
- Pedro EAS et al. (2012). Promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma* spp. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 47(11): 1589-1595.
- Silva NG et al. (2020). Vermicompost and trichoderma in the development of cherry group tomato seedlings. Ciência e Natura, 42: e14.
- Wiethan MMS et al. (2018). Initial development of *Lettuce* in vermicompost at higher trichoderma doses. Horticultura Brasileira, 36(1): 77-82.
- Woo SL et al. (2018). Trichoderma-based biostimulants modulate rhizosphere microbial populations and improve n uptake efficiency, yield, and nutritional quality of leafy vegetables. Frontiers in Plant Science, 9: 743.


Emprego de diferentes aditivos na silagem de *Pennisetum purpureum* Schum como alternativa para suplementação animal

Recebido em: 16/09/2021


Aceito em: 20/09/2021


 10.46420/9786581460044cap6


Alanderson Moacir da Silva Santos Gomes¹ 


Vitória Gabriela da Silva¹ 

Layane de Souza Mota¹ 

Fernanda Ferreira¹ 

Denise Maria Santos² 

Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto¹ 

Maria José de Holanda Leite^{1*} 

INTRODUÇÃO

Por apresentar baixo custo para o produtor, a silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), vem sendo uma alternativa de suplementação animal, onde possuem alta produtividade, boa palatabilidade e elevada produção no período de seca. Entretanto, devido ao seu tempo de corte ideal, este possui alto teor de umidade, o que pode interferir no processo fermentativo ocasionando perda de nutrientes, assim a utilização de diferentes aditivos na silagem deste é uma das alternativas que visa minimizar perdas nutricionais e produzir com mais qualidade.

O *Pennisetum purpureum* é uma gramínea perene, de origem africana e foi introduzido no Brasil em 1920 e desde então é utilizado como pastagens, seja para formação de capineiras, confecção na forma de pastejo, de feno ou silagem. Ele é uma forrageira que se destaca na alimentação animal por apresentar características como alta qualidade proteica, grande produção, ótimo custo, boa adaptação a diferentes clima e solos.

Segundo Abreu (2005), desde a introdução do *Pennisetum purpureum* no Brasil, em 1920, despertou-se a atenção por sua elevada produção de biomassa, sendo inicialmente utilizado como capineira para o fornecimento de forragem verde picada ou conservada sob a forma de silagem.

Vale destacar que, que a silagem é a forragem verde, succulenta, conservada por meio de um processo de fermentação anaeróbica. As silagens são guardadas em silos. Chama-se ensilagem o processo de cortar a forragem, colocá-la no silo, compactá-la e protegê-la com a vedação do silo para que haja a fermentação (Cardoso; Silva, 1995). O uso da silagem vem crescendo cada vez mais, visto que é uma

¹ Universidade Federal de Alagoas (UFAL), BR 104, Km 85, , S/N - Mata do Rolo - Rio Largo/AL. CEP: 57100-000

² Instituto Dom José de Educação e Cultura IDJ/UVA. Av. Heráclito Graça, N° 400 - Centro, Fortaleza/CE. CEP: 60140-060.

* Autora correspondente: maryholanda@gmail.com

alternativa viável para ser usada como fonte de alimento em período de seca, sendo bastante nutritiva e palatável.

A produção de silagens de capins vem sendo utilizada como uma alternativa às culturas tradicionais, apresentando como vantagens as características de serem perenes, além da possibilidade do aproveitamento do excedente de produção na época chuvosa (Nussio et al., 2000). No entanto, algumas forrageiras apresentam características indesejáveis no processo de silagem, como alto teor de leveduras, perdas de nutrientes, perdas de energia e já no caso do capim-elefante, o seu alto teor de umidade. Como alternativa para diminuir as perdas, Kung jr. (2009) cita o uso de aditivos sendo favorável para elevar a recuperação dos nutrientes e energia da forragem, com consequente benefício no desempenho dos animais.

Assim, a presente pesquisa buscou fornecer e analisar um conjunto de informações sobre o uso de diferentes aditivos na silagem de capim-elefante. Para responder a tal objetivo, procurou-se: a) identificar os principais aditivos utilizados no processo de silagem do capim-elefante; b) avaliar a digestibilidade da silagem do capim elefante; c) analisar as percentagens de matéria seca e proteína bruta na silagem do capim-elefante.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho constitui-se de um levantamento bibliográfico, na qual é considerado um método pesquisa com o intuito de inovar e desenvolver novos trabalhos por meio de uma base de dados (acervos de bibliotecas, artigos científicos, livros) já existente, sendo indispensáveis para o fornecimento de respostas para a elaboração do seguinte artigo.

A coleta de dados foi realizada através de consulta a publicações de autores de referências na área, onde as principais fontes utilizadas para a confecção desse artigo foram: Google Acadêmico, *Scielo* e Revista Brasileira de Zootecnia.

A seguir serão expostos alguns pontos que são indispensáveis, para entender como ocorre a utilização de diferentes aditivos na silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Origem e Classificação Botânica

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma gramínea originária da África e uma das mais importantes forrageiras usadas em regiões tropicais; pode ser utilizada para corte ou pastejo, sendo cultivada em quase todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, devido ao seu elevado potencial de produção de massa seca, valor nutritivo, aceitabilidade, vigor, persistência (Pereira et al., 2010).

Sua descrição original data de 1827 (Tcacenco; Botrel, 1997), porém sofreu modificações ao longo do tempo. Atualmente, a espécie *Pennisetum purpureum* pertence à família *Graminae*, sub-família

Panicoideae, tribo: *Paniceae*, gênero: *Pennisetum* L. Rich e espécie: *P. purpureum*, Schumacher (Stebbins; Crampton, 1961).

Trata-se de uma gramínea tropical perene cujas características morfológicas apresentam amplas variações fenotípicas entre os cultivares. De maneira geral, esta gramínea apresenta crescimento cespitoso, colmos eretos, cilíndricos, glabros e cheios; variando de 3,5 a 6,0 metros de altura, com entrenós de 15 a 20 cm e diâmetro de até 2,5 cm; raízes grossas e rizomatosas. As folhas atingem até 1,25 m de comprimento por 4,0 cm de largura; nervura central larga e de cor mais clara; disposição alternada, bainha lanosa, fina, estriada; lígula curta e ciliada. As inflorescências, embora apresentem aparência de espigas, são classificadas como panículas espiciformes (Pereira et al., 2010).

Portanto, sendo a pastagem e forragens destaque fundamental na alimentação animal, podendo contribuir na produção do rebanho bovino, principalmente leiteiro, com adaptação em diversos climas, fácil aceitação pelos animais e diversas formas de utilização.

Dessa forma, faz-se fundamental avaliação e estudo genético, por meio das diversas espécies de capim elefante com base em estudos para o conhecimento, evolução da espécie, melhoramento nutricional e novas formas de utilização da espécie forrageira na nutrição, a fim de elevar os índices de produtividade e econômico.

Morfologia do capim elefante (Pennisetum purpureum Schum.)

Um compilado com diversos autores (Alcântara; Bufarah, 1983; Nascimento Júnior, 1981; Deresz, 1999) descrevem o capim-elefante como uma gramínea perene, de hábito de crescimento cespitoso, atingindo de 3 a 5 metros de altura com colmos eretos dispostos em touceira aberta ou não, os quais são preenchidos por um parênquima suculento, chegando a 2 cm de diâmetro, com entrenós de até 20 cm. Possui rizomas curtos, folhas com inserções alternas, de coloração verde escura ou clara, que podem ser pubescentes ou não, chegando a alcançar 10 cm de largura e 110 cm de comprimento.

As folhas apresentam nervura central larga e esbranquiçada, bainha lanosa, invaginante, fina e estriada, lígula curta, esbranquiçada e ciliada. Sua inflorescência é uma panícula primária e terminal, sedosa e contraída, ou seja, com ráceros espiciformes em forma de espiga, podendo ser solitária ou aparecendo em conjunto no mesmo colmo. A panícula tem, em média, 15 cm de comprimento, formada por espiguetas envolvidas por um tufo de cerdas de tamanhos desiguais e de coloração amarelada ou púrpura. Apresenta abundante lançamento de perfilhos aéreos e basilares, podendo formar densas touceiras, apesar de não cobrirem totalmente o solo. (Lopes, 2004).

Potencial da silagem de capim-elefante

O *Pennisetum purpureum* é uma espécie perene, nativa da África, de grande rendimento forrageiro, muito vigorosa, de grande porte, boa palatabilidade, além de apresentar resistência a condições climáticas adversas (Queiroz Filho et al., 2000).

Segundo Jobim et al. (2006), dentre as gramíneas forrageiras tropicais, ele destaca-se para a produção de silagem pelo seu potencial produtivo e por sua composição em termos de carboidratos solúveis, que é mais elevada quando comparada a outras gramíneas, sendo, por isso muito utilizado para dieta de bovinos de corte, leite, pequenos ruminantes e na produção de silagem.

No entanto, a forrageira apresenta algumas peculiaridades no momento de colheita, onde apresentam maior teor de umidade que prejudica no processo fermentativo e reduz a qualidade da silagem. Para prevenir esse problema é realizado o corte da forrageira quando nova, pois o capim-elefante apresentará menor teor de umidade e maior teor de matéria seca. Outra alternativa no intuito de reduzir o problema é a utilização de aditivos, que pode influenciar no processo de fermentação, apresentar alto teor de matéria seca e aumento do valor energético.

Fases da produção de ensilagem

A ensilagem é um processo que consiste na preservação da forragem, onde são colocadas no silo para ocorrer à compactação e a fermentação adequada. Para obter uma silagem de qualidade é preciso uma atenção maior nas etapas na produção. Alguns fatores como colheita da forrageira antes do ponto ideal, armazenamento inadequado, vedação do silo, compactação e etc. Podem interferir na qualidade final da silagem, diminuindo o teor nutritivo, ocasionando efeitos tóxicos em animais e em seres humanos, levando o animal a perda de peso.

Santos e Zanine (2006) descrevem a prática de ensilagem de gramíneas da seguinte maneira:

- Fase aeróbia: ocorre durante o enchimento e se prolonga até poucas horas depois do fechamento do silo. A elevada concentração de O₂ favorece o crescimento de microrganismos aeróbicos, como fungos, leveduras e algumas bactérias. A atuação destes microrganismos, juntamente com o processo respiratório da planta, promove redução do O₂ e dá início a segunda fase.

- Fase de fermentação ativa: nesta fase há queda acentuada do pH da silagem devido à formação de ácidos orgânicos, a partir de açúcares. Inicialmente, atuam enterobactérias e bactérias heterofermentativas, posteriormente, tornam-se dominantes as homofermentativas. Esta fase se prolonga até que o pH caia para valores abaixo de 5,0.

- Fase de estabilidade: O pH ácido da silagem e a condição de anaerobiose conservam a mesma até o momento da abertura do silo. Nesta fase, somente as bactérias ácidas lácticas se encontram em atividade, porém muito reduzida.

- Fase de descarga: ocorre por ocasião da abertura do silo, e a exposição de elevadas concentrações de O₂, normalmente favorece o crescimento de fungos e leveduras. É chamada de estabilidade aeróbia, a propriedade de inibição da proliferação de fungos e leveduras, após o contato com o O₂.

As mudanças químicas gerais em silagens, como resultado de enzimas bacterianas e das plantas, são a conversão de carboidratos em outros componentes, como ácidos orgânicos e gases, bem como a quebra parcial da proteína que resulta na formação de estruturas não proteicas. Estas mudanças que ocorrem resultam da interação de um número de espécies de bactérias e são muito influenciadas pela quantidade e tipo de substrato (McDonald et al. 1981)

Aditivos utilizados em silagem de capim-elefante

Os aditivos são substâncias utilizadas no processo de silagem, onde tem o objetivo de absorver o excesso de umidade, reduzir a população de microrganismo indesejáveis, diminuir a fermentação e aumentar o valor nutritivo. De acordo com Keplin (2006), outros propósitos como a diminuição de perdas superficiais e na camada exposta da silagem, aumento da vida útil, aumento do valor energético, melhora da digestibilidade da fibra e da matéria seca e melhora no desempenho animal, também são observados em silagem com o uso de aditivos bacterianos.

Os aditivos são adicionados na forragem no momento de ensilagem, onde a forma de aplicação pode depender dos equipamentos e dos tipos de aditivos que cada estabelecimento possui. Os tipos de aditivos mais usados no Brasil são os microbianos (bactérias homofermentativas e bactérias heterofermentativas), aditivos absorventes (casca de café, farelo de cacau, polpa cítrica e etc) e aditivos químicos (cal virgem, uréia, benzoato de sódio e etc).

O ingrediente usado como aditivo nas silagens de capim deve apresentar elevado teor de matéria seca, alta capacidade de retenção de água e boa palatabilidade, além de fornecer carboidratos para fermentação (Bergamaschine et al., 2006).

Os aditivos mais utilizados na ensilagem do capim-elefante são os materiais secos, que elevam o teor de MS da silagem, e aumentam as chances de boa preservação. Entre esses materiais, citam-se as fontes de carboidratos, como fubá de milho, farelo de trigo, polpa cítrica e resíduos regionais da agroindústria (Silva et al., 2007).

Em um experimento sobre a adição de farelo de trigo na silagem de capim-elefante, Zanine et al. (2006), concluíram a eficiência deste aditivo reduziu valores mínimos as perdas por efluentes, demonstrando seu potencial como aditivo absorvente de umidade. O experimento obteve resultados positivos no aumento de matéria seca, proteína bruta e manteve um bom perfil de fermentação. Evangelista et al. (1990), estudaram o efeito da adição de forragem de soja anual à forragem de capim-elefante e aditivadas com 0 e 6% de farelo de trigo. As silagens exclusivas de capim-elefante e com 6% de farelo de trigo proporcionaram uma digestibilidade aparente da matéria seca de 38,2 e 42,2% e porcentagem de proteína bruta na matéria seca de 7,10 e 11,3% respectivamente.

Gonçalves et al. (2002) estudaram a adição do subproduto da acerola, onde observaram que proporcionou elevação da ordem de 11,35 unidades percentuais nos teores de MS das silagens quando os níveis de adição variaram de 0 a 20%. Aumentos nos teores de MS foram de 0,55 pontos percentuais para cada 1% de adição de subproduto da acerola. No nível de adição de 12% o teor mínimo de MS de 30% citado como ideal foi atingido. Em relação à proteína bruta os autores observaram um crescimento linear com a adição do subproduto da acerola, atingindo o nível máximo de 7,52%.

Em um trabalho realizado por Gonçalves et al. (2003), sobre o uso do pedúnculo do caju desidratado na silagem de capim-elefante, obteve com o nível de 13,8% de pedúnculo de caju o teor ideal de 30% de MS necessário para a ocorrência de um bom processo fermentativo. Com 5,1% de pedúnculo de caju o nível de PB de 7% exigidos para um bom funcionamento ruminal foi alcançado.

Rodrigues (2005) avaliando os níveis da adição de raspa de batata na silagem obteve valores considerados adicionando 7% da raspa, onde o resultado atingiu 25,38% de MS, 4,19% de PH, 7,18% de PB, 63,94% fibra detergente neutro, fibra 38,45% de detergente ácido e 62,68% de digestibilidade in vitro. O autor recomenda o uso de 7 a 14% de raspa de batata para produzir silagens de qualidade.

No experimento realizado por Pires et al. (2009), onde estudaram o uso do capim-elefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca, obtiveram os seguintes resultados: com a adição de 15% dos aditivos, as silagens com casca de café e farelo de mandioca apresentaram maiores teores de matéria seca (Tabela 1), já na silagem com farelo de cacau, os teores foram menores e que apesar disso o valor obtido é considerado superior ao de 25% recomendado conforme Andrade (1995).

A silagem com cacau apresentou maiores teores de nitrogênio total e extrato etéreo e componentes fibrosos. No entanto, a silagem com farelo de mandioca gerou os menores teores de nitrogênio total e extrato etéreo e componentes fibrosos.

Tabela 1. Composição química da silagem de capim-elefante contendo aditivos. Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Pires et al. (2009).

SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE			
Item	Com casca de café	Com casca de farelo de cacau	Com farelo de mandioca
Matéria seca	43,6%	41,6%	43,6%
Nitrogênio total	1,0%	1,2%	0,6%
Extrato etéreo	2,8%	4,1%	2,2%

Os autores concluíram que a utilização de casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca na ensilagem de capim-elefante resulta em silagens com características fermentativas adequadas, contudo, tanto a casca de café como o farelo de cacau reduzem o valor nutritivo da silagem.

Portanto, para obter resultados qualitativos com o uso de aditivos no processo de silagem, deve-se levar em consideração alguns fatores, como o tipo de forrageira, tipo de aditivos, forma de aplicação, dosagem do aditivo e a vedação adequado do silo, sendo de extrema importância a realização adequada de todo manejo para evitar perdas e que afete a eficácia do aditivo.

Digestibilidade da silagem de capim-elefante

A digestibilidade do alimento representa a capacidade do animal em utilizar seus nutrientes, em maior ou menor escala, sendo uma característica do alimento, e não do animal (Silva; Leão, 1979).

A digestibilidade está ligada com a quantidade de alimentos ingerida e que é excretado, sendo fundamental sua avaliação para qualificar o valor nutritivo dos alimentos e conhecer o seu potencial ao ser digerido ou aproveitado. É importante obter resultados da taxa de digestibilidade, logo alimentos com baixa taxa pode causar perda de peso animal.

No experimento realizado por Pires et al. (2009), foi observado o maior valor de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) na silagem com farelo de mandioca (74,1%) e farelo de cacau (61,2%), já o menor, na silagem com casca de café (54,3%). A utilização de farelo de mandioca na ensilagem de capim-elefante reduz os componentes da parede celular e aumenta a DIVMS das silagens.

Rodrigues (2005) trabalhando com silagem de capim-elefante adicionada de 7% de raspa de batata observou um valor de 62,68% de DIVMS, sendo que os valores encontrados neste trabalho adicionando a mesma quantidade de raspa de batata foram superiores (71,13% DIVMS).

Silva et al. (2007) avaliaram a digestibilidade da silagem de capim-elefante, apenas com a inclusão crescente de bagaço de mandioca (5, 10,15 e 20%) e concluíram que na adição de 5% de bagaço de mandioca à silagem de capim-elefante é satisfatório para preservar e propiciar boa digestibilidade dos nutrientes das silagens e das dietas.

No experimento realizado por Andrade e Lavezzo (1998), onde avaliaram o consumo e a digestibilidade aparente da silagem de capim elefante, confeccionadas com adição de 0, 8, 16 e 24 % de matéria seca de rolão de milho, farelo de trigo e sacharina na forragem verde do capim, concluíram que ingestão de matéria seca se eleva com o aumento dos níveis de aplicação dos aditivos na ensilagem e que há redução na digestibilidade da parede celular e de seus componentes ao aumentarem os níveis de aplicação dos aditivos na ensilagem, principalmente em relação à fibra insolúvel em detergente ácido e celulose.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de aditivos na silagem de capim-elefante é uma alternativa bastante viável, trata-se de um alimento para os animais que apresenta menor custo quando comparada com as silagens de outras forrageiras.

Quando produzida corretamente, a silagem com aditivos apresenta resultados positivos, onde reduz o teor de umidade e conseqüentemente aumenta o teor de matéria seca e características nutritivas. Desta forma, a utilização de aditivos na silagem de capim-elefante é uma prática eficaz, à vista disso irá proporcionar aos produtores um alimento com custo benéfico e com maior lucro, produzindo um alimento de alto valor nutritivo, visando um bom desempenho e ganho de peso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu JG (2005). Glyphosate e nitrogênio no controle de *Brachiaria Decumbens* STAPF em capineiras. Tese de Doutorado em Zootecnia. Lavras-MG: Universidade Federal de Lavras. 132p
- Alcântara PB, Bufarah G (1983). Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas. São Paulo, Editora Nobel, 2a ed., 150p.
- Andrade JB (1995). Efeito da adição de rolão de milho, farelo de trigo e sacharina na silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 190p.
- Andrade JB, Lavezzo W (1898). Aditivos na ensilagem de capim elefante. III. Valor nutritivo e consumo voluntário e digestibilidade aparente em ovinos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 33(12): 2015-2023.
- Bergamaschine AF et al. (2006). Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emur-quecida. Revista Brasileira de Zootecnia, 35: 1454-1462.
- Cardoso EG, Silva JM (1995). Embrapa gado de corte divulga silos, silagem e ensilagem, Campo Grande, MS, n02.
- Deresz F (1999). Utilização do capim-elefante sob pastejo rotativo para produção de leite e carne. Juiz de Fora, Embrapa-CNPGL, 29p. (Circular técnica 54).
- Evangelista AR et al. (1987). Uso do milho desintegrado com palha e sabugo na forma de aditivo para produção de silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 24., 1987, Brasília, DF. Anais... Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 190p.
- Gonçalves JS et al. (2002). Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) com diferentes níveis de subproduto da acerola (*Malpighia glabra* L.). Reunião Anual da SBZ, In: 39a. Recife, Anais...Recife.
- Gonçalves JS et al. (2003). Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) com diferentes níveis do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale*) desidratado. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria. Anais... Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia/ Infovia, 2003. 1CD-ROM. Forragicultura.2


- Jobim CC et al. (2006). Desempenho animal e viabilidade econômica do uso da silagem de capim-elefante em substituição a silagem de milho para vacas em lactação. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 28(2): 137-144.
- Keplin L (2006). Produção de silagem de qualidade e uso de inoculantes. Em: Encontro Técnico sobre Conservação de Forragens (Silagens). Nova Odessa. Anais... Instituto de Zootecnia. Nova Odessa.
- Kung JRL (2009). Side effects of microbial inoculants on silage fermentation In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 1., São Pedro. Proceedings... Piracicaba: FEALQ, p.7-26.
- Lima Junior IF et al. (2012). Uso de diferentes aditivos em silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). *PUBVET*, Londrina, 6(28), Ed. 215, Art. 1433.
- Lopes BA (2004). O CAPIM-ELEFANTE: Seminário apresentado à disciplina ZOO 645 (Métodos nutricionais e alimentação de ruminantes). Universidade Federal de Viçosa- Centro de Ciências Agrárias/Departamento de Zootecnia. Viçosa. 34p.
- Lopes J (1975). Valor nutritivo das silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. 2, Piracicaba, ESALQ, Anais...p. 187-218.
- Nussio LG et al. (2000). Alimento volumoso para o período da seca. In: Simpósio sobre manejo e nutrição de gado de leite, 1, Goiânia. Anais... Goiânia: Cbna, p. 85-100.
- Pereira AV et al. (2010). *Pennisetum Purpureum*. In: Fonseca DM, Martuscello JA (Ed), Plantas Forrageiras. Viçosa: UFV, 6: 197-219.
- Pires AJV et al. (2009). Capim-elefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. *R. Bras. Zootec.*, 38(1): 34-39.
- Queiroz Filho JL et al. (2000). Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar roxo em diferentes idades de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(1): 69-74.
- Rodrigues R (2005). Qualidade bromatológica de silagens de capim elefante e cana-de-açúcar aditivadas com raspa de batata. Dissertação (Mestrado) - Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas. 77p.
- Sanchês C, Stainy S (2017). Características agrônômicas, anatômicas e valor nutritivo do capim-elefante em diferentes idades de corte: dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do título de mestre em ciência animal. Universidade Federal do Maranhão/Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Chapadinha. 5p.
- Santos EM, Zanine AM (2006). Silagem de gramíneas tropicais. *Colloquium Agrariae*, 2(1): 32-45.
- Silva FF et al. (2007). Bagaço de mandioca na ensilagem do capim-elefante: qualidade das silagens e digestibilidade dos nutrientes. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 59(3): 719-729.
- Silva JFC, Leão MI (1979). Fundamentos de nutrição dos ruminantes. Piracicaba: Livroceres. 380p.

- Stebbins GL, Crampton B (1961). A suggested. revision of the grass genera of temperate North America. In: Recent advances in botany. Toronto, Canadá.
- Tcacenco FA, Botrel MA (1997). Identificação e avaliação de acessos e cultivares de capim-elefante. In: Carvalho MM et al. (Eds) Capim elefante: produção e utilização. 2ª ed., revisada. Brasília:Embrapa-SPI e Juiz de Fora:Embrapa-Gado de Leite, p.1- 30.
- Whittenbury R et al. (1967). A short review of some biochemical and microbiological aspects of silage. J. Sci. Fod and Agric., 18:441- 44.
- Zanine AM et al. (2006). Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. Archivos de Zootecnia, 55(209): 75-84.


Moringa Oleífera Lam como forrageira alternativa na alimentação animal


Recebido em: 16/09/2021

Aceito em: 20/09/2021


 10.46420/9786581460044cap7


Ana Karoline Carvalho Oliveira da Silva Caetano¹ 


Analy de Lima Silva¹ 

Hellen Cristine da Silva Santos¹ 

Larissa de Souza Barros da Silva¹ 

Denise Maria Santos² 

Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto¹ 

Maria José de Holanda Leite^{1*} 

INTRODUÇÃO

A alta nos custos da produção animal, atualmente, vem crescendo em decorrência do preço dos principais grãos que compõem a ração: a soja e o milho, fazendo com que os produtores busquem por alternativas mais baratas e que atendam às necessidades nutricionais dos animais para que não haja diminuição na qualidade dos produtos derivados da sua criação.

A formação de pastagens utilizando plantas forrageiras adequadas às regiões, vem sendo uma das alternativas para os produtores que desejam baratear os custos da atividade. Apesar de permanecerem na pastagem durante o ano todo, as plantas forrageiras produzem uma quantidade maior de alimento para os animais em um determinado período do ano (De Souza et al., 2018). O uso de forragens alternativas, de fácil cultivo e baixo custo podem contribuir significativamente para substituir os alimentos tradicionalmente utilizados e ainda suprir a necessidade de alimento para o rebanho leiteiro no período seco principalmente em propriedades familiares com produção de leite em pequena escala, por exemplo (Rizzo, 2019).

Independente da planta forrageira a ser utilizada, os produtores devem respeitar as necessidades fisiológicas, morfológicas e ecológica da espécie, nesse contexto, a obtenção de conhecimentos através da divulgação de materiais disponíveis na literatura junto a experiência no campo, é possível de se obter uma maior produção animal. Das plantas forrageiras alternativas, a *Moringa (Moringa Oleífera Lam.)*, de porte arbustivo, vem sendo estudada como fonte de alimentação animal por possuir um rápido crescimento e ter um rico teor de proteínas e aminoácidos que geralmente são deficientes em alguns

¹ Universidade Federal de Alagoas (UFAL), BR 104, Km 85, S/N - Mata do Rolo - Rio Largo, AL, CEP: 57100-000.

² Instituto Dom José de Educação e Cultura IDJ/UVA. Av. Heráclito Graça, N° 400 - Centro, Fortaleza/CE, CEP: 60140-060.

* Autora correspondente: maryholanda@gmail.com

alimentos, vitaminas, minerais, dentre outros compostos, além disso, é uma planta adequada a uma grande faixa de condições climáticas e a diferentes tipos de solos.

Alguns estudos já feitos utilizando a Moringa na alimentação de diferentes animais de produção como aves, bovinos, caprinos e ovinos em períodos de estiagem quando não há pastagem disponível, no caso dos ruminantes, e como uma alternativa de diminuir gastos de maneira geral, mostraram que a moringa pode nutrir de maneira semelhante ao milho e a soja quando ofertada a esses animais, podendo ser ofertada junto a outras plantas forrageiras e até mesmo à raízes como a mandioca (Juliano et al., 2017; Lisita; Juliano; Moreira, 2018), sem haver prejuízos na qualidade dos produtos de origem animal, por isso, é importante que os conhecimentos sobre a moringa sejam expandidos para que somem benefícios no setor.

Com isso, a presente pesquisa como objetivo identificar as propriedades de relevância nutricional da *Moringa Oleífera* Lam. através de suas características e do seu perfil bromatológico, bem como da sua utilização na alimentação animal.

MATERIAL E MÉTODOS

Para construção do presente trabalho, utilizou-se várias pesquisas bibliográficas (artigos científicos, livros), consideradas indispensáveis e de extrema importância para o tema em questão, procurando demonstrar a importância da composição nutricional da *Moringa Oleífera* Lam. através das suas características e perfil bromatológico relatada por diferentes autores; as vantagens do uso da *Moringa Oleífera* Lam. na alimentação de animais, com o intuito de proporcionar alternativas de forrageira de baixo custo aos produtores.

Sabe-se que, o levantamento bibliográfico, o estudo é considerado como uma especialidade científica que busca ofertar as inovações e direcionamento das pesquisas. É necessário esse tipo de pesquisa para identificar as possíveis lacunas no estado do conhecimento, para que seja possível inovar, assegurar que não haja publicações idênticas e potencializar o conhecimento coletivo, difundido a partir de observações e citações dessas pesquisas, na elaboração de novos artigos.

Com isso, o presente trabalho buscou reunir informações através de diferentes autores nas principais fontes de pesquisas acadêmicas: Google Acadêmico, Scielo e Scopus, além de dados e informações da Embrapa, para garantir a confiabilidade do que foi coletado, e o manejo da Moringa como fonte de alimento animal alcance uma maior divulgação e conseqüentemente, torne-se frequente o uso dessa planta como forrageira de baixo custo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização da Moringa Oleífera Lam.

A Moringa (*Moringa Oleífera* Lam.) é uma árvore nativa de partes da Índia, do Paquistão, de Bangladesh e do Afeganistão, sendo muito cultivada na América Central e em partes da África e é

conhecida popularmente como moringa, acácia-branca, árvore-rabanete-de-cavalo, cedro, moringueiro e quiabo-de-quina (Ecycle, 2018).

Pertencente da família Moringaceae e ordem Papaverales, é considerada uma hortaliça perene e arbórea que apresenta elevada capacidade de adaptação e condições climáticas e a solos áridos (Lorenzi; Matos, 2002; Olson; Fahey, 2011 *apud* Gualberto et al., 2014), características muito comuns da região nordeste do Brasil que é marcada pelos rígidos períodos de escassez hídrica.

O gênero *Moringa*, único representante da família Moringaceae, é constituído por quatorze espécies, dentre elas, a *Moringa Oleífera* Lam. é a mais conhecida (Anwar et al., 2007 *apud* Gualberto et al., 2014). Já o epíteto oleífera é um adjetivo latim usado para designar as plantas que contém ou produzem óleo (FARIA, 1991). Além disso, essa planta é alógama, ou seja, tem origem a partir de fecundação cruzada, cresce rapidamente através de sementes e mudas, igualmente em solos marginais, demandando pouco ou nenhum cuidado e possui uma resistência que permite viver por prolongados tempos de estiagem (Sutherland et al., 1994).

Segundo Schwartz (2000) a *Moringa* se trata de uma árvore de pequeno porte e de crescimento rápido que pode alcançar até 12 metros de altura, com tronco estreito de no máximo 10 a 30 centímetros de diâmetro e casca cortiça esbranquiçada. Sua copa é aberta em forma de sombrinha apresentando troca anual de folhas.

As folhas da moringa são bipenadas com sete folíolos pequenos em cada pina, ou seja, possui uma lâmina foliar dividida em mais de três folíolos (1ª divisão) e os folíolos divididos em foliólulos (2ª divisão) dispostos ao longo da raque e raquíola, respectivamente (Souza; Lorenzi, 2008). Suas flores são reunidas em inflorescências terminais do tipo panícula. São bissexuais, oblíquas, pedunculadas, axilares e perfumadas, muito procuradas por abelhas e pássaros, composta por cinco pétalas de coloração branca ou creme (Kiill et al., 2012).

As folhas e os frutos são comestíveis, mas as raízes podem causar aborto. O fruto é do tipo vagem com três faces e com grande número de sementes (Bezerra et al., 2004; Silva; Kerr, 1999; Silva; Matos, 2008 *apud* Kill et al., 2012). Segundo Ramos et al., 2010, os frutos possuem, em seu interior, uma média de 12 sementes de massa que varia de acordo com o grau de maturação. O comprimento médio dos frutos é de 28,50 cm e a largura 2,21 cm, em média.

Além disso, as sementes são globosas, de coloração castanho-médio e de alas castanho-claro, apresentando em sua extremidade um hilo pequeno, linear, saliente e da mesma coloração das alas. Apresentam em média de 1,037 cm de comprimento e 1,0 cm de espessura e a massa média de 1000 sementes é de 197 g, com amplitude de 194,25 a 199,75 g (Ramos et al., 2010).

Métodos de cultivo da Moringa Oleífera Lam

A propagação e o plantio de *Moringa* podem ocorrer por meio de sementes ou mesmo reprodução assexuada de estaquia. Com o armazenamento correto das sementes, as mesmas não

necessitam de nenhum tratamento prévio antes da germinação podendo ser plantadas diretamente em sementeiras, com transplante após 60-90 dias, tendo a sua melhor época para cultivar no início da estação das chuvas, sendo de setembro a outubro (Jahn, 1991; Delduque, 2000).

Além de possuírem uma rápida adaptação a áreas onde a temperatura média está entre 25° e 35°C as plantas apresentam crescimento rápido, floração e frutificação ao final do sexto mês depois do plantio, mas com algumas variedades o crescimento ocorre somente a partir de três a quatro anos (Palada, 1996).

Em relação ao cultivo da Moringa Oleífera, de acordo com Colombo (2012), pode ser dividido em três métodos conforme a finalidade desejada:

a) Cultivo de árvores altas seguindo a tendência natural da planta

Observações mostram que o plantio com sementes tem mais vantagens, segundo (Araújo, 2013), recomenda-se o cultivo de moringa a partir de sementes pois esta formará uma raiz mestra, denominada pivotante, que proporciona maior estabilidade e segurança e pode crescer livremente, mas por falta de alguns nutrientes a planta pode não se desenvolver muito bem (Urbano, 2012; Jesus et. al. 2013).

Nesse tipo de cultivo a Moringa oleífera são cultivadas em áreas rurais, praças, etc., plantadas próxima uma das outras, o que ajuda a diminuir a influência do vento, mas se o produtor optar pelo a plantação através de mudas deverá ser instalada uma cerca de proteção, gradil, de acordo com as dimensões de 60cm de largura e 130cm de altura, como descreve o Plano Diretor de Arborização da cidade de Goiânia.

b) Cultivo de árvores de tamanho médio com aumento da produção

Este tipo de cultivo aumenta a produção de folhas, flores e sementes da planta. Ao contrário de outros tipos de cultivo neste, a Moringa deve ser plantada de forma ampla para promover o seu desenvolvimento, devendo ser podada em no mínimo quatro vezes antes da primeira floração, ajudando assim a ampliação da estrutura de produção, ficando mais encorpada e aumentando o rendimento de sementes (Urbano, 2012). Dessa forma, os períodos de poda para que isso ocorra deve ocorrer nos seguintes cronogramas:

- Primeira poda: deve ser feita quando a árvore tiver cerca de 3 meses e o galho central atingir 60 cm, é o momento ideal. É necessário aparar a ponta do caule a 10 cm do topo, o que pode ser feito com faca ou tesoura.

- Segunda poda: quase uma semana após a primeira vez, ramos secundários começarão a aparecer sob o tronco principal, atingindo 20 cm de comprimento, o que é recomendado fazer um Corte obliquamente, cada um com 10 cm de ponta a partir do topo.

- Terceira poda: é realizada com o aparecimento de ramos terciários, quando atingir 20 cm deve ser aparada a 10 cm do topo.

Além disso, há outra possibilidade de aparar a árvore cortando o tronco a 1,5 metros ou 2 metros acima do solo. Fazer isso após cada colheita aumentará o número de ramos, o número de folhas, flores, vagens e sementes em três colheitas anuais. Para o cultivo em grande escala, deve ser aparado

regularmente os troncos das árvores de modo que a altura não exceda cerca de um metro e meio para facilitar a colheita das folhas.

c) Cultivo para produção intensiva de folhas

O plantio de Moringa mais desenvolvido do mundo é intensivo, onde as plantas em processo de plantio precisam estar bem próximas, com espaçamento médio de 10 cm.

A ideia desse tipo de plantio é que a altura das árvores seja de no mínimo 60 cm para ocorrer a primeira poda onde deverá ser feita a 10cm do topo (Urbano, 2012) já as próximas podas deverão ocorrer quando novos brotos aparecerem fazendo com que se desenvolvam e reproduzam mais folhas a cada corte, e uma nova colheita será realizada a cada 35 dias. Esse tipo de poda em brotos dá à planta uma aparência curta e completa devido ao número de folhas no arbusto.

A moringa deve ser plantada em local bem iluminado pois a espécie valoriza esse contato necessário para um bom desenvolvimento, para a realização do cultivo da moringa não utiliza máquinas e é simples de cultivar, principalmente em áreas tropicais e subtropicais do semiárido onde as plantas são resistentes aos fatores climáticos, mas algumas máquinas podem ajudar no plantio, como plantadeiras e chassis (Alonso; Silveira, 2009).

A Moringa oleífera pode ser colhida duas vezes por ano, e é indicado aparar seus galhos para aumentar a produção, não existe uma grande especificação, mas é necessário prestar atenção aos danos, principalmente às sementes, pois se as sementes apresentarem algum dano isso prejudicará a futura colheita (Rangel, 1999; Urbano, 2012).

d) Custos de produção

É conhecido que, o plantio de árvores em suas terras pode reduzir os custos de produção agrícola, pois o custo da conservação do solo e do controle de pragas é menor e o valor pode ser utilizado para outros fins, tornando-se uma fonte alternativa de subprodutos vegetais (Castanho Filho, 2008).

No modelo de análise realizada por Carvalho Neto (2017), foram consideradas 12.500 sementes de Moringa de alta qualidade importadas da Índia, cada quilograma de sementes possuía em média 3.000 sementes, e o custo do Kg de sementes importadas na empresa AGF Índia em 2016, foi de R\$ 890,00. Considerando os custos de produção das mudas, que devem ser feitas em saquinhos de jornal, estimou-se gastar R\$ 5.208,00 para preparar as 12.500 mudas.

Foi possível perceber por Honório (2019), que a partir do terceiro mês já é gerada receita com as vendas de moringa junto a outras hortaliças consorciadas, que se repetem a cada 3 meses. Porém, é constatado que apenas a partir do segundo ano há o retorno de todo capital investido. A Relação Benefício/Custo (B/C) apresentou valor de 3,2 reais aos 7 anos e, portanto, o projeto foi considerado viável também por este critério. Esse valor quer dizer que a cada real investido no projeto, são reembolsados 3,2 reais, ou seja, 220% a mais do que o valor investido.

Segundo Honório (2019), o crescimento inicial da moringa não sofre influência do espaçamento, nem dos consórcios com outras espécies e nem da adubação, fazendo da Moringa uma espécie com bom

potencial para compor agroecossistemas produtivos e diversificados. Com relação aos ataques de insetos, a moringa mesmo sendo atacada, apresentou boa capacidade de rebrota e desenvolve-se bem, dispensando custos adicionais a produção.

Fatores nutricionais e anti-nutricionais

A Moringa oleífera é uma planta altamente valorizada, devido a sua composição nutricional, o teor proteico de suas folhas pode variar de 17 a 32%, sendo ricas em aminoácidos essenciais (Makkar; Becker, 1997; Moura et al., 2010; Moyo et al., 2011). Além dos altos teores de proteína, as folhas ainda apresentam conteúdo significativo de fibra, compostos antioxidantes, tais como polifenóis e vitaminas, sendo também ricas em carotenoides e cálcio (Nkakwana et al., 2014).

Pesquisas mostram que a moringa é riquíssima em nutrientes, como vitaminas A, B (B3, B6 e B9), C, D e E, minerais como ferro, cálcio, magnésio, potássio, zinco e cobre, ácidos graxos ômega 3 e 6, aminoácidos essenciais como treonina, tirosina, metionina, valina, fenilalanina, isoleucina, leucina, histidina, lisina e triptofano, antioxidantes flavonoides, carotenoides e fenólicos, fitoesteróis como o estigmasterol, o sitosterol e o campesterol, fitoquímicos como taninos, terpenóides, saponinas, antraquinonas, alcaloides e agentes anticancerígenos como glicosinolatos, isotiocianatos, compostos glicosídicos e glicerol-1-9-octadecanoato, e, é justamente a sua composição nutricional que é a responsável pelas suas propriedades medicinais (Gopalakrishnan et al., 2016; Marinho et al., 2016).

Existem diversas pesquisas realizadas em todas as partes do mundo com bovinos, caprinos, suínos e aves, onde os resultados foram positivos na produção após a inclusão da moringa (feno, farinha de folhas, farelo de folhas, silagem de folhas e moringa in natura), considerando a espécie como uma alternativa de forragem para alimentação animal (Mendieta et al., 2009; ACDA et al., 2010; Araica et al., 2010; Macambira et al., 2018).

O feno de moringa pode ser utilizado na dieta de bezeros lactentes sem afetar o desempenho dos animais. Para Oliveira et al. (2017), o farelo da folha de moringa quando incluídos na dieta de poedeiras em substituição ao farelo da semente de girassol não proporcionou melhora nos parâmetros de desempenho das aves (Kakengi et al., 2007), além de fonte de proteína vegetal, a moringa possui propriedades farmacológicas, com ação antimicrobiana e antioxidante. Segundo Nkakwana et al. (2014b), a utilização da farinha de folhas de Moringa oleífera como promotor de crescimento na dieta de frangos de corte com idade de 7 a 21 dias, melhorou a conversão alimentar e a digestibilidade dos nutrientes da dieta.

Conforme Makkar e Becker (1996) as folhas da moringa apresentam quantidades insignificantes de fatores antinutricionais, sendo 1,4% de taninos e 5% de saponinas. Não foram detectados glicosídeos cianogênicos nem inibidores de tripsina, amilase ou lectina.

Alternativas na alimentação animal

A Moringa é uma alternativa para alimentação animal por se tratar de uma espécie de rápido crescimento, o ponto ideal de corte para forragem ocorre aos seis meses após a emergência, com alta capacidade de rebrota e produção de biomassa (Karadi et al., 2006). As folhas apresentam uma alta taxa de proteína bruta e aminoácidos solúveis sendo uma ótima escolha de forrageira de alta qualidade.

De acordo com a afirmação de Farias et al (2008), a moringa é uma alternativa boa para a produção da forragem na região semiárida, devido seu alto teor de proteína e habilidades para rebrota. Desse modo ela pode servir como suprimento para os rebanhos nos meses de seca, como também uma melhora na produtividade animal. A Moringa está sendo implementada nas dietas dos animais, com a inclusão do farelo das folhas e estão tendo resultados positivos.

Produção nacional da Moringa Oleífera Lam

No ano de 1950, a Secretária de Agricultura do Estado do Maranhão, trouxe mudas de Moringa para o Brasil, desde então seu cultivo vem se acentuando ao longo dos anos no Brasil, principalmente nas regiões semiáridas do Nordeste, isso devido à boa adaptação da espécie as condições de clima, classificada como uma planta rústica e de crescimento rápido podendo chegar até 12 m de altura, com boa capacidade de resistir a época de estiagem, fenômeno comum em regiões áridas (Souza et al., 2019).

Em Maringá, no Estado do Paraná, existe um cultivo de moringa com 400 árvores que produz aproximadamente 2000 kg de sementes por ano, cada uma. Das sementes é extraído o óleo para utilização de biodiesel, no controle de plantas aquáticas e também na purificação da água.

Conforme o apresentado, a Moringa oleífera propicia o enriquecimento da dieta dos animais de forma natural, com baixos custos de produção, disponível durante todo o ano, pode ser aproveitado tudo quanto ela produz (folhas, flores, vagens, sementes e caule), contribui com a recuperação de solos degradados e pode facilmente participar do ILPF (Sistema de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta).

Do ponto de vista zootécnico a moringa tem um perfil nutricional excelente pois consegue suprir as necessidades dos ruminantes e ainda aumenta a sua produtividade leiteira ou carcaça. De modo a reduzir custos sem perdas no rendimento de produção, beneficiando pequenos, médios e grandes produtores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os custos na alimentação animal é um grande empecilho para muitos produtores, fazendo com que o uso de alternativas de baixo custo seja utilizado para substituir de forma total ou parcial os grãos convencionais na dieta, sem que haja diminuição no desempenho produtivo desses animais.

A Moringa conFigura-se numa planta forrageira alternativa viável devido suas características nutricionais, tolerar períodos de estiagem, além de possuir um rápido crescimento e ser de fácil manejo. Pode ser ofertada in natura, em forma de silagem ou feno, entre outras possibilidades, não havendo

limitações de espécies e nem de quantidade a ser fornecida, sendo necessário que haja um período de adaptação, ou seja, a quantidade deve ser ofertada de forma gradativa.

Assim, com o que foi revisado na literatura, torna-se imprescindível a expansão do uso da *Moringa oleífera* Lam. na alimentação animal como uma fonte proteica rica e completa nutricionalmente, proporcionando uma pecuária eficiente mais acessível, principalmente aos pequenos produtores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso G et al. (2018). Rendimento da forragem e seus componentes de acordo com a frequência de corte de *Moringa oleífera*, variedade crioula. *Agronomia Mesoamericana*, 29(2): 425-431.
- Araújo CST et al. (2013). Biorremediação de águas contaminadas com metais pesados utilizando sementes de *Moringa oleífera* como bioissorvente. *Abordagens biorremediação ativa e passiva aplicadas*, 23: 227-255.
- Bakke IA et al. (2010). Características de crescimento e valor forrageiro da moringa (*Moringa oleífera* Lam) submetida a diferentes adubos orgânicos e intervalos de corte. *Engenharia Ambiental*, 7(2): 133-144.
- Barreto MLJ et al. (2010). Utilização da *Leucaena leucocephala* na Alimentação Ruminantes. *Revista Verde*, 5(1): 07-16.
- Bayão GFV et al. (2016). Desidratação e composição química do feno de *Leucaena leucocephala* e *Gliricidia* (*Gliricidia sepium*). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 17(3): 365-373.
- Carvalho Neto ASF (2017). Análise de viabilidade econômico-financeira da produção e exportação de óleo de semente e pó de folha de moringa oleífera. *Dissertação de Mestrado*. Brasil.
- Castanho Filho EP (2008). Floresta e bioenergia. *Informações Econômicas, IEA*, 38(2): 52-67.
- Colombo M (2012). *Moringa Oleífera*. *Revista Ciência Agronômica*, 39(1).
- Costa BM et al. (2009). Avaliação de folhas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp por ovinos. *Archivos de Zootecnia*, 58(221); 33-41.
- Cysne JRB (2006). Propagação in vitro de *Moringa oleífera* L. *Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Ceará*. 81p.
- De Souza EL et al. (2018). Plantas forrageiras para pastos de alta produtividade. Disponível em: <<https://www.nutritime.com.br/site/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-473.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2021
- Delduque M (2021). O potencial da espécie *Moringa oleífera* (Moringaceae) I. A planta como fonte de coagulante natural no saneamento de águas e como suplemento alimentar. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/15925/o-potencial-da-especie-moringa-oleifera-moringaceae-i-a-planta-como-fonte-de-coagulante-natural-no-saneamento-de-aguas-e-como-suplemento-alimentar>>. Acesso em: 12 jul. 2021.


- Dichoff N (2016). Moringa e Mandioca são alternativas para enriquecer a alimentação animal. Agricultura familiar. Embrapa Pantanal. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9871156/moringa-e-mandioca-sao-alternativas-para-enriquecer-a-alimentacao-animal>>. Acesso em: 10 jul. 2021
- eCycle (2018). *Moringa oleífera* tem benefícios incríveis. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/moringa-oleifera/>. Acesso em: 10 jul. 2021
- Fahey JW (2005). *Moringa oleifera*: A review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. Trees for Life Journal, 1: 5.
- Faria E (1991). Dicionário Escolar Latino Português. Revisão de Ruth Junqueira de Faria. 6. Ed., Rio de Janeiro: FAE, 592p.
- Fernandes DL (2017). Produtividade e composição bromatológica da forragem de moringa. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Sergipe, 35p.
- Foidl N et al. (2003). Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado, Managua, NIC. In: Conferência eletrônica da FAO sobre “Agroforesteria para la producción animal en Latinoamérica”, 1: 5.
- Fuglie LJ (1999). The Miracle Tree: Moringa Oleifera: natural nutrition for the tropics. Church World Service: Dakar. 172p.
- Gallão MI et al. (2006). Avaliação química e estrutural da semente de moringa. Revista Ciência Agronômica, 37: 106-109.
- Gualberto AF et al. (2014). Características, propriedades e potencialidades da moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Aspectos agroecológicos. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 9(5): 19-25.
- Honório IR (2019). Viabilidade econômica da produção de *Moringa oleifera* em sistemas agroflorestais: observações técnicas e simulação econômica. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/24921/1/2019_IsraelRodriguesHonorio_tcc.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2021
- Jahn SAA (1991). A domesticação tradicional de uma árvore polivalente *Moringa stenopetala* (Bak. F.) Cuf. No Vale do Rift da Etiópia. Ambio, pág. 244-247, Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/4313833>>. Acesso em: 15 jul. 2021
- Jesus AR et al. (2013). Cultivo da Moringa Oleífera Instituto Euvaldo Lodi – IEL/BA 19/7/2013. Disponível em:< <https://www.respostatecnica.org.br/dossie-technico/downloadsDT/Mjc2ODU=>>. Acesso em:12 jul. 2021
- Juliano RS et al. (2017). Avaliação sensorial de ovos produzidos com uso de dietas contendo moringa, mandioca e bocaiuva. Embrapa Pantanal-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E). Disponível em:

- <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1085740/1/BPRaquelfinal.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2021
- Kiill LHP et al. (2012). Moringa oleifera: registro dos visitantes florais e potencial apícola para a região de Petrolina, PE. Embrapa Semiárido-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E).
- Lisita FO et al. (2018). Cultivo e processamento da Moringa na alimentação de bovinos e aves. Embrapa Pantanal-Circular Técnica (INFOTECA-E). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1096272/1/CT119Fredmoringa.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2021
- Palada MC (1996). Moringa (*Moringa oleifera* Lam.): Uma cultura arbórea versátil com potencial hortícola na região subtropical dos Estados Unidos. HortScience, 31(5): 794-797.
- Ramos LM et al. (2010). Morfologia de frutos e sementes e morfofunção de plântulas de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.). Comunicata Scientiae, 1(2): 156-156.
- Rangel MAS (1999). *Moringa oleifera*; uma planta de uso múltiplo. Aracajú: Embrapa Tabuleiros costeiros, 41p. (Embrapa-CPATC. Circular técnica, 9).
- Rizzo PV (2019). *Moringa oleifera* para alimentação animal. REPILEite. Disponível em: <<http://www.repileite.com.br/profiles/blogs/moringa-oleifera-para-alimenta-o-animal-1>>. Acesso em: 09 jul. 2021
- Schwarz D (2000). Water clarification using moringa oleifera. Eschborn: gate information service.
- Silveira ER et al. (2009). Volatile and non-volatile chemical constituents of *Moringa oleifera* Lam., Moringaceae. Revista Brasileira de Farmacognosia, 19(4): 893-897.
- Souza VC, Lorenzi H (2008). Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2 ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa, Brasil. 704p.
- Sutherland JP et al. (1990). Natural coagulants for appropriate water treatment: a novel approach. Waterlines, 8(4): 30-32.

Efeito residual de biocarvão de cama de aviário no solo e desenvolvimento inicial de mudas de meloeiro

Recebido em: 22/09/2021

Aceito em: 24/09/2021

 10.46420/9786581460044cap8

Laysa Gabryella de Souza Laurentino^{1*} 


Lúcia Helena Garófalo Chaves¹ 

Antônio Ramos Cavalcante¹ 

Jean Pereira Guimarães¹ 

Felipe Guedes de Souza¹ 

Washington Benevenuto de Lima¹ 

Josely Dantas Fernandes¹ 

Edilma Rodrigues Bento Dantas¹ 

INTRODUÇÃO

A fruticultura possui alta propriedade social e econômica no Brasil, com impacto na geração de empregos, renda e sustentabilidade das propriedades agrícolas (Zacharias et al., 2020). Dentre a considerável diversidade de espécies frutíferas, o melão (*Cucumis melo* L.) é uma hortaliça-fruto que vem se expandindo na fruticultura, cujos frutos têm grande expressão econômica e popularidade, sendo cultivado em diversas regiões do mundo devido a sua adaptação a vários solos e clima (Franco et al., 2021). O semiárido brasileiro, por apresentar condições edafoclimáticas propícias ao cultivo do meloeiro, garante anualmente cerca de 95% das exportações da cultura com destaque aos estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Pernambuco (Pereira et al., 2021).

Uma das etapas mais importantes do sistema produtivo agrícola é a produção de mudas. Diante disso, alguns cuidados são indispensáveis e, dentre eles, o tipo de substrato que tem grande importância para a produção de mudas de qualidade, independente da espécie (Bastos et al., 2007). Os substratos proporcionam condições físicas e químicas adequadas para o desenvolvimento do sistema radicular das estruturas vegetais propagadas, além de prover o suporte da muda (Fronza; Hamann, 2015).

Com a crescente escassez de recursos naturais, o uso de materiais alternativos na composição de substratos para a produção de mudas vem sendo cada vez mais frequente, pois, estes substratos apresentam como características a fácil obtenção da matéria prima, são ambientalmente corretos, de baixo custo, e possuem em sua composição características físicas, químicas e biológicas que permitam um adequado crescimento ao vegetal (Klein, 2015).

¹ Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB.

* Autora correspondente: laysaagabryella@live.com

Dentre os produtos alternativos estudados com potencial para atuar na composição de substrato para a produção de mudas, o biocarvão vêm se destacando e seu uso em espécies frutíferas e florestais vem sendo testado. Esse produto é resultante da pirólise de materiais orgânicos de origem animal, vegetal, da agroindústria ou até mesmo de culturas voltadas à sua produção (Crispim et al., 2021). Em virtude da sua característica porosa, aumenta a aeração e a capacidade de retenção de água e nutrientes, além de contribuir com o meio ambiente através do sequestro de carbono, visto que o carvão não se degrada rapidamente, ao invés de liberá-lo à atmosfera na forma de CO₂ (Souchie et al., 2011).

No sistema produtivo da avicultura de corte são geradas grandes quantidades de resíduos, sendo a cama de aviário o principal. Apesar de constituir-se de quantidades significativas de carbono, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e de micronutrientes, quando aplicada diretamente no solo, a cama de aviário sofre rápida degradação e mineralização (Pitta et al., 2012), além de promover a emissão de gases de efeito estufa (Cruz et al., 2013), principalmente na forma de CO₂ e adição de xenobióticos.

Nesse contexto, a cama de aviário possui grande potencial para ser utilizado como biomassa na produção de biocarvão, representando o benefício da reciclagem desse resíduo na agricultura. Este tipo de biocarvão, quando aplicado ao solo, causa melhorias significativas na fertilidade do solo, propiciando elevação do pH, capacidade de troca catiônica e teor de carbono orgânico. Além disso, apresenta teores mais elevados de micro e macronutrientes, tais como o fósforo, nitrogênio, cálcio, potássio e outros elementos que podem estar em formas mais solúveis e acessíveis do que na matéria-prima não pirolisada (Chan et al., 2009; Chan et al., 2008; Fernandes et al., 2018).

No entanto, devido à alta estabilidade da estrutura do biocarvão, com sua decomposição mais lenta, a disponibilidade dos elementos químicos pode não ter um efeito imediato no solo, e sim, vai ocorrendo ao longo do tempo, ou seja, o efeito residual vai melhorando as características físico-químicas dos solos. Mas, há poucos trabalhos na literatura a esse respeito, ou seja, o efeito residual do biocarvão no solo e, conseqüentemente, na produção das culturas. Segundo Santos et al. (2010), o efeito residual da adubação anterior na produtividade das culturas, principalmente com os adubos orgânicos, é um aspecto importante, uma vez que o custo e a baixa disponibilidade de adubos não permitem a fertilização anual dos solos.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito residual da adubação de doses crescentes de biocarvão, proveniente de cama de aviário, no solo e no desenvolvimento de mudas de meloeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, Estado da Paraíba, Brasil (07° 13 '11' 'S; 35° 53' 31 ' W), com amostras de solo coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade da Região do Agreste da Paraíba, as quais apresentaram, segundo Teixeira et al. (2017), os seguintes atributos: pH (H₂O) = 5,75; Cees = 0,16

dS m⁻¹; Ca = 1,56 cmolc kg⁻¹; Mg = 1,18 cmolc kg⁻¹; Na = 0,06 cmolc kg⁻¹; K = 0,26 cmolc kg⁻¹; H = 1,27 cmolc kg⁻¹; matéria orgânica = 14,8 g kg⁻¹; P = 4,9 mg kg⁻¹; argila = 158,5; silte = 120,7 e areia = 720,8 g kg⁻¹.

O biocarvão foi produzido por um processo de pirólise no qual a cama de aviário foi submetida à decomposição térmica a uma temperatura de 450°C, na ausência de oxigênio. Após a produção, as amostras de biocarvão foram analisadas quimicamente de acordo com o Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos (Brasil, 2014), apresentando a seguinte composição: pH (H₂O) = 9,45; N = 3,45%; P = 7,78%; K = 4,90%; Ca = 6,83%; Mg = 1,34%; S = 0,76%; Fe = 0,46%; Cu = 0,04%; Zn = 0,08%; Mn = 0,09%; B = 0,01%; carbono orgânico = 39,77%; matéria orgânica = 68,56%; C/N = 11,53% e CTC = 388,90 mmolc/kg.

O delineamento experimental utilizado foi um fatorial inteiramente casualizado, com esquema 6 x 2, referentes a seis doses de biocarvão (4, 8, 12, 16, 20 t há⁻¹ e a testemunha) e duas cultivares de meloeiro (V1 = Amarelo e V2 = Hales Best Jumbo) com 4 repetições, totalizando 48 unidades experimentais. Devido o interesse de se verificar o crescimento e desenvolvimento de mudas de meloeiro sob influência de diferentes doses de biocarvão residual, foi realizado um segundo plantio da cultura, seguindo o mesmo delineamento experimental.

Para montagem das unidades experimentais, constituídas por sacos plásticos de polietileno (15 x 28 cm) com furos para a drenagem de água, foi realizada a uniformização da granulometria de todo o material (solo, vermiculita e biocarvão) por peneiramento com malha de 2 mm para separar o material grosseiro remanescente. As mesmas foram instaladas a partir da mistura solo e vermiculita na proporção 10:1 (1100g de solo: 110 g de vermiculita), acrescentado pelas doses crescentes de biocarvão e deixadas em incubação por um período de 90 dias; a umidade do solo foi mantida próximo a capacidade de campo. A adição de vermiculita no solo objetivou torná-lo menos denso e compactado, além de mais arejado.

Após esse período de incubação e a colheita do primeiro ciclo das mudas de meloeiros, amostras do substrato (mistura do solo, vermiculita e biocarvão) foram coletadas das unidades experimentais, secas ao ar, moídas, peneiradas com malha de 2 mm e analisadas conforme metodologia proposta por Teixeira et al. (2017).

A semeadura, após a colheita do primeiro ciclo, foi realizada em cada unidade experimental com quatro sementes, da mesma cultura, distribuídas equidistantes e na profundidade de 2 cm do substrato e, após quinze dias, quando as mudas estavam com 5 cm de altura, o desbaste foi realizado, mantendo-se a planta mais vigorosa em cada unidade experimental.

Semanalmente, os valores do teor de água nos substratos (solo + vermiculita + biocarvão) foram determinados a partir da gravimetria das unidades experimentais (uma repetição de cada tratamento). Com base nos resultados, foi sendo calculado o volume de água necessário para manter os substratos próximo a capacidade de campo os quais, diariamente, receberam irrigação manual com auxílio de regador.

com o objetivo de melhorar a germinação das sementes, a emergência e o desenvolvimento das mudas. Nenhuma fertilização mineral foi usada no experimento.

Os parâmetros, altura da planta – AP (cm) determinado com régua milimétrica medindo-se do colo até a última inserção foliar; diâmetro caulinar – DC (mm), mensurado com o auxílio de um paquímetro digital no colo da planta; número de folhas – NF, contadas a partir da folha basal até a última folha aberta e área foliar – AF (cm²), determinada segundo a metodologia proposta por Nascimento et al. (2002); as mensurações foram realizadas aos 31 dias após a semeadura (DAS).

Em seguida, as mudas foram colhidas para determinação das fitomassas fresca e seca da parte aérea (folhas e caule) e do sistema radicular (g), respectivamente. Para determinação da fitomassa fresca, as plantas foram seccionadas em folhas, caule e raiz e pesadas em balança analítica, obtendo-se a fitomassa fresca da parte aérea (FFPA). Após o somatório dos valores obtidos para fitomassa fresca da parte aérea e radicular, obteve-se a fitomassa fresca total, todos os valores expressos em g. Para determinação da fitomassa seca, o material coletado foi posto para secar em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 60 °C por 72h; posteriormente foram pesadas em balança analítica para a obtenção da fitomassa seca da parte aérea (FSPA), a fitomassa seca radicular (FSR) e a fitomassa seca total (FST), todos os valores também expressos em g.

Para determinação dos parâmetros da fitomassa, aplicou-se o cálculo do índice de qualidade de Dickson (IQD), que considera o equilíbrio da distribuição da biomassa na planta, ponderando-se os resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade da muda como os parâmetros morfológicos de altura, diâmetro e biomassas (Medeiros et al., 2018). A determinação do IQD foi determinada segundo a metodologia proposta por (Dickson et al., 1960).

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de homogeneidade (Cochran e Bartlett) e ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk); e as que não atenderam à distribuição normal foram normalizadas através de transformações. Quando verificado efeito significativo, utilizou-se análise de regressão polinomial para doses de biocarvão e comparação entre médias para variedades pelo teste de T-student ($p < 0,05$) (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a incubação do biocarvão no solo por 90 dias e a colheita do primeiro ciclo das mudas de meloeiro (31 DAS), as doses do biocarvão influenciaram significativamente no pH, sódio, carbono orgânico e fósforo.

Conforme a Figura 1^a, o comportamento do pH no solo, em função das doses crescentes de biocarvão, foi semelhante antes e depois do primeiro ciclo das mudas, ou seja, os valores de pH aumentaram de forma quadrática, atingindo o maior valor de pH, 7,55, antes da semeadura (após a incubação) com a dose de 17,18 t há⁻¹, aumentando de 25%, em relação à dose 0, enquanto que após a colheita, o maior valor de pH foi 7,66 com a dose 19,19 t há⁻¹. Pode-se observar, que durante todo esse

período de cultivo das mudas, o biocarvão continuou reagindo ao solo, apesar de ter diminuído a diferença entre o maior valor de pH com aquele na dose 0, ou seja, houve um aumento de 15,46% entre estas doses. Esses aumentos nos valores de pH eram esperados uma vez que o pH do biocarvão de cama de aviário era de 9,45 e, removendo o alumínio (Al) da argila e/ou dos locais de troca de matéria orgânica pelos cátions do biocarvão, aumenta o pH dos solos atuando como um corretor de acidez dos mesmos (Sparks, 2003).

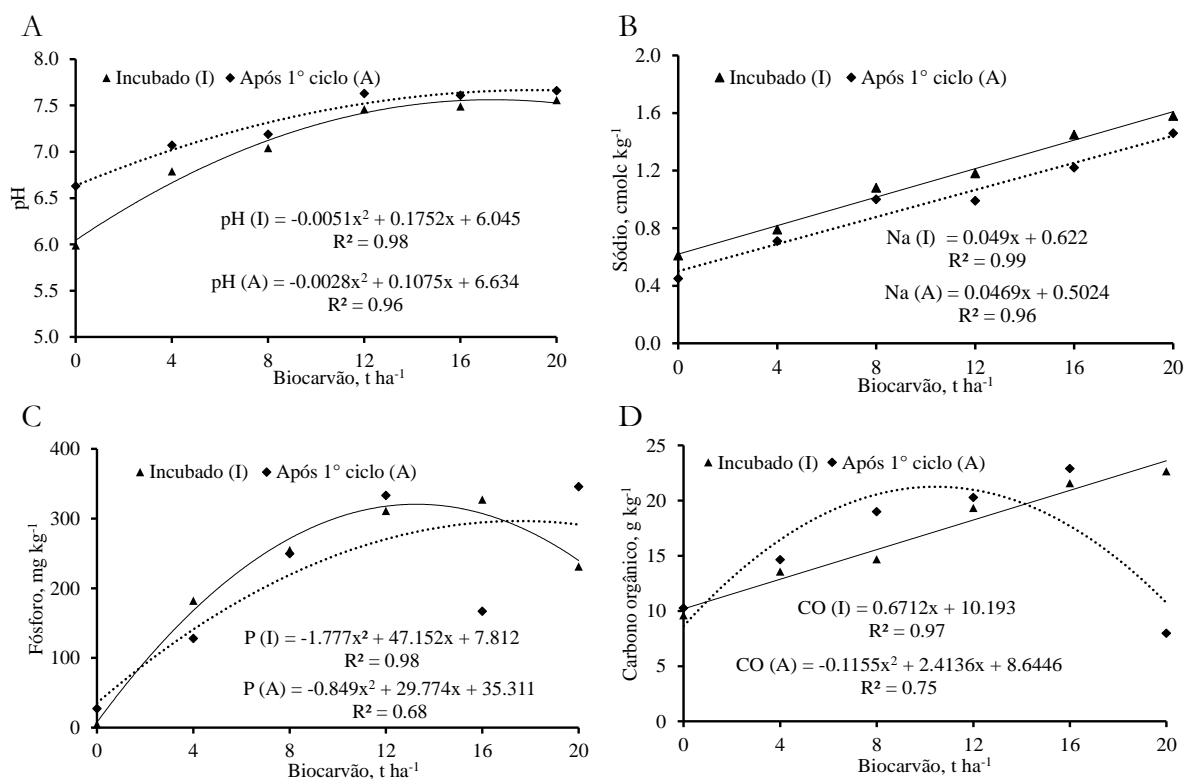


Figura 1. Valores de pH (A), sódio (B), fósforo (C) e carbono orgânico (D) após o período de incubação (I) e após a colheita das mudas (A) em função das doses crescentes de biocarvão.

O conteúdo do sódio nas amostras de solo das unidades experimentais, após a colheita das mudas, aumentou com as concentrações de biocarvão de cama de aviário, também de forma linear como ocorreu após a incubação do solo (Figura 1B). De acordo com as equações na Figuras 1B, as concentrações de sódio, após a incubação do biocarvão e após a colheita das mudas, 1,61 e 1,44 cmolc kg⁻¹, respectivamente, foram obtidas com a maior dose de biocarvão (20 t há⁻¹), com aumento em torno de 159% e 187% entre esses valores e o controle, respectivamente. Esses dados são semelhantes ao 151% encontrados por Tito et al. (2020), avaliando um aumento nos níveis de sódio no solo com a aplicação do mesmo biocarvão. Apesar do mesmo comportamento dos teores de sódio em função das doses de biocarvão, pode-se observar, que após a colheita das mudas, os teores desse elemento foram menores do que os anteriores, apresentando um teor médio de 0,97 cmolc kg⁻¹ enquanto o teor médio de sódio após a incubação era

1,12 cmol_c kg⁻¹. A diminuição dos teores de sódio nas unidades experimentais ocorreu, provavelmente, devido a lixiviação do substrato pela irrigação das mudas e/ou pela absorção deste elemento pelas plantas.

O fósforo disponível aumentou com o biocarvão obtendo a maior concentração 296,35 mg dm⁻³ com a dose de 17,53 t há⁻¹ de biocarvão nas amostras de substrato após a colheita das mudas (Figura 1C), ou seja, houve aumento de 739,26% em relação ao controle. Em média, foi observado nestes substratos um valor de 208,59 mg dm⁻³ de fósforo, menor do que 218,61 mg dm⁻³ nos substratos após a incubação, no entanto, os valores de fósforo aumentaram em função das doses de biocarvão mesmo após a colheita do primeiro ciclo das mudas de meloeiro. Estes aumentos significativos são, provavelmente, devido à presença de fosfato de potássio na composição do biocarvão, ou porque biocarvão de cama de aviário no solo aumenta a colonização micorrízica e a disponibilidade de fósforo no solo. De acordo com Bohara et al. (2019) o biocarvão muda a distribuição relativa das espécies de fósforo no solo de uma forma benéfica, aumentando sua disponibilidade para as lavouras. Portanto, este fato provavelmente influenciou significativamente as variáveis de produção de mudas.

Conforme a Figura 1D, o comportamento do carbono orgânico nos substratos após a colheita das mudas, em função das doses crescentes de biocarvão, foi de forma quadrática, atingindo o maior valor de 21,25 g kg⁻¹ com a dose de 10,45 t há⁻¹, aumentando de 145,82%, em relação à dose 0 com uma média de 15,85 g kg⁻¹, enquanto que após a incubação, o teor de carbono orgânico aumentou de forma linear, com uma média em torno de 16,90 g kg⁻¹. Isso provavelmente ocorre porque o biocarvão também sofre biodegradação, embora seja considerado estável no sistema de solo (Silva et al., 2017).

Tabela 1. Análise de variância das características altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) das variedades de meloeiro sob doses de biocarvão residual.

Fonte de variação	Quadrado médio			
	AP	DC	NF ¹	AF
Dose (D)	412,21**	1,31**	0,02**	6287,84**
Variedade (V)	2061,68**	3,7**	0,01**	37,36 ^{ns}
D x V	156,21**	0,16 ^{ns}	0,01**	1201,15**
Dose dentro de V1				
Linear	2230,56**	-	0,13**	28228,46**
Quadrático	128,72**	-	0,000036 ^{ns}	80,94 ^{ns}
Desvio	46,12**	-	0,002 ^{ns}	300,96 ^{ns}
Dose dentro de V2				
Linear	172,53**	-	0,01**	6118,36**
Quadrático	11,1 ^{ns}	-	0,003 ^{ns}	118,26 ^{ns}
Desvio	53,61**	-	0,003 ^{ns}	665,34 ^{ns}
Resíduo	10,19	0,06	0,001	272,57
CV	11,79	6,06	4,20	19,52
	cm	mm	und	cm ²
Média	27,09	4,23	0,06	84,56

*, **significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade respectivamente, e ^{ns} não significativo, pelo teste F; CV: coeficiente de variação;

¹ = dados transformados em $\frac{x^{-0,898651}-1}{-0,898651}$

Mesmo não ter havido diferença significativa das doses de biocarvão nos teores de cálcio, magnésio e potássio, após a colheita das mudas de meloeiro, foi observado, que as médias destes elementos nos substratos, 2,05; 10,21 e 1,65 cmol_c kg⁻¹ respectivamente, representam que o biocarvão vai agindo no solo, ao logo do tempo, uma vez que as médias destes elementos após a incubação e antes do plantio das mudas, são semelhantes, ou seja, 2,8; 8,53 e 2,51 cmol_c kg⁻¹ respectivamente. De modo geral, com estes dados e com as observações na Figura 1, pode-se inferir que, o efeito residual do biocarvão no substrato, melhora a fertilidade do solo e/ou prejudica o desenvolvimento de algumas culturas devido ao aumento de elementos desejáveis, como por exemplo o sódio.

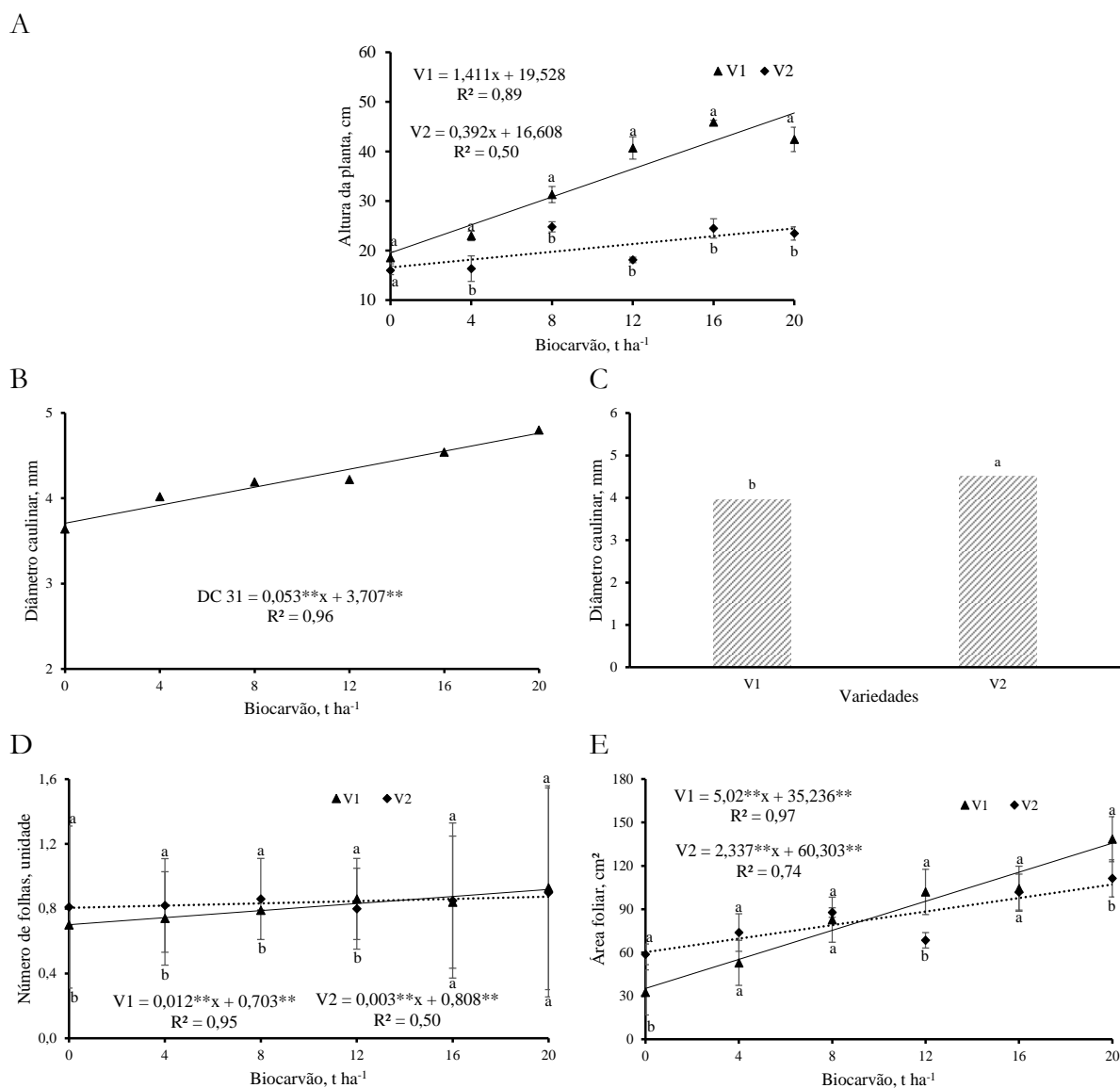


Figura 2. Altura da planta (A), diâmetro caulinar em função do efeito isolado de doses de biocarvão (B) e em função do efeito isolado de variedades (C), número de folhas (D) e área foliar (E) em função do desdobramento entre dose e variedade (V1 = Amarelo e V2 = Hales Best Jumbo). Médias seguidas das mesmas letras não diferem dentro da mesma dose.

Conforme se pode observar na Tabela 1, no que diz respeito aos resultados da avaliação biométrica, a interação doses de biocarvão e variedades de meloeiro influenciou a 1% de probabilidade as variáveis de altura da planta, número de folhas e área foliar.

Para a altura da planta (Figura 2A), houve influência da interação doses de biocarvão e variedades de meloeiro, sendo este comportamento representado pelo modelo linear para as mudas da variedade Amarelo (V1) e Hales Best Jumbo (V2), com alcance máximo de 47,75 e 24,48 cm na dose 20 t ha⁻¹, representando um aumento de 144,51 e 47,21% em relação a testemunha, respectivamente. Os maiores valores de produção alcançados são bem inferiores aos encontrados em primeiro cultivo por Ferreira et al. (2011) avaliando o crescimento de mudas de meloeiro “ROPEY KING” aos 30 DAS em diferentes substratos orgânicos, em que alcançaram a maior altura da planta em 99,98 cm, correspondente ao tratamento esterco ovino + solo (3:1 v/v).

De acordo com De Luca et al. (2015), os autores encontraram influência positiva da aplicação de biocarvão na cultura do arroz já no primeiro ano, entretanto tais resultados divergem dos encontrados por Petter e Madari (2012) que relata que apenas após o segundo ano da cultura do arroz foi possível verificar resultados para a aplicação de biocarvão.

Para o diâmetro caulinar (Figura 2B), houve efeito isolado dos fatores ($p < 0,01$) e ajustou-se ao modelo linear crescente com aumento de 193,55%, com alcance máximo de 0,091 mm dia⁻¹ na maior dose. Na comparação entre as variedades, nota-se um melhor resultado no diâmetro caulinar de 4,51 mm para a variedade V2 com uma diferença de 13,89% em relação a variedade V1 (3,96 mm) (Figura 2C). Ao avaliar o efeito do biocarvão no primeiro ciclo do meloeiro, Laurentino (2021) observou diâmetro caulinar de 5,53 mm na dose 11,68 t ha⁻¹. Já na comparação entre variedades, os autores notaram um melhor resultado no diâmetro caulinar de 5,29 mm para a variedade V2 com uma diferença de 7,9% em relação a variedade V1 (4,90 mm).

Damaceno (2017) investigando a influência de doses de biocarvão, proveniente do meso e exocarpo de ouriços de Castanheira-do-brasil, sobre o efeito residual do fósforo, nas demais propriedades do solo e no crescimento e nutrição de mudas de Castanheira-do-Brasil, observou que o biocarvão presente no substrato continuou influenciando positivamente nos atributos do solo após um ano e meio de sua aplicação. Ainda segundo o autor, a presença do fósforo residual em doses mais baixas de biocarvão (< 40 t ha⁻¹) promoveu melhor desenvolvimento mensal em altura das mudas e diâmetro do colo.

Para o número de folhas (Figura 2D), os dados aumentaram linearmente com as doses de biocarvão atingindo um valor de 0,943 e 0,868 na dose 20 t ha⁻¹ para as variedades Amarelo e Jumbo, respectivamente, o que corresponde a um aumento de 34,14% e 7,43% quando comparado ao tratamento sem biocarvão. De acordo com Taiz e Zeiger (2004), o número de folhas reflete nas demais variáveis fisiológicas das plantas, como altura e diâmetro, fato confirmado neste estudo nas doses de 20 t ha⁻¹. A influência desta dose pode estar relacionada com os teores expressivos de fósforo e potássio, visto que

esses nutrientes tem influência na emissão e no tamanho de folhas (Hoffmann et al., 2001). Além disso, o fósforo tem função de armazenamento de energia, é componente dos lipídeos e acelera a formação de raízes (Silva et al., 2021).

O aumento da disponibilidade de fósforo deve ser, provavelmente, devido à elevação do pH do substrato motivada pelo aumento do biocarvão residual, pois, com o aumento do pH a tendência é que a superfície dos coloides minerais e orgânicos se torne mais carregada negativamente, aumentando a repulsão de ânions e, conseqüentemente, diminui a adsorção de fósforo. Além do mais, o biocarvão de cama de aviário utilizado neste estudo, apresenta em sua constituição compostos de fosfato de potássio, contribuindo para o aumento na disponibilidade de fósforo no solo (Chaves et al., 2020).

A área foliar aumentou com as concentrações de biocarvão de cama de aviário de forma linear para as duas variedades. De acordo com a Figura 2E, os maiores valores de área foliar, 135,64 cm² para V1 e 107,04 cm² para V2, foram obtidos com a maior dose de biocarvão (20 t ha⁻¹), portanto houve um aumento em torno de 284,94% e 77,51%, entre esses valores e o tratamento controle, respectivamente.

O aumento da área foliar é decorrente da melhor qualidade física do substrato; a quantidade de biocarvão aplicado contribui para o aumento do carbono orgânico que melhora a estrutura do solo, reduz a plasticidade e a coesão, aumenta a capacidade de retenção de água e a aeração, permitindo maior penetração e distribuição das raízes e favorece assim com que as plantas mantenham na parte aérea maior superfície foliar (Hafle et al., 2009). Nessa perspectiva, é importante evidenciar que o biocarvão apresenta uma forma estável de carbono orgânico, como foi possível observar no presente estudo, em que à medida que se elevou da dose de 0 para 20 t ha⁻¹, houve aumento da área foliar como também na proporção de carbono orgânico no solo (Figura 1D).

A interação entre doses e variedades influenciaram significativamente todas as variáveis de fitomassa fresca, com exceção da fitomassa fresca da raiz (FFR) e da fitomassa seca da raiz (FSR), quando se observou efeito significativo apenas para fator isolado (Tabela 2). Os dados do Índice de Qualidade de Dickson não atenderam os pressupostos de normalidade, portanto, as médias foram comparadas pela estatística não paramétrica de Kruskal e Wallis (Ferreira, 2011).

Analisando a fitomassa fresca da parte aérea para as mudas de melão (Figura 3A), através das equações de regressão, verifica-se que os dados para as variedades Amarelo e Jumbo ajustaram-se ao modelo linear, sendo o valor máximo estimado de 16,11 g planta⁻¹ para V1 e 12,77 g planta⁻¹ para V2, na dose de 20 t ha⁻¹ de biocarvão de cama de aviário. Com relação a fitomassa fresca da raiz (Figura 3B), verifica-se conforme equações de regressão que os dados se ajustaram ao modelo linear crescente. Quando as plantas receberam a dose de 20 t ha⁻¹, atingiram acumularam 4,5 g planta⁻¹, incremento de 428,41% quando comparado a testemunha. Na comparação de variedades (Figura 3C), V2 (3,197 g planta⁻¹) se destacou com diferença de 45,05% quando comparado com V1 (2,204 g planta⁻¹). A fitomassa fresca total das plantas de meloeiro (Figura 3D) foi afetada de forma significativa pela interação das doses de biocarvão e variedades de meloeiro, sendo o comportamento linear crescente, à medida que se elevou as

doses de biocarvão, com alcance máximo de 20,7 e 17, 27 g planta⁻¹ para V1 e V2, respectivamente, ou seja, incremento de 566,10% e 417,78% nas plantas que receberam a maior dose de biocarvão (20 t ha⁻¹) em relação as que não receberam biocarvão.

Tabela 2. Análise de variância das características fitomassa fresca da parte aérea (FFPA), fitomassa fresca da raiz (FFR) e fitomassa fresca total (FFT) das variedades de meloeiro sob doses de biocarvão residual.

Fonte de Variação	Quadrado médio					
	FFPA	FFR	FFT	FSPA	FSR ¹	FST ¹
Dose (D)	125,58**	19,41**	237,75**	1,32**	0,45**	0,69**
Variedade (V)	7,36**	11,83**	0,52 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,04 ^{ns}
D x V	8,69**	2,61 ^{ns}	19,03**	0,6**	0,09 ^{ns}	0,2**
Dose dentro de V1						
Linear	460,29**	-	867,22**	7,53**	-	3,36**
Quadrático	17,73**	-	61,76**	0,88**	-	0,32**
Desvio	5,29*	-	11,11 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-	0,02 ^{ns}
Dose dentro de V2						
Linear	166,32**	-	296,78**	0,63**	-	0,49**
Quadrático	3,39 ^{ns}	-	14,39 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-	0,02 ^{ns}
Desvio	2,58 ^{ns}	-	3,47 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-	0,1 ^{ns}
Resíduo	1,25	1,57	4,15	0,05	0,04	0,03
CV (%)	12,03	46,37	16,95	24,36	28,81	15,2
-----g-----						
Média	9,31	2,7	12,01	0,96	0,68	1,18

*, **significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade respectivamente, e ^{ns} não significativo, pelo teste F; CV: coeficiente de variação; ¹ = dados transformados em \sqrt{x}

Ao comparar o presente estudo com os dados do primeiro ciclo, Laurentino et al. (2020) observaram resultados para a FFPA em que a variedade Amarelo alcançou maior produção de 38,26 g na dose de 10,44 t ha⁻¹. Já para a FFR, os autores encontraram uma produção máxima de 6,29 g com as doses de biocarvão estimadas em 11,38 t ha⁻¹, diminuindo com o aumento de biocarvão. Ainda segundo os autores, a FFT teve produção máxima de 44,97 g com a dose de 10,62 t ha⁻¹, para a variedade Amarelo. Avaliando esses resultados e comparando com os encontrados nesse estudo, observa-se que no primeiro ciclo as produções foram superiores àquelas obtidas no segundo, permitindo inferir que o biocarvão residual não foi capaz de proporcionar aumentos de produção equivalentes ao cultivo anterior.

O efeito de maior crescimento das plantas de melão no primeiro ciclo, deveu-se provavelmente as características químicas e físicas do substrato, que se alteraram ao longo da sua reutilização. O residual de nutrientes existentes nos substratos que foram reutilizados pode ter sido a principal característica responsável pela diferença observada.

O aumento das doses de biocarvão de cama de aviário promoveu crescimento linear da fitomassa seca da parte aérea (Figura 3E), com incremento 931,82% para V1 e 69,46% para V2 quando comparadas a menor e a maior dose, sendo os maiores valores 1,816 e 1,171 g planta⁻¹ na dose de 20 t ha⁻¹ para as variedades Amarelo e Hales Best Jumbo, respectivamente. A fitomassa seca da raiz do melão (Figura 3F)

aumentou linearmente em função do incremento das doses de biocarvão, sendo, o maior valor de 0,96 g planta⁻¹ na dose de 20 t ha⁻¹, correspondendo a um aumento de 140% quando comparado a testemunha. De acordo com Zanetti et al. (2003) a aplicação de biocarvão aumenta a porosidade e aeração melhorando a exploração das raízes.

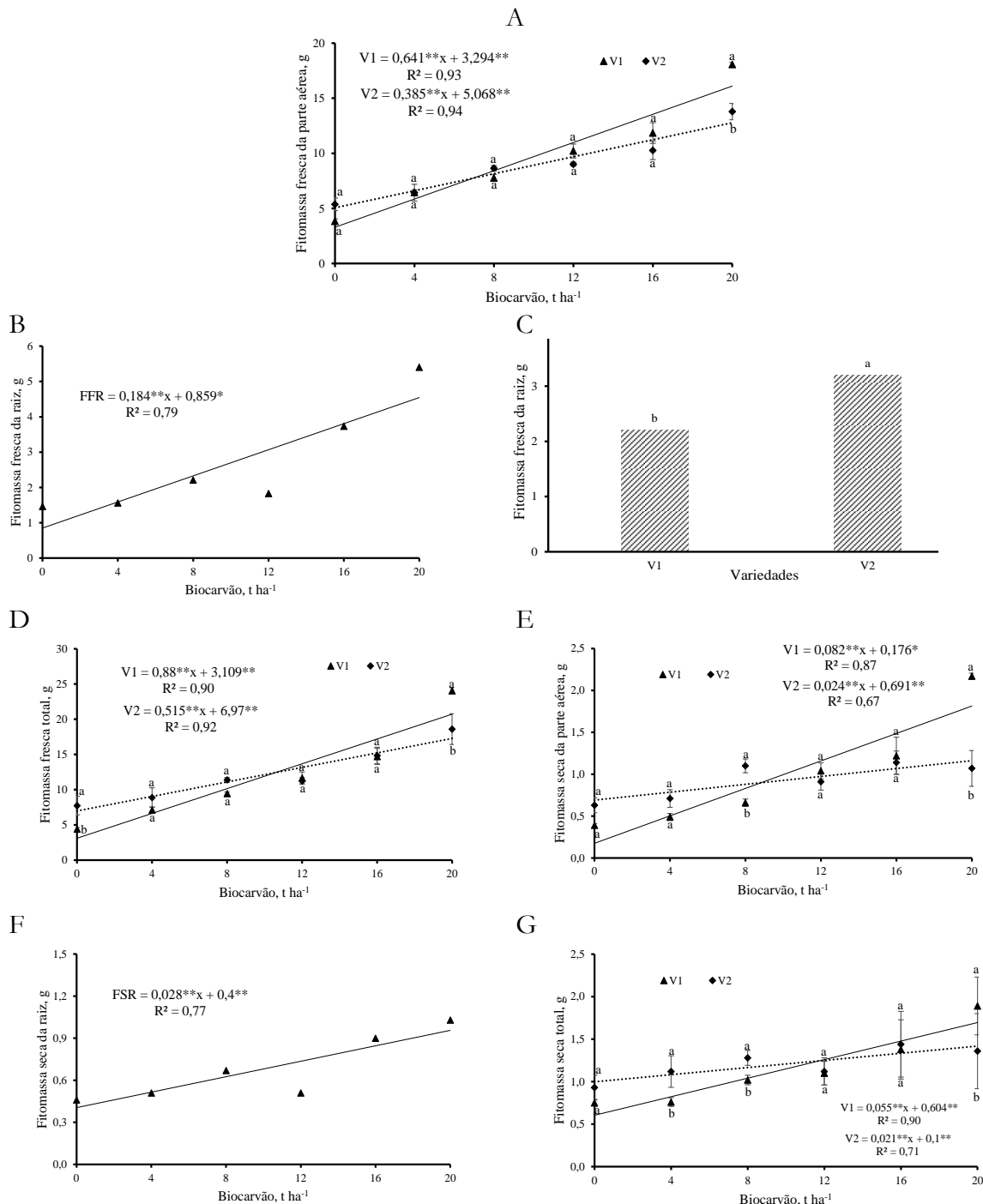


Figura 3. Fitomassa fresca da parte aérea (A), fitomassa fresca da raiz em função do efeito isolado de doses de biocarvão (B) e em função do efeito isolado de variedades (C), fitomassa fresca total (D), fitomassa seca da parte aérea (E), fitomassa seca da raiz em função do efeito isolado de doses de biocarvão (F) e fitomassa fresca total (G) em função do desdobramento entre dose e variedade (V1 = Amarelo e V2 = Hales Best Jumbo). Médias seguidas das mesmas letras não diferem dentro da mesma dose.

A fitomassa seca da parte aérea (Figura 3G) aumentou com o aumento das doses de biocarvão, se ajustando ao modelo linear e apresentando 1,704 e 1,024 g planta⁻¹ para V1 e V2, respectivamente, em 20 t ha⁻¹ de biocarvão de cama de aviário, representando um aumento de 182,12 e 69,54%. A fitomassa seca total é normalmente usada para expressar a produtividade da planta (Peixoto et al., 2011).

As médias referentes ao Índice de Qualidade de Dickson dos meloeiros, V1 e V2, foram comparadas pela estatística não paramétrica de Kruskal e Wallis (Ferreira, 2011) (Figura 4), variando de 0,01 a 0,02 para a variedade Amarelo (V1) e 0,02 a 0,04 para a variedade Hales Best Jumbo (V2).

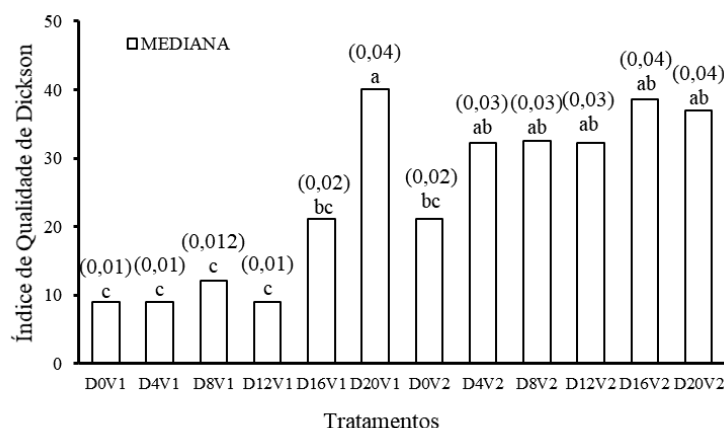


Figura 4. Índice de Qualidade de Dickson em função da combinação entre doses de biocarvão e variedades. Medianas seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, nível de significância ($\alpha = 0,05$). Valores entre parêntese correspondem às médias observadas.

Segundo Fonseca et al. (2002), o IQD é mais preciso e confiável para avaliar a qualidade das mudas por levar em consideração a junção de vários parâmetros, sendo que mudas com maior IQD são classificadas como as que apresentam maior qualidade. Considerando que o IQD mínimo recomendado por Hunt (1990) é 0,20, os valores encontrados no presente estudo para este índice indicam que as mudas de melão não apresentam qualidade adequada para o transplante para o local definitivo.

CONCLUSÕES

O uso de biocarvão de cama de aviário influenciou positivamente os atributos químicos do solo após o primeiro ciclo de cultivo de mudas de melão, o que confirmou um efeito residual do mesmo. No entanto, o crescimento das mudas foi maior proporcionalmente no primeiro ciclo do que no segundo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bastos DC et al. (2007). Diferentes substratos na produção de porta-enxertos de caramboleira. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(2): 312-316.
- Bohara H et al. (2019). Influence of poultry litter and biochar on soil water dynamics and nutrient leaching from a very fine sandy loam soil. *Soil and Tillage Research*, 189: 44-51.


- Chan KY et al. (2008). Using poultry litter biochar as soil amendments. *Australian Journal of Soil Research*, 46(5): 437-444.
- Chan KY, Xu Z (2009). Biochar: nutrient properties and their enhancement. Chapter 5. In: Lehmann J; Joseph D. *Biochar for environmental management science and technology*. Earthscan, 67-84.
- Chaves LHG et al. (2020). Characterization of poultry litter biochar for agricultural use. *Sylwan*, 164(6): 468-487.
- Crispim JF et al. (2020). Aspecto nutricional do biocarvão na produção de mudas de rúculas em condições semiáridas. *Colloquium Agrariae*, 16(3): 12-17.
- Cruz RS et al. (2013). Contribuição da cama de aviário nas emissões de CO₂ em áreas em fase de reabilitação após mineração de bauxita. In: Madari BE et al. (editores). *X Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas*, 3: 140-144.
- DeLuca TH et al. (2015). Biochar effects on soil nutrient transformations. *Biochar for environmental management: Science, technology and implementation*, 421-454.
- Dickson A et al. (1960). Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forest Chronicle*, 36: 10-13.
- Fernandes JD et al. (2018). Soil chemical amendments and the macronutrients mobility evaluation in oxisol treated with biochar. *Journal of Agricultural Science*, 10(10): 238-247.
- Ferreira DF (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6): 1039-1042.
- Ferreira EF et al. (2011). Produção de mudas de melão em diferentes tipos de substratos. *Horticultura Brasileira*, 29(2): S3722-S3727.
- Fonseca EP et al. (2002). Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore*, 26: 515-523.
- Franco LR et al. (2021). Produção e qualidade de cultivares de meloeiro no município de Uruçuí-PI. *Brazilian Journal of Development*, 7(8): 81329-81346.
- Fronza D, Hamann JJ (2015). *Viveiros e propagação de mudas*. Santa Maria: UFSM. 142p.
- Hafle OM et al. (2009). Produção de mudas de mamoeiro utilizando Bokashi e Lithothamnium. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(1): 245-251.
- Hoffmann I et al. (2001). Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigéria. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 86(3): 263-275.
- Hunt GA (1990). Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: *Proceedings of Target Seedling Symposium, Meeting of the Western Forest Nursery Associations*, 218-222.
- Klein C (2015). Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, 4(3): 43-63.

- Laurentino LGS (2021). Influência do biocarvão na fertilidade do substrato, emergência e crescimento inicial de mudas de melão e mamão. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, Dissertação de mestrado, 97p.
- Laurentino LGS et al. (2021). Melon Seedlings Phytomass under Poultry Litter Biochar Doses. *Agricultural Sciences*, 12(3), 181-197.
- Medeiros MBCL et al. (2018). Índice de Qualidade de Dickson e característica morfológica de mudas de pepino, produzidas em diferentes substratos alternativos. *Revista Agroecossistemas*, 10(1): 159 – 173.
- Nascimento IBD et al. (2002). Estimativa da área foliar do meloeiro. *Horticultura Brasileira*, 20(4): 555-558.
- Peixoto CP et al. (2011). Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e prática. *Revista Enciclopédia Biosfera*, 7(13): 51-76.
- Pereira WDB et al. (2021). Production and Quality of Melons Under Different Arrangements of the Irrigation System and Ground Cover. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 36: 285-294.
- Petter FA, Madari BE (2012). Biochar: Agronomic and environmental potential in Brazilian savannah soils. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(7): 761-768.
- Pitta CSR et al. (2012). Year-round poultry litter decomposition and N, P, K and Ca release. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36: 1043-1053.
- Santos AFD et al. (2010). Efeito residual da adubação orgânica sobre a produtividade de milho em sistema agroflorestal. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14: 1267-1272.
- Silva ICBD et al. (2017) Growth and production of common bean fertilized with biochar. *Ciência Rural*, 47: e20170220.
- Silva JVG et al. (2021). Eficiência nutricional na produção de mudas de maracujazeiro azedo em função das concentrações de fósforo em solução nutritiva. *Research, Society and Development*, 10(4): e11510413988-e11510413988.
- Souchie FF et al. (2011). Carvão pirogênico como condicionante para substrato de mudas de *Tachigali vulgaris* LG Silva & HC Lima. *Ciência Florestal*, 21(4): 811-821.
- Sparks D (2003). *Environmental soil chemistry*. Academic Press, San Diego, CA, USA.
- Taiz L, Zeiger E (2004). *Fisiologia vegetal*. 3.ra ed. Artmed, Porto Alegre, 719 p.
- Teixeira PC et al. (2017). *Manual de métodos de análise de solo*. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos. 573p.
- Tito GA et al. (2020). Biochar on soil chemical properties and beak pepper (*Capsicum chinense*) production. *Agricultural Sciences*, 11: 1133-1142.
- Zanneti M et al. (2003). Uso de subprodutos de carvão vegetal na formação do porta-enxerto limoeiro 'Cravo' em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 25(3): 508-512.

Crescimento e produção do pimentão amarelo com doses e fontes de potássio cultivado em ambiente protegido


Recebido em: 24/09/2021

Aceito em: 27/09/2021

 10.46420/9786581460044cap9

Antônio Ramos Cavalcante¹ 

Lúcia Helena Garófalo Chaves¹ 

Laysa Gabryella de Souza Laurentino^{1*} 

Jean Pereira Guimarães¹ 

INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annum* L.) vem se destacando como uma das olerícolas de grande importância econômica, sendo cultivado e consumido em todo o território brasileiro. Pertencente à família das solanáceas, de clima tropical e de origem latino-americana, com uma produtividade média de pimentão no Brasil de 22 t ha⁻¹, ocupando uma área de 15.000 ha, com produção de 334.615 toneladas, segundo Goto et al. (2016), o Brasil ocupa o 15º em área cultivada no mundo e o 2º em produtividade.

Os frutos do pimentão são do tipo baga, de formato cônico, semi-cônico, retangular ou quadrado, encontrado em variadas cores, como o amarelo, verde, vermelho, creme, laranja e roxo (Filgueira, 2008). É uma das culturas mais indicadas para ser cultivada em ambiente protegido, pois é possível a produção em diferentes épocas, alcançando maiores preços no mercado. Em ambiente protegido, sua produção frutos por planta é em torno de 12 frutos planta⁻¹ (Araújo et al., 2009). O ciclo fenológico, dividido em quatro estádios (inicial, vegetativo, reprodutivo e maturação) pode variar entre 100 e 110 dias da semeadura até o início da colheita de frutos verdes (Filgueira, 2008).

No sistema de produção do pimentão amarelo em ambiente protegido, um dos pontos principais a serem analisados é a adubação mineral, como também as fontes no qual tem um alto custo na aquisição dos fertilizantes utilizados. Geralmente, os custos da fertilização em ambiente protegido são elevados, contudo, a quantidade utilizada de fertilizante é menor e mais eficiente. A cultura do pimentão responde muito bem à adubação mineral quando bem recomendada, sendo baseada nas funções das necessidades requeridas pela planta, como em função das disponibilidades apresentadas pelo solo e a absorção de nutrientes.

Conforme alguns autores (Araújo et al., 2009; Taiz; Zeiger, 2004; Silva et al., 2001; Seabra Filho, 2017; Epstein; Bloom, 2006; Marschner, 1995), além do potássio e o nitrogênio serem os nutrientes mais

¹ Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB.

* Autora correspondente: laysaagabryella@live.com

exportados pelas plantas de pimentão, a presença do potássio aumenta o crescimento e produção, como também melhora as características físicas e químicas dos frutos em razão da otimização no processo de transpiração e formação de carboidratos. No entanto, o excesso de potássio no solo provoca distúrbios nas variáveis fisiológicas, como queda na produção e qualidade dos frutos.

Em se tratando de fontes de potássio, Panique et al. (1997), Cecílio Filho et al. (2004), Wuzhong (2002) e Locascio et al. (1997), relataram que o cloreto de potássio diminuiu o conteúdo de amido e o peso específico de tubérculos de batata, como também, as fontes de potássio não influenciaram no teor de sólidos solúveis dos frutos de melancia. Para as hortaliças como a batata e berinjela, a utilização de cloreto de potássio (KCl) tem proporcionado rendimentos inferiores em relação ao sulfato de potássio. Na cultura do tomate, Locascio et al. (1997), verificaram diferença significativa entre fontes de potássio em apenas um entre nove experimentos realizados, no qual o nitrato de potássio proporcionou um rendimento 19% superior ao KCl.

Baseado no exposto, o presente estudo teve como objetivo estudar os efeitos da adubação potássica e as fontes de potássio, nas variáveis de crescimento e produção do pimentão amarelo em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de setembro de 2020 a janeiro de 2021, em casa de vegetação pertencente à Unidade Acadêmica da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizada no município de Campina Grande/PB, nas coordenadas geográficas de 7 ° 15 '18' 'S, 35 ° 52' 28 " W e altitude média de 550 m.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5 + 1 com 3 repetições, totalizando 51 unidades experimentais. Os fatores constituíram-se de três fontes de potássio - F: cloreto (KCl), sulfato (K₂SO₄) e nitrato (KNO₃) de potássio, cinco doses - D (40, 80, 120, 160 e 200 kg ha⁻¹) e uma testemunha.

Cada unidade experimental foi composta de um vaso preenchido com 12 kg de solo, com espaçamento de 1,30 m entre linhas e 0,7 m entre plantas, sendo conduzida uma planta por vaso. O solo utilizado no experimento foi proveniente de Alagoa Nova/PB e coletado na camada de 0-20 cm de profundidade, seco ao ar, peneirado na malha de 2,0 mm e caracterizado segundo Teixeira et al. (2017) com os seguintes atributos químicos: pH (H₂O) = 5,3; Ca⁺² = 1,67 cmolc kg⁻¹; Mg⁺² = 1,56 cmolc kg⁻¹; Na⁺ = 0,04 cmolc kg⁻¹; K⁺ = 79,30 mg dm⁻³; H⁺ + Al⁺³ = 7,21 cmolc kg⁻¹; Al⁺³ = 0,40 cmolc kg⁻¹; P = 3,88 mg kg⁻¹; MO = 28,63 g kg⁻¹.

A adubação foi realizada com base na recomendação para a cultura (Trani, 2014), sendo aplicados 110 kg ha⁻¹ de N na forma de nitrato de cálcio em 3 parcelas e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de fosfato monoamônico em fundação.

Em cada unidade experimental foi conduzida uma planta de pimentão amarelo, transplantada aos 30 dias após o semeio. A irrigação foi manejada de forma a manter a umidade do solo em torno de 80% da capacidade de campo.

A colheita e avaliação das plantas realizada aos 90 DAS, e foram avaliadas a altura de plantas – AP (cm), determinada do colo da planta até a bifurcação da última folha; diâmetro do caule – DC (mm), mensurado no colo da planta a 0,02 m do solo; número de folhas - NF (unidade), onde consideraram-se as que estavam sadias, fotossinteticamente ativas, totalmente expandidas e com comprimento mínimo da nervura central de 3 cm; número de frutos – NFR, foi realizada a colheita total dos frutos por plantas, peso médio de frutos – PMFR, considerando o peso total dos fruto/número de frutos; diâmetro transversal – DT e longitudinal do fruto - DL, medido com o auxílio de um paquímetro.

A área foliar – AF (cm²) foi determinada pelo método da massa fresca dos discos foliares, onde retirou uma amostra do disco foliar e de diferentes posições das folhas, evitando-se retirar amostras da nervura central, por meio de um cilindro de 2,0096 cm². Tendo como base a pesagem da massa fresca dos discos e das folhas frescas em balança de precisão de 0,001g, com relação à área dos discos, estimou-se indiretamente a área foliar.

As plantas foram colhidas para determinação da fitomassa fresca e seca da parte aérea (folhas e caule) e do sistema radicular (g). Para determinação da fitomassa fresca, as plantas foram seccionadas em folhas, caule e raiz e pesadas em balança analítica, obtendo-se a fitomassa fresca da parte aérea (FFPA). As raízes foram cuidadosamente retiradas, lavadas e mensuradas o comprimento da raiz (CR). Realizando o somatório dos valores obtidos para fitomassa fresca da parte aérea e radicular, obteve-se a fitomassa fresca total, sendo todos os valores expressos em g planta⁻¹.

Para determinação da fitomassa seca, o material coletado foi acondicionado em sacos de papel Kraft e postas para secar em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 60°C por 72 h, onde foram retiradas para posterior pesagem em balança analítica com precisão de 0,01 g obtendo-se assim a fitomassa seca da parte aérea (FSPA), a fitomassa seca radicular (FSR) e a fitomassa seca total (FST), sendo os valores expressos em g planta⁻¹.

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de homogeneidade (Cochran e Bartlett) e ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk). Quando verificado efeito significativo, utilizou-se análise de regressão polinomial para doses de potássio e comparação entre médias para as fontes de potássio pelo teste de Tukey (p < 0,05) utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os fatores, doses e fontes de potássio, influenciaram significativamente na altura de planta e área foliar (Tabela 1). Ao analisar os fatores isolados, observa-se efeito significativo, das doses e fontes no diâmetro caulinar, não ocorrendo diferença significativa para número de folhas e

comprimento da raiz. Verifica-se também, efeito significativo ao comparar as doses de potássio com a testemunha (sem adubação potássica) para altura da planta, diâmetro caulinar e área foliar.

Na comparação de médias, entre a testemunha e a adubação potássica, observa-se, entre elas, uma diferença de 3,34 cm na altura, 0,84 mm para o diâmetro caulinar e 124,37 cm² na área foliar, a favor das plantas adubadas, corroborando Silva et al. (2001). Estes autores evidenciaram a significância da adubação potássica, no crescimento e na melhoria da qualidade físicas e químicas dos frutos do pimentão, quando adubado com potássio, resultantes em melhores resultados no processo de transpiração, como também na troca gasosas, que está relacionado com aumento da área foliar.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF) e comprimento da raiz (CR) do pimentão amarelo sob doses e fontes de potássio.

Fator de Variação	Quadrado médio					
	GL	AP	DC	NF	AF	CR
Dose (D)	4	20,21**	0,84*	115,14 ^{ns}	10826,11 ^{ns}	8,58 ^{ns}
Fonte (F)	2	19,6**	1,18**	373,49 ^{ns}	77054,06**	4,5 ^{ns}
D x F	8	25,33**	0,14 ^{ns}	247,79 ^{ns}	19098,76**	4,77 ^{ns}
Fatorial vs. Testemunha	1	32,98**	1,99**	547,75 ^{ns}	43554**	9,22 ^{ns}
Resíduo	32	3,28	0,22	194,12	5398,32	7,63 ^{ns}
Total	47	460,82	15,81	9949,67	566502,77	334,87
CV	%	4,58	7,66	30,23	11,13	16,88
Média fatorial		39,76a	6,12a	46,95a	668,19a	16,48a
Média testemunha		36,33b	5,28b	33,00a	543,75b	14,67a

*, ** significativo a 1% e 5%, ^{ns} não significativo

Para a altura de planta, verifica-se efeito significativo para o teste de média ao analisar as fontes de potássio em relação às doses (Figura 1A), identificando diferença significativa nas doses de 80, 120, 160 e 200 kg ha⁻¹ com as maiores médias 41; 45,5; 40 e 43,17 cm respectivamente, sendo na dose 120 kg ha⁻¹ a maior média na altura de planta adubada com nitrato de potássio.

Ao analisar as doses de potássio em relação às fontes de potássio, para altura da planta (Figura 2B), verifica-se efeito significativo com comportamento quadrático dos dados, obtendo a maior altura média de planta de 42,45 e 52,43 cm encontrada na dose 100 e 200 kg ha⁻¹ com as fontes sulfato e cloreto, respectivamente. Conforme Fontes et al. (2005) e Marcussi (2005), o potássio é considerado um o nutriente responsável pela ativação enzimática, processos fisiológicos, crescimento celular, transporte de açúcares no floema, e o seu adequado manejo no fornecimento influencia na obtenção da elevada produtividade de fruto de pimentão.

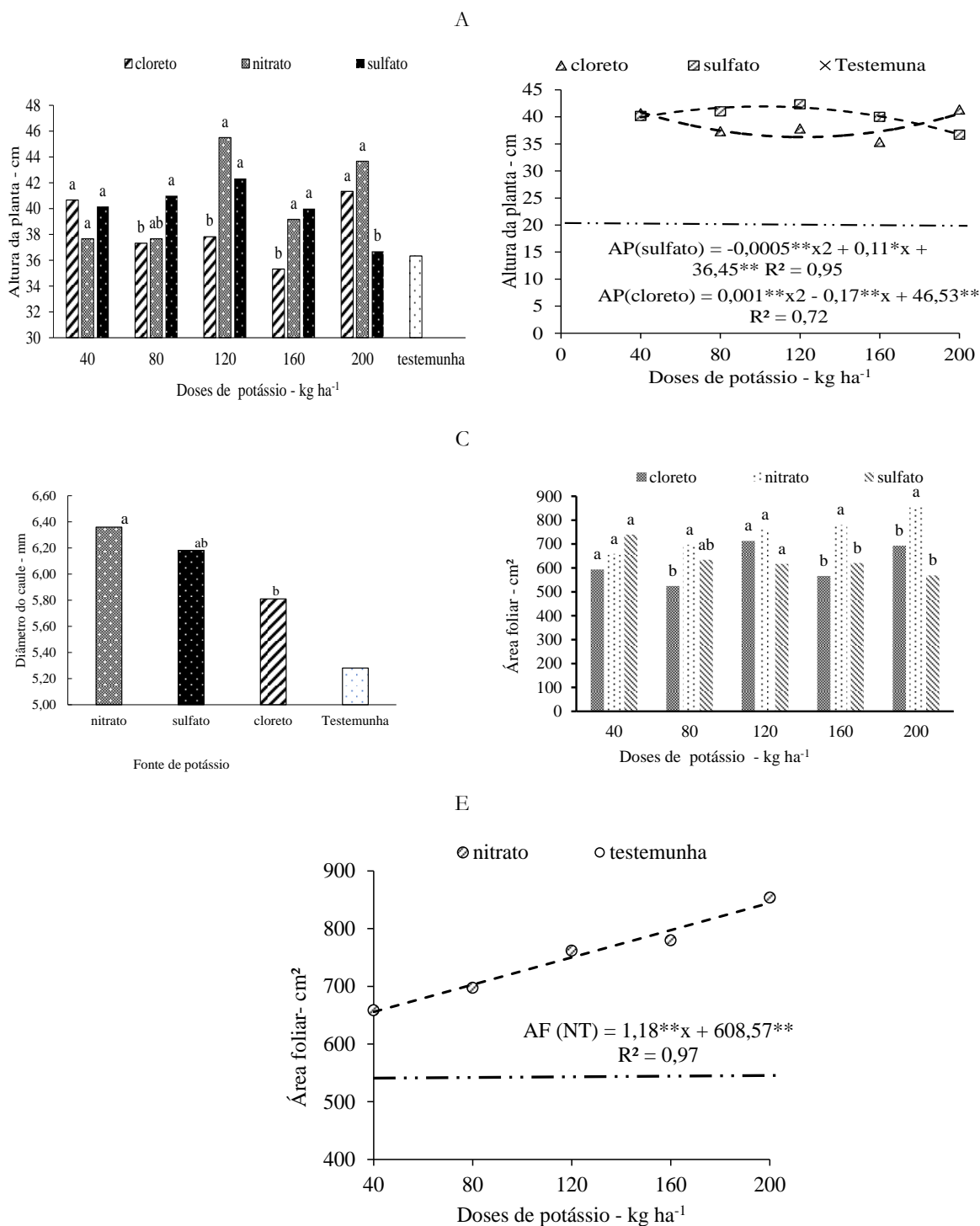


Figura 1. Altura da planta no desdobramento fontes de potássio dentro de doses na comparação de média (A) e doses de potássio em relação a fontes (B), diâmetro do caule no fator fontes de potássio (C) área foliar no desdobramento fontes de potássio dentro de doses na comparação de média (D) e doses de potássio em relação a fontes (E) no cultivo do pimentão amarelo. Médias seguidas das mesmas letras não diferem de fontes dentro de cada dose.

Na variável diâmetro do caule (Figura 1C), verifica-se efeito significativo para o fator isolado fontes de adubação, com o maior diâmetro de 6,36 mm nas plantas que receberam nitrato com fonte de adubação potássica. Ao analisar a comparação de médias para o diâmetro caulinar na testemunha em relação às plantas que receberam adubação potássica, verifica-se diferença significativa, comprovando a

necessidade da adubação potássica no desenvolvimento das plantas de pimentão amarelo. Conforme Monaco et al. (2016) e ElBassiony et al. (2010), a utilização do potássio ocasionou melhorias no crescimento e desenvolvimento da berinjela. Comparando com o presente trabalho, o pimentão amarelo, verifica-se que as plantas adubadas com potássio se sobressaíram em relação às plantas sem adubação potássica (Tabela 1).

Ao analisar a área foliar do pimentão amarelo, na interação fontes de potássio em relação a doses, houve efeito significativo na comparação de média nas doses 80, 160 e 200 kg ha⁻¹ com a maior média da área foliar de 853, 88 m² quando as plantas receberam 200 kg ha⁻¹ e adubada com nitrato de potássio (Figura 1D). Verifica-se o ponto máximo (844,57 cm²) nas plantas adubadas com 200 kg ha⁻¹ com nitrato de potássio (Figura 1E), que baseado na regressão linear, verifica um aumento de 47,2 cm² com acréscimo de 40 kg ha⁻¹. Ao comparar a área foliar das plantas adubadas com nitrato de potássio (844,57 cm²) em relação à testemunha (543,75 cm²), verifica-se uma redução de 35,61% na área foliar.

As doses de potássio influenciaram de forma significativa somente a fitomassa fresca da raiz (FFR), sendo que as fontes de potássio influenciaram na fitomassa fresca (FFF) e seca das folhas (FSF), na fitomassa fresca (FFC) e seca do caule (FSC) (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para peso médio dos frutos (PMFR), fitomassa fresca da folha (FFF) e seca das folhas (FSF), fitomassa fresca do caule (FFC) e seca do caule (FSC), fitomassa fresca da raiz (FFR) e seca da raiz (FSR) do pimentão amarelo submetido a doses e fontes de potássio.

Fator de Variação	GL	Quadrado médio						
		PMFR	FFF	FSF	FFC	FSC	FFR	FSR
Dose (D)	4	78,95 ^{ns}	4,73 ^{ns}	0,4 ^{ns}	4,36 ^{ns}	1,16 ^{ns}	23,72*	0,87 ^{ns}
Fonte (F)	2	261,29 ^{ns}	40*	2,39*	57,75**	2,72*	17,49 ^{ns}	0,99 ^{ns}
D x F	8	116,52 ^{ns}	6,14 ^{ns}	0,47 ^{ns}	7,97 ^{ns}	0,62 ^{ns}	17,67 ^{ns}	1,08 ^{ns}
Fatorial vs. Testemunha	1	9,11 ^{ns}	45,36*	1,88 ^{ns}	59,1*	2,22 ^{ns}	22,15 ^{ns}	0,5 ^{ns}
Resíduo	32	166,24	7,52	0,47	9,22	0,61	8,34	0,57
Total	47	7099,38	434,16	27,01	550,91	36,69	560,16	32,71
CV	%	33,38	16,26	21,65	19,59	25,69	26,01	32,66
Média fatorial		38,51a	17,12a	3,21a	15,79a	3,11a	11,28a	2,33a
Média testemunha		40,31a	13,1b	2,4a	11,2b	2,22a	8,47a	1,91a

*,** significativo a 1% e 5%^{ns},^{ns} não significativo

Na comparação das médias entre as plantas adubadas com potássio e a testemunha, verifica-se efeito significativo nas variáveis fitomassa fresca das folhas, com aumento de 30,69% e fitomassa fresca do caule, com um aumento de 40,98% em relação à testemunha.

Ao analisar a comparação de médias para fitomassa fresca das folhas, verifica-se que a maior FFF, 19 g planta⁻¹, do pimentão amarelo foi obtida nas plantas adubadas com nitrato de potássio (Figura 2A). Ao comparar esse resultado com aqueles das plantas adubadas com sulfato (16,13 g planta⁻¹) e cloreto (16,21 g planta⁻¹), houve uma diferença entre eles, em torno de 17,19% e 17,21%, respectivamente. Comportamento semelhante foi observado na fitomassa seca das folhas (Figura 2B), ou seja, o melhor

resultado, 3,67 g planta⁻¹, foi observado quando as plantas receberam nitrato de potássio. Resultados inferiores, 3,04 e 2,92 g planta⁻¹, foram observados nas plantas que receberam o sulfato e cloreto de potássio na adubação. Segundo Silva et al. (1999), a adubação potássica influencia no percentual de massa seca do pimentão por ser a responsável pela regulação de turgidez da célula, ativação enzimática, transporte de carboidratos nos vasos condutores das plantas, processo de transpiração e que o nitrato de potássio influencia na absorção de outros nutrientes, aumentando assim sua massa seca do pimentão.

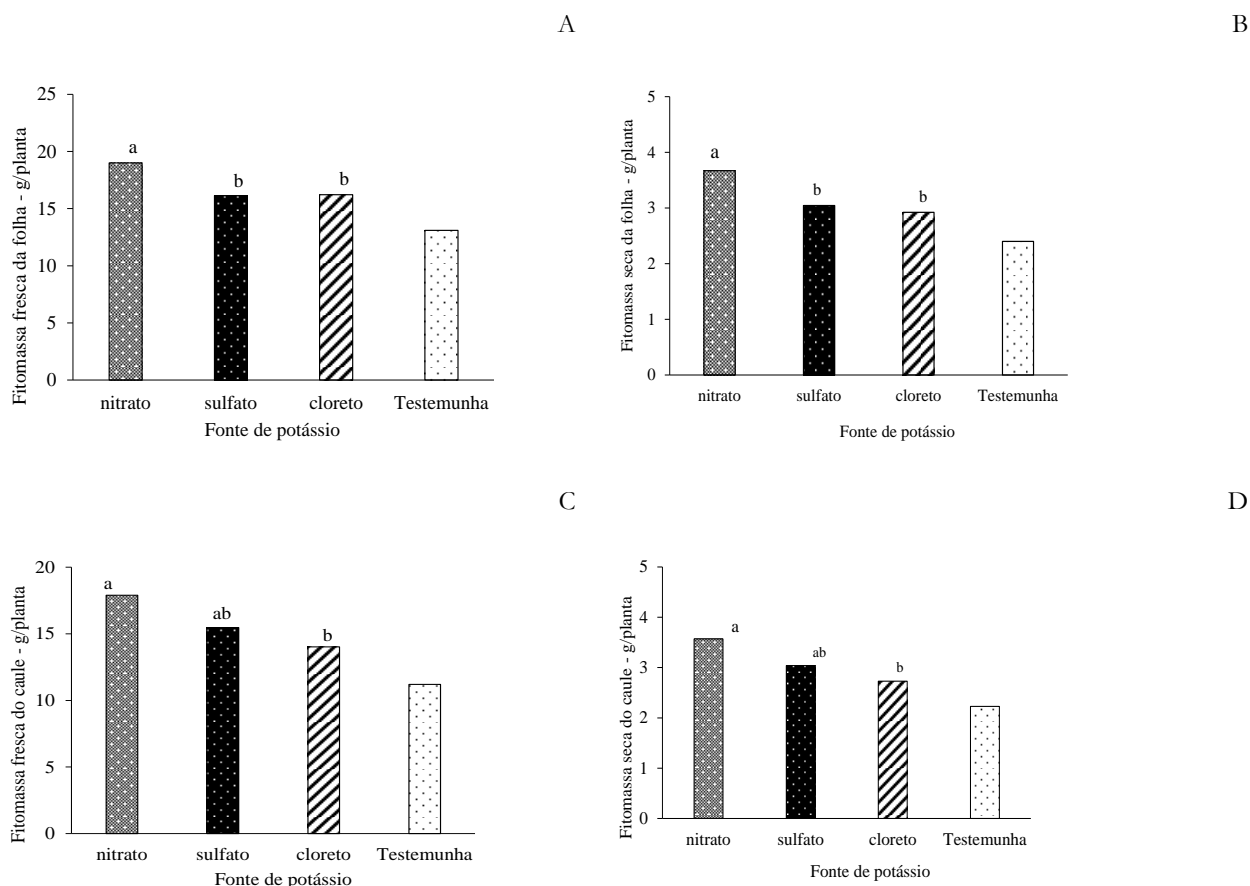


Figura 2. Fitomassa fresca (A) e seca das folhas (B) fitomassa fresca (C) e seca dos caules (D) do pimentão amarelo em função das fontes de potássio. Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si.

Na comparação de médias de FFC, observa-se na Figura 2C que, o maior valor foi 17,89 g planta⁻¹, nas plantas que receberam o nitrato de potássio. Esse valor foi maior em torno de 15,72% e 27,69% quando comparado com as fitomassas dos caules das plantas que foram adubadas com sulfato (15,46 g planta⁻¹) e com cloreto (14,01 g planta⁻¹), respectivamente. Observa-se também, que a maior fitomassa seca do caule, 3,57 g planta⁻¹, foi em plantas adubadas com nitrato de potássio (Figura 2D), ocorrendo uma redução de 14,84 e 23,53% na fitomassa seca do caule das plantas adubadas com sulfato e cloreto de potássio, respectivamente.

O número de frutos (NFR), diâmetro longitudinal e transversal do fruto (DL e DT) e produção por planta do pimentão amarelo, foram influenciados, de forma significativa, somente pela fonte do adubo (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para o número de frutos por planta (NFR), diâmetro longitudinal do fruto (DL), diâmetro transversal do fruto (DT) e produção por planta (PPP) na cultura do pimentão amarelo em função de fontes e doses de potássio.

Fator de Variação	GL	Quadrado médio			
		NFR	DL	DT	PPP
Dose (D)	4	0,08 ^{ns}	2000,34 ^{ns}	372,61 ^{ns}	339,36 ^{ns}
Fonte (F)	2	5,76**	24444,01*	7160,35*	4626,21**
D x F	8	0,48 ^{ns}	1929,93 ^{ns}	787,85 ^{ns}	268,7 ^{ns}
Fatorial vs. Testemunha	1	0,02 ^{ns}	367,18 ^{ns}	665,84 ^{ns}	974,62*
Resíduo	32	1,00	50,93	2085,24	178,65
Total	47	47,67	235683,53	89507,59	19450,82
CV	%	34,29	34,35	41,28	12,98
Média fatorial		2,9a	208,51a	109,67a	104,13a
Média testemunha		3,0a	197,08a	125,06a	85,51b

*,** significativo a 1% e 5%^{ns},^{ns} não significativo

Ao comparar o efeito do potássio nas plantas de pimentão amarelo, verifica-se diferença significativa entre as plantas que receberam adubação potássica, com média de (104,13 g planta⁻¹) em relação a testemunha, ocasionando uma diferença na produção total 18,62 g por planta. Com esse resultado obtido, entende-se que o potássio atuou de forma positiva no crescimento e desenvolvimento do pimentão amarelo em condições de ambiente fechado e o seu adequado manejo no fornecimento influenciou também na obtenção da elevada produtividade de fruto por planta em relação às plantas sem adubação potássica (Chartzoulakis; Klapki, 2000).

Conforme a Figura 3A, o maior número de frutos foi 3,6 frutos por plantas adubadas com nitrato de potássio, embora não houve diferença significativa em relação ao número dos frutos das plantas adubadas com cloreto de potássio, com número médio de frutos de 2,7 por planta. Verifica-se também, que a maior média (254,98 mm) do diâmetro longitudinal foi observada nas plantas adubada com nitrato de potássio, não ocorrendo diferença significativa entre o sulfato e o cloreto com média de 182,08 e 188,47 mm respectivamente (Figura 3B). O maior diâmetro médio transversal de frutos de 134,9 mm foi verificado nas plantas adubadas com nitrato de potássio (Figura 3C). Em relação a produção total por planta, foi obtida nas plantas adubadas com nitrato de potássio com 124,39 g para a fonte (Figura 3D).

A redução no crescimento e produção das plantas quando receberam o cloreto de potássio, como fonte de adubação, pode estar relacionado ao seu índice de salinidade, que é maior em relação ao nitrato de potássio (Borgens et al., 2011), o que pode prejudicar nas culturas. Conforme Junior et al. (2011), os efeitos do cloreto sobre as plantas estão relacionados à toxidez ou a deficiência nutricional. Outro ponto importante na obtenção dos melhores resultados nas plantas adubadas com nitrato de potássio, pode estar relacionado a maior quantidade de nitrogênio aplicada ao solo, uma vez que as plantas receberam, além da adubação nitrogenada recomendada, o nitrogênio proveniente do nitrato de potássio. O efeito

favorável dos nutrientes nitrogênio e potássio, no comprimento e diâmetro dos frutos de pimentão, também é comentado por Subhani et al. (1990) e Vanangamudi et al. (1990).

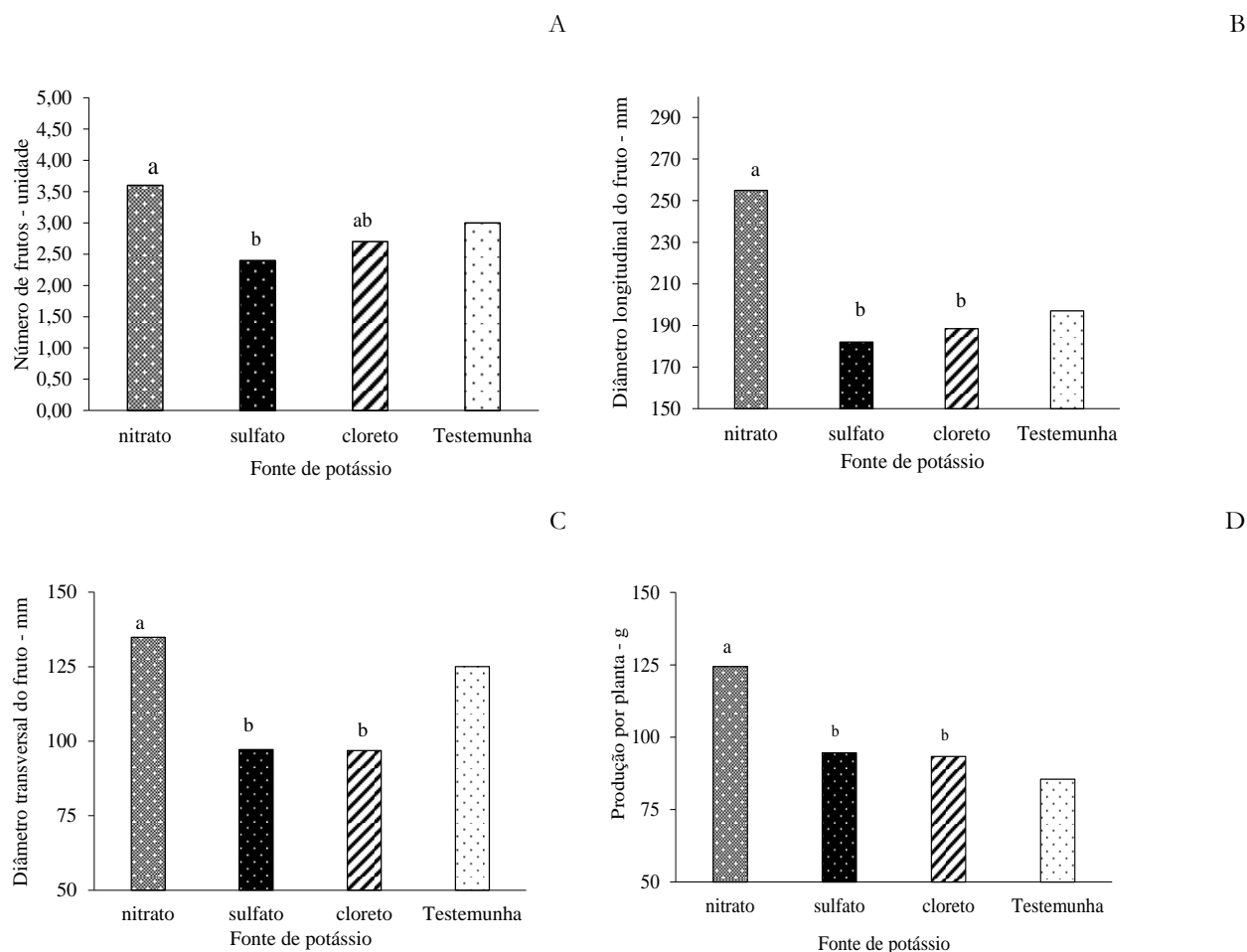


Figura 3. Número de frutos (A), diâmetro longitudinal (B), diâmetro transversal (C) e produção de frutos por planta (D) em função das fontes do adubo potássico na cultura do pimentão amarelo. Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si.

CONCLUSÕES

Os melhores resultados obtidos nas variáveis de crescimento e produção dos frutos de pimentão amarelo foram nas plantas que receberam 200 kg ha⁻¹ de nitrato de potássio como fonte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Araújo JS et al. (2009). Características de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido sob doses de nitrogênio via fertirrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(2): 152–157.
- Araújo JS et al. (2009). Cultivo do pimentão em condições protegidas sob diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(5): 559-565.
- Borges AL et al. (2011). Fertilizantes para fertirrigação. Embrapa Mandioca e Fruticultura-Capítulo em livro científico (ALICE).


- Cecílio Filho AB; Grangeiro LC (2004). Qualidade de frutos de melancia sem sementes em função de fontes e doses de potássio. *Ciência e Agrotecnologia*, 28: 570-576.
- Chartzoulakis K.; Klapki G (2000). Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae*, 86: 247-260.
- El-Bassiony AM et al. (2010). Growth, yield and fruit quality of sweet pepper plants (*Capsicum annuum* L.) as affected by potassium fertilization. *Journal of American Science*, 6(12): 722–729.
- Ferreira DF (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6):1039-1042.
- Fontes PCR et al. (2005). Acúmulo de nutrientes e método para estimar doses de nitrogênio e de potássio na fertirrigação do pimentão. *Horticultura Brasileira*, 23: 275-280.
- Goto R et al. (2016). Exigências Climáticas e Ecofisiologia. In: Carlos Nick; Aluizio Borém. (Org.). *Pimentão: do plantio à colheita*. 1.ed. Viçosa: UFV, 17-33.
- Júnior WPDA et al. (2011). Efeito do nitrato de potássio na redução do estresse salino no meloeiro. *Revista Caatinga*, 24(3): 110-119.
- Locascio SJ et al. (1990). Potassium source and rate and calcium rate effects on tomato yield and quality. *HortScience*, 25(9): 11-29.
- Locascio SJ et al. (1982). Nitrogen application timing and source for drip irrigated tomatoes. Warwick: Proc. Ninth International Plant Nutrition Colloquium, 328p.
- Marcussi FFN (2005). Uso da fertirrigação e teores de macronutrientes em planta de pimentão. *Engenharia Agrícola*, 25(3): 642-650.
- Monaco KA et al. (2016). Crescimento, produção e composição química de berinjela “Ciça” sob fertirrigação potássica. *Acta Biológica Colombiana*, 21(2): 423-430.
- Panique E et al. (1997). Potassium rate and source effects on potato yield, quality, and disease interaction. *American Potato Journal*, 74: 379-398.
- Prado RM (2008). *Nutrição de plantas*. São Paulo: UNESP, 407p.
- Silva MAG et al. (1999). Rendimento e qualidade de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido em função do nitrogênio e potássio aplicados em cobertura. *Revista Scientia Agricola*, 56: 1199-1207.
- Silva MAG et al. (2001). Efeito do nitrogênio e potássio na nutrição do pimentão cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 25: 913-922.
- Subhani PM et al. (1990). Effect of graded levels and time of application of N and K₂O on flowering, fruiting and yield of irrigated chilli. *Indian Cocoa - Arecanut and Spices Journal*, 14: 70-73.
- Vanangamudi K et al. (1990). Influence of irrigation and nitrogen on the yield and quality of chilli fruit and seed. *Seed Research*, 18: 114-116.
- Wuzhong N. Yield and quality of fruits of solanaceous crops as affected by potassium fertilization. *Better Crops*, 13(1): 6-8.

Fauna epígea sobre combinações de plantas de cobertura em decomposição na cultura do milho

Recebido em: 01/10/2021


Aceito em: 03/10/2021


 10.46420/9786581460044cap10

Neimar Luis Rubert¹ 

Daniel Coser¹ 

Edpool Rocha Silva¹ 

Alana Maria Polesso¹ 

William Gabriel Borges¹ 

Natânie Bigolin Narciso¹ 

Carolina Riviera Duarte Maluche Baretta^{1*} 

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais de maior importância cultivado em todos os continentes, com ampla finalidade de utilização que, inclui, o seu uso na alimentação humana e animal, além de sua utilização como matéria prima para indústrias (Arf et al., 2018). Sua produtividade pode ser associada à utilização de manejos que incluam diversidade de espécies, entre eles o uso de plantas de cobertura com combinações de leguminosas que auxiliam na liberação do nitrogênio (N) ao solo, favorecendo o desenvolvimento da espécie (Favarato et al., 2016).

A utilização de plantas de cobertura de solo vem ganhando espaço nas áreas agrícolas do Sul do Brasil (Doneda et al., 2012). Por meio desta prática busca-se atender a uma das premissas básicas do Sistema de Plantio Direto (SPD) que é a adequação do sistema de rotação e sucessão de culturas de modo a otimizar o aporte de material vegetal promovendo o aumento na infiltração de águas das chuvas, diminuição de plantas daninhas (Ambrosano et al., 2005), além de promover a proteção do solo dos processos erosivos pela cobertura morta, e estimular a ciclagem de nutrientes (Silva et al., 2015).

Sua utilização abrange desde os chamados cultivos solteiros, utilizando de uma única espécie, bem como combinações de espécies nas chamadas misturas (mix) de composição, contendo famílias como a Poaceae – gramíneas, que representam plantas com grande produção de massa seca e uma decomposição mais lenta, ideal para a manutenção de cobertura de solo por maior período de tempo; Fabaceae - leguminosas, que possuem uma decomposição rápida e relação C/N baixa, realizando a fixação biológica do N, sendo importantes para a ciclagem de nutrientes (Teixeira et al., 2012). As misturas ainda incluem outras famílias como as Brassicaceae - crucíferas, as quais atuam na descompactação do solo, devido às

¹ Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó). Servidão Anjo da Guarda, 295-D - Efapi, 89809-900, Chapecó, SC.

* Autora correspondente: carolmaluche@unochapeco.edu.br

suas raízes (Chen et al., 2014), contribuindo na infiltração e aeração do solo, bem como na incorporação de carbono (C) e N em profundidade.

Dentre as plantas de cobertura destacam-se a aveia branca (*Avena sativa* L.) utilizada tanto para a produção de matéria seca quanto para a produção de grãos, sendo considerada uma excelente opção de cultivo no período de inverno; o centeio (*Secale cereale*) que apresenta dupla finalidade para grãos e cobertura vegetal (Bandeira et al., 2019); o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) utilizado como cobertura verde, podendo ter o seu cultivo solteiro, ou em consórcio dentro do esquema de rotação de culturas (Bueno; Rodrigues, 2019); a ervilhaca (*Vicia cracca*) altamente nutritiva e bastante recomendada na antecedência da cultura do milho pela alta contribuição de N (Dos Santos, 2017); e a aveia preta (*Avena strigosa*) com alto rendimento de matéria seca, facilidade de aquisição de sementes e implantação da cultura, rusticidade, além da rápida formação da cobertura do solo, apresentando decomposição lenta devido a sua alta relação C/N (Da Silva et al., 2010).

A composição das plantas de cobertura afeta de forma positiva a atividade, abundância (Lima et al., 2021) e diversidade dos organismos edáficos (Lima et al., 2021; Balin et al., 2017). A fauna epígea é composta pelos organismos edáficos que vivem na interface serapilheira – solo incluindo representantes da microfauna, como nematóides e protozoários; mesofauna como ácaros e colêmbolos; e macrofauna como minhocas e alguns tipos de formigas (Swift et al., 1979). Esses organismos desempenham importante papel em diversos serviços ecossistêmicos como a ciclagem de nutrientes, aeração do solo (Baretta et al., 2011) e decomposição de matéria orgânica (Pereira et al., 2013). Estudos realizados por Da Silva et al. (2013) avaliando a influência do cultivo de aveia preta, nabo e ervilhaca e dos consórcios nabo/aveia preta e ervilhaca/nabo/aveia preta, na estrutura e composição da fauna edáfica, já demonstraram que o consórcio entre plantas de cobertura promove o aumento na abundância de indivíduos e do número de colêmbolos.

Baseado na hipótese de que as diferentes combinações de espécies de cobertura afetam diretamente a diversidade dos organismos da fauna epígea, o presente trabalho objetivou avaliar a diversidade destes organismos sob diferentes combinações de plantas de cobertura em decomposição na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Área Experimental

O experimento foi implantado no município de Chapecó - SC, situado no Oeste do estado de Santa Catarina, especificamente na comunidade de Rodeio Bonito, área rural do município (Figura 1). A área se encontra sob as coordenadas geográficas de latitude 27° 02' 29" S e longitude 52° 35' 12" W, a aproximadamente 540 metros de altitude (Google Earth, 2021).

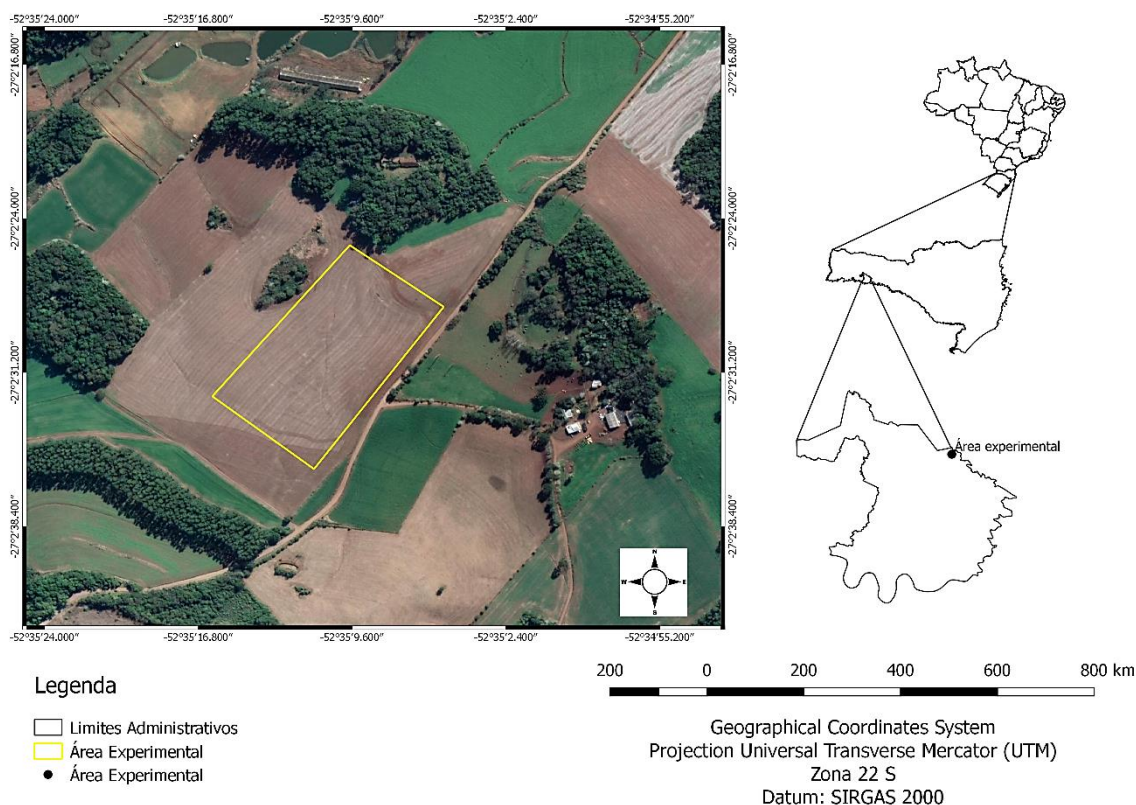


Figura 1. Localização geográfica da área experimental. Fonte: Google Earth (2021).

A área experimental apresenta sob cultivo em Sistema de Plantio Direto (SPD) consolidado a 10 anos, utilizando como espécies nos cultivos de verão e inverno: milho (*Zea mays*), soja (*Glycine max*), trigo (*Triticum aestivum*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*); e uso da aveia preta (*Avena strigosa*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) como plantas de cobertura em cultivo solteiro.

Condições Edafoclimáticas

O município de Chapecó apresenta clima *Cfa* (subtropical úmido com verão quente) de acordo com a classificação de Köppen, com precipitação de 2.200 a 2.400 mm (Alvares et al., 2013; Denardin et al., 2014), e temperatura média é de 18°C, podendo ocorrer geadas nos períodos entre junho e agosto (Pandolfo et al., 2002). O solo da área de estudo é caracterizado por ser um Latossolo Bruno, com profundidade superior a 1,5 m e perfil homogêneo (Embrapa, 2018).

Delineamento Experimental e Tratamentos

O experimento foi implantado em área total de 40.000 m² separada em quatro áreas experimentais, com condições e dimensões idênticas de aproximadamente 10.000 m² (1 ha) cada, dispostas lado a lado utilizando um intervalo de 1,5 metros entre cada área (Figura 2). Cada uma destas áreas recebeu no período de cultivo no inverno combinações de diferentes espécies de cobertura, bem como da espécie testemunha em cultivo solteiro.

Os tratamentos foram constituídos de quatro diferentes consórcios de plantas de cobertura: i) RAÍX 210: aveia branca (*Avena sativa*), cultivar (cv.) esmeralda; aveia preta (*Avena strigosa*), cv. Embrapa 139; centeio (*Secale cereale*), cv. Progresso; nabo (*Brassica rapa*), cv IPR 116; e o nabo pivotante (*Raphanus sativus* L); ii) RAÍX 330: Aveia cv. IPR 61; centeio cv. Serrano (*Secale cereale*); Ervilhaca Combate (*Vicia sativa* L); Ervilhaca cv. Esmeralda; iii) RAÍX 520: Aveia cv. Esmeralda; centeio cv. Serrano; Nabo pivotante; Ervilha forrageira (*Pisum sativum subsp. Arvense*); e iv) cultivo solteiro da aveia preta (*Avena strigosa*).

A pesquisa foi dividida em duas etapas: i) semeadura, crescimento e dessecação das plantas de cobertura; e ii) época de avaliação, quando da implantação do milho (*Zea mays*).

A semeadura das plantas de cobertura foi realizada na segunda quinzena de abril de 2020, sucedendo à cultura da soja. Para a implantação do experimento foi utilizado uma semeadora Semeato PD17 com 17 linhas e espaçamento de 17 cm, auxiliada por um trator New Holland TS 6020. A densidade de plantas por hectare foi definida atendendo as exigências de cada produto, sendo que a testemunha (aveia preta) foi semeada utilizando 70 kg de semente ha⁻¹, o RX 330 com 40 kg ha⁻¹, RX 520 com 50 kg ha⁻¹ e o RX 210 com 50 kg ha⁻¹. A dessecação química ocorreu no início do mês de agosto (2020) utilizando Zapp QI (620 g L⁻¹ Glifosato potássico) em uma dosagem de 3,3 L ha⁻¹.

A semeadura do milho foi realizada na segunda quinzena do mês de agosto de 2020 utilizando o híbrido Pionner 3016 YHR, de ciclo superprecoce, com um espaçamento entre linhas de 45 cm, e o depósito no solo foi de 74.000 sementes ha⁻¹. A adubação de base foi realizada a mesma nos quatro tratamentos sendo aplicado 455 kg da fórmula 09–33–12, complementado por 75 kg de cloreto de potássio. A aplicação de uréia ocorreu em duas etapas, a primeira em setembro de 2020, onde as plantas se encontravam no estágio vegetativo (V4) utilizando 90 kg ha⁻¹ de ureia a 45% de N sobre áreas antecedidas por consórcios, e 135 kg ha⁻¹ de ureia a 45% de N sobre área antecedida por aveia (testemunha). A segunda aplicação foi realizada em outubro de 2020, em estágio vegetativo (V8) onde foi repetido as mesmas dosagens da primeira aplicação. Toda recomendação de adubação foi realizada a partir de análise de solo, segundo o Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (SBCS/CQFS-RS/SC, 2016). Em setembro de 2020 foi realizada uma aplicação do inseticida Galil (250 g.L⁻¹ Imidacloprido + 50 g.L⁻¹ Bifentrina), visando controle de percevejos. Dia 20 de setembro de 2020 aplicou-se aos herbicidas Primatop (250 g.L⁻¹ Atrazina + 250 g.L⁻¹ Simazina) e Soberan (420 g.L⁻¹ Tembotriona) para o controle de plantas daninhas.

Atributos Biológicos do Solo

As amostragens dos organismos da fauna, foram realizadas em nove pontos distribuídos em uma grade amostral por tratamento, nas camadas de 0-10 cm, em dois momentos, na fase (estádio) vegetativa (V) e reprodutiva (R) da cultura do milho (*Zea mays*), através do uso do método de armadilhas de solo do tipo (*Pitfall traps*), que consistiu na instalação de recipientes cilíndricos com abertura de 8 cm de diâmetro,

com capacidade volumétrica de 500 ml, contendo 200 ml de solução detergente a 0,5% (v/v) e enterrados com a sua extremidade vazada ao nível da superfície do solo (Baretta et al., 2014). Estes recipientes permaneceram no campo por 72 horas, quando foram retirados e encaminhados ao Laboratório de Solos da Unochapecó.

Os organismos edáficos amostrados através das armadilhas foram triados com o auxílio de duas peneiras sobrepostas, a superior com malha de 2 mm e a inferior com malha 0,053 mm, sob água corrente. Todos os organismos edáficos encontrados foram mantidos em álcool 70%.

Posteriormente, com auxílio de microscópio estereoscópio, os organismos foram identificados ao nível taxonômico de Classe/Subclasse/Ordem (Ruggiero et al., 2015) e quantificados. Uma segunda classificação foi realizada agrupando os organismos em grupos funcionais com metodologia adaptada de Brown et al. (2015), classificando a fauna edáfica em quatro grupos: Geófago/Bioturbador, Detritívoro/Decompositor, Fitófago/Praga, Predador/Parasita, e para os grupos dos organismos que correspondiam a mais de um grupo funcional, o número total de indivíduos foi dividido pela quantidade de grupos funcionais a qual determinado grupo estava inserido.

Análise Estatística

A partir dos dados da fauna edáfica foram calculados os índices de diversidade de Shannon Wiener (H'), equabilidade de Pielou (J), utilizando o programa estatístico Past 3.0 (Hammer et al., 2001). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si por meio do teste de Tukey com probabilidade de erro de 5% ($P < 0,05$). Quando necessários os dados foram transformados utilizando a expressão $Arc. \text{sen} \sqrt{x}/100$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram encontrados 686 e 1.113 indivíduos da fauna epígea nos estádios vegetativo (V) e reprodutivo (R) do cultivo do milho, respectivamente, sobre os resíduos da combinação de plantas de cobertura (Tabela 1), distribuídos em 12 grupos taxonômicos.

Os grupos que apresentaram maior abundância de indivíduos nos diferentes estádios de amostragem foram: Acarina com total de 917 organismos, Collembola com 342 organismos e Diptera com 236 organismos. O grupo Acarina apresenta sua associação como resultado de melhorias nos atributos físicos do solo como porosidade e aeração (Silva, 2017); também apresenta grande diversidade alimentar, sendo classificado como predador e decompositor (De Góes et al., 2021).

O grupo Collembola se caracteriza por seu papel na decomposição da matéria orgânica estimulando a atividade microbiana (Da Silva et al., 2018). Em estudo realizado por Rieff (2014), o autor atribui maiores populações de colêmbolos associada ao plantio direto quando comparado aos sistemas de cultivo mínimo e convencional, e atribui esta diversidade a características como o não revolvimento do solo, manutenção de cobertura permanente e alta diversidade de plantas encontradas no SPD. Autores

como Oliveira Filho e Baretta (2016) destacam que os colêmbolos são considerados estrategistas e respondem rapidamente às mudanças do habitat.

Tabela 1. Grupos taxonômicos e respectivas nomenclatura, abundância e riqueza totais da fauna edáfica amostrada por armadilhas de solo para os diferentes consórcios de plantas de cobertura (RX210, RX330 e RX520), e cultivo solteiro da aveia preta (AV) nos estádios vegetativo (V) e reprodutivo (R). Fonte: os autores.

Grupo Taxonômico		AV		RX210		RX330		RX520	
		V	R	V	R	V	R	V	R
Acarina	Aca	154	135	31	143	36	144	65	209
Araneae	Ara	4	1	2	6	3	5	0	0
Collembola	Coll	13	68	25	85	19	34	20	78
Coleoptera	Cole	6	13	12	5	9	1	23	8
Hemiptera	Hem	18	11	10	5	14	5	5	8
Thysanoptera	Thy	2	0	0	0	0	0	1	0
Diptera	Dipt	30	16	28	11	44	6	91	10
Diplopoda	Dip	0	0	0	0	0	0	2	0
Isopoda	Isop	0	0	1	0	1	1	0	0
Orthoptera	Ort	0	0	0	0	0	0	0	1
Siphonaptera	Sip	0	0	1	0	1	0	0	0
Hymenoptera	Hym	7	41	1	20	1	20	6	23
Abundância total (Ind. arm. ⁻¹)		234a	285ns	111b	275	128b	216	213a	337
Riqueza total		9	7	9	7	9	8	8	7

O grupo Diptera assim como o Hymenoptera apresentaram grande número de indivíduos coletados nos tratamentos que se utilizam dos mixes (Tabela 1). Os Diptera além de se alimentarem de folhas, frutos, flores e outras substâncias também desempenham importante papel ecológico, especialmente como inimigos naturais de vários organismos (Santos et al., 2008). A ordem Hymenoptera apresenta maior quantidade de organismos normalmente associados a áreas com maior cobertura vegetal, fornecendo abrigo às comunidades, servindo como proteção (Faria et al., 2021).

Os demais grupos caracterizaram-se pela sua baixa ocorrência nos dois períodos de coletas. O grupo taxonômico Orthoptera foi encontrado somente na fase R, e os grupos Thysanoptera, Diplopoda e Siphonaptera encontrados somente na fase V. A limitação para a sobrevivência e diversidade de indivíduos está na disponibilidade de alimentos no solo (Baretta et al., 2011).

A análise estatística demonstrou diferenças significativas ($F=3,36$; $P=0,031$) para os valores de abundância total, entre os tratamentos estudados quando avaliados em estágio V. Não houve diferença significativa ($p>0,05$) para avaliação deste parâmetro no estágio R ($F=0,93$; $P=0,44$). No estágio V os maiores valores de abundância total foram encontrados nos tratamentos com o cultivo solteiro da aveia e o consórcio RX520 que diferiram significativamente dos demais tratamentos (RX210 e RX330) (Tabela 1).

Segundo estudos realizados por Da Silva et al. (2012) quanto maior for a cobertura da superfície do solo maior é a contribuição para a manutenção da umidade no solo, da disponibilidade de MOS e presença de indivíduos edáficos. A intensidade de uso do solo e a manutenção de algum tipo de cobertura vegetal, constituiu um fator determinante sobre a diversidade e abundância das comunidades de macroinvertebrados terrestres (Pompeo et al., 2016). Em áreas onde a cobertura do solo é estável e permanente beneficia-se o desenvolvimento de toda a rede trófica, sendo esta característica beneficiada quando de manejos que favoreçam a deposição de serapilheira de diferentes espécies com oferta diversificada de alimento e substrato para a biota do solo (Da Rosa et al., 2015). Tal condição permitiu que os maiores valores dos índices de diversidade (Figura 3) fossem encontrados nos tratamentos onde o cultivo anterior apresentou a maior diversidade de espécies de cobertura proporcionada pelos mixes, principalmente no estágio V, onde grande parte da disponibilidade de alimentos para a fauna vem dos restos culturais do cultivo anterior (Figura 3).

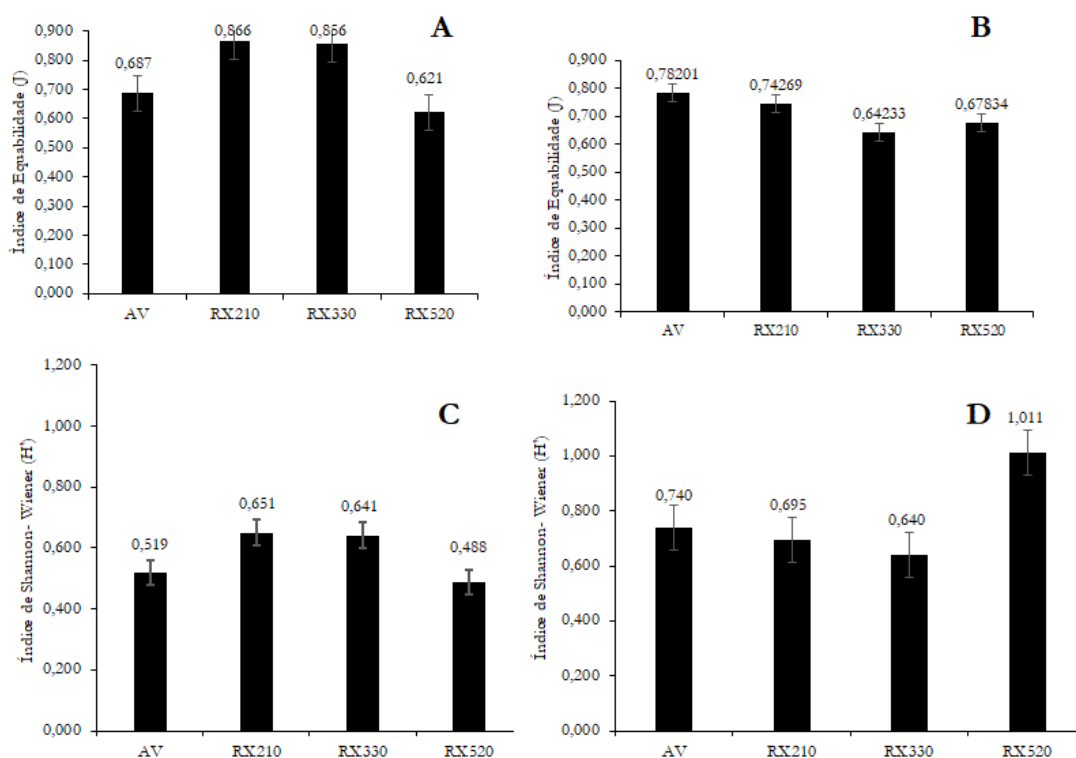


Figura 3. Equabilidade de Pielou (J) em estágio Vegetativo (A); Equabilidade de Pielou (J) em estágio Reprodutivo (B); Índice de diversidade de Shannon - Wiener (H') em estágio Vegetativo (C); Índice de diversidade de Shannon - Wiener (H') em estágio Reprodutivo (D) nos diferentes consórcios de plantas de cobertura (RX210, RX330 e RX520), e cultivo solteiro da aveia preta (AV). Fonte: os autores.

A presença de cobertura vegetal no solo contribui para o aumento da disponibilidade de alimentos para os organismos presentes nele e proporciona a criação de novos habitats, os quais são pertinentes para a colonização de organismos invertebrados, o que pode beneficiar a sustentabilidade dos sistemas de produção (De Lima et al., 2010).

Para o estágio V, o tratamento que apresentou o maior valor para o H' é o RX210 (0,65), seguido pelo tratamento RX330 (0,64), o cultivo solteiro da aveia (0,52) e por último o RX520 (0,49).

Desta maneira os dados sugerem que os tratamentos baseados dos mixes RX210 e RX330 apresentam a maior riqueza e uniformidade de grupos da fauna edáfica em sua área, sendo mais similares entre si quanto a este parâmetro; enquanto, mesmo estatisticamente não significativo o tratamento RX520 promove uma menor riqueza e uniformidade de grupos da fauna edáfica (Figura 3). Segundo Almeida et al. (2017), isso pode ocorrer em razão de possuírem maior complexidade nos seus habitats devido ao consórcio e diversidade de espécies quando comparados aos habitats homogêneos e menos diversos. Segundo Pompeo et al. (2016) as melhores condições de diversidade de organismos invertebrados no solo estão associadas com os sistemas de rotação de culturas, integração lavoura-pecuária e plantio direto, sempre quando de maior diversidade de espécies.

Da mesma forma o estudo mostra haver uma influência do período de amostragem afetando a riqueza e uniformidade dos grupos da fauna edáfica encontrados, sendo esta positivamente influenciada durante o período R da cultura que proporcionou os maiores valores de H' para o tratamento RX520, seguido do cultivo solteiro da aveia, RX210 e RX330 (Figura 3).

As raízes das plantas têm a função de sustentar as plantas, absorvendo água e nutrientes, mas também produzem exsudatos radiculares (Badri e Vivanco, 2009). Essas substâncias são produzidas pelas plantas e são liberadas na rizosfera, e sua composição é dependente do estágio fisiológico e, também, da espécie da planta bem como os microrganismos que estão presentes no solo. As substâncias liberadas pelas raízes podem estimular relações benéficas entre plantas e organismos do solo, alterando as propriedades do solo (Monteiro et al., 2012).

Durante a exsudação de carboidratos e aminoácidos, ocorre um processo que envolve a exsudação de carbono das raízes das plantas para o solo em forma de carbono orgânico prontamente disponível, que promove um aumento na biomassa microbiana ao redor das raízes, a qual afeta a atividade e composição de comunidades microbianas (Aquino, 2006), bem como a presença de outros organismos reguladores destes microrganismos, caso da fauna edáfica.

De forma semelhante ao encontrado para o índice H' no período V os dados apontam para os maiores valores do índice de Equabilidade de Pielou (J), com distribuição mais igualitária dos indivíduos nos diferentes grupos da fauna edáfica, ocorrendo nos tratamentos RX 210 (0,87) e RX 330 (0,86), seguidos dos tratamentos AV (0,69) e RX520 (0,62) que apresentaram os menores valores (Figura 3). O valor J descreve a proporção de indivíduos de cada espécie em uma comunidade em relação ao número total de indivíduos na mesma comunidade. Quanto mais próximo de 1 o resultado for, significa que todos os grupos de amostragem têm a mesma abundância no tratamento.

O estágio de avaliação afetou também os resultados de J obtidos em estágio R, e apontam uma maior distribuição de forma igualmente abundante dos organismos amostrados no cultivo solteiro da aveia (0,78), seguido pelos tratamentos RX210 (0,74), RX520 (0,67) e RX330 (0,64) (Figura 3). Em

período reprodutivo os exsudados radiculares estimulam o efeito rizosférico sobre a microbiota do solo e, por consequência, afetam os organismos predadores destes indivíduos presentes na fauna edáfica. Em cultivos solteiros, a diversidade metabólica exsudada pelo cultivo (milho) associada a uma menor diversidade vegetal do resíduo em decomposição, pode condicionar a uma distribuição mais igualitária dos organismos edáficos com menor oscilação e seleção de organismos (Wendland, 2005).

Da Silva et al. (2012) destacam que quanto menor for a produção de matéria seca por área, maior interferência e menor disponibilidade de substrato para a macrofauna. A baixa presença de cobertura vegetal pode prejudicar o desenvolvimento da fauna do solo modificando a estrutura do solo, consequentemente, aumentando o efeito da radiação solar diretamente no solo e outras características que alteram o microclima do solo afetando, principalmente a fauna epígea (Baretta et al., 2014).

A Tabela 2 agrupa a ocorrência total de indivíduos encontrados nos diferentes grupos taxonômicos em relação ao seu papel funcional para o estágio V do milho. Verifica-se que para o período de coleta ocorreu uma maior frequência dos grupos funcionais de Fitófagos/Pragas e Detritívoros/Decompositores em todos os tratamentos estudados. Para o grupo de Geófago/Bioturbador os dados mostram não haver diferença significativa entre os diferentes tratamentos ($F= 1,37$, $P= 0,27$), com menor frequência de ocorrência.

Tabela 2. Frequência relativa (%) dos grupos funcionais da fauna epígea amostrados durante o estágio vegetativo (V) do milho nos consórcios de plantas de cobertura (RX210, RX330 e RX520), e cultivo solteiro da aveia (AV). Letras iguais nas linhas não diferem entre si os tratamentos dentro dos grupos funcionais ($P < 0,05$); ns: indica não haver significância estatística. Fonte: os autores.

Grupo Funcional	(A)	(RX210)	(RX330)	(RX520)
Geófagos/Bioturbadores	0,65 ns	2,75	1,76	2,71
Detritívoros/Decompositores	33,48 b	35,93 a	34,70 ab	34,16 ab
Fitófagos/Pragas	34,34 b	36,85 a	35,87 a	34,16 b
Predadores/Parasitoides	31,54 a	24,46 c	27,67 b	28,97 ab

Os geófagos/bioturbadores são os responsáveis pelo processo de formação e transformação do solo. Os bioturbadores revolvem o solo enquanto os geófagos atuam na sua formação, e podem ser classificados de acordo com seu papel funcional no solo como transformadores da serrapilheira e/ou engenheiros do ecossistema, contribuindo com serviços ecossistêmicos de suporte e regulação (Coimbra et al., 2019).

Para o grupo funcional Detritívoros/Decompositores o estudo mostra haver diferença significativa entre os tratamentos em estágio V ($F=4,39$, $P=0,001$), com maior ocorrência destes organismos no tratamento RX210 que não diferiu das demais consorciações RX330 e RX520, diferindo apenas do cultivo solteiro da aveia que apresentou a menor ocorrência destes indivíduos (Tabela 2). Os organismos decompositores atuam diretamente na decomposição dos resíduos vegetais e ciclagem de nutrientes, realizando a trituração de detritos, afetando também a microfauna e a microbiota do solo

podendo beneficiá-las ou não. O equilíbrio entre essas relações promove a regulação do processo de decomposição, promovendo assim a liberação de nutrientes (Silva et al., 2017).

A maior ocorrência do grupo Fitófagos/Pragas deu-se durante o estágio V nos tratamentos RX210 e RX330 que não diferiram entre si, diferindo dos demais tratamentos ($F=4,42$, $P=0,001$). O RX520 não diferiu dos tratamentos AV e RX210. Em estudos realizados por Lima (2019) o grupo de Predadores/Parasitoides mostrou desenvolver-se em ambientes com maiores aportes de recursos orgânicos presentes sobre o solo, favorecendo a abundância de populações de fauna invertebrada.

Para as avaliações ocorridas em estágio R (Tabela 3), os dados mostram não haver diferença significativa na frequência relativa dos grupos funcionais da fauna epígea encontrados na cultura do milho ($F=0,99$, $P=0,40$).

Tabela 3. Frequência relativa (%) dos grupos funcionais da fauna epígea amostrados durante o estágio reprodutivo (R) do milho nos consórcios de plantas de cobertura (RX210, RX330 e RX520), e cultivo solteiro da aveia (AV). ns: indica não haver significância estatística. Fonte: os autores.

Grupo Funcional	(A)	(RX210)	(RX330)	(RX520)
Geófago/Bioturbador	2,15 ns	0,91	0,32	1,56
Detritívoros/Decompositor	39,90 ns	41,85	38,64	43,10
Fitófago/Praga	40,23 ns	44,02	41,88	43,10
Predador/Parasitoide	17,72 ns	13,22	19,16	12,24

Assim como ocorrido na fase V, o grupo funcional Geófagos/bioturbadores foi o de menor frequência relativa em fase R com maior ocorrência na AV e menor em RX330. Os grupos funcionais dos Detritívoros/Decompositores e Fitófagos/Pragas foram os de maior frequência em todos os tratamentos, tendo os consórcios RX520 e RX210 o que promoveram maior ocorrência de Detritívoros/Decompositores, e o tratamento RX330 a menor ocorrência. Assim como a frequência relativa da fauna epígea relacionada aos Fitófagos/Pragas ocorreu nos tratamentos utilizando os mixes (RX210, RX520 e RX330) e a menor na AV (Tabela 3).

Segundo estudos realizados por Guimarães et al. (2021), áreas com maior complexidade estrutural da vegetação proporcionam um ambiente mais cômodo para a instalação e desenvolvimento da fauna do solo, já em solos onde existe pouca cobertura de solo provoca uma enorme diminuição da diversidade de organismos da fauna edáfica.

CONCLUSÃO

As diferentes combinações de espécies em cobertura afetam a diversidade de organismos da fauna epígea, sendo esta dependente da época de amostragem, com estímulo a sua maior ocorrência em estágio reprodutivo. Os estádios da cultura afetam a flutuação da diversidade dos organismos e ocorrência de grupos funcionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida HS et al. (2017). Ocorrência e diversidade da fauna edáfica sob diferentes sistemas de uso do solo. *Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária*, 1(1): 15-23.
- Alvares CA et al. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22: 711-728.
- Ambrosano EJ et al. (2005). Plantas para cobertura do solo e adubação verde aplicadas ao plantio direto. *Informações Agronômicas Potafós*, 112: 1-16.
- Aquino AM (2006). Fauna do solo e sua inserção na regulação funcional do agroecossistema. Aquino AM; Assis RL (Ed.). *Processos biológicos nos sistemas solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável*. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília. 47-75 p.
- Arf O et al. (2018). Benefícios do milho consorciado com gramínea e leguminosas e seus efeitos na produtividade em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 17(3): 431-444.
- Balin NM et al. (2017). Fauna edáfica sob diferentes sistemas de manejo do solo para produção de cucurbitáceas. *Scientia Agraria*, 18(3): 74-84.
- Bandeira CT et al. (2019). Suficiência amostral para estimar a média de caracteres produtivos de centeio. *Revista de Ciências Agrárias*, 42(3): 751-760.
- Baretta D et al. (2011). Fauna edáfica e qualidade do solo. *Tópicos em ciência do solo*, 7: 119-170.
- Baretta D et al. (2014). Fauna edáfica e sua relação com variáveis ambientais em sistemas de manejo do solo. *Revista Ciência Agronômica*, 45(5): 871-879.
- Badri DV, Vivanco JM (2009). Regulation and function of root exudates. *Plant Cell Environ*, 32: 666-681.
- Brown GG et al. (2015). Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. Parron LM et al (org.). *Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica*. Embrapa: Brasília. 122-154 p.
- Bueno JB, Rodrigues GA (2019). Palha sobre o solo no crescimento da cultura do nabo forrageiro em área degradada. *Revista Interface Tecnológica*, 16(1): 370-377.
- Coimbra LDA et al. Macrofauna edáfica como indicador de qualidade do solo em sistemas agroflorestais com palma de óleo. In: *Seminário de Iniciação Científica Da Embrapa Amazônia Oriental*, 23., 2019, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019.
- Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC (2016). *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 11.ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS. 376p.
- Chen G et al. (2014). Effects of compaction and cover crops on soil least limiting water range and air permeability. *Soil and Tillage Research*, 136: 61-69.
- Da Rosa MG et al. (2015). Macrofauna edáfica e atributos físicos e químicos em sistemas de uso do solo no planalto catarinense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39(6): 1544-1553.


- Da Silva AVNV et al. (2018). Mesofauna relacionada com variáveis edafoclimáticas, no Campus AC Simões, da Universidade Federal de Alagoas. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, 3(1): 6700.
- Da Silva PRF et al. (2010). Adequação da densidade de plantas à época de semeadura em milho irrigado. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 9(1): 48-57.
- Da Silva RF et al. (2012). Influência de plantas de cobertura de inverno na estrutura da comunidade da fauna edáfica. *Ciência e Natura*, 34(2): 27-45.
- Da Silva RF et al. (2013). Fauna edáfica influenciada pelo uso de culturas e consórcios de cobertura do solo. *Pesquisa agropecuária tropical*, 43(2): 130-137.
- De Carvalho WP et al. (2013). Desempenho agrônômico de plantas de cobertura usadas na proteção do solo no período de pousio. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 48(2): 157-166.
- De Góes QR et al. (2021). Análise da fauna edáfica em diferentes usos do solo no Bioma Pampa. *Ciência Florestal*, 31(1): 123-144.
- De Lima SS et al. (2010). Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45(3): 322-331.
- Denardin RBN et al. (2014). Estoque de carbono no solo sob diferentes formações florestais, Chapecó-SC. *Ciência Florestal*, 24(1): 59-69.
- Doneda A et al. (2012). Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36(6): 1714-1723.
- Dos Santos AKB (2017). Dinâmica da temperatura e umidade do solo sob diferentes quantidades de palha de cana de açúcar em decomposição. Escola Superior de Agricultura “Luís De Queiroz” (Dissertação), Piracicaba. 70p.
- Embrapa (2018). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: 355p.
- Faria A et al. (2021). Diversidade da fauna edáfica em sistemas integrados com milho e braquiária. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (Dissertação), Rio Verde. 50 p.
- Favarato LF et al. (2016). Crescimento e produtividade do milho-verde sobre diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico. *Bragantia*, 75(4): 497-506.
- Google Earth (2021). Imagem aérea da propriedade de Fernando Bringhenti. 2021. Disponível em: <<https://earth.google.com/web/data=MicKJQojCiExS20zTDNKX0ZsMnotTHFBNF9zU1VpRUJHcGRLQ2JuQkI6AwoBMQ?authuser=1>> acesso em 20 maio 2020.
- Guimarães NDF et al. (2021). Fauna do solo associada a diferentes sistemas de cultivo. *Research, Society and Development*, 10(2).
- Hammer Ø et al. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1):9.

- Lima SDS et al. (2019). Diversidade da fauna epígea sob diferentes coberturas vegetais no jardim botânico da ufrrj. Silva-Matos RRS et al. (org.). Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade. Atena: Ponta Grossa. 69-80p.
- Lima SSD et al. (2021). Epigeal fauna and soil attributes in a cover-cropped organic vegetable system. *Ciência Rural*, 51(8).
- Monteiro FP et al. (2012). Exsudatos radiculares de plantas de cobertura no desenvolvimento de *Sclerotinia sclerotiorum*. *Bioscience Journal*, 28(1).
- Oliveira Filho LCI, Baretta D (2016). Por que devemos nos importar com os colêmbolos edáficos?. *Scientia agraria*, 17(2): 21-40.
- Pandolfo C et al. (2002). Atlas climatológico do estado de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri. 13p.
- Pereira GHA et al. (2013). Decomposição da serrapilheira, diversidade e funcionalidade de invertebrados do solo em um fragmento de floresta atlântica. *Bioscience Journal*, 29(5): 1317-1327.
- Pompeo PN et al. (2016). Diversidade de Coleoptera (Arthropoda: Insecta) e atributos edáficos em sistemas de uso do solo no Planalto Catarinense. *Scientia agraria*, 17(1): 16-28.
- Rieff GG (2014). Dinâmica dos ácaros e colêmbolos edáficos e seu potencial como bioindicadores da qualidade do solo em áreas sob diferentes sistemas de manejo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Tese), Porto Alegre, 137p.
- Ruggiero MA et al. (2015). A higher level classification of all living organisms. *Plos One*, 10: 1-60.
- Santos GG et al. (2008). Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(1): 115-122.
- Silva DA et al. (2015). Uso de índice de vegetação na estimativa da produção de biomassa de plantas de coberturas do solo. *enciclopédia biosfera*, 11(22).
- Silva LCS et al. (2017). Dinâmica da mesofauna edáfica em áreas de Ombro e Meia encosta, na Serra da Caiçara, Semiárido Alagoano. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, 1(1).
- Silva MDO et al. (2021). Qualidade do solo: indicadores biológicos para um manejo sustentável. *Brazilian Journal of Development*, 7(1): 6853-6875.
- Swift MJ et al. (1979). *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Oxford: Blackwell. 372p.
- Teixeira MB et al. (2012). Decomposição e ciclagem de nutrientes dos resíduos de quatro plantas de cobertura do solo. *Idesia (Arica)*, 30(1): 55-64.
- Wendland A (2005). Expressão gênica da interação soja – *Meloidogyne javanica* via microarranjos de DNA. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Tese), Piracicaba. 144p.


Análise Ambiental do Faxinal Água Quente dos Meiras no município de Rio Azul — Paraná

Recebido em: 02/10/2021

Aceito em: 04/10/2021

 10.46420/9786581460044cap11

Luis Fernando Pacholok^{1*} 

Glauco Nonose Negrão 

INTRODUÇÃO

O trabalho é um relatório referente ao estágio supervisionado obrigatório do curso de graduação em Geografia (Bacharelado), ofertado pela Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro) — Campus Cedeteg, em Guarapuava — Paraná. A concedente do estágio foi a Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente, localizada na Rua Expedicionário Antônio Cação, 109, Rio Azul — Paraná. A solicitação para realização desta atividade foi feita no início do ano de 2020, em janeiro, com a intenção de uma experiência prática.

Podemos dizer que a importância do curso reside nas suas contribuições para o conhecimento do espaço e suas formas de transformação e ocupação. Entender os tipos de relevo, os fenômenos climáticos, as composições sociais e os hábitos humanos nos diferentes lugares são imprescindíveis para a manutenção da vida em sociedade. Com esta formação, e sendo legalmente habilitado através da Lei 6664/79 (lei do Geógrafo), foi possível fazer uma análise ambiental do Faxinal Água Quente dos Meiras, destacando sua relevância para a manutenção da fauna e flora local e analisando os processos sociais e econômicos nele inserido.

No sul do Brasil, especialmente nas Matas de Araucária do Paraná, desenvolveu-se este sistema agrosilvipastoril, chamado de Sistema Faxinal, que apresenta entre seus componentes o criadouro comunitário, a extração vegetal e animal e o cultivo agrícola, além de expressões culturais particulares. Apesar de todas as dificuldades sofridas pelas comunidades faxinalenses em suas esferas sociais, ambientais e econômicas, existe ainda um número pequeno destas, mas significativo, embora suas áreas venham sofrendo grave redução ao decorrer dos anos.

As comunidades organizadas neste sistema têm um valor ambiental relativamente alto. Entre vários objetivos, inclui a preservação da Mata de Araucária (chamada cientificamente de Floresta Ombrófila Mista), que abriga uma grande variedade de espécies, das quais algumas só são encontradas nesse ecossistema. A fisionomia natural da floresta ombrófila mista é caracterizada pelo predomínio da

¹ Bacharel em Geografia, Universidade Estadual do Centro-Oeste.

² Prof. Departamento de Geografia. Universidade Estadual do Centro-Oeste.

* Autor correspondente: luisfernandopacholok@outlook.com

Aracaria angustifolia (árvore de grande porte popularmente conhecida como pinheiro-brasileiro), existindo também a presença de uma série de espécies da fauna, com exemplares endêmicos, podemos citar a gralha azul e o papagaio charão, que hoje se encontram igualmente ameaçadas de extinção.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa consistiu em estudo de cunho exploratório e qualitativo-descritivo, na qual as informações e dados foram obtidos por meio de fontes primárias e secundárias. Buscou-se olhar a essência das atividades desenvolvidas no faxinal, com tabulação de dados, que auxiliasse na análise do local.

O desenvolvimento do estágio começou pelas atividades eminentemente teóricas. Iniciou-se pela discussão do tema a ser abordado, seguido do recorte espacial e definição do local pretendido, onde aconteceria as atividades. A carga horária desse período foi de 60 horas.

Posteriormente, junto à instituição, foram coletados dados e realizadas análises deles, em especial quanto às documentações pertinentes ao faxinal e suas atividades referentes à preservação das Florestas Ombrófilas Mistas. Foi utilizado o *software* Qgis 3.10.0 para elaboração dos mapas de uso do solo e de localização do faxinal. Para auxiliar no estudo utilizou-se do *Google Earth Pro*, que possibilitou levantamento de dados, identificação de limites territoriais e distinção do uso e ocupação do solo. Foram necessárias 120 horas para concluir a verificação. A segunda parte do trabalho foi a visita ao faxinal para observação e identificação dos processos que o definem, composição arbórea e estágio da vegetação. Durante esse processo passaram-se 120 horas.

Por fim, após a coleta de informações, houve a análise do material empírico e posterior interpretação dos resultados, confrontando o conhecimento acumulado através do embasamento teórico deste estudo com o adquirido.

Para a elaboração dos mapas as seguintes etapas foram realizadas:

1. Utilização de arquivo *shapefile* do município de Rio Azul, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a fim de servir como base para localizar o terreno do Faxinal Água Quente dos Meiras, inserindo-o no Qgis.
2. Localização do limite do faxinal, realizado com o *Google Earth Pro*, juntamente com a ligação e conferência de pontos por meio de um GPS (Sistema de Posicionamento Global).
3. Vetorização do terreno, separando cada uso do solo, utilizando o *software* Qgis;
4. Classificação de cada área delimitada e adição de cores para melhor visualização;
5. Cálculo da área do terreno do Faxinal Água Quente dos Meiras, utilizando o Qgis.

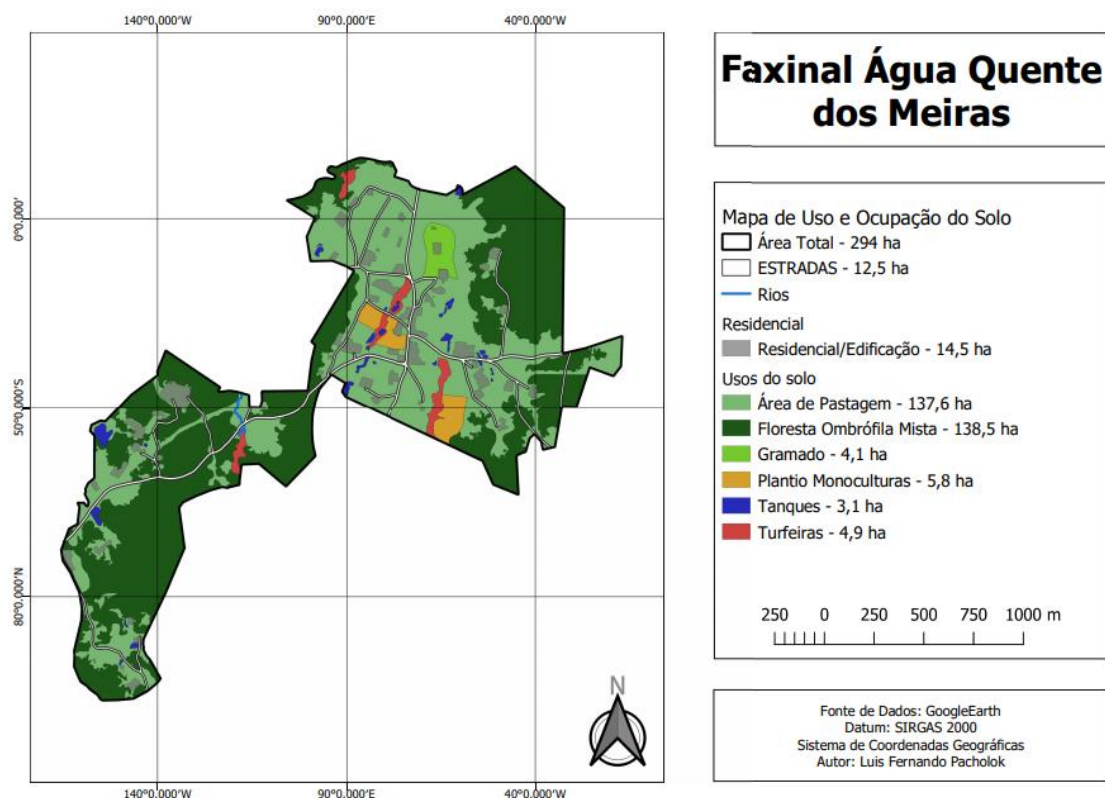


Figura 1. Mapa de uso e ocupação do solo. Fonte: o autor.

DESCRIÇÃO GERAL DO LOCAL DE ESTÁGIO

A Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente de Rio Azul, Paraná, fica à rua Expedicionário Antônio Cação, 121, Centro, CEP 84560-000. A mesma se propõe a desenvolver, diversificar e regulamentar as áreas da agricultura, pecuária, ambiental, sanitária e urbanística, com o fim de promover o desenvolvimento econômico municipal e melhorar a qualidade de vida dos munícipes.

O desenvolvimento da agropecuária rioazulense é nosso grande objetivo, e para concretizá-lo, será dado ênfase para os programas de diversificação de culturas, convênios e demais parcerias com outras instituições, para oferecer cursos e auxílio para aqueles que enfrentam dificuldade em desenvolver suas atividades agrícola e pecuária, implantar novos projetos e dar continuidade e primor aos já existentes em benefício à agricultura familiar, reanalisar e colocar em prática a política agrária municipal, promover a todos os munícipes a oferta de programas sanitários para rebanhos, programas de inseminação artificial, atendimento veterinário, orientação técnica e campanhas de vacinação, resguardando ainda, a saúde e o bem-estar animal.

A competência ambiental, sanitária e urbanística também é desenvolvida por esta secretaria. É função e dever zelar pelo abastecimento e proteção do meio ambiente, propagando a orientação e regulamentação adequada e correta da utilização dos recursos e das propriedades, estabelecer projetos e auxílio para que haja a recuperação das áreas degradadas, a conservação do solo e a proteção dos rios e nascentes.

Manter a cidade limpa e organizada é nosso dever, promovendo a coleta e a destinação adequada do lixo, a limpeza e adequação das ruas, parques e espaços públicos. Além de cada função atribuída a Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente, nosso propósito é melhorar as condições e a qualidade de vida de cada rioazulense. Seu horário de atendimento é de 2ª à 6ª Feiras, das 07h45 min às 11h45 min e das 13h às 17h.

Com isso, foi selecionado para fazer o levantamento de dados, já que o sistema faxinal visa, entre outros pontos, a manutenção da mata nativa e proteção à floresta de araucária, uma de tais unidades pertencentes a este sistema no município de Rio Azul — localizado na região Centro-Sul do Estado do Paraná.

De acordo com os registros próprios da comunidade o faxinal Água Quente dos Meiras fica a aproximadamente 18,5 quilômetros de distância da área urbana, localizando-se na coordenada - 25.606106, -50.850845, abrangendo uma área de 244,42 hectares (duzentos e quarenta e quatro hectares e quarenta e dois ares), com a resolução SEMA nº 069 — 03 de dezembro de 2010 (IAP, 2010), representado na Figura 01. Contém uma área de criadouro comum isolada, em desrespeito ao acordo comunitário de dez litros² da área de cada proprietário. Atualmente é delimitado por cercas e cursos d'águas.

Os faxinais tratam-se de comunidades cujo uso do solo divide-se apenas entre duas definições: “terra de criar”, onde todos os habitantes compartilham a delimitação para criação de animais; e a “terra de plantar”, porção pertencente à produção familiar de alimentos para subsistência dos moradores (Nerone, 2015). Outras particularidades apresentam-se para definir uma localidade como faxinal, principalmente nos métodos de produção com o não cultivo de monocultura³, e a não delimitação de propriedades por meio de cercas e muros dentro do faxinal, pois impede os princípios da terra de criar, assim como a manutenção de floresta nativa e de recursos hídricos.

Ao longo dos últimos trinta anos perdeu-se do seu território em torno de 97 hectares. São sessenta famílias residentes e cinco que moram fora do faxinal, as quais têm em sua originalidade étnica descendentes nativos brasileiros, poloneses, ucranianos e italianos. Sua formação começou por volta de 110 anos atrás, com um grupo de oitenta pessoas, que até hoje conservam sua cultura, mantendo os mesmos padrões e tradições de seus antepassados (Secretaria de Agricultura, 2017).

No que se refere às pessoas, para que haja boa convivência, há a imprescindibilidade de organização, feita por meio de interação e cooperação social, normas e regras para tornar a situação o mais igualitária possível, dando suporte para aqueles que precisam de qualquer facilidade. Quando essas

² Unidade de medida para área, em que um litro equivale a 605 metros quadrados. Pode variar de acordo com a unidade federativa, pois cada Estado tem valor diferente para o alqueire, usado como base do cálculo.

³ Monocultura é a produção ou cultura agrícola de apenas um único tipo de produto (é o exemplo da soja, associada a latifúndios). A substituição da cobertura vegetal original, geralmente com várias espécies de plantas, por uma única cultura. É uma prática danosa ao solo.

relações existem, os valores individuais e coletivos são respeitados e, com isso, ocorre um aumento da força de união da comunidade.

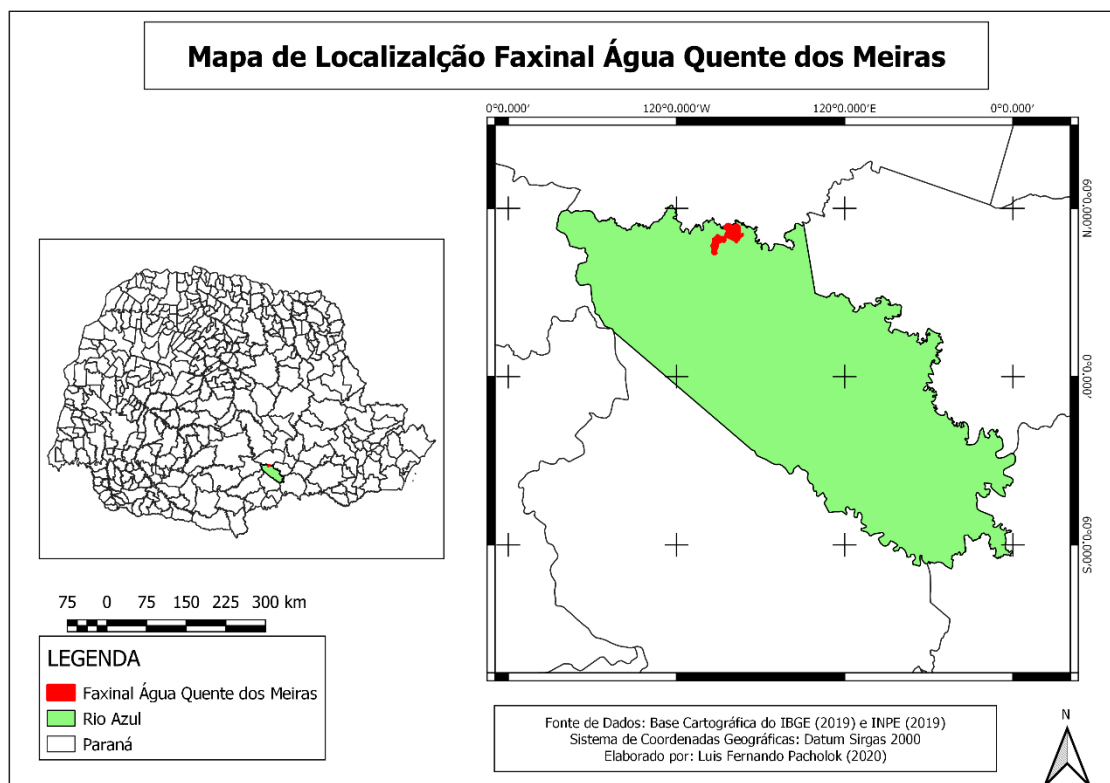


Figura 2. Mapa de localização do Faxinal Água Quente dos Meiras. Fonte: o autor.

A vegetação natural da região do faxinal é a Floresta Ombrófila Mista ou floresta com araucária, uma unidade fito ecológica na qual contempla-se a coexistência da flora tropical e temperada, em marcada relevância fisionômica de elementos de Coníferas⁴ e Laurales⁵, predominando a *Araucaria angustifolia* (IBGE, 2012). Referente ao uso e exploração da área encontra-se extrativismo de produtos madeiráveis, por exemplo, lenha, mourões e madeira em tora, e não madeiráveis, como erva-mate, estratos vegetais, medicina alternativa, frutos (pitanga, guabiroba, jabuticaba, cereja) e sementes (principalmente o pinhão), além do pastoreio de animais (bovinos, equinos, caprinos, suínos, entre outros) nas áreas de floresta.

Para uma melhor compreensão dos sistemas de cultivos tradicionais, foi criado o Decreto Estadual nº 3.446 de 14/08/97, em que estão definidos os objetivos de um faxinal:

Art. 1º - Ficam criadas no Estado do Paraná, as Áreas Especiais de Uso Regulamentado - ARESUR, abrangendo porções territoriais do Estado caracterizadas pela existência do modo de produção denominado "Sistema Faxinal", com o objetivo de criar condições para a melhoria da qualidade de vida das comunidades residentes e a manutenção do seu patrimônio cultural, conciliando as atividades agrosilvopastoris com a conservação ambiental, incluindo a proteção da "*araucaria angustifolia*" (pinheiro-do-paraná). § 1º - Entende-se por Sistema Faxinal: o sistema

⁴ Conífera é a designação corrente dada as plantas gimnospérmicas da divisão *Coniferophyta*, na sua maior parte árvores, mas também arbustos escandentes, presentes nas regiões tropicais e temperadas do planeta, nas quais são a principal componente da flora alpina.

⁵ Laurales é uma ordem de plantas com flor (divisão *Magnoliophyta*), pertencente à classe *Magnoliopsida*, que inclui cerca de 2500-2800 espécies validamente descritas.

de produção camponês tradicional, característico da região Centro-Sul do Paraná, que tem como traço marcante o uso coletivo da terra para produção animal e a conservação ambiental. Fundamenta-se na integração de três componentes: a) produção animal coletiva, à solta, através dos criadouros comunitários; b) produção agrícola - policultura alimentar de subsistência para consumo e comercialização; c) extrativismo florestal de baixo impacto - manejo de erva-mate, araucária e outras espécies nativas. § 2º - A ARESUR, na perspectiva do desenvolvimento do Sistema Faxinal, observará as disposições legais aplicáveis às Áreas de Proteção Ambiental - APAs, no que couber. § 3º - O Secretário de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos definirá, através de ato administrativo apropriado, as ARESUR, caso a caso, por faxinal, contendo no mínimo: denominação, superfície e limites geoGráficos, diretrizes para conservação ambiental e instrumentos de apoio como: diagnóstico, justificativa, mapa e memorial descritivo. Art. 2º - Só poderão ser registrados no Cadastro Estadual de Unidades de Conservação - CEUC, os faxinais que atenderem ao conceito contido no parágrafo 1º do artigo 1º. § 1º - Os faxinais registrados no CEUC deverão ser anualmente avaliados e receberão tratamento diferenciado, levando-se em conta, dentre outras, variáveis como: densidade populacional, qualidade de vida das populações residentes, organização e participação comunitária e nível de comprometimento e empenho dos municípios para o desenvolvimento social e econômico dos mesmos. § 2º - Somente poderão ser consideradas para efeito dos benefícios previstos na Lei Complementar Estadual nº 59, de 01 de outubro de 1991 e demais normas pertinentes, as áreas de criadouros comunitários dos faxinais registrados no CEUC, diferenciados por estágios de desenvolvimento (Paraná, 1997).

Portanto, uma comunidade faxinalense é um local no qual os grupos humanos convivem e geram processos e relações sociais, tornando atividades do dia a dia comuns entre os indivíduos, sendo preciso zelar por essa interação. A adaptação do grupo em uma determinada área se dá, principalmente, por suas necessidades parecidas. Isso inclui a escolha de um espaço adequado para a construção de residências e das terras onde ocorrerá os cultivos de acordo com as facilidades oferecidas, como fertilidade do solo, proximidades de vias de acesso e fontes de água, entre outros recursos fundamentais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando desenvolvimento do Faxinal Água Quente dos Meiras e sua relação com a preservação da floresta ombrófila mista remanescente, que abrange a mata de araucária presente no local, observa-se que os regulamentos que definem tal unidade são respeitados, com essa vegetação representando cerca de 47,1% da área total. Nota-se uma densidade muito alta das árvores que compõem essa parcela, dificultando acesso para os animais e para algumas práticas de cultivo de espécies nativas.

Quanto a caracterização e manejo da floresta deste faxinal o estado de conservação, biodiversidade e regeneração apresenta 60% bom e 40% médio, segundo a Secretaria do Meio Ambiente. A recuperação das matas, além de outras formas, acontece pela disponibilidade de mudas de árvores nativas no viveiro do município. Sobretudo, o manejo da floresta com a presença de animais acaba tendo influência na dinâmica da vegetação, dificultando sua regeneração e desenvolvimento.

Outra característica marcante é a área de pastagem, que ocupa 137,6 alqueires, aproximadamente 46,8% do total. Devido a esta prática acontece um retardamento no crescimento da floresta de araucária. Mesmo sendo áreas separadas como indicado no mapa de uso do solo, os animais são criados soltos e sem cercas entre os diferentes usos do solo, transitando em todo o faxinal.

Nas áreas de pastejo o solo encontra-se mais compactado, com vegetação rasteira e sem apresentar estágio arbustivo (Figura 03). De forma geral os ecossistemas que apresentam sinais de

degradação são usados inapropriadamente, agravando a situação, promovendo erosão do solo e reduzindo os nutrientes.



Figura 3. Área de pastejo do gado. Fonte: o autor.

Esses efeitos causam redução na capacidade de estoque de água no solo, com conseqüente queda de produtividade da vegetação, Zhao et al. (2007). Estudos envolvendo estratégias de sustentabilidade com processos emergenciais contra a degradação de pastagens são necessários para a estabilidade destes ecossistemas, pois segundo estes autores o pastejo associado com a atividade animal altera as propriedades hidráulicas e mecânicas do solo. Essa atividade pode intensificar os processos de erosão, ocorrendo não apenas pelo desmoronamento das margens dos córregos ou dos tanques, causado pelo gado e outros animais, mas também pela dificuldade de infiltração das águas pluviais, já que o escoamento superficial remove e transporta grande volume de sedimentos para dentro dos canais fluviais.

Entre outras dificuldades encontradas pode-se citar a pequena renda para os moradores. Apesar do extrativismo vegetal e animal terem baixos custos, o lucro destas atividades ainda compõe uma porcentagem muito baixa na arrecadação dos faxinalenses, fato que incentiva grande parte dos moradores a procurem outras formas de renda para a família, por exemplo, o cultivo de monoculturas, como tabaco (uma das principais atividades desenvolvidas pelos agricultores do município), soja ou milho. Essa atividade não faz parte da regulamentação de um faxinal e, portanto, os agricultores produzem em áreas fora da unidade faxinalense, sem alterar sua moradia.

A Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente de Rio Azul trás propostas para melhorar a renda dentro do faxinal tratado, definidas como previsão de ações de desenvolvimento socioambiental sustentável, e visam o aproveitamento da socio-biodiversidade, de modo a valorizar os produtos típicos dos faxinais e utilizá-los para melhoria da renda e, por consequência, da qualidade de vida da comunidade, de acordo com prioridades definidas pelos moradores. Dentre as propostas encontra-se a instalação de colmeias de abelhas e produção de ervas medicinais, condimentares e aromáticas, produtos que podem ser disponibilizados em feiras, aumentando também as opções de trabalho.

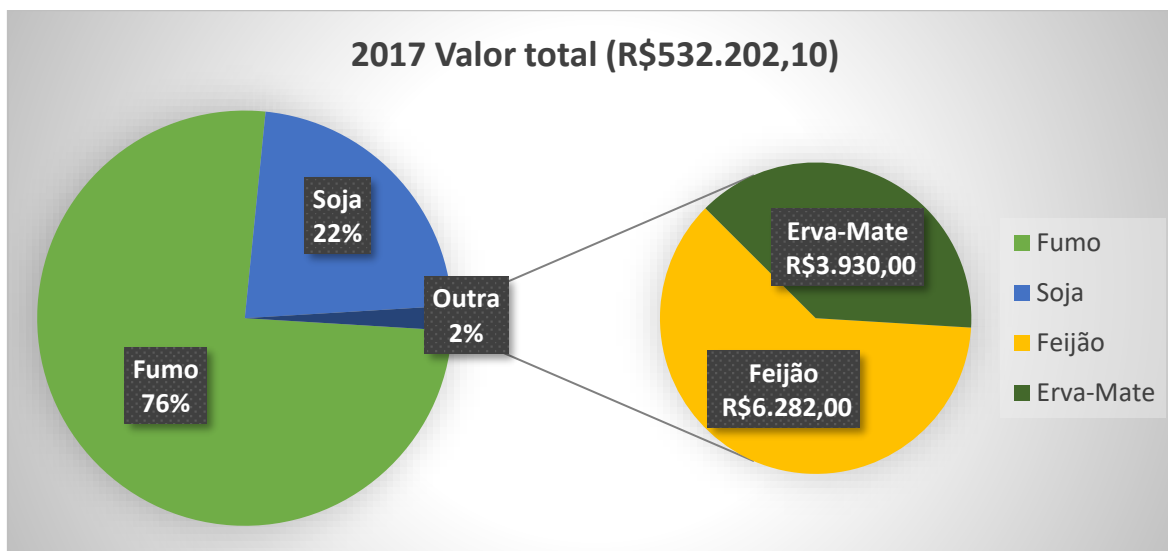


Gráfico 1. Percentual da participação da produção do faxinal no município em 2017. Fonte: Secretaria do Meio Ambiente

Produção do Faxinal em 2017

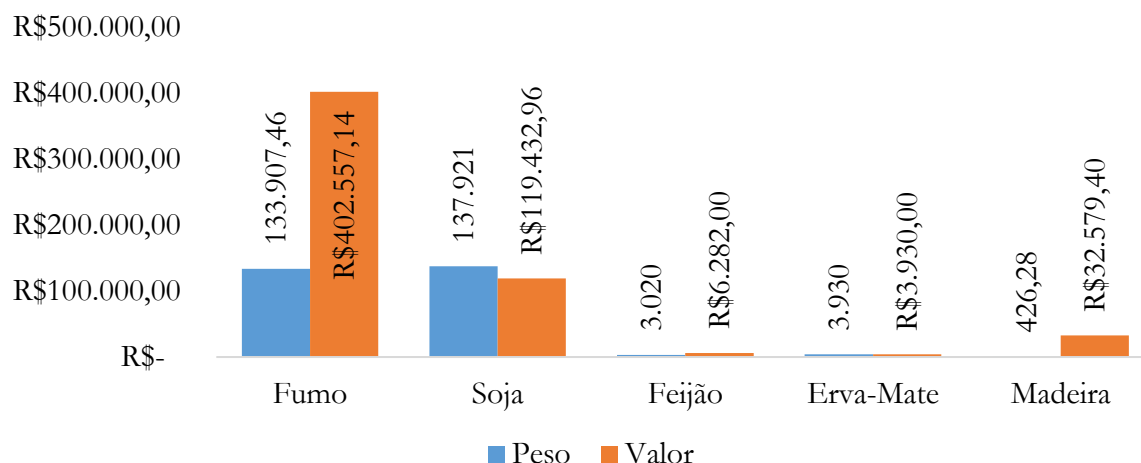


Gráfico 2. Participação financeira do faxinal na produção agrícola do município de Rio Azul em 2017. Fonte: Secretaria do Meio Ambiente.

Com dados da própria Secretaria foi possível identificar e quantificar quais produtos já são comercializados, valores de produção e peso, permitindo compreender e relacionar o uso e ocupação do

solo com a preservação da mata de araucária, e representar a participação da produção do faxinal no município (Gráfico 1), que, comparado com o montante financeiro gerado (Gráfico 2), mostra uma realidade muito diferente do que se espera.

Há criação de rebanhos dentro do criadouro comum. Essa prática é contabilizada conforme Tabela a seguir:

Tabela 1. Aspectos do criadouro comunitário do Faxinal Água Quente do Meiras, 2017. Fonte: Secretaria de Agricultura de Rio Azul.

Espécie	Nº de cabeças à solta no criador	Nº de cabeças em espaço individualizado
Suíños	349	-
Aves	400	-
Caprinos	0	-
Ovinos	66	-
Bovinos	131	-
Equinos	70	-
Muare	5	-
Abelhas	0	-

Nota-se que no ano de 2017 a produção definida como monocultura gerou cerca de 98% da arrecadação do faxinal, sendo apenas 2% referente aos produtos do sistema faxinalense. Portanto, os moradores que buscam por mais rentabilidade acabam investindo em arrendamento⁶ ou já tem terrenos fora das delimitações para a plantação de outras culturas. Isso mostra que há a necessidade de um mercado consumidor mais ativo para esses produtores, deixando suas atividades econômicas mais próximas as que regem as normas e leis.

Em relação à subsistência cerca de 85% das famílias que residem no Faxinal Água Quente do Meiras produzem a maior parte de sua alimentação consumida diariamente. Também é fornecido auxílio com relação à melhoria da nutrição animal, distribuindo sal comum e mineral, sementes de aveia e azevém para reposição de plantios de inverno. Outra assistência é na área de manejo da criação, como desverminação dos rebanhos.

Quanto aos conflitos socioambientais pertinentes ao faxinal, nota-se que muitos dos conflitos ocorrem quando se trata da manutenção dos bens comuns, como as cercas, pois não há cooperação de alguns moradores. Existem casos de invasão da área do faxinal por seus confrontantes de terreno, tanto em plantações quanto no manejo de gado, sendo prejudicial para o faxinal em termos de alimento e genética dos animais, e também na perda de área da floresta ombrófila mista. Outro fato curioso é o abandono de cavalos por pessoas que não são moradores, muitas vezes pertencentes a outros municípios

⁶ Arrendamento é um contrato de cessão de um fator de produção, pelo qual seu proprietário o entrega a outro para ser explorado, mediante determinada remuneração.

nos limites do faxinal, que interferem na alimentação do rebanho do criadouro comum e não trazem nenhum retorno financeiro para o faxinal.

Os habitantes tem uma associação constituída, que realiza reuniões durante o ano para resolver problemas internos sem o envolvimento de órgãos externos, porém a capacidade de articulação na formulação de acordos não se mostra suficiente para evitar conflitos socioambientais. Há relatos de conflitos violentos dentro do território. Exemplificando alguns acordos internos temos:

- A área que cada faxinalense pode cercar dentro do faxinal é de dez litros por faxinalense;
- Os donos de cachorros que vierem a causar danos aos animais deverão ser responsabilizados pelos prejuízos; e
- A distribuição de materiais que forem adquiridos com recursos vindos do ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) ecológico, por exemplo, sementes e sal para criação, deve priorizar os faxinalenses que ajudam na manutenção das cercas.

Quanto à destinação de lixo reciclável e tóxico são realizadas coletas mensais em lixeiras instaladas no local (Figura 06), assim como a retirada em datas marcadas das embalagens de defensivos fitossanitários, dando uma destinação apropriada para ambos os casos.

CONCLUSÃO

Analisando estas mais de 60 famílias que vivem no faxinal pode-se dizer que, mesmo tendo fonte de renda e alimentação interna, os processos culturais de um faxinal mostram-se insuficientes para a subsistência dessas pessoas. Elas dependem de recursos externos, como o auxílio da prefeitura no recolhimento de lixo reciclável e na aquisição de insumos e benfeitorias para melhorar sua qualidade de vida. Existe também um projeto municipal de instalação de colmeias, para fortalecer a diversificação de produtos e aumentar a rentabilidade dos moradores.

Como alternativas relacionadas ao território, as quais podem auxiliar neste processo, tem-se: plantio de mudas nativas que tragam rentabilidade em menos tempo, como a erva-mate, principalmente nas áreas de pastejo, protegendo as mudas até alcançarem um porte elevado em que os animais não interfiram no seu desenvolvimento; Manejo de florestas, animais e das produções agrícolas, com áreas de pousio; Incentivo à piscicultura, prática que vem crescendo na região; Orientar as gerações mais novas sobre práticas e metodologias de facilidade de trabalho; Plantação de pomares de frutas, auxiliando na produção de pólen e frutas, podendo mesclar a atividade com a produção de mel; Utilizar as frutas para o comércio ou processamento, como confecção de purês, pastas, desidratados, flocos, concentrados, congelados, cristalizados, em conserva, polpas, extratos, xaropes, passas, granulados, peles, bagaços, sementes, sucos, cinzas vegetais, fibras vegetais e talos.

Para evitar a compactação do solo: pastejo rotacionado, aumentando também, a produtividade de leite e dos animais, práticas conservacionistas do solo, como camalhão, caixas de retenção/infiltração de água; Envolvimento da comunidade na melhoria das estradas, fazendo-as de formato côncavo, para a

água escoar e não se acumular sobre a via e implantação de turismo rural neste faxinal, sendo um instrumento de alternativa de renda, valorização cultural e aumento da autoestima para a comunidade, fazendo-se necessário investimentos locais em infraestrutura, sensibilização, qualificação profissional, em equipamentos e serviços turístico.

As experiências deste trabalho podem ser aplicadas em outras localidades, como os demais faxinais próximos ou em outros municípios, permitindo adaptações, inclusive de escala. Portanto, pode-se destacar que, além da aplicação de atividades condizentes com a lei federal 6664/1979 (do geógrafo bacharel), as quais permitiram uma aproximação com o mercado de trabalho e as atividades profissionais (BRASIL, 1979), foi possível colocar em prática os ensinamentos adquiridos na graduação. Desta maneira, é importante salientar que esta oportunidade permitiu ampliar as perspectivas da área de atuação da Geografia, tanto no mercado de trabalho como em futuras pesquisas e projetos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade HCL et al. (2011). Estrutura, de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Faxinal Barro Branco, Rebouças (PR). Anais... III Seminário de Atualização Florestal e XI Semana de Estudos Florestais, Universidade Estadual do Centro-oeste. Unicentro, Irati.
- BRASIL (1979). Constituição Lei Geral nº 6664: Disciplina a profissão de geógrafo. Brasil: Brasília, 1979.
- IAP (2021). Faxinais Regulamentados. Instituto Ambiental do Paraná. Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/arquivos/File/Dibap_RES_FAX_agua_quente> com acesso em: 08/02/2021.
- IBGE (2012). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. 2 ed. rev. ampl. Rio de Janeiro, RJ. 217p.
- Martins ER (2016). O pensamento geoGráfico é Geografia em pensamento? GEOgraphia, 18(37): 61-79.
- Nerone MM (2015). Sistema Faxinal: terras de plantar, terras de criar. Ponta Grossa: Editora UEPG. 220p.
- Paraná (1997). Constituição. Decreto Estadual nº 3.446. [S. l.: s. n.],.
- Pereira TK et al. (2008) Fitossociologia do criadouro comunitário do faxinal Taquari dos Ribeiros, Rio Azul - PR. Rev. Ponta Grossa: Terra Plural, 3(1): 91-97.
- Prefeitura Municipal De Rio Azul (2021). Secretarias municipais. Disponível em: <http://rioazul.pr.gov.br/secretarias/4_SECRETARIA-MUNICIPAL-DE-AGRICULTURA-E-MEIO-AMBIENTE.html>. Acesso: 22/04/2021.
- Renner SS (2001) Laurales. In: Nature Encyclopedia of Life Sciences. Londres: Nature Publishing Group. Doi: 10.1038/npg.els.0003695 Abstract.
- Zhao Y (2007) et al. Spatial variability of soil properties affected by grazing intensity in Inner Mongolia grassland. Ecological Modelling, 205: 241-254.

ÍNDICE REMISSIVO

B

Bambu, 7, 16
Briquetagem, 10

C

Capsicum annum L., 99
Capsicum spp, 39, 40, 48
Carbonização, 11

Ch

chuva, 27, 33, 35, 37

G

Geógrafo, 124
Geoprocessamento, 135

H

herbicida, 5, 32, 33, 34, 35, 36, 37

L

lixiviação, 5, 27, 33, 35, 36, 37
Luffa cylindrica, 54

M

Morfologia, 66
Moringa, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81

P

Peletização, 10
perfil do solo, 35, 36, 37
Potássio, 23, 24, 26
produtividade, 28

T

torrefação, 11, 18
Trichoderma, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61

Z

Zea mays, 110, 112, 113, 114

SOBRE OS ORGANIZADORES



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 162 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 124 resumos simples/expandidos, 61 organizações de e-books, 37 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 66 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 42 organizações de e-books, 30 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



ISBN 978-658146004-4



9

786581

460044

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br